

Il clima è già cambiato

Ora è il tempo di nuove politiche urbane

Rapporto 2019
dell'Osservatorio di Legambiente CittàClima



LEGAMBIENTE

In collaborazione con

Unipol
GRUPPO

cittaclima.it

Il clima è già cambiato

03

1

Le aree urbane in uno scenario di cambiamento climatico

15

2

Mappa del rischio climatico

25

3

Eventi climatici estremi nelle città

39

4

Il dissesto idrogeologico nelle città italiane

57

5

Buone pratiche di adattamento e mitigazione

69

Rapporto curato da:
Edoardo Zanchini
Gabriele Nanni
Andrea Minutolo

Progetto grafico:
Luca Fazzalari

Stampato da Stamperia Romana srl Industria Grafica Azzero CO2 per il 2019

Il clima è già cambiato

Il clima è davvero già cambiato. Le analisi confermano l'aumento della temperatura in ogni parte del pianeta ed in parallelo il ripetersi con sempre maggiore frequenza ed intensità di fenomeni atmosferici di una dimensione tale che nessuno può più negare o far finta di non vedere. L'accelerazione dei processi e l'intensificarsi degli impatti devono portare quanto prima a prepararsi ed adattarsi ad un clima che è già cambiato e che cambierà ancora, con l'obiettivo di salvare le persone e ridurre l'impatto economico, ambientale e sociale dei danni provocati.

I dati sull'accelerazione dei cambiamenti climatici sono sempre più chiari ed allarmanti. Il rapporto WMO sul clima globale, che analizza il periodo 2015-2019, afferma che la temperatura media è aumentata di 1,1°C rispetto al periodo preindustriale e di 0,2°C rispetto al periodo 2011-2015. Anno dopo anno si ripetono record, quanto mai preoccupanti, che non possono lasciare indifferenti: gli anni più caldi, gli uragani più violenti di sempre, le ondate di calore più forti e prolungate. Mentre si definiscono analisi sempre più attente e approfondite delle mutazioni atmosferiche in corso, si rincorrono fenomeni sempre più preoccupanti. In molte aree del pianeta, ad esempio in California, la siccità sta aumentando in modo rilevante il rischio di **incendi**. L'estate 2019 ha visto incendi senza precedenti nella regione artica. Solo a Giugno, questi incendi hanno emesso nell'atmosfera 50 milioni di tonnellate di anidride carbonica, più di quanto sia stato rilasciato dagli incendi dell'Artico nello stesso mese dal 2010 al 2018 messi insieme. In parallelo **si riduce l'estensio-**

ne media (estiva) del ghiaccio marino nell'Artico, ben al di sotto della media del 1981-2010, così come l'estensione media del ghiaccio marino invernale. I quattro record più bassi per l'inverno si sono verificati durante gli ultimi 5 anni. Allo stesso modo i valori di estensione minima (estate) e massima di Settembre (inverno) dell'Antartico sono scesi ben al di sotto della media 1981-2010 e la quantità di ghiaccio persa ogni anno dalla calotta antartica è aumentata di almeno sei volte. Il contributo dello scioglimento dei ghiacci terrestri dai ghiacciai e dalle calotte polari è aumentato nel tempo e, nel quinquennio analizzato, il tasso di innalzamento medio globale del livello del mare è stato di 5 mm all'anno, rispetto a 4 mm all'anno nel decennio 2007-2016.

Secondo i dati del Cnr, nell'ultimo secolo, i ghiacciai delle Alpi hanno perso il 50% della loro copertura. Di questo 50%, il 70% è sparito negli ultimi 30 anni. I ghiacciai delle Alpi sotto i 3.500 metri di quota sono destinati a sparire nel giro di 20-30 anni. L'IPCC stima che nelle regioni del mondo con i ghiacciai meno estesi, compresa l'Europa, perderanno più dell'80% della loro attuale massa di ghiaccio nel

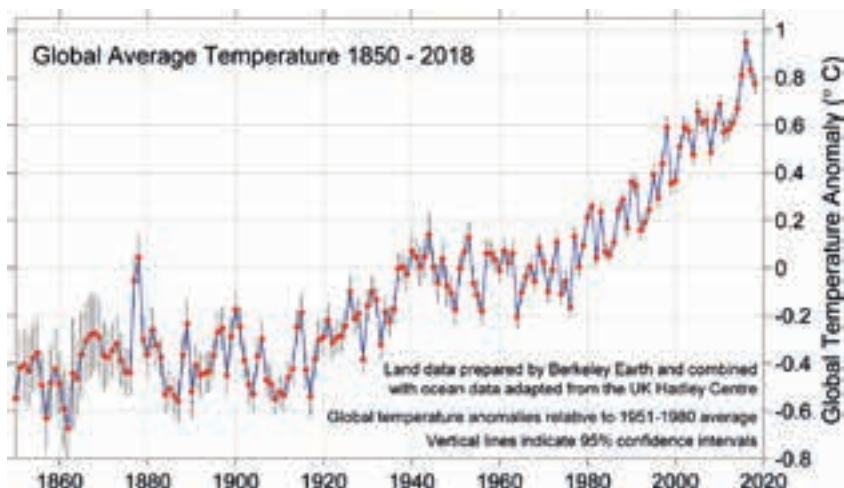
2100. Le regioni che potrebbero perdere quasi tutti i loro ghiacciai sono: Caucaso, Asia settentrionale, Scandinavia, Ande tropicali, Messico, Africa orientale ed Indonesia. Questo porterà ad altre conseguenze immediate, quali frane e valanghe, perchè in molte aree di alta montagna il ritiro dei ghiacciai e la fusione del permafrost diminuiranno ulteriormente la stabilità dei pendii, mentre il numero e l'estensione dei laghi glaciali continueranno ad aumentare.

Tutti i dati indicano che le concentrazioni globali di CO₂ potranno addirittura superare la soglia di 410 ppm entro la fine del 2019.

Anche i mari diventano più caldi e si riduce la capacità di assorbimento di anidride carbonica. Il 2018 ha registrato i più alti valori di contenuto di calore oceanico nei primi 700 metri di profondità, con il 2017 al secondo posto ed il 2015 terzo. Si è inoltre registrato un aumento complessivo dell'acidità del 26% dall'inizio della rivoluzione industriale a causa della CO₂ assorbita dall'acqua di mare. La cattiva notizia è che i livelli di anidride carbonica hanno raggiunto nuovi record, con **tassi di crescita della CO₂ quasi del 20% superiori rispetto ai cinque anni precedenti.**



Il passaggio del tifone Hagibis in Giappone il 12 e 13 Ottobre 2019



Andamento delle temperature medie globali dal 1850 al 2018, Berkeley Earth

Aumentano i fenomeni meteorologici estremi ed i loro impatti

Il bilancio degli eventi climatici estremi ci mostra come, anche per il 2019, non esistono regioni del Mondo risparmiate dall'impatto dei cambiamenti. All'inizio della primavera sono stati gli Stati Uniti e l'Iran a soffrirne gli effetti, ed hanno seguito poi l'Argentina, Vietnam, Pakistan, India, Mozambico, Bahamas, Giappone con migliaia di vittime e drammatiche perdite economiche.

Le alluvioni che hanno colpito gli Stati Uniti hanno provocato una vera e propria separazione fisica, in un'area di centinaia di chilometri, a causa dell'esonazione di grandi fiumi come il Mississippi, il Missouri e l'Arkansas. Abbiamo assistito poi alle catastrofi generate dal ciclone Idai in Mozambico, Zimbabwe e Malawi con oltre 1.000 vittime e da Kenneth sempre in Mozambico con ulteriori 52 morti; in totale i due eventi hanno procurato danni per 2,3 miliardi di dollari. Ed infine la siccità che ha afflitto l'est

India (il Tamil Nadu in particolare), dove dopo oltre 200 giorni senza piogge i 4 maggiori bacini idrici sono stati prosciugati, e la Namibia con la peggiore siccità degli ultimi 90 anni che ha causato la morte di circa 61 mila capi di bestiame.

Le **ripercussioni economiche** sono drammatiche; le stime evidenziano come il costo delle catastrofi legate al clima sia pari ad almeno 520 miliardi di dollari all'anno. Nel 2018 si sono contati 850 disastri naturali mondiali, soprattutto alluvioni, inondazioni, frane (46%) ed uragani e tempeste (42%). In un confronto con gli ultimi 30 anni il 2018 è stato il quarto anno più oneroso in termini di perdite assicurate. I Continenti più colpiti dai disastri naturali sono stati l'Asia (43%), il Nord America (20%), l'Europa (14%) e l'Africa (13%).

Sono circa 10.400 le persone in tutto il mondo che nel 2018 hanno perso la vita in disastri naturali ed il 35% delle vittime è stato causato da alluvioni ed inondazioni, soprattutto in Asia ed Africa, una percentuale molto superiore alla media del periodo 1980-2017 che era stata del 14%. L'organizzazione mondiale della sanità ha stimato tra il 2030 e il 2050 circa 250mila decessi l'anno correlati ai cambiamenti climatici. Una recente ricerca della Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa e dalla Pennsylvania State University ha analizzato i dati relativi ai danni determinati da disastri avvenuti in tutto il mon-

do tra il 1960 ed il 2014, prendendo in considerazione solamente quegli eventi estremi collegati al cambiamento climatico, come tempeste, uragani, ondate di calore, siccità, incendi e frane. I risultati mostrano che l'impatto economico di questo tipo di disastri, quando particolarmente nefasti (tra l'1% dei più dannosi), è aumentato di circa 20 volte.

L'Osservatorio Cittàclima di Legambiente è nato con l'obiettivo di capire la dimensione degli impatti in corso nel territorio italiano. Il monitoraggio e la marcatura dei fenomeni meteorologici estremi hanno permesso di individuare 350 Comuni dove si sono registrati impatti rilevanti, dal 2010 ad oggi, con 563 eventi registrati sulla mappa del rischio climatico. Chi vive nelle aree urbane conosce bene questa situazione, visto che negli ultimi 9 anni sono stati 73 i giorni di stop a metropolitane e treni urbani e 72 i giorni di blackout elettrici dovuti al maltempo. Rilevanti le conseguenze di alluvioni, trombe d'aria e piogge intense nei confronti di case, spazi pubblici ma anche del patrimonio archeologico. Rilevante anche la contabilità dei danni.



Mappa degli eventi climatici estremi dal 2010 ad Ottobre 2019. www.cittaclima.it

Nel 2018 sono state 32 le vittime e 148 gli eventi estremi, con oltre 4.500 sfollati. Un bilancio di molto superiore alla media calcolata negli ultimi cinque anni. Dal 2014 al 2018 le sole inondazioni hanno provocato in Italia la morte di 68 persone. Di fronte ad uno scenario di questo tipo è evidente che abbiamo bisogno di un salto di scala nell'analisi, di informazione e sensibilizzazione rispetto ai fenomeni che riguardano il territorio italiano ed a quanto sta avvenendo nel Mondo. Perché se oggi è condivisa l'idea che stiano aumentando fenomeni meteorologici estremi, 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. L'Osservatorio di Legambiente ha come obiettivo 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 analisi e studi internazionali e esperienze di piani e progetti di città, paesi, Regioni.

Nel Rapporto 2019 abbiamo scelto di mettere al centro dell'attenzione le aree urbane, perché sono l'ambito più a rischio per le conseguenze dei cambiamenti climatici e perché è qui che vive la maggioranza della popolazione nel Mondo e dove l'andamento delle piogge, gli episodi di trombe d'aria e ondate di calore hanno oramai assunto caratteri che solo in parte conosceamo e che andranno ad aumentare.

Perché in città si corrono maggiori rischi rispetto al passato?

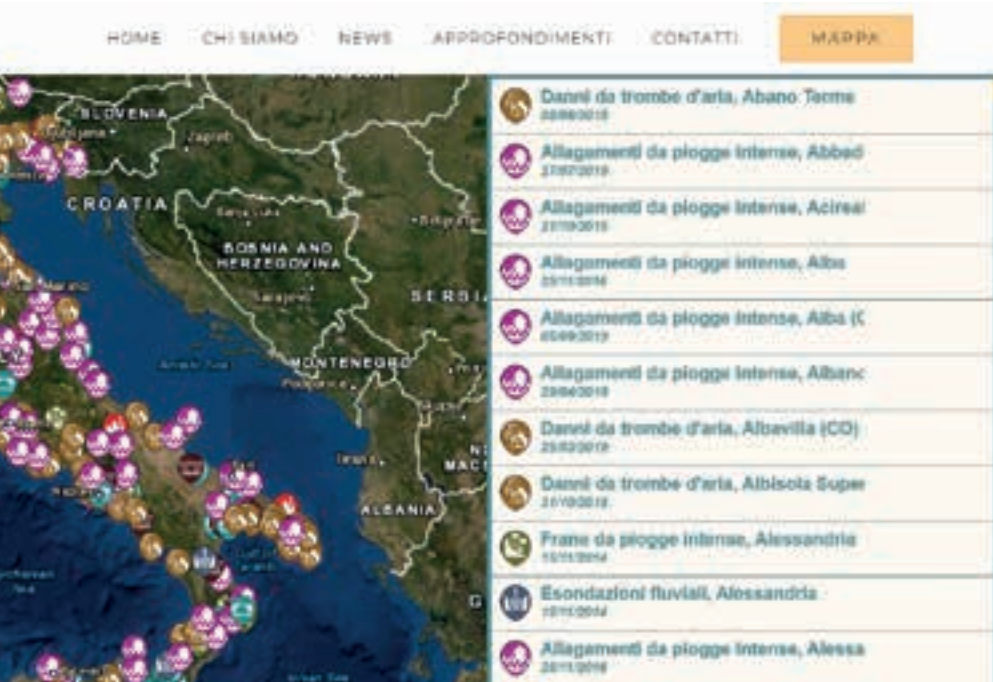
1. Aumentano i fenomeni alluvionali con danni crescenti

Nelle aree urbane italiane sono avvenuti 211 casi di allagamenti da piogge intense e 75 esondazioni fluviali dal 2010 ad oggi. 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 ab-

biamo 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.

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 con +1,5 gradi, a Bari (+1) e Bologna (+0,9) rispetto ad una media nazionale delle aree urbane di +0,8 gradi centigradi nel periodo 2001-2018 rispetto alla media del periodo 1971-2000. 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 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 (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 calo-



re 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. Nel 2016 in Italia il 9,4% delle famiglie ha lamentato irregolarità nell'erogazione dell'acqua. A Roma la crisi è già scoppiata nel 2017, e ne ha pagato le conseguenze il Lago di Bracciano che ha avuto un abbassamento di 160 centimetri; 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. 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.

4. **Le aree urbane costiere rischiano di subire rilevanti danni e di scomparire con l'innalzamento del livello dei mari**

E' lo scenario descritto in una recente indagine pubblicata sulla rivista Nature, realizzata da Climate Central. Se i ghiacciai continueranno a sciogliersi a questo ritmo, 300 milioni di persone che vivono in aree costiere saranno sommerse dall'oceano almeno una vol-

ta l'anno entro il 2050, anche se le barriere fisiche — dighe, sbarramenti, marine — che erigono contro il mare, saranno potenziate. Giacarta si sta già preparando a questo scenario, con il governo dell'Indonesia che ha annunciato in questi mesi che sposterà di 100 km la megalopoli capitale, che per le continue inondazioni e allagamenti affonda di 15 centimetri l'anno, entro il 2050. A finire sommerse sarebbero Mumbai (18 milioni di abitanti), Dacca, Calcutta, Ho Chi Minh City, con un terzo di New York allagata almeno una volta l'anno. Sott'acqua Alessandria d'Egitto, Bassora, parti di New Orleans. Ed in Europa Amsterdam, Anversa, Gent, Londra, dove 3,5 milioni di persone vivono in zone «vulnerabili».

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 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.

A pagare il conto più salato degli impatti dei cambiamenti climatici saranno i poveri.

Le proiezioni sulle conseguenze

dell'aumento delle temperature globali, e di piogge ed alluvioni, mettono in evidenza come gli impatti maggiori saranno nei Paesi più poveri del Pianeta e nelle aree più fragili, dove vivono milioni di persone in *bidonville* e baracche. Un recente studio pubblicato dal Geophysical Research Letters mostra come le aree del Mondo che inquinano maggiormente, subiranno danni più limitati delle regioni povere del pianeta grazie alla maggiore ricchezza e conseguente capacità di adattamento e mitigazione. L'innalzamento del livello del mare metterà in enormi difficoltà le città costruite lungo le coste, dove vive un miliardo di persone in tutto il Pianeta a meno di 10 metri sul livello del mare; con 250 milioni di persone che vivono a meno di uno. Le ondate di calore determinano già oggi rilevanti conseguenze sulla salute delle persone, e secondo una ricerca 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 giorni di ondate di calore 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 più povere che non dispongono di sistemi di raffrescamento. In Italia il fenomeno della povertà energetica riguarda già oggi oltre 4 milioni di famiglie, che non dispongono delle risorse economiche per scaldarsi d'inverno e, di conseguenza, anche di raffreddare gli spazi in cui vivono durante le ondate di calore estive. Le conseguenze sulla salute di questi fenomeni sono note da tempo, e per questo bisogna preparare le città italiane ad uno scenario che può avere rilevanti impatti sanitari e sociali. 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. In modo da pianificare ed ottimizzare gli interventi durante le emergenze e per indirizzare l'assistenza (in particolare per le persone a basso reddito che non dispongono di condizionatori d'aria per le giornate più calde), ma anche per 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. Le elaborazioni su immagini satellitari realizzate da e-Geos per Legambiente relative alle città di Milano e di Roma hanno messo in evidenza come disponiamo di tutte le informazioni per capire i quartieri a maggior rischio durante le ondate di calore e incrociando i dati con analisi sullo stato di salute e le condizioni economiche delle famiglie, degli strumenti per prevenire e ridurre gli impatti sulle famiglie.

L'Italia di fronte al nuovo scenario climatico

Il nostro Paese deve decidere di affrontare le inedite sfide che lo scenario climatico che stiamo vivendo ci pone di fronte, e di affrontarle con politiche nuove per evitare che gli impatti siano ancora più rilevanti nei territori.

La prima questione è legata ai cambiamenti in corso nel mar Mediterraneo.

L'Italia si trova infatti al centro di un'area considerata dagli scienziati un "hot spot" del cambiamento climatico, ossia una delle aree più sensibili e prevedibil-

mente soggette alle conseguenze del climate change, 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. A dimostrare che non stiamo parlando di un futuro remoto, sono gli scienziati del clima che già da tempo hanno messo in guardia per l'aumento di cicloni inediti per questa parte del Mondo (denominati "medicane", mediterranean tropical-like ciclone). In un recente studio pubblicato su Environment International vengono stimati gli impatti nei diversi Paesi in una prospettiva al 2100 in assenza di interventi di mitigazione, e l'Italia risulta tra quelli dove avverrebbe uno dei maggiori aumenti di mortalità associata al caldo, superata solo da Filippine e Vietnam.

Di sicuro abbiamo bisogno di accelerare nelle politiche di mitigazione del clima, per invertire la curva delle emissioni di gas serra come previsto dall'Accordo di Parigi, ma in parallelo dobbiamo preparare i territori, le aree agricole e le città ad impatti senza precedenti. Sono infatti impressionanti gli scenari che 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. 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.

La seconda questione è che viviamo in uno dei Paesi più delicati dal punto di vista idrogeologico del mondo.

Lo raccontano i numeri del Rapporto sul dissesto idrogeologico in Italia di Ispra: sono 7.275 i Comuni (91% del totale) a rischio per frane e/o alluvioni; il 16,6% del territorio nazionale è a maggiore pericolosità; 1,28 milioni di abitanti sono a rischio frane e oltre 6 milioni di abitanti a rischio alluvioni. 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. Dagli anni '50 al 2017 le superfici artificiali sono passate dal 2,7% al 7,65%, inoltre l'abbandono delle aree rurali montane e collinari ha provocato una mancata salvaguardia e conservazione del territorio. Il rapporto Ecosistema Rischio di Legambiente, l'indagine sulle attività nelle amministrazioni comunali per la mitigazione del rischio idrogeologico, mette in evidenza come il 69,7% dei Comuni che ha risposto al questionario ha dichiarato di avere abitazioni in aree a rischio. Nel 26,8% dei casi sono presenti interi quartieri, mentre in 737 amministrazioni (50,4%) sorgono addirittura impianti industriali. Strutture sensibili come scuole o ospedali sono presenti in aree a rischio nel 14,6% dei casi, mentre l'espansione urbanistica che ha visto sorgere strutture ricettive o commerciali in aree a rischio è del 20,5%.

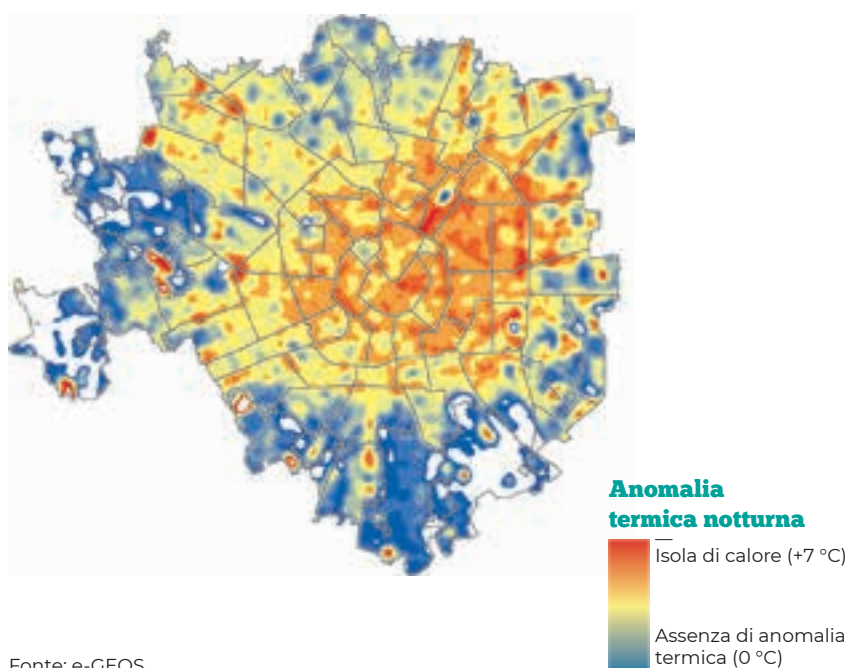
Come si sta attrezzando l'Italia per far fronte a questo nuovo scenario?

Nel 2014 è stata istituita l'Unità di missione contro il dissesto idrogeologico presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri chiamata "italiasicura". La struttura di missione aveva il compito di

coordinare tutte le strutture dello Stato (Ministeri, Protezione civile, Regioni, Enti locali, Consorzi di bonifica, Provveditorati alle opere pubbliche, Genio Civile ed enti e soggetti locali), per trasformare in cantieri oltre 2,4 miliardi di euro non spesi dal 1998 per ridurre gli stati di emergenza territoriali. Nei suoi quattro anni di vita, italiasicura ha prodotto le "Linee guida per la progettazione in materia di dissesto idrogeologico" ed ha pubblicato il "Piano nazionale di opere e interventi e il piano finanziario per la riduzione del rischio idrogeologico". Nel 2018 la struttura di missione è stata chiusa riportando in carico al Ministero dell'Ambiente il tema del dissesto idrogeologico. Nell'Aprile del 2019 è stato pubblicato in Gazzetta Ufficiale il Piano contro il dissesto denominato "Proteggi Italia" (DPCM del 20 Febbraio 2019). Il Piano verte su 4 tematiche portanti quali: le misure di emergenza, quelle di prevenzione, quelle di manutenzione e ripristino, quelle di semplificazione e rafforzamento della governance. Nel piano Proteggi Italia inoltre è rientrato anche il disegno di Legge " Cantiere Ambiente" che vede lo stanziamento di 12 milioni per la progettazione degli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico e introduce "un apparato organizzativo per la progettazione l'affidamento dei lavori". Ad Agosto infine è arrivato il Piano stralcio 2019 che ha individuato e finanziato le opere immediatamente cantierizzabili nell'anno, scelte in base agli elenchi forniti in conferenza dei servizi dalle Regioni interessate, coinvolgendo anche i Commissari per l'emergenza, quelli straordinari per il dissesto (ovvero i Presidenti di Regione) e le Autorità di Distretto. Il Piano lavora in continuità con gli anni precedenti riguardo il recepimento e la stabilizzazione delle risorse necessarie alla pianificazione contro il dissesto idrogeologico, ma ancora non è riuscito ad uscire della logica di una visione puntuale ed emergenziale del problema. Di fatto si conferma una programmazione per Regioni che solo per sommato-

Isola di calore di Milano

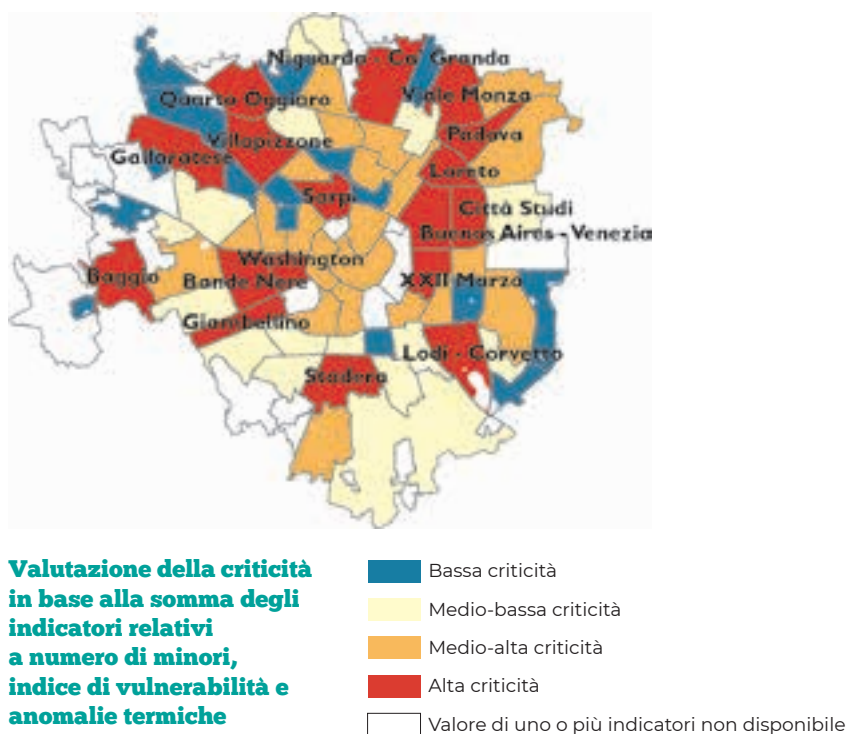
Anomalia termica notturna al suolo (C°), 2015-2018



Fonte: e-GEOS

Bambini nella città che scotta

Incrocio mappa isole di calore con indicatori numerosità 0-14enni e indice di vulnerabilità sociale e materiale.



Fonte: Elaborazione Save the Children su dati e-GEOS (2015-2018) e Istat (2011)

Si ringrazia e-GEOS per la concessione della mappa realizzata nell'ambito del progetto europeo Life e del progetto Metro-Adapt della città metropolitana di Milano

ria diverrebbe di “bacino” e non il contrario. Inoltre nel Piano non viene mai menzionata la necessità che gli interventi di mitigazione del rischio debbano essere rivisti (specialmente se vecchi) in funzione del cambiamento climatico che stiamo vivendo ed agli effetti che si manifestano sui territori. Importante sottolineare come nel Piano non venga considerata, al di fuori delle opere strutturali, la necessità di imporre lo stop al consumo di suolo come misura efficace per mitigare gli effetti del rischio, mentre è indispensabile rafforzare e rendere estremamente cogenti i vincoli di inedificabilità nelle aree a rischio. Infine l'approccio del disegno di Legge rimane ancora troppo “emergenziale”, come confermato dai poteri speciali destinati ai commissari straordinari, ossia i Presidenti di Regione, che spesso sono gli artefici di leggi devastanti per il consumo di suolo e per i corsi d'acqua.

Una montagna di soldi per rincorrere i danni, poche risorse per la prevenzione. Dal secondo dopoguerra ad oggi sono state oltre 5.500 le vittime di oltre 4.000 tra frane e alluvioni. E secondo le stime di Legambiente, su dati del Ministero dell'Ambiente, sono stati spesi 75,9 miliardi di euro dal 1944 al 2018 per far fronte ai danni provocati dagli eventi estremi nel territorio italiano. Secondo i dati di “Italiasicura”, l'Italia è tra i primi Paesi al mondo per risarcimenti e riparazioni di danni da eventi di dissesto: dal 1945 l'Italia paga in media circa 3,5 miliardi all'anno. Dal 2013 ad oggi sono stati aperti 92 stati di emergenza a seguito di eventi alluvionali, per un danno totale rilevato di circa 11,42 miliardi di euro, mentre ai commissari incaricati è stato assegnato solo 1,15 miliardi di euro. **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 1998 al 2018 siano stati 5.661 gli interventi programmati lungo tutta la penisola per un

importo di oltre 5,6 miliardi di euro (Fonte Ispra, piattaforma Rendis), con una media di 266 milioni di Euro l'anno, in un rapporto di 1 a 4 tra spese per la prevenzione e quelle per riparare i danni. Eppure sappiamo che 1 euro speso in prevenzione fa risparmiare fino a 100 euro in riparazione dei danni.

Purtroppo il nostro Paese non dispone di alcun indirizzo strategico che individui l'adattamento come priorità delle politiche di intervento. Nel 2014 è stata approvata la “Strategia nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici” e, per dargli attuazione, doveva essere approvato il “Piano nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici”. Dopo cinque anni siamo ancora in attesa che si passi dal campo degli studi a una vera e propria pianificazione capace di fissare le priorità ed 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 e impatti in corso avrebbe tutto l'interesse a individuare le aree prioritarie di intervento, in modo da organizzare una sempre maggiore e più efficace collaborazione con le strutture di protezione civile. Una buona notizia è che procedono i lavori per la costruzione della sede del nuovo data center dell'ECMWF a Bologna, il centro europeo per le previsioni meteo a medio termine. Nell'area del Tecnopolo sorgerà infatti una struttura che potrà diventare un riferimento

importante per le ricerche e i monitoraggi climatici dei prossimi anni.

A livello europeo i costi degli impatti climatici rischiano di essere drammatici, con stime che arrivano a calcolare come, in assenza di azioni di adattamento, le ondate di calore potrebbero provocare **entro la fine del secolo circa 200mila morti all'anno** nella sola Europa, mentre **i costi delle alluvioni fluviali potrebbero superare i 10 miliardi di euro all'anno.**

Occorre considerare che anche il non intervento per fermare gli impatti del clima è una scelta, le cui conseguenze oggi si iniziano a conoscere. **Secondo alcune stime in Italia i danni economici potrebbero arrivare a ridurre fino al 7% il PIL procapite** se l'Accordo di Parigi non sarà rispettato. Ancora peggio per altre nazioni, con la Russia che segnerebbe un -8,93% ed addirittura gli Stati Uniti -10,52% ed il Canada oltre il 13%. In particolare lo studio *“Long-Term Macroeconomic Effects of Climate Change: A Cross-Country Analysis”*, pubblicato dal *National Bureau of Economic Research*, mostra come anche i Paesi ricchi, tra cui l'Italia, vedranno colpite le proprie economie a causa della crisi climatica. I ricercatori hanno preso in esame dati provenienti da 174 Paesi a partire dal 1960, proiettandoli al 2030, 2050 e 2100 per determinare la perdita o il guadagno di PIL procapite sulla base di due scenari: temperature globali medie in aumento di 4°C entro la fine del secolo (in caso di non contrasto alla crisi) e rispetto dell'Accordo di Parigi sul clima (ovvero con temperature entro i +2°C rispetto all'era preindustriale al 2100). Nello scenario senza interventi, i cambiamenti climatici tagliano il PIL procapite italiano dello 0,89% nel 2030, del 2,56% nel 2050 e del 7,01% nel 2100. Lo studio mostra che rispettando l'Accordo di Parigi sul clima le perdite di PIL procapite sarebbero praticamente azzerate per l'Italia, riducendosi a -0,01%, -0,02% e -0,05%.

Accelerare le politiche di adattamento ad un clima che cambia

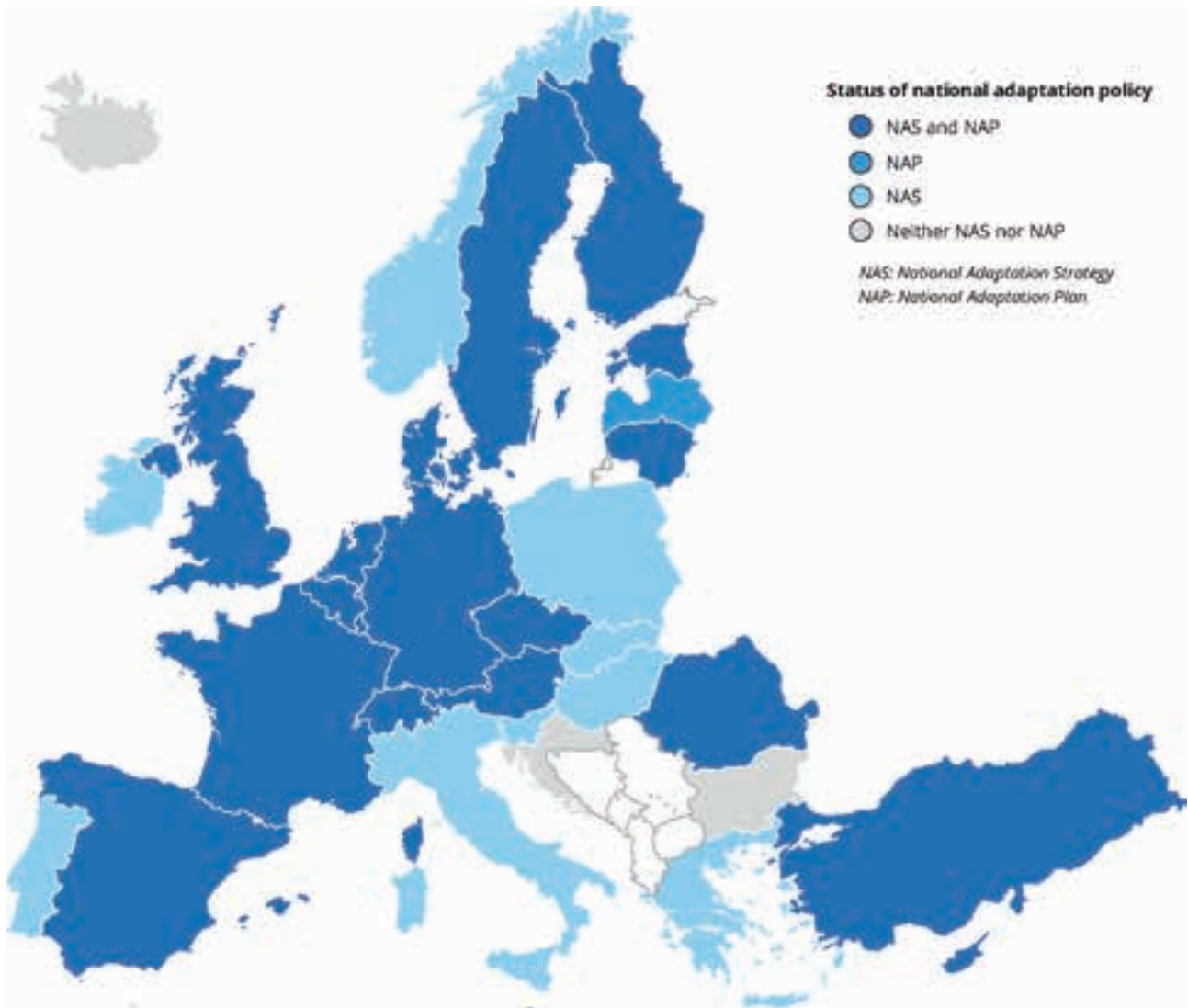
Investire nell'adattamento climatico può generare notevoli vantaggi economici. Un rapporto pubblicato dal Global Center of Adaptation stima che se investissimo 1,8 trilioni di dollari a livello globale dal 2020 al 2030 per misure di adattamento, potremmo trarne un ritorno 4 volte maggiore: 7,1 trilioni di dollari in termini di benefici netti totali. Le indicazioni più importanti elencate dalla relazione vengono raggruppate in 3 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 la terza area su cui investire è il 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. A queste misure vanno aggiunti interventi di miglioramento delle pratiche per la coltivazione di colture nelle regioni aride che produrrebbero 700 milioni di dollari di guadagni; mentre la costruzione di sistemi di allerta precoce significherebbe un ritorno di 100 milioni di dollari. I vantaggi economici includono le perdite che non si verificano quando le città sono meglio attrezzate per resistere ad eventi meteorologici estremi, ma ci sarebbero anche benefici positivi come l'aumento della

produttività economica e dell'innovazione tecnologica, dato che gli investimenti riguarderebbero infrastrutture con strumenti migliori e più moderni. Senza questi investimenti i cambiamenti climatici potrebbero abbattere la crescita dell'agricoltura globale fino al 30% entro il 2050, il numero di persone che potrebbero non disporre di acqua sufficiente per almeno un mese all'anno, salirebbe dai 3,6 miliardi di oggi a oltre 5 miliardi entro il 2050. L'aumento del livello del mare potrebbe costringere centinaia di milioni di persone nelle città costiere a lasciare le loro case, con un costo totale per le aree urbane costiere di oltre un trilione di dollari annui entro il 2050. Infine, da qui al 2030 i cambiamenti climatici potrebbero spingere oltre 20 milioni di persone dai paesi in via di sviluppo al di sotto della soglia di povertà, a migrare in zone più interne, le quali si troverebbero quindi sempre meno attrezzate a far fronte alla povertà.

La Commissione Europea ha adottato nel 2013 la comunicazione "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. Prevede che tutti i Paesi membri approvino strategie e piani nazionali. In questa fase non si è ancora arrivati, purtroppo, ad un accordo politico tra i Paesi per una Direttiva in materia di adattamento. Intanto, in attuazione della strategia tutti i Paesi europei si sono messi in moto per arrivare ad approvare strategie o piani nazionali di adattamento ai cambiamenti climatici.

Sono 17 i Paesi europei che hanno adottato un piano nazionale o settoriale di adattamento 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 le 20 aree tematiche, con schemi e piani di adattamento regionali e locali. A livello regionale sono stati approvati tutti i 26 piani, mentre a livello locale 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 concreto per lo sviluppo e l'attuazione delle stesse misure. Nel caso tedesco sono i 16 Länder ad avere definito le proprie strategie di adattamento, ognuna delle quali messa in rete su una piattaforma per la condivisione e la collaborazione.



Strategie e Piani nazionali di adattamento ai cambiamenti climatici in Europa, European Environment Agency

Il clima è già cambiato, ora è il tempo di nuove politiche

E' oramai evidente che ci troviamo di fronte a processi che si ripetono con maggiore forza, frequenza, imprevedibilità nel territorio italiano e in tutto il Mondo. Oggi non esistono più alibi o scuse per rimanere a guardare e, oltretutto, disponiamo in Italia di sistemi di analisi

di questi fenomeni senza precedenti, di competenze e tecnologie per aiutare i territori e le città ad adattarsi ai cambiamenti del clima e a mettere in sicurezza le persone. Dobbiamo solo decidere di farlo.

1. Approvare subito il piano di adattamento climatico e rivedere le priorità di investimento

Le politiche italiane in materia di clima e messa in sicurezza del territorio continuano ad essere frammentate e contraddittorie, inadeguate rispetto allo scenario climatico in atto. Le risorse spese

per la prevenzione sono poche e suddivise in un elenco di interventi che rincorrono le emergenze e spesso pensati con logiche superate. L'obiettivo di ripensare le politiche attraverso la chiave dell'adattamento non è ancora entrato nelle scelte di Ministeri, Regioni e Comuni. Questo modo di procedere deve cambiare, a partire dall'approvazione di un Piano di adattamento climatico che definisca chiaramente le priorità di intervento per le aree a maggior rischio nel nostro Paese, e diventi il riferimento per i finanziamenti (quelli europei per l'azione climatica saranno rilevanti nei prossimi anni) e gli interventi di messa in sicurezza del territorio italiano

nei prossimi anni. In modo da avere una chiara focalizzazione sul clima come chiave per superare un approccio al dissesto che troviamo ancora troppo spesso nella realizzazione di progetti pensati molti anni fa, e oramai inadeguati di fronte a processi di questa portata. Questo cambio è fondamentale perché la complessità dei fenomeni impone una lettura che tenga conto sia dei processi in corso nel territorio italiano che degli scenari che riguarderanno il Mediterraneo, per capire come i problemi e i rischi potrebbero evolversi. Serve poi **una più forte regia e indirizzo sulle strategie climatiche, da mettere in capo al Governo**, con un coordinamento forte delle strategie dei Ministeri (e che coinvolga anche quello della Salute) e dei diversi Enti che si occupano di prevenzione e di intervento. In particolare **occorre rafforzare il monitoraggio degli impatti sanitari dei cambiamenti climatici**. Sono evidenti i risultati degli studi italiani ed internazionali nella correlazione tra fenomeni climatici e impatti sulla salute delle persone, e dunque occorre rafforzare e ampliare le indagini epidemiologiche in tutte le città italiane e utilizzare questi studi per piani di allerta e interventi di riqualificazione che riducano i rischi per le persone. In parallelo si devono avviare monitoraggi e piani di adattamento e tutela degli ecosistemi più delicati rispetto ai cambiamenti climatici nel territorio italiano. Dai ghiacciai alpini a quello del Calderone, dagli stagni di Molentargius a Cagliari alla Laguna di Venezia, alcuni ambienti devono essere studiati e monitorati, rafforzati perché da un lato sono un indicatore dei cambiamenti del clima e dall'altro potrebbero essere a rischio per gli impatti climatici. Si deve poi stabilire una regia unica per gli interventi sulla costa, dove circa un terzo è a rischio erosione con una situazione che

andrà peggiorando. 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.

2. Le città devono diventare la priorità degli interventi di adattamento al clima

L'Italia non è tutta uguale di fronte ai rischi del cambiamento climatico, esistono infatti situazioni e rischi differenti nelle diverse parti del Paese e tra le città, anche perché uno stesso fenomeno - da una pioggia violenta ad un'ondata di calore - può provocare impatti diversi in funzione delle caratteristiche idrogeologiche dei territori coinvolti e anche di quanto e come si è costruito. Tutti i dati confermano che **sono le città gli spazi più a rischio**, ed è qui che occorre intervenire con nuove strategie, risorse ed un coordinamento nazionale per salvare vite umane. In questi anni abbiamo assistito ad un rimpallo di responsabilità tra Governi e Sindaci, che dipende dalla mancanza di una idea condivisa di come si debbano affrontare le problematiche nelle aree urbane e quindi che permetta di mettere in campo risorse per gli articolati strumenti oggi necessari: dagli allertamenti della Protezione Civile alla messa in sicurezza dei tom-

bini, dall'adattamento al clima dei quartieri a quello dei fiumi, fino alla delocalizzazione degli edifici a rischio. Per superare questa situazione occorre prevedere **specifiche risorse per le politiche e i piani di adattamento e di messa in sicurezza delle aree urbane**. 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 e per interventi di messa in sicurezza e manutenzione coerenti con le Linee guida**. Solo in questo modo diventa possibile superare una programmazione a macchia di leopardo e dare ai Sindaci strumenti certi e strutturali per affrontare l'emergenza climatica.

Nel Rapporto abbiamo raccolto diverse esperienze di piani 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. Serve infatti un approccio



nuovo che possa offrire risposte più adeguate alle sfide complesse che riguardano gli spazi urbani. Perché non è continuando ad intubare o deviare i fiumi, ad alzare argini o asfaltare altre aree urbane che possiamo dare risposta ad equilibri climatici e ecologici complessi che hanno bisogno di analisi nuove e strategie di adattamento. Ad esempio per introdurre la chiave dell'adattamento al clima negli interventi di messa in sicurezza dei fiumi nelle aree urbane. Perché la sicurezza si garantisce non attraverso opere di ingegneria e ulteriori intubamenti, ma restituendo spazi al naturale deflusso nei momenti di piena in aree dove si possano continuare negli altri periodi dell'anno usi pubblici, e quindi parchi o boschi, o anche agricoli. I piani dovrebbero servire anche ad introdurre il tema dell'adattamento nella progettazione, valutazione e gestione delle infrastrutture, sempre più a rischio per le temperature estreme o eventi climatici come piogge intense e nevicate. E per monitorare e tutelare le mi-

sure di vincolo, con l'obiettivo di evitare l'insediamento di nuovi elementi a rischio in aree allagabili. 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. Tutelare il territorio e riqualificare gli spazi pubblici per mettere in sicurezza le persone

Nel nostro Paese si continua a morire perché le persone si trovano a vivere o a passare in aree a rischio idrogeologico. Non è accettabile che tutto questo continui ad avvenire quando abbiamo tutte le informazioni sui luoghi e edifici in pericolo e sulle aree dove non si dovrebbe realizzare interventi perché a rischio alluvione, frane e dissesto idrogeologico. Per superare questa situazione oc-

corre 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 oramai 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 (136 amministrazioni) 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.

Va vietato di costruire nei territori a rischio, e cambiato il modello di gestione dell'acqua in città, a partire dalla progettazione e intervento negli spazi pubblici. Perché non si deve più puntare ad espellere l'acqua velocemente dalle città attraverso canali interrati, ma 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 e averla a disposizione nei momenti di siccità.



Alluvione a Vernazza (SP) del 25 Ottobre 2011

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 in luoghi dove è solo una questione di tempo prima che avvenga il prossimo episodio di maltempo con danni alle persone e alle cose.
- 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 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, Scandiano 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.** La ragione dei rischi che si corrono nelle città italiane e dell'aumento del caldo dipende dall'impermeabilizzazione dei suoli con l'intubamento dei corsi d'acqua, che con le alluvioni esondano e mettono in pericolo persone e 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, che 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 750 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 estivi, e incentivando l'utilizzo di materiali e colorazioni con prestazioni certificate, di tetti verdi, vasche e fontane, che contribuiscono a ridurre l'aumento delle temperature esterne. Basta riprendere quanto già si prevede nei regolamenti dei Comuni di Rivoli, Poirino, Pavia, Zinasco.
- 9. Creare, in tutti gli interventi che riguardano gli spazi pubblici, come piazze e parcheggi, 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. Prevedere risorse statali per l'attuazione dei piani urbani di adattamento che prevedono la piantumazione di alberi** e la creazione di boschi per la riduzione delle temperature in città e l'assorbimento dei gas serra, di interventi che riguardino la sostituzione delle pavimentazione e la deimpermeabilizzazione, l'utilizzo di pitture che consentano di ridurre l'incidenza delle radiazioni solari estive.

1

Le aree urbane in uno scenario di cambiamento climatico

Le aree urbane in uno scenario di cambiamento climatico

Sono impressionanti gli scenari che sembrano delinearsi per le aree urbane in una prospettiva di cambiamenti climatici. I processi a cui guardare con maggiore attenzione riguardano l'impatto delle piogge, l'aumento del caldo nelle aree urbane, l'innalzamento del livello dei mari. **2 miliardi di persone ed oltre la metà delle megalopoli del mondo sono in grave pericolo** se non agiamo immediatamente, da un lato nel fermare l'aumento delle emissioni e dall'altro nel salvare le persone adattando infrastrutture e città. La sopravvivenza di intere popolazioni nel globo è legata alla capacità di adattarsi al cambiamento climatico e ad eventi sempre più estremi. Uno studio di Climate Central, pubblicato su *Nature Communications* a fine Ottobre, prevede che entro il 2050, l'innalzamento del livello del mare causato dal riscaldamento del pianeta potrebbe portare inondazioni costiere annuali su terre che ospitano circa 150 milioni di persone; la stima di persone a rischio sale a 480 milioni entro il 2100. Il sud del Vietnam potrebbe quasi scomparire, inclusa gran parte di Ho Chi Minh City, in Thailandia è in pericolo Bangkok mentre in Cina è Shanghai ad essere minacciata dall'avanzata dell'acqua. Le nuove proiezioni suggeriscono pure che gran parte della capitale finanziaria dell'India, Mumbai, rischia di essere spazzata via. A rischio poi c'è il patrimonio culturale in città come Alessandria, in Egitto, che potrebbe finire sott'acqua.

Ma in particolare è nei **Paesi più poveri**, primi fra tutti quelli di

Africa e Asia, che si concentrano le maggiori minacce perché oltre alla drammaticità degli eventi, uragani e siccità in primo luogo, sono scarse le risorse in grado di mettere in sicurezza aree urbane e raccolti. Nel 2019 in Mozambico l'impatto dei cicloni Idai e Kenneth, ha portato **oltre 2 milioni di persone sull'orlo della carestia, aumentando a dismisura il rischio di diffusione di malattie come il colera e causando danni per 3,2 miliardi di dollari**, pari ad oltre un quinto del PIL nazionale. Sempre nell'ultimo anno, la siccità nel Corno d'Africa ha portato allo stremo oltre 15 milioni di persone tra Somalia, Etiopia e Kenya. Per quanto riguarda gli aiuti internazionali destinati a ridurre l'impatto della crisi climatica nelle nazioni più povere al Mondo la cifra che ogni anno viene stanziata si aggira tra i 2,4 ed i 3,4 miliardi di dollari. Se si divide la spesa per la popolazione che vive nei 48 Paesi coinvolti, si tratta però di meno di 1 centesimo di dollaro al giorno. I dati provengono da una ricerca Oxfam, organizzazione che lotta contro le disuguaglianze, e pongono l'accento in particolare sulla catastrofe climatica che sta devastando il Mozambico ed il Corno d'Africa. Secondo le stime delle Nazioni Unite l'adattamento ai cambiamenti climatici e la gestione dei danni causati dai suoi effetti costeranno ai Paesi in via di sviluppo tra 140 e 300 miliardi di dollari entro il 2030. Per questo i Paesi ricchi devono ridurre drasticamente le loro emissioni di CO₂ e stanziare veri aiuti per i Paesi meno sviluppati.

Il Mediterraneo rischia di subire cambiamenti ambientali e sociali enormi con l'aumento della temperatura. Già oggi è cresciuta di 1,5 gradi rispetto ai livelli preindustriali, ciò significa che **il riscaldamento in questo bacino è del 20% più veloce rispetto alla media del pianeta.** Se non verranno prese misure drastiche per ridurre i gas serra entro il 2040 tale aumento raggiungerà i 2,2 gradi e forse supererà i 3,8 in alcune aree del bacino nel 2100. Inoltre, in soli due decenni, 250

milioni di persone soffriranno di povertà idrica nell'area a causa della siccità. Queste sono alcune delle conclusioni provvisorie del primo rapporto di valutazione scientifica sul cambiamento climatico e ambientale nel Mediterraneo, presentato dall'Unione per il Mediterraneo, che mira a sviluppare ed attuare politiche efficaci basate su dati scientifici. In un'area del mondo dove le migrazioni già oggi sono fonte di forti scontri sociali e politici è evidente l'urgenza di attrezzarsi per adattare i territori e aiutare le comunità.

Questo effetto della crisi climati-



ca incide già sulla **scarsità di acqua potabile nelle grandi metropoli mondiali**, una situazione di stress idrico senza precedenti. Uno studio dell'organizzazione World Resources Institute ha evidenziato come il 25% della popolazione mondiale, distribuita in 17 Paesi, rischia di rimanere senz'acqua. Il precedente più grave è quello che è avvenuto a Città del Capo, in Sudafrica, nel 2018: a causa della siccità, della sovrappopolazione e della gestione inadeguata delle risorse idriche, la città è arrivata a un passo dal cosiddetto "Day Zero", quando tutta l'acqua disponibile

si sarebbe esaurita. Anche San Paolo in Brasile e Chennai in India recentemente hanno dovuto affrontare gravi carenze idriche. I dati raccolti mostrano anche che oltre un terzo delle principali aree urbane con oltre tre milioni di persone è sottoposto a stress idrico elevato o estremamente elevato. Tra queste ci sono Nuova Delhi, Los Angeles, San Diego, Città del Messico, Mosca, Pechino e Madrid. In Europa l'Italia è nella fascia a rischio "alto" (ma ancora non estremo) insieme a Belgio, Grecia, Spagna e Portogallo.

In tutto il mondo aumenta la popolazione che vive nelle città e la ragione sta anche nell'abbandono delle campagne per l'impatto delle alluvioni e la scarsità di acqua. Un aspetto chiave per avere un quadro di questa situazione riguarda il tema delle coltivazioni ed è offerto dall'ultimo Rapporto della FAO che ha analizzato il consumo di tè nel mondo. Lo studio ha mostrato come la produzione mondiale di tè nero aumenterà del 2,2% all'anno fino a raggiungere 4,4 milioni di tonnellate nel 2027, come conseguenza dell'impennata della richiesta



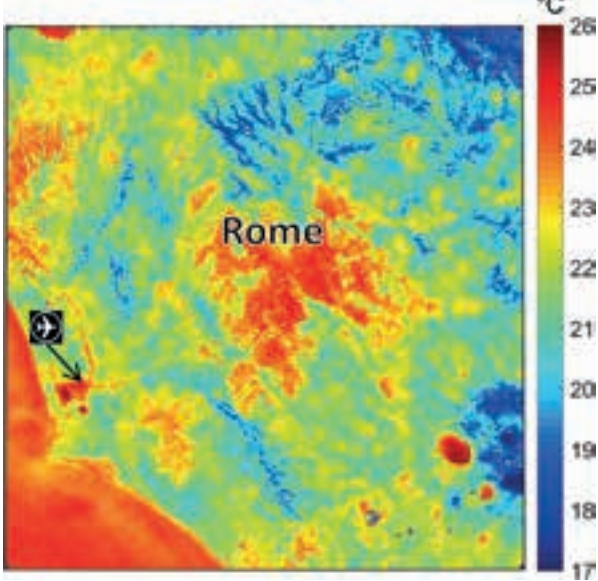
Devastazione in Mozambico dopo il passaggio del ciclone Idai

da parte di Cina, Kenya e Sri Lanka. E quella di tè verde viaggia a livelli ancora maggiori: +7,5% annuo, fino ad arrivare a 3,6 milioni di tonnellate nel 2027 (ancora una volta il motore principale della crescita è la Cina, dove la produzione raddoppierà). A fronte di questa richiesta in aumento, ci sono **difficoltà crescenti legate ai cambiamenti della temperatura e degli andamenti delle piogge** - con alluvioni e siccità sempre più frequenti

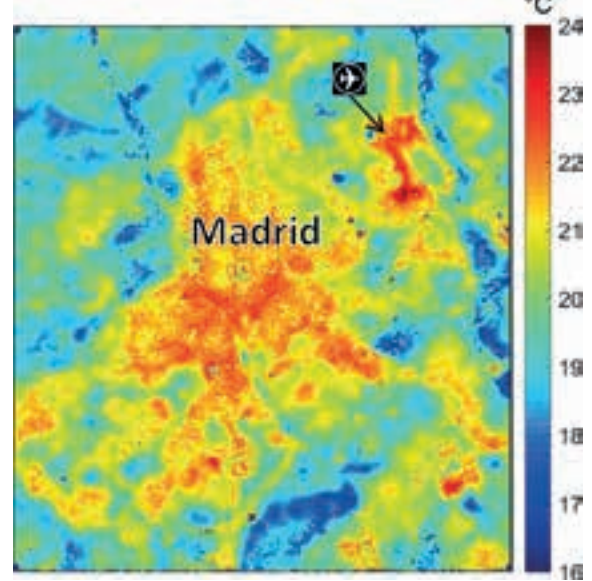
- che riguardano i Paesi produttori. Il cambiamento climatico, conclude la FAO, sta già avendo effetti sui raccolti, sulla qualità e sui prezzi del tè, diminuendo i redditi agricoli: per evitare un rapido peggioramento della situazione sono necessarie misure di adattamento. Le conseguenze a livello economico potrebbero essere drammatiche proprio per quelle popolazioni in aree rurali che già vedono condizioni di lavoro estremamente critiche.

In Cile, come dichiarato dal governo regionale di Valparaiso, si assiste ad una **crisi legata alla scarsità di acqua che persiste da oltre 10 anni**. Nella regione i dati parlano di un allarmante 70,5% in meno di precipitazioni rispetto alla normalità, una situazione che si ripercuote inevitabilmente non solo sulle attività economiche, ma anche sul consumo di acqua della popolazione. Per questi motivi il Sindaco di Valparaiso ha ufficialmente

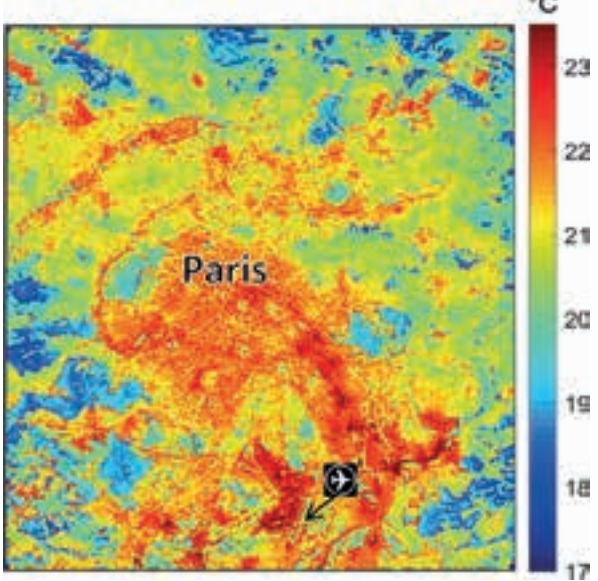
27/06/19 | 06:45



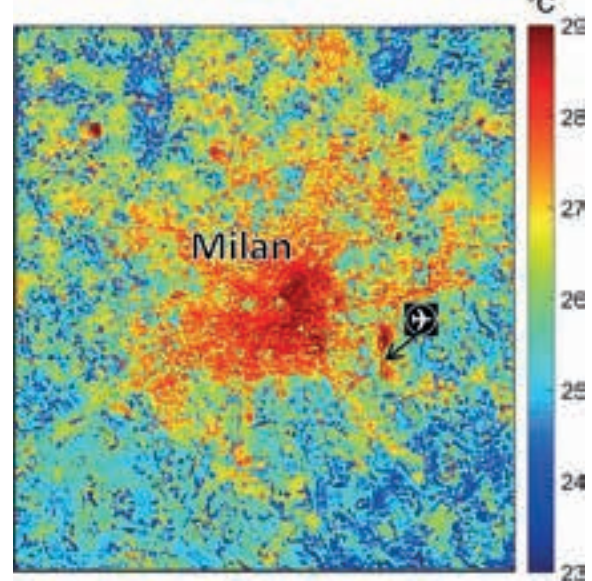
27/06/19 | 07:29



28/06/19 | 08:18



27/06/19 | 07:31



Isola di calore in quattro aree metropolitane europee. Ecosystem Spaceborne Thermal Radiometer Experiment - International Space Station.

chiesto che ci sia una **regolamentazione per le piantagioni di avocado e agrumi** che preveda un ridimensionamento delle aziende agricole. In seguito al “Codice dell’acqua” approvato in Cile nel 1981, le fonti e i diritti di gestione della risorsa idrica sono stati privatizzati ed al momento, nella regione in questione, sono resi disponibili 100 litri di acqua al giorno per ogni pianta di avocado o di agrumi mentre alle persone ne vengono destinati 50, come previsto dal razionamento deciso dalle autorità nei confronti di circa 3.500 residenti del comune, per cercare di arginare la siccità.

Proprio le tematiche legate agli **effetti della crisi climatica sul territorio agricolo** sono al centro delle maggiori preoccupazioni per i prossimi anni anche nell’**Unione Europea**. Secondo il Rapporto “Climate change adaptation in the agricultural sector in Europe” pubblicato dall’Agenzia Europea per l’Ambiente (EEA) tra 30 anni, le ondate di calore, la siccità, le alluvioni e gli eventi meteorologici estremi nel loro complesso faranno **diminuire la produzione di tutte le coltivazioni non irrigue del 50%**. E queste stesse coltivazioni, alla fine del secolo saranno ridotte dell’80%. Una catastrofe che tocca solo in parte l’agricoltura centro e nord europea, ma investe in pieno il nostro Paese. Non esistono alternative per invertire questo scenario se non quelle centrate sull’agricoltura biologica perchè, ad esempio, il tasso d’assorbimento della CO₂ dei suoli nell’agricoltura convenzionale è pari all’1%, in quelli bio sale al 3,5%. Inoltre, e proprio per attenuare gli effetti dei cambiamenti climatici, l’agricoltura biologica aumenta la sostanza organica nei suoli con una maggiore capacità di trattenere l’acqua e renderla disponibile assieme agli alimenti nutritivi, anche in caso di carenza di piogge. In parallelo anche la **pesca** sta subendo gli effetti negativi dei cambiamenti climatici rendendo ancor più vulnerabili quei Paesi, specialmente insulari, che dipendono dalla pesca e dall’acquacoltura per almeno il

50% del loro apporto di proteine animali. In tutti gli oceani, il calore, l’acidificazione e la riduzione dell’ossigeno stanno riducendo la pesca di un quarto e l’intera vita marina del 15% se le emissioni non vengono ridotte. Anche la pesca nelle acque interne è ad alto rischio, con prevedibili conseguenze per le condizioni di vita e la sicurezza alimentare di alcune tra le più povere popolazioni al mondo. Il riscaldamento in Africa ed in Asia centrale sarà superiore alla media globale, e le previsioni indicano che per il 2100 l’impatto negativo sarà avvertito dal 25% degli ecosistemi di acque interne africani. L’impatto si farà sentire anche sulla pesca d’allevamento. Circa il 65%

dell’acquacoltura è in acque interne ed è concentrata per lo più nelle regioni tropicali e sub-tropicali dell’Asia, spesso nei delta dei grandi fiumi. L’innalzamento del livello del mare previsto per i prossimi decenni incrementerà la salinità dei fiumi, ripercuotendosi sugli allevamenti ittici.

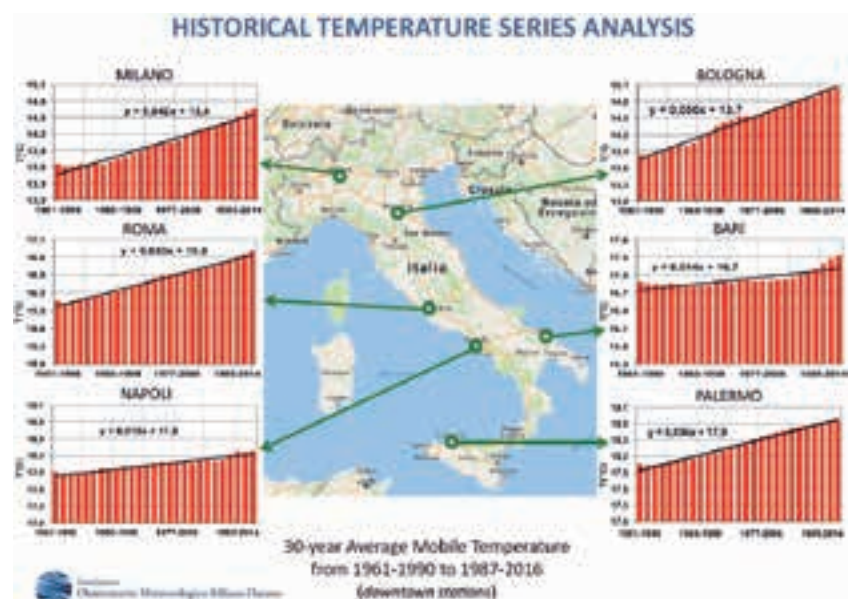
Il **valore medio della temperatura** nelle aree urbane è tra gli indicatori più importanti per valutare i cambiamenti climatici in corso. In Italia i dati rilevati dalla Fondazione Osservatorio Meteorologico Milano Duomo mostrano come la differenza delle temperature medie tra i periodi 2001-2018 e 1971-2000, in alcune grandi città sia significativa ed allarmante.

Temperatura in alcune grandi città italiane (°C) dal 2001 al 2018

Città	CLINO* 1971-2000	Media periodo 2001-2018	Differenza
Milano	13,8	15,3	1,5
Bologna	14,3	15,2	0,9
Roma	16,3	17,1	0,8
Bari	16,9	17,9	1
Napoli	18	18,3	0,3
Palermo	18,2	18,6	0,4
MEDIA	16,3	17,1	0,8

Fondazione Osservatorio Meteorologico Milano Duomo, 2019

*CLINO: CLImatological NOrmal period utilizzato dall’Aeronautica nell’ultimo Atlante reso disponibile.



Anche l'ISTAT mostra risultati in linea con quelli appena descritti e sottolinea come le temperature medie tra i due periodi 1971-2000 e 2002-2016 siano aumentate in tutti i capoluoghi di regione italiani. Gli indici

di **estremi di temperatura** del periodo 2002-2016 confermano una tendenza al riscaldamento per i capoluoghi di regione, con un aumento notevole dell'indice di durata dei periodi di caldo, che conta in un anno il numero

dei giorni di **ondate di calore**. Parallelamente si sono ridotti i giorni con gelo (-3), il numero di notti fredde (-9) e di giorni freddi (-11), a conferma di una tendenza al riscaldamento di quasi tutte le città.

Temperatura media e variazione dal valore climatico 1971-2016 per capoluogo di regione

Capoluogo di Regione	Temperatura media 2002-2016	Valore climatico 1971-2000	Variazione % del valore climatico	Indice di durata dei periodi di caldo 2002-2016	Indice di durata dei periodi di caldo 1971-2000
Torino	14,8	13,4	9,7	24	9
Aosta	11,8	10,9	7,4	21	16
Genova	16,5	16	3,2	13	7
Milano	15,4	14	10,1	35	14
Venezia	14,9	14,1	5,4	22	9
Bolzano	13,3	12,1	9,3	12	10
Trento	13,2	12,3	7,1	17	9
Trieste	15,9	14,6	8,5	41	10
Bologna	15,2	14,6	3,9	16	12
Firenze	16,4	15,4	6,3	30	10
Perugia	14,9	13,5	10,8	44	10
Ancona	17	15,6	9,2	43	12
Roma	16,9	15,8	7,1	37	10
L'Aquila	12,8	11,9	7,3	25	11
Campobasso	13,5	12,2	10,2	20	10
Napoli	17	15,9	7	15	10
Bari	17,6	17	3,5	9	13
Potenza	13,5	12,7	6,1	19	9
Catanzaro	17	16,3	4,4	12	13
Palermo	19,1	18,5	3,3	17	8
Cagliari	18,3	17,8	2,8	23	10

Temperatura e precipitazioni nelle principali città, Istat 2018

All'interno di questo quadro di aumento delle temperature bisogna considerare come ogni città porti con sé caratteristiche dovute all'area geografica in cui si trova, morfologia e caratteri dello sviluppo urbano. I centri urbani hanno però in comune la presenza di superfici impermeabilizzate che assorbono molta più radiazione solare rispetto al suolo e agli alberi, scaldandosi quindi di più. È il fenomeno del-

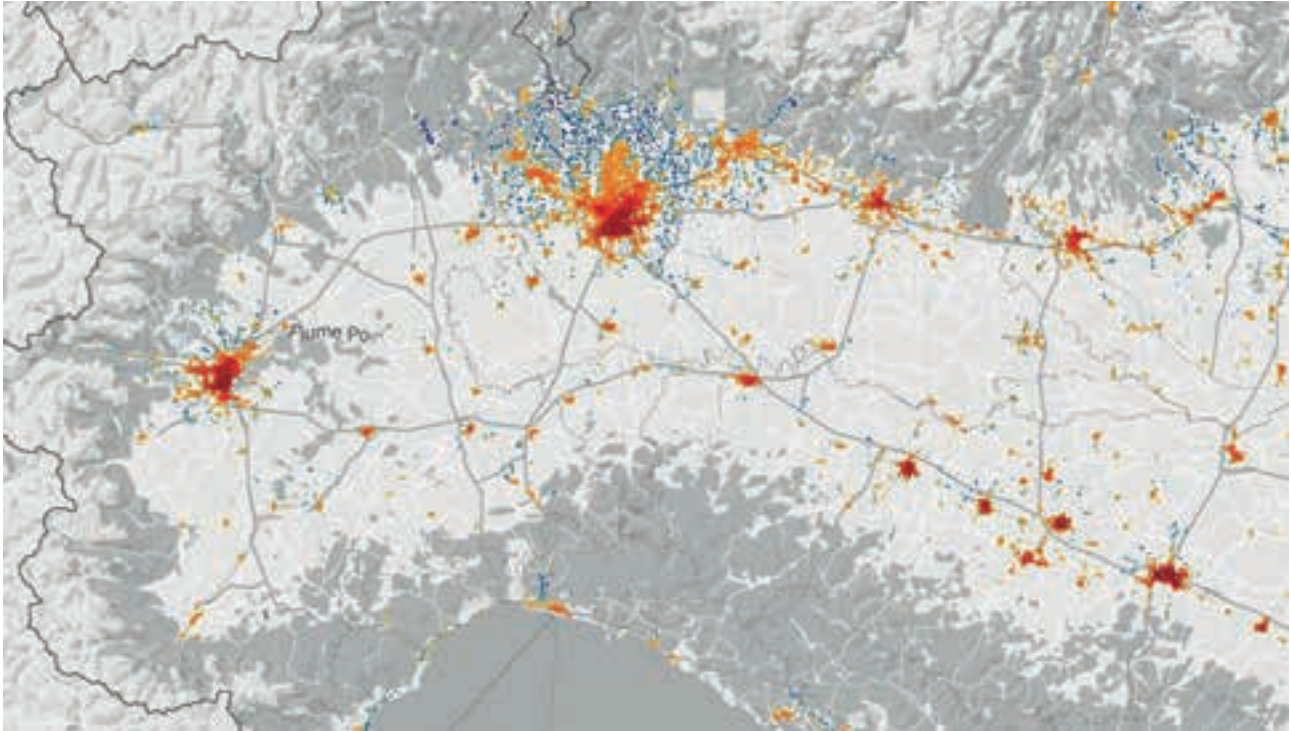
le isole di calore, che comporta fino a 4 °C in più rispetto alle aree periferiche e rurali che circondano la città. La differenza è tale per cui gli stessi meteorologi da tempo forniscono previsioni sull'andamento della temperatura, distinguendo tra quella registrata dalle stazioni di rilevamento periferiche e quelle centrali. L'effetto "isola di calore" è portato dalla conducibilità termica, ossia

la capacità isolante di un materiale, dell'asfalto delle strade ed il cemento degli edifici che possiedono inoltre un calore specifico diversi da quelli delle aree rurali (ossia un aumento della temperatura più rapido quando esposti, ad esempio, all'irraggiamento solare). La scarsa presenza di suolo non ricoperto da asfalto e di alberi in città comporta inoltre una minore evapotraspirazione, cioè il passaggio

dell'acqua dal terreno all'aria allo stato di vapore, reso possibile dalla traspirazione delle piante e dalla diretta evaporazione della parte umida del suolo. Un altro aspetto ancora poco conosciuto è il cosiddetto "effetto canyon" che si registra specialmente nelle metropoli con alti grattacieli che offrono quindi una superficie maggiore per l'assorbimento

del calore dovuto alla radiazione solare. L'aria è di solito più calda con una differenza fino a 4 °C rispetto alla temperatura media registrata in un'area urbana. Gli edifici sono inoltre un ostacolo alla circolazione dei venti, impedendo il passaggio delle correnti ascensionali e riducendo quindi la dispersione del calore verso l'alto. A questo fenomeno

contribuiscono condizionatori che espellono aria calda per molte ore del giorno, il traffico veicolare e il calore prodotto dalle attività produttive. L'inquinamento contribuisce a produrre localmente strati di ozono che amplificano l'effetto serra sulla città, rallentando ulteriormente la dispersione di calore verso l'atmosfera.



Le anomalie nella temperatura media estiva di notte in alcuni centri urbani della Pianura Padana (NASA)

È importante analizzare i cambiamenti che stanno avvenendo nelle **precipitazioni** nelle aree urbane. A differenza dei dati del caldo, quelli dell'andamento delle piogge non evidenziano una tendenza in numeri assoluti evidente, ma differenze tra le città e soprattutto nelle tendenze che riguardano le precipitazioni con l'alternarsi di periodi di assenza di piogge e poi fenomeni intensi. Se si considerano gli anni dal 2002 al 2016 si trova un andamento oscillante al tempo stesso gli anni più piovosi e quelli meno piovosi dal 1971, secondo le rilevazioni ISTAT. La precipitazione totale media annua nei capoluoghi di regione nel periodo 2002-2016 è stata pari a 778 mm, l'1,6% in più rispetto al valore climatico (il valore medio



Devastazione in Mozambico dopo il passaggio del ciclone Idai

Precipitazione media in mm e variazione dal valore medio 1971-2016 per capoluogo di regione

Capoluogo di Regione	Precipitazione media 2002-2016	Valore medio 1971-2000	Variazione % del valore climatico
Torino	938,1	872,1	+7,6
Aosta	521,3	526,8	-1
Genova	1.064,5	1.270,7	-16,2
Milano	830,4	955,8	-13,1
Venezia	700	804,8	-13
Bolzano	699,9	692,1	+1,1
Trento	987,7	901,5	+9,6
Trieste	914	986,4	-7,3
Bologna	802,4	755	+6,3
Firenze	776,6	815	-4,7
Perugia	875,6	783,8	+11,7
Ancona	736,1	675,4	+9
Roma	768,2	789,3	-2,7
L'Aquila	640,6	686,1	-6,6
Campobasso	713,8	551,8	+29,4
Napoli	883,7	976,1	-9,5
Bari	609,5	529,7	+15,1
Potenza	754,3	677,2	+11,4
Catanzaro	1.096,9	960,1	+14,3
Palermo	636,5	469,7	+35,5
Cagliari	387,6	403,5	-4

Temperatura e precipitazioni nelle principali città, Istat 2018

nell'arco di 30 anni). Le differenze tra le città sono rilevanti, nel periodo 2002-2016 alcune città sono state interessate da livelli di piogge più consistenti come Catanzaro (1.096,9 mm) e Genova (1.064,5 mm), seguite da Trento (987,7 mm) e Torino (938,1 mm). Mentre in altre vi sono stati volumi di precipitazione più bassi, come Cagliari (387,6 mm), Aosta (521,3 mm) e Bari (609,5 mm). Tra le variazioni maggiori spiccano il +35,5% di precipitazioni a Palermo e Campobasso con +29,4% per gli incrementi, mentre sul fronte della diminuzione delle precipitazioni va segnalato come i casi più estremi si verificano al Nord, con Genova -16,2%, Milano -13,1% e Venezia -13%.

Un recente studio del Politecnico di Torino ha sottolineato come nelle città italiane stiano **crescendo di numero e intensità i fenomeni climatici estremi**. La ricerca, pubblicata su *Geophysical Research Letters*, ha messo in rilievo nuove evidenze sul rischio climatico che derivano da una banca dati che unisce eventi storici e rilevamenti dalle reti di monitoraggio regionali. L'indagine esamina in particolare i nubifragi estremi nel nostro Paese e conclude che in alcune aree la loro intensità sta effettivamente aumentando. Le



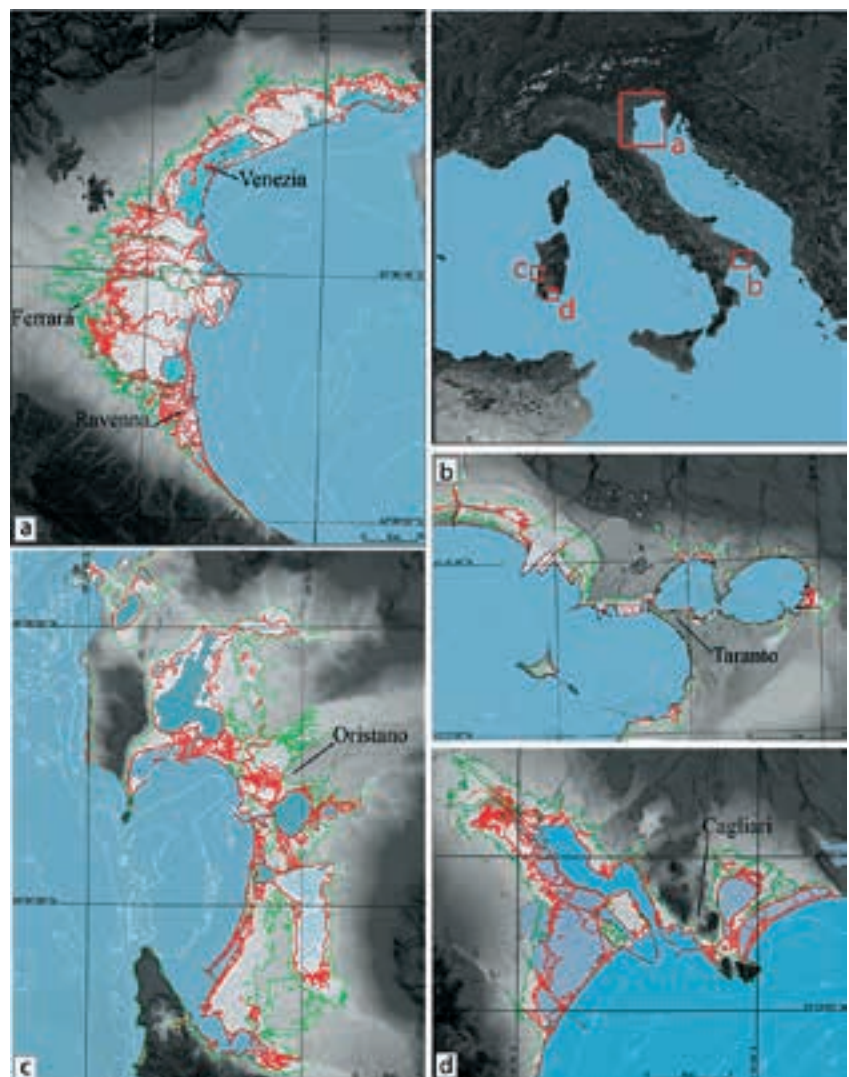
piogge torrenziali intense e concentrate in pochissime ore sono sempre più spesso causa di vittime, stop alle infrastrutture di trasporto ed allagamenti degli esercizi commerciali. L'indagine si basa su una banca dati che non ha precedenti in Italia, costituita da circa **5.000 stazioni** che hanno funzionato nell'arco di un secolo a partire dal 1915. La frequenza e l'intensità delle bombe d'acqua mostra tendenze all'aumento nel tempo a causa della maggiore capacità dell'atmosfera di immagazzinare vapore d'acqua, grazie al riscaldamento globale. **Inoltre il ritmo con cui i record di intensità vengono superati è cresciuto solo nell'ultimo decennio e solo in alcune aree geografiche dove si ripetono ciclicamente fenomeni estremi.** Queste tendenze vengono confermate anche nel corso del 2019. Abbiamo infatti assistito inizialmente a fenomeni di siccità al centro-nord concentrati nei periodi primaverili, mentre piogge e temporali sono stati particolarmente frequenti nel corso dell'estate. Al Sud a causa delle poche precipitazioni nei mesi estivi la situazione idrica è diventata subito critica.

Ma gli impatti peggiori che potrebbero arrivare in futuro comprendono l'eventuale **innalzamento del livello del mare di oltre 4 metri** nel peggiore degli scenari, un risultato che ridisegnerebbe la mappa del mondo e danneggerebbe miliardi di persone. Metà delle aree metropolitane mondiali infatti si trova sulla costa, con una popolazione di quasi 2 miliardi di persone. Anche limitando il riscaldamento globale a 2°C, gli scienziati prevedono che l'impatto dell'innalzamento del livello del mare causerà danni per diversi miliardi di dollari all'anno e causerà milioni di migranti. Le nuove proiezioni dell'IPCC sul probabile innalzamento del livello del mare entro il 2100 sono superiori a quelle prodotte nel 2014, a causa dello scioglimento dei ghiacci che sta avvenendo in maniera inaspettatamente rapida in Antartide. Senza tagli alle emissioni di carbonio, si prevede

che l'oceano aumenterà tra 61 cm e 110 cm, circa 10 cm in più rispetto alla stima precedente. Un aumento di 10 cm significa che altri 10 milioni di persone sono esposte ad inondazioni.

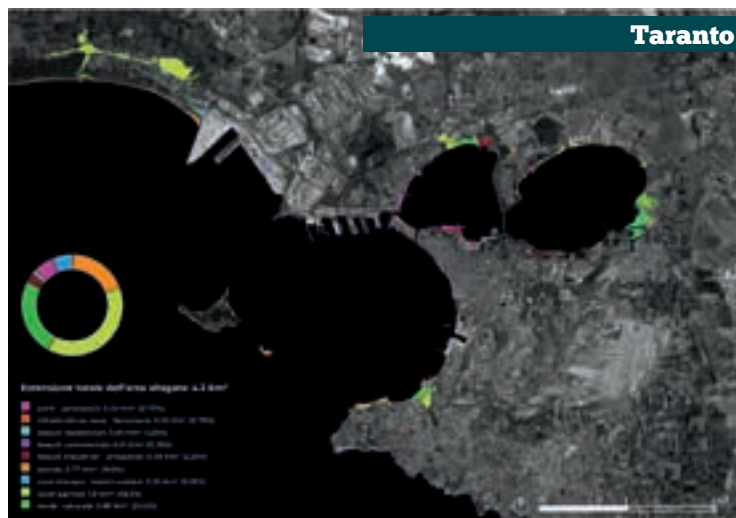
In Italia sono impressionanti gli scenari di allagamento delle coste italiane elaborati da Enea, in collaborazione con CNR e altri centri di ricerca universitari italiani ed esteri, che mostrano come **a rischio inondazione ci sia un'area pari a quella della Liguria.** In totale per il nostro Paese sono state individuate **40 aree costiere a rischio inondazione:** 13 di queste aree sono state mappate, per un totale di 384,8 km di costa allagata, corrispondente alla perdita di territorio pari a **5686,4 kmq.** In particolare a rischio sono una vasta area nord adriatica tra Trieste, Venezia e Ravenna; la foce del

Pescara, del Sangro e del Tronto in Abruzzo; l'area di Lesina (Foggia) e di Taranto in Puglia; La Spezia in Liguria, tratti della Versilia, Cecina, Follonica, Piombino, Marina di Campo sull'Isola d'Elba e le aree di Grosseto e di Albinia in Toscana. Andando al Centro-Sud, ad essere minacciate sono 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.



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 kmq, 124,5 kmq, 4,2 kmq e 5.451 kmq.

Scenario di inondazione al 2100



Venezia

In relazione ai rischi per la laguna di Venezia è stato pubblicato un recente studio "Natural Variability and Vertical Land Motion Contributions in the Mediterranean Sea-Level Records over the Last Two Centuries and Projections for 2100". Nelle analisi sono state messe in correlazione le proiezioni climatiche per i prossimi anni con i dati dei movimenti della superficie terrestre lungo alcune coste del Mediterraneo avvenute negli ultimi 20 anni. I risultati confermano quanto già era noto da tempo: ci sarà un aumento certo del livello del mare. Il calcolo ha

preso in considerazione anche gli effetti della subsidenza, il movimento verticale del suolo che avviene verso il basso, per cause naturali o antropiche e sono stati così stabiliti due scenari possibili del livello del mar Mediterraneo nel 2050 e 2100. Per la **laguna di Venezia** è stato evidenziato come la subsidenza, in questo caso legata in buona parte alle attività umane, accelera l'effetto dell'aumento del livello marino: nel 2100 il livello medio del mare sarà più alto rispetto ad oggi tra i 60 e gli 82 cm, con conseguenze catastrofiche.

2

**Mappa
del rischio
climatico**

Mappa del rischio climatico

Cosa sta succedendo nel territorio italiano a seguito dell'aumento di fenomeni meteorologici estremi? È infatti evidente che l'intensità e l'andamento delle piogge, gli episodi di trombe d'aria e ondate di calore ha ormai assunto caratteri che solo in parte conoscevamo e che andranno ad accelerarsi nella prospettiva dei cambiamenti climatici. Le ragioni sono chiare, abbiamo bisogno di capire i caratteri e l'entità degli impatti provocati, 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 climatici e problematiche legate a fattori insediativi o infrastrutturali nel territorio italiano. I risultati sono già ora, e lo diventeranno sempre di più, uno strumento prezioso in particolare rispetto a 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 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 e 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, è ora che anche l'Italia e le sue città si muovano in questa direzione.

I risultati e dati

Sono **350 i Comuni dove si sono registrati eventi con impatti**, riportati sulla mappa del rischio climatico di Legambiente, 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.

Laddove i danni sono avvenuti in Comuni dove si erano verificati in passato fenomeni analoghi, questi sono stati riportati nella scheda e nel tempo verranno sempre più aumentate le informazioni, con studi e analisi utili a capire la specificità dei processi avvenuti, la pericolosità e per individuare le più efficaci strategie di intervento.

L'aggiornamento della mappa ha come obiettivo proprio di leggere in maniera integrata l'impatto dei fenomeni climatici nei Comuni, mettendo assieme informazioni, immagini, analisi e dati sugli episodi e provare così a comprendere le possibili cause antropiche, le scelte insediative o i fenomeni di abusivismo edilizio, che ne hanno aggravato gli impatti, e arrivare a individuare, oltre alle aree a maggiore rischio per i cambiamenti climatici, anche nuove strategie di adattamento per le città.

Sono **563 i fenomeni meteorologici estremi riportati dalla mappa** che dal 2010 ad oggi hanno provocato danni nel territorio italiano. Nello specifico si sono verificati 211 casi di allagamenti da piogge intense, 193 casi di stop alle infrastrutture da piogge intense con 73 giorni di stop a metropolitane e treni urbani, 14 casi di danni al patrimonio storico, 25 casi di danni provocati da prolungati periodi di siccità, 123 eventi con danni causati da trombe d'aria, 20 casi di frane causate da piogge intense e 75

gli eventi causati da esondazioni fluviali.

Ma ancora più rilevante è il tributo che continuiamo a pagare in termini di vite umane e di feriti, 207 le persone vittime del maltempo dal 2010 ad oggi. A queste si aggiunge, come monitorato dal CNR, l'evacuazione di quasi 50mila persone a causa di eventi quali frane ed alluvioni.

Danni e stop alle infrastrutture

Dal 2010 ad oggi, sono 193 i casi di danni a infrastrutture da piogge intense, 73 i giorni di stop a metropolitane e treni urbani nelle principali città italiane: 26 giorni a Roma, 16 giorni a Milano, 12 a Genova e Napoli, 6 a Torino, 1 a Brescia. Le conseguenze sul



traffico urbano, la vita delle persone, il lavoro, sono raccontate dalla cronaca di quei giorni. È evidente che serve un cambio radicale nella progettazione delle infrastrutture e oggi nella gestione e messa in sicurezza per evitare che continuino allagamenti delle linee e delle stazioni.

A Roma tra i casi più clamorosi si segnala quello ad Ottobre 2010 quando un violento nubifragio ha obbligato la chiusura di tutte e due le linee di metropolitana. E poi il 5 Luglio 2011, un temporale ha provocato la chiusura delle stazioni della Linea A Colli Albani e Porta Furba. Il 19 Settembre dello stesso anno è stata interrotta la circolazione sulla linea A della metro e sulla linea ferroviaria metropolitana tra fra Ponte Galeria e Fiumicino, per un guasto ad un apparato elettrico causato dalle forti scariche atmosferiche. Il 20 Ottobre 2011 un nubifragio ha causato la chiusura della metro A (nella tratta Arco di Travertino-Anagnina mentre nella rimanente tratta sono state chiuse le stazioni Termini e Colli

Albani), della linea B nella tratta Castro Pretorio-Garbatella, della ferrovia Roma-Lido (chiusa la tratta Acilia-Colombo). Il 31 Gennaio 2012 un violento nubifragio ha costretto a fermare le metro A e B, mentre si sono registrati blocchi e poi rallentamenti sulle ferrovie Roma-Ostia e Roma-Viterbo. Il 22 Maggio i disagi hanno nuovamente riguardato la linea della metropolitana A che è stata chiusa a causa dell'allagamento a piazzale Flaminio. L'11 Novembre la stazione della Metro A Manzoni viene chiusa per un black-out causato da piogge intense e temporali.

Nel 2013, il primo stop è avvenuto l'11 Febbraio nelle stazioni della metro B Piramide e Magliana, alla Roma Lido alla stazione San Paolo dopo l'interruzione della corrente elettrica causata dal maltempo. Il 7 Luglio l'allagamento alla stazione Termini ha costretto a chiudere la metropolitana, mentre sempre per la forte pioggia sono state chiuse le stazioni metro di Lepanto, Bologna e Annibaliano. Il 21 Luglio la metro B è rimasta bloccata

tra Castro Pretorio e Laurentina per rami caduti sulla rete elettrica a seguito di un temporale. Ad Agosto ed Ottobre 2013 si è assistito alla chiusura dell'Aeroporto di Fiumicino e della linea A della metropolitana a causa di allagamenti e di trombe d'aria.

Nel 2014, stop alla Metro A il 16 Giugno, quando un vero e proprio lago di acqua ha invaso il capolinea ad Anagnina a seguito di un temporale. Di nuovo il 22 Luglio una forte pioggia ha causato allagamenti e la chiusura della stazione della Metro A di Porta Furba.

Il 4 Marzo 2015 è stata bloccata la circolazione ferroviaria sulla linea FL3 (Roma Ostiense-Viterbo) per la caduta di alberi e rami sui binari dovute al maltempo. Stessa situazione sulla FL1 il 26 Marzo con la circolazione ferroviaria rallentata ed alcuni treni cancellati a causa dell'allagamento dei binari fra Fara Sabina e Monterotondo provocato dal maltempo che ha interessato la zona.

Nel 2016 a causa delle piogge ed il forte vento, il 31 Agosto, è stata chiusa temporaneamente la stazione San Giovanni della metro A. Sulla stessa linea disagi a Colli Albani dove i passeggeri hanno avuto difficoltà a uscire dalla stazione. Le due linee ferroviarie suburbane FL3 e FL5 hanno visto la circolazione rallentata tra Ostiense e San Pietro. L'11 Settembre sempre la linea A della metropolitana è stata fermata nel tratto tra le stazioni di Battistini e Ottaviano a causa dei danni provocati dal maltempo nella stazione Battistini. Ritardi per la FL1, tra Roma Tiburtina e Orte, il cui servizio ferroviario è stato irregolare per le avverse condizioni meteo. Il 16 Settembre è stata invece la tratta della linea B tra Magliana e Laurentina ad essere sospesa per 2 ore e mezza a causa di un problema nella stazione Eur Fermi dove anche a causa dell'allagamento delle banchine un ragazzo è caduto sui binari. Chiusa anche la stazione ferroviaria di Roma Tiburtina per l'allagamento del sottopasso ed interrotto il traffico aereo.

Il 19 Maggio 2017, un'ondata di



Allagamento a Roma con disagi per i trasporti pubblici

maltempo ha provocato diversi disagi dovuti a danni ed allagamenti. Traffico in tilt, disagi, autovetture danneggiate, alberi caduti e blocco della metro A e delle linee tramviarie sono state le conseguenze di questo violento nubifragio. Sempre nel 2017 si sono registrati altri due casi di chiusure delle metropolitane a Settembre mentre l'evento più grave si è registrato il 5 Maggio 2017 quando due ore di forti piogge annunciate hanno comunque mandato il tilt la Capitale, provocando danni e chiusure addirittura di 4 stazioni di metropolitana (Cinecittà, Lucio Sestio, Colli Albani e Battistini). Nel corso del 2019 si segnala, il 12 Maggio, la chiusura della metro A Battistini a causa del maltempo; il 28 Luglio la chiusura delle stazioni Repubblica e Cipro; l'allagamento e la chiusura della stazione della linea A Colli Albani il 2 Settembre.

A Milano, il 18 Settembre 2010 un forte temporale e l'esondazione del fiume Seveso hanno portato a fermare la metropolitana, con un treno della linea M3 pesantemente danneggiato. I danni stimati nella città sono stati pari a 300 milioni di euro. Ma il Seveso rappresenta un pericolo continuo per la mobilità a Milano.

Il 25 Giugno 2014, nuova esondazione del Seveso che ha portato a chiudere la linea M4 della metropolitana. Il primo Luglio è stata la fermata della metropolitana M5 Istria, in mattinata, ad essere momentaneamente chiusa per allagamento. La settimana successiva, l'8 Luglio, una nuova esondazione del Seveso causa disagi e l'allagamento della città. Autobus e tram hanno avuto percorsi deviati, con traffico paralizzato e la chiusura della stazione Istria M5 per allagamenti in superficie. Con un'altra esondazione di Seveso e Lambro, il 16 Novembre 2014 (ed anche la mattina del 17), è stata chiusa la fermata Zara (M3 ed M5), mentre le stazioni Istria e Marche della M5 sono state chiuse per allagamento dei marciapiedi esterni. È stata chiusa anche la circolazione della M2 tra Famagosta e Assago Forum

a scopo precauzionale. Sospesa anche la circolazione tra Centrale e Maciachini sulla linea gialla. Problemi anche per quanto riguarda il passante ferroviario: la linea S5 ha terminato le sue corse a Porta Garibaldi (in superficie) senza passare nella tratta del passante ferroviario, mentre i treni S6 sono stati cancellati nella tratta Treviglio-Pioltello. Ancora un'altra chiusura della metro il 17 Dicembre 2014 quando la falda ha raggiunto livelli elevatissimi, a causa delle piogge ripetute nei giorni precedenti, allagando parte della linea M3 obbligando alla chiusura di 8 fermate.

Nuovamente chiusa la metro, questa volta la linea M2, il 30 Gennaio 2015 ancora per la falda che si è innalzata in seguito alle piogge ed ha allagato le gallerie, mettendo a rischio il passaggio dei treni. 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 della metropolitana.

Il 30 Maggio 2016 è toccato alla linea M5 chiudere una stazione e sospendere il servizio. La linea è letteralmente andata in tilt a causa del violento nubifragio che ha colpito la città. Il servizio è stato interrotto tra le stazioni di Portello e Domodossola, mentre la stazione di Tre Torri è stata chiusa per un guasto agli impianti nella stazione di San Siro Stadio. E ancora, sempre sulla M5, rallentamenti tra le stazioni di Bignami e Monumentale. Nella stessa giornata era invece toccato alla M2 fare i conti con disagi e stop alla circolazione sempre a causa del maltempo.

Il Seveso torna ad esondare: il 12 Maggio 2017, in seguito ad una notte di forti temporali, il fiume è esondato nella zona Nord del capoluogo lombardo, mentre il Lambro è rimasto su livelli di allerta.

Più recentemente, il 22 Giugno 2019, si sono verificati disagi per il maltempo a Milano, e sull'hinterland metropolitano, con il Seveso esondato e il Lambro salito di livello; chiusa la stazione Maciachini sulla linea M3.

A Napoli, il 22 Ottobre 2009, la

fermata della metropolitana di Piazza Garibaldi è stata chiusa perché completamente allagata dopo un violento temporale.

Il 17 Aprile 2012 la chiusura ha riguardato la Stazione Dante della Linea 1, con la circolazione limitata alla tratta Piscinola-Museo. In quell'occasione i disagi si sono registrati nelle prime ore della mattinata anche sugli impianti funicolari e su Linea 6. Sempre nel 2012, ad Ottobre, i binari della stazione metropolitana di Piazza Dante sono stati nuovamente allagati con la conseguente sospensione del servizio, e i binari della stazione metropolitana di Piazza Garibaldi sono stati invasi da acque e fango ed anche il servizio sulla linea 2 è stato sospeso. Nel 2014 la linea 1 della metro è stata chiusa il 17 Gennaio dopo un violento nubifragio. Il 27 Febbraio sempre sulla linea 1, le corse da Piscinola hanno terminato il servizio alla stazione Università. Una forte infiltrazione d'acqua nella stazione Garibaldi la causa, in seguito ad un violento temporale.



La notte del 6 Novembre 2017 la bomba d'acqua che si è abbattuta sull'area di Napoli ha creato numerosi problemi tra cui, all'apertura della metropolitana, la chiusura immediata della stazione Municipio totalmente allagata ed interdetta al transito. Chiuse temporaneamente inoltre le stazioni di Aversa Centro e Aversa Ippodromo sulla linea Arcobaleno sempre per allagamenti.

Non va meglio nel 2019. Il 23 ed il 26 Settembre si verificano due episodi temporaleschi che costringono a bloccare la circolazione ferroviaria tra Napoli Campi Flegrei e Napoli San Giovanni Barra della Linea 2 della metropolitana. Il 2 Ottobre invece si registrano disagi alla stazione di Montesanto della linea Cumana, allagata e parzialmente chiusa, mentre nella stazione di piazza Amedeo della Funicolare di Chiaia si sono registrate forti infiltrazioni d'acqua dal soffitto.

A Torino, l'8 Febbraio 2012, allagamenti causati dal maltempo,

ed in particolare per le violente gelate che hanno fatto scoppiare le tubature, provocano la chiusura della metro tra Lingotto e Porta Nuova. Il 4 Luglio dello stesso anno un nubifragio ha costretto a chiudere due stazioni della metropolitana: Bernini e Racconigi.

Nel 2013, sempre a Luglio, dopo un violento nubifragio si è allagata nuovamente la stazione metro di piazza Bernini.

Durante l'anno in corso, il 21 Giugno, sono state chiuse le banchine della metro delle stazioni di Vinzaglio e Porta Susa per la direzione Lingotto; la linea è rimasta attiva ma l'acqua ha allagato la zona destinata all'attesa dei passeggeri.

In diverse Regioni il maltempo ha portato a frane con la chiusura di linee ferroviarie. In particolare in Liguria sono stati diversi i fenomeni che hanno interessato in particolare i territori di Genova e La Spezia, a partire dall'alluvione del 2010.

Il 4 Novembre 2011 la circolazione

ferroviaria è stata interrotta nel nodo di Genova per piogge intense. Nel 2013 sono stati 3 gli allagamenti nei mesi di Agosto e Settembre che hanno provocato inondazioni e danni ad infrastrutture, stop alla circolazione dei treni. Sulla linea ferroviaria tra Andora e Cervo la frana del 9 Novembre 2013 ha portato a fermare la circolazione dei treni, oltre che strade chiuse e sottopassaggi inagibili.

A Gennaio 2014 una frana ha provocato il deragliamento di un treno Intercity tra Andora e Cervo e che solo per un caso fortunato non ha causato vittime, ma ha letteralmente diviso in due i collegamenti ferroviari della regione per oltre un mese.

Nel corso del 2016 sia il 14 Ottobre sia il 22 Novembre sono state adottate diverse misure preventive per limitare i danni alle infrastrutture di trasporto da parte del maltempo come la sospensione del servizio della metropolitana sino a cessata allerta e della ferrovia Genova-Casella.

Da ultimo il 15 Ottobre scorso si sono registrati forti rallentamenti e disagi alla circolazione ferroviaria a causa degli allagamenti in particolare nella zona di Pegli.

Non va dimenticata la chiusura forzata della linea ferroviaria Grosseto-Siena dal 21 Ottobre 2013 al 18 Ottobre 2014, e causata dall'alluvione che ha colpito le due Province. I danni provocati dal maltempo hanno riguardato il tratto tra Monteroni e Buonconvento, per il quale è stato necessario ricostruire interamente 500 metri di sede ferroviaria e consolidare le fondazioni dei ponti ferroviari sui torrenti Sonna e Arbia e poi il lungo tratto tra Buonconvento e Grosseto, anch'esso seriamente danneggiato.

Negli ultimi anni sono state molte linee al Sud a subire maggiori danni. In Puglia il 10 Settembre 2016 a causa delle forti piogge la circolazione sulla linea Lecce-Bari è stata interrotta tra le stazioni di San Vito dei Normanni e Ostuni con uno stop di 5 ore. Allagamenti anche sui binari della linea ferroviaria Foggia-Potenza, tra Ascoli Satriano e



Nubifragio ed allagamenti a Napoli

Candela. Chiusa, infine, anche la linea che collega Barletta a Spinazzola a causa del fango e dei detriti.

In Sardegna il 16 Settembre 2016, a causa di violenti piogge, sono stati numerosi i disagi per i pendolari dell'area di Cagliari, con i convogli rimasti fermi dalle 5.30 alle 6.30. I collegamenti sono poi ripresi, ma con 8 treni cancellati. Il 25 Novembre 2016 la linea Cagliari-Oristano, dalle 8 alle 9.30, ha subito ritardi e cancellazioni. In particolare, a San Gavino, è stata interrotta la circolazione a causa di alcuni fulmini che hanno danneggiato i sistemi elettrici.

Di nuovo in Sardegna, il 15 Dicembre 2017, violenti temporali hanno provocato allagamenti ed a Sassari la linea ferroviaria Sassari-Chilivani è rimasta bloccata intorno alle 12 della mattina a causa dell'allagamento dei binari nella zona di Scala di Giocca. I treni sono rimasti fermi in stazione.

Ed ancora in Alto Adige il 6 Agosto 2017 una situazione particolarmente critica si è registrata in Val Pusteria dove per tutta la mattina è stata interrotta la circolazione ferroviaria sulla linea Fortezza-San Candido, sospesa tra le stazioni di Valdaora e Villabassa per una caduta alberi e fra San Candido e Dobbiaco per una frana.

Il 2 Maggio 2018 il maltempo ha colpito la Sicilia dove a causa del vento forte sono caduti rami e alberi bloccando la linea ferroviaria Catania-Palermo dalle 6.30 alle 8.30.

Infine il 13 Maggio 2019 il fiume Savio ha rotto gli argini in più punti e la circolazione sulla rete ferroviaria Rimini-Bologna, tra Cesena e Forlì, è stata interrotta dalle 7.50 alle 19: la piena ha quasi sommerso un viadotto della linea.

Pochi mesi fa, il 2 Agosto, l'interruzione ha riguardato gran parte delle linee in Lombardia. Tra le più colpite la linea Milano-Brescia dove, nello specifico tra Treviglio e Romano, si sono verificati danni alla linea di alimentazione elettrica a causa dei violenti temporali e delle forti raffiche di vento. Per la stessa

ragione i treni non hanno viaggiato tra Treviglio e Casaletto Vaprio, sulla linea Cremona-Treviglio. Lo stop alla circolazione sulla Milano-Chiasso per 45 minuti, a partire dalle 14.30 fra Bivio Rosales e Albate Camerlata, dovuta all'allagamento della sede ferroviaria, ha portato alla cancellazione di 4 treni regionali, la limitazione di altri 5 e ritardi fino a un'ora e 20 minuti.

Black-out elettrici

Tra il 2010 ed Ottobre 2019 si sono verificati 72 giorni di black-out elettrici dovuti al maltempo, avvenuti da Nord a Sud del Paese (4 nel 2019, 4 nel 2018, 9 nel 2017, 9 nel 2016, 6 nel 2015, 7 nel 2014, 7 nel 2013, 10 nel 2012, 6 nel 2011 e 8 nel 2010). Da Lecce a Biella, da Catania a Grosseto, da Padova a Lesina, a Cortina e il Cadore, dalla Sardegna al Piemonte, solo per citare l'articolazione dei territori interessati. Si va da interi Comuni a quartieri, da conseguenze di piogge e crolli di alberi fino a scariche elettriche e trombe d'aria.

Nell'ultimo anno si vanno ad aggiungere i casi di Torino, Genova (per due volte) e della provincia di Caserta. Il 21 Giugno scorso a Torino il maltempo lascia la zona "Sassi" al buio, l'8 Agosto tocca a Genova, con San Fruttuoso la zona più colpita, a livello di dan-

ni, e centinaia di persone rimaste senza corrente. Il 23 Settembre scorso è toccato a molti cittadini della provincia di Caserta e dell'area a nord di Napoli, quando, durante la notte, un violento temporale ha generato allagamenti e black-out diffusi. Infine il 21 Ottobre un nuovo black-out colpisce Genova a causa della perturbazione che ha visto abbattersi oltre 20.000 fulmini sulla Liguria.

Va ricordato il caso clamoroso di Gennaio 2017 quando si registra il più lungo black-out della storia d'Italia: in una settimana oltre 150mila case sono rimaste senza luce e riscaldamento fino a 7mila nell'ultima settimana a causa delle forti nevicate che in Abruzzo ha abbattuto pali, spezzato le reti, mandato in tilt le cabine di controllo. Erano 39mila in provincia di Chieti, 90mila in provincia di Teramo, 23mila nelle Marche.

È toccato poi a Roma, il 19 Maggio 2017, subire gli effetti dell'ondata di maltempo con black-out e disagi in tutta la città, con addirittura la stazione Termini totalmente bloccata per 2 ore a causa di un guasto alla centralina provocato appunto dai fortissimi temporali che si sono susseguiti a partire dalla notte.

Il 2 Settembre 2017 allagamenti da piogge intense causano a Perugia, nel quartiere di Corso Cavour, un black-out ad alcune abitazioni ed attività commerciali che sono appunto rimaste al buio a causa di un guasto alla linea elettrica verificatosi proprio a seguito del maltempo. Poi di nuovo a Roma il 5 Novembre

Maltempo, il più lungo black out in Italia: da una settimana senza luce e riscaldamento settemila case

23 gennaio 2017 **R.it** | Cronaca



2017 dove due ore di forti piogge annunciate hanno comunque mandato in tilt la capitale, provocando danni e chiusure di 4 stazioni della metropolitana (Cinecittà, Lucio Sestio, Colli Albani e Battistini) ed un black-out in zona Tiburtina. Negli stessi giorni a Reggio Calabria, il 6 Novembre, sono stati numerosi i danni provocati da un violento nubifragio che si è abbattuto in città, dove particolarmente difficile è stata la situazione negli ospedali bloccati da un black-out elettrico per molte ore. Nella stessa giornata a Napoli gli allagamenti dovuti ad un nubifragio hanno fatto registrare numerosi black-out nella zona centrale tra via Chiaia e i Quartieri Spagnoli per quasi sei ore.

Poi il 27 Dicembre 2017 a Sabaudia (LT) e nei comuni di San Felice Circeo e Pontinia, sono stati protagonisti i danni causati da violente trombe d'aria. Alberi e pali telefonici caduti per le strade e black-out nella città di Sabaudia.

Ma anche nel 2016 sono state molte le aree coinvolte da black-out. Ad Arezzo il 13 Maggio dopo un violento temporale, il 4 e 5 Agosto in vaste aree della Lombardia (Basso e Medio Verbano, nel tratto del Lago Maggiore, e Valtellina e Valchiavenna) e ancora il 9 Agosto a Bergamo sempre per temporali e bombe d'acqua, il 6 Settembre a causa del forte maltempo Reggio Calabria, in particolare la zona sud della città, si è trovata senza corrente elettrica a causa di un guasto ad una centralina. Sempre il 6 Settembre di quell'anno anche in Emilia-Romagna si sono verificate interruzioni di energia elettrica a causa di temporali e vento forte nelle zone di Medolla, San Felice, Mirandola e Finale Emilia. Poi il 7 Ottobre a Roma, con l'apertura ritardata del Colosseo, il 14 Ottobre a Genova dove il black-out è stato causato da una delle tante trombe d'aria che hanno scoperchiato tetti e fatto cadere decine di alberi, anche secolari, ha bloccato otto treni fra Genova e il levante della provincia ed infine il 6 Novembre a Firenze.

E poi ancora nel 2015 i black-out

avvenuti sempre in Abruzzo ed in Umbria, rispettivamente il 7 Marzo con addirittura 50.000 utenze senza elettricità a causa della neve ed il 5 Marzo specialmente nella zona di Foligno con 13.000 utenze rimaste senza elettricità a causa delle forti piogge e nelle aree appenniniche per le nevicate abbondanti. Sempre nel 2015 un nubifragio in seguito ad una tromba d'aria ha messo in ginocchio la città di Taranto in cui sono caduti nel giro di alcune ore 118 millimetri di pioggia (il doppio della media pluviometrica mensile) e nell'estrema condizione l'Ilva ha dovuto fermare molti impianti a causa di un black-out sulla rete centrale e mandare a casa gli operai del primo turno.

Il 4 Febbraio 2012 sono state 4 le Regioni, con 120.480, utenze senza elettricità: 95.000 nel Lazio, 7.480 in Abruzzo, 5.800 in Molise e 12.200 in Campania. Da "ricordare" a Milano il black-out avvenuto il 7 Luglio 2009, a seguito di un violento nubifragio che si era abbattuto alle prime ore del giorno lasciando senza energia elettrica la parte sud-est della città, provocando allagamenti in diverse parti dell'area urbana e in alcune stazioni della metropolitana, la chiusura di una uscita della tangenziale e l'interruzione di una linea della metro.

Danni causati da piogge ed alluvioni

Non sono solo i dati e gli studi scientifici a raccontarci un cambiamento nella quantità ed intensità delle piogge. La mappa dell'Osservatorio Cittaclima raccoglie infatti gli eventi elencando anche i principali danni nelle città e nel territorio italiano, situazioni causate per la grande maggioranza dei casi durante episodi di pioggia estremi dove

in pochi minuti sono scesi quantitativi di acqua che mediamente dovrebbero scendere in diversi mesi o in un anno.

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 può essere di natura idrogeologica ma più spesso è determinata da come si è costruito e da come sono gestiti il territorio e la rete di smaltimento delle acque. Le caratteristiche pluviometriche, rappresentative ormai dello scenario a cui si sta andando incontro per effetto dei cambiamenti climatici in atto, mostra come le precipitazioni che hanno provocato l'esondazione di fiumi o l'innescamento di movimenti franosi mediamente siano durate poco più di 2 giorni (media di 56 ore) con una quantità di pioggia cumulata media di 325 mm (corrispondente spesso alla metà delle medie di precipitazioni che si registrano in un intero anno in una regione).

Nel 2019 si è assistito ad eventi drammatici per la popolazione ed i territori coinvolti.

Da ultimo la drammatica alluvione che ha colpito la 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. Le zone di Gavi Ligure, Novi Ligure e Ovada sono state tra le più colpite dal maltempo con circa 130 persone sfollate. Nelle 24 ore precedenti sono caduti 400 millimetri di pioggia (record assoluto negli ultimi 100 anni per molte località). Ad Alessandria è stato chiuso il ponte sul Bormida, che aveva raggiunto il livello di guardia. Chiuso anche lo svincolo che unisce l'autostrada Torino-Piacenza alla Milano-Genova.

Nella stessa settimana drammatiche le condizioni del sud est della Sicilia quando, il 26 Ottobre, una serie di temporali in successione ha provocato un disastro al confine tra le province di Ragusa e Siracusa. L'area più colpita è stata quella di Ispica

dove, nella frazione di Cava Mortella, si è aperta un'enorme voragine nel terreno e centinaia di persone sono state evacuate. Ma sono stati ingenti i danni anche a Modica, Pozzallo e Noto. Sulla SS115, diverse auto sono state travolte dalla furia dell'acqua e le persone che si trovavano a bordo sono state recuperate dai vigili del fuoco mentre un'agente di polizia penitenziaria è stato travolto da un fiume di fango in contrada Stafenna, nel territorio di Noto ed è morto.

Poi il caso di Genova, ancora il 21 Ottobre, quando un black-out ha colpito la città all'alba; 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.

In Valsassina, precisamente a Casargo (LC), l'ondata di maltempo nella notte del 2 Agosto ha semidistrutto diverse strade e procurato l'evacuazione di 14 residenti. Ma subito dopo, il 6 Agosto, l'alluvione ha investito di nuovo la vallata ed in particolare la frazione di Codesino, travolgendo una ventina di auto in sosta, allagando abitazioni e bloccando completamente la SP 67. La situazione è risultata critica con almeno 150 persone evacuate dalle proprie abitazioni.

Ad Arezzo, il 20 Luglio, una violenta ondata di maltempo ha colpito in special modo le aree rurali e le frazioni, con un decesso nei pressi del campo sportivo di Olmo di Arezzo. L'uomo, senza vita, è stato ritrovato vicino all'auto, che ha abbandonato per fuggire dalla furia delle acque, ma non ce l'ha fatta.

Il 10 Luglio è toccato alla città di Pescara dove 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 sepolte dall'acqua.

A San Mauro Torinese il violento

nubifragio abbattutosi il 21 Giugno ha portato molti quartieri a fronteggiare una vera e propria ondata di acqua e grandine che hanno invaso le strade, raggiungendo oltre 30 cm di livello.

Il 13 Giugno drammatica è risultata la situazione in tutta la Lombardia, con l'esondazione del lago di Como, frane, smottamenti, allagamenti, danni alle coltivazioni, chiusure di strade e l'evacuazione di circa 900 persone. A Premana, Pagnona e Primaluna, in Provincia di Lecco, si sono verificati allagamenti importanti a seguito dell'esondazione dei tre torrenti di Valle Molinara, Valle Noci, Valle del Fus. È stata interrotta la circolazione in varie strade e anche della linea ferroviaria fra Lecco e Chiavenna, in provincia di Sondrio, fra Colico e Bellano.

Il 13 Maggio in Romagna l'esondazione del 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. La Polizia Municipale ha chiuso al traffico il Ponte Nuovo ed il Ponte della Secante, mentre sono rimasti transitabili il Ponte Vecchio e il Ponte Europa. A San Carlo la piena ha superato la soglia rossa, col livello idrometrico che ha toccato il picco di 6,37 metri alle ore 7, mentre a Cesena il dato alle 8 era di 7,51, ben oltre la soglia "arancione".

Tra i picchi più elevati degli ultimi anni sono stati i 720 mm di pioggia caduta in circa 60 ore (evento di fine Ottobre inizio Novembre 2015) in Calabria nelle province di Catanzaro, Reggio Calabria e Cosenza, seguito dall'evento del Novembre 2016 in Piemonte, in cui 663 mm di pioggia in poco più di 3 giorni sulle province di Cuneo e Torino. Quantità di pioggia quelle appena descritte che rappresentano quasi la media annuale delle precipitazioni delle regioni coinvolte. Si tratta di un apporto in superficie di centinaia di milioni

di metri cubi di acqua. Numeri che spiegano la difficoltà delle aste fluviali principali e secondarie di smaltire efficacemente l'enorme quantità di acqua arrivata in un periodo così breve, ed i cui effetti devastanti si manifestano prevalentemente nelle aree maggiormente urbanizzate anche in virtù dell'eccessiva impermeabilizzazione di suolo a cui sono sottoposte tali zone.

Ragionamenti di questo tipo valgono per quanto avvenuto nella provincia di Messina ad Ottobre 2009. L'alluvione ha provocato la morte di 36 persone, a causa dello straripamento dei corsi d'acqua e di diversi eventi franosi, a cui è seguito lo scivolamento a valle di colate di fango e detriti. La Strada Statale 114 Orientale Sicula, l'autostrada A18 e la ferrovia Messina-Catania furono colpite e danneggiate gravemente, con la conseguenza di numerosi paesi e frazioni rimasti totalmente isolati. In alcune delle zone colpite sono caduti in quell'occasione fino a 220/230 millimetri di pioggia nell'arco di 3-4 ore, ma il modo in cui si è costruito in una delle zone più fragili idrogeologicamente d'Italia è tra le ragioni delle sciagure avvenute.

Ancora a Messina, a fine Ottobre 2015, una frana ha causato la rottura della condotta di Fiume-freddo a Calatabiano che fornisce l'acqua alla città, che per 18 giorni è rimasta a secco. La tubazione era stata riparata nei giorni precedenti, dopo che la città siciliana era rimasta senz'acqua per sei giorni; l'emergenza aveva anche causato la chiusura degli uffici pubblici e delle scuole. Sempre in Sicilia un evento di grande portata registrato nel 2016 si riferisce alle forti piogge del 7 Dicembre a Palermo in cui in alcune zone si sono registrate diverse criticità. In particolare a causa del maltempo e di un ulteriore peggioramento è saltato il collegamento dei traghetti per Ustica. Numerosi, purtroppo, gli eventi alluvionali e franosi anche nel 2017, ad iniziare da quello di Scilla (RC) del 16 Luglio quando un violento nubifragio ha provocato l'allagamento delle strade del

Le precipitazioni diventano più intense e pericolose

X^h Numero di ore di precipitazioni

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 (OG)

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

centro abitato e nei pressi del lungomare, a cui si è aggiunto il fango che ha provocato danni ingenti: una frana ha interessato infatti la statale 18 nel tratto tra Scilla e Bagnara Calabria, chiuso

in entrambe le direzioni. Si sono registrati su Scilla 117 mm di pioggia in un'ora nello specifico a Monte Scrisi e 82 mm a Villaggio del Pino. L'eccezionale mole di pioggia caduta in poche ore si

è riversata a valle con forza, complice il territorio bruciato dagli incendi dei giorni precedenti che non è riuscito ad assorbire nemmeno parzialmente l'acqua.

La fragilità della situazione di Genova è ormai nota alle cronache. Nel capoluogo ligure tra il 2011 ed il mese di Novembre 2014 si possono contare almeno 4 gravissime alluvioni, con esondazioni dei torrenti, gravi danni agli edifici e numerose vittime. Il tutto sempre concentrato tra i mesi di Ottobre e Novembre.

Altro esempio è 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. Impressionante è la quantità di pioggia scesa (450 mm di acqua in 24 ore, ossia il quantitativo di pioggia che dovrebbe cadere in 6 mesi), ma è al contempo evidente che la ragione dei danni dipende dal modo in cui si è costruito negli ultimi decenni.

Un altro caso estremo è l'evento che ha colpito l'intero Sud Italia il primo Dicembre 2013, quando sono caduti 140 mm in 20 ore, evento che poi si è ripetuto nella stessa forma ad esattamente un mese di distanza. Importante e decisiva infatti è la ripetitività di un evento con la stessa intensità nell'arco di 30 giorni se si considera la vulnerabilità del territorio colpito. In Basilicata, soprattutto nella zona del metapontino, ci sono stati danni inestimabili dal punto di vista infrastrutturale, danni al patrimonio archeologico, con problemi di dissesto idrogeologico e frane evidenti. Nel secondo caso però la prevenzione con sistemi di allerta e collaborazione con la Protezione Civile ha almeno attutito i danni a edifici che durante il primo evento hanno subito allagamenti importanti.

Poi a Parma il 18 Ottobre 2014 l'esondazione del torrente Baganza ha provocato danni per oltre 100 milioni di euro. In particolare l'alluvione ha causato la devastazione di tre interi quartieri, abbattendo un ponte ed allagando abitazioni, ospedali e attività commerciali, coinvolgendo oltre 9mila famiglie.

Discorso simile vale per Roma, anche se fortunatamente con

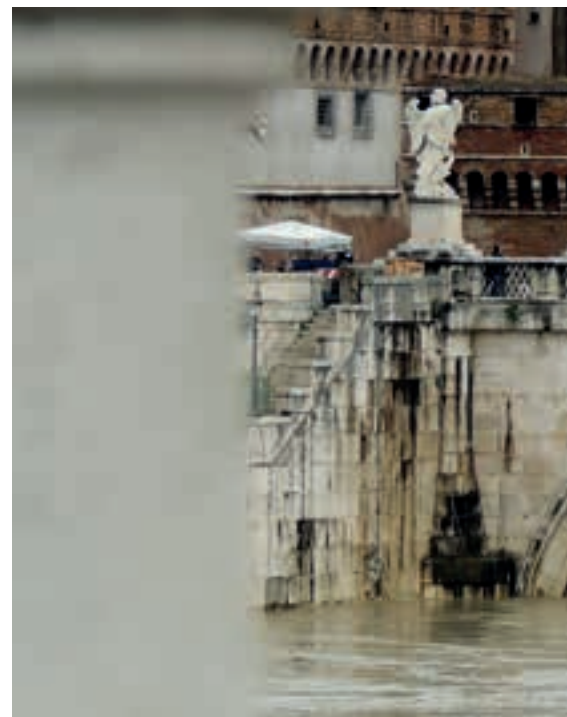
conseguenze meno gravi dal punto di vista delle vittime. Nella Capitale tra il 2013 ed il 2014 si sono verificati 5 casi di allagamenti in vaste aree del territorio comunale, tutti episodi legati alle forti piogge concentrate nell'arco di pochissime ore. Eppure, da un punto di vista quantitativo i danni sono stati ben maggiori (strade allagate, alberi caduti, bus deviati, metro interrotte) di altre località del Lazio dove la pioggia è stata superiore (a Roma si sono registrati tra i 50 e i 68 mm contro i 105 della Valle del Sacco (FR) e gli 89 di Norma, in provincia di Latina). La spiegazione sta nel fatto che alcune aree di Roma, in particolare quelle intorno ai fiumi Tevere ed Aniene e nelle aree dove si è costruito abusivamente, sono a forte rischio di allagamento.

Non diversa è la situazione di Milano dove il fiume Seveso è esondato, tra il 2014 ed il 2019, almeno 9 volte ed a questi numeri impressionanti vanno aggiunti quelli del Lambro, la cui ultima esondazione è del 15 Novembre 2017 ed in precedenza è esondato 8 volte tra il 2010 e il 2014.

La Toscana è stata particolarmente colpita negli ultimi anni soprattutto da alluvioni nelle province di Lucca, Pistoia, Grosseto e Massa Carrara. Proprio in quest'ultimo caso si è registrato uno dei più violenti episodi il 5 Novembre 2014. Due fiumi, il Carrione e il Parmignola sono esondati e l'acqua limacciosa ha invaso strade, piazze e abitazioni. Due sono state le vittime. Drammatica la situazione di decine di famiglie con evacuazioni forzate. La zona più colpita è stata Avenza dove è crollato per duecento metri un pezzo di argine del Carrione, ma anche il centro storico di Carrara è stato invaso dal fango con decine di negozi devastati. Anche in Maremma una delle più gravi alluvioni di sempre si è verificata il 15 Ottobre 2014. In questa occasione si è arrivati a picchi di pioggia impressionanti con stazioni di rilevamento che hanno registrato in due ore 140 millimetri di pioggia, ad esempio a Manciano (GR). Le conseguenze sono state devastanti sia in termini di danni

che di vittime, con 2 donne morte travolte dalla piena del fiume Elsa. Per fare un confronto con un'altra alluvione gravissima che ha interessato la Maremma, quella del 12 Novembre 2012, in quel caso alcune stazioni hanno rilevato oltre 400 mm di pioggia, ma in un arco temporale di 36 ore.

Nel 2017 a Cortina d'Ampezzo (BL) un violento nubifragio avvenuto nella notte tra il 4 e 5 Agosto, ha interessato principalmente la zona dei bacini del Rio Gere e del torrente Bigontina, facendo registrare al pluviometro di Misurina (Auronzo di Cadore) 111,6 mm di pioggia nelle 48 ore. Tali precipitazioni hanno innescato numerosi fenomeni di dissesto geoidrologico con conseguenti danni alla viabilità e alle abitazioni nel territorio di Cortina d'Ampezzo. Una donna ha perso la vita lungo la Strada Regionale 48, trascinata con la propria auto da una colata di detrito nella zona del Rio Gere, mentre 50 persone hanno dovuto abbandonare le proprie abitazioni nella località Alverà. Ad un mese di distanza altro fenomeno intenso è quello avvenuto a Parabita (LE) il 27 Settembre quando il maltempo ed i diversi nubifragi hanno formato



delle autentiche cascate d'acqua. Si è registrato infatti un accumulo di 70 mm di acqua, tale da provocare ingenti danni e disagi.

Purtroppo tra gli episodi più gravi del 2017, e degli ultimi anni, l'alluvione di Livorno del 9 Settembre quando un forte nubifragio ha comportato l'esonazione di fiumi travolgendo la città, recando danni a molte famiglie. L'allarme era in codice arancione, passando molto velocemente ad un'allerta di massimi livelli. In circa due ore sono infatti caduti sulla città di Livorno oltre 250 mm di pioggia. Si sono registrate 9 vittime in tutto.

L'altro drammatico evento del 2017 è quello dell'esonazione del torrente Enza a Lentigione di Brescello (RE) il 12 Dicembre. 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. La tracimazione dell'argine, davanti al quale si affaccia la frazione, è avvenuta all'alba. Intorno alle 8, invece, si è verificata la rottura di una parte dello stesso argine. Si sono registrati danni anche nella zona industriale, dove l'acqua ha invaso, tra gli altri, i capannoni della Immergas.

Infine ad Arbus (VS) il 2 Maggio 2018, e precisamente nella località Ingurtosu, 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. Gli accumuli di pioggia hanno superato i 200 mm.

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. In uno studio di Ispra-Isr emerge che in Italia sono ben 28.483 i siti del patrimonio culturale italiano esposti ad alluvioni.

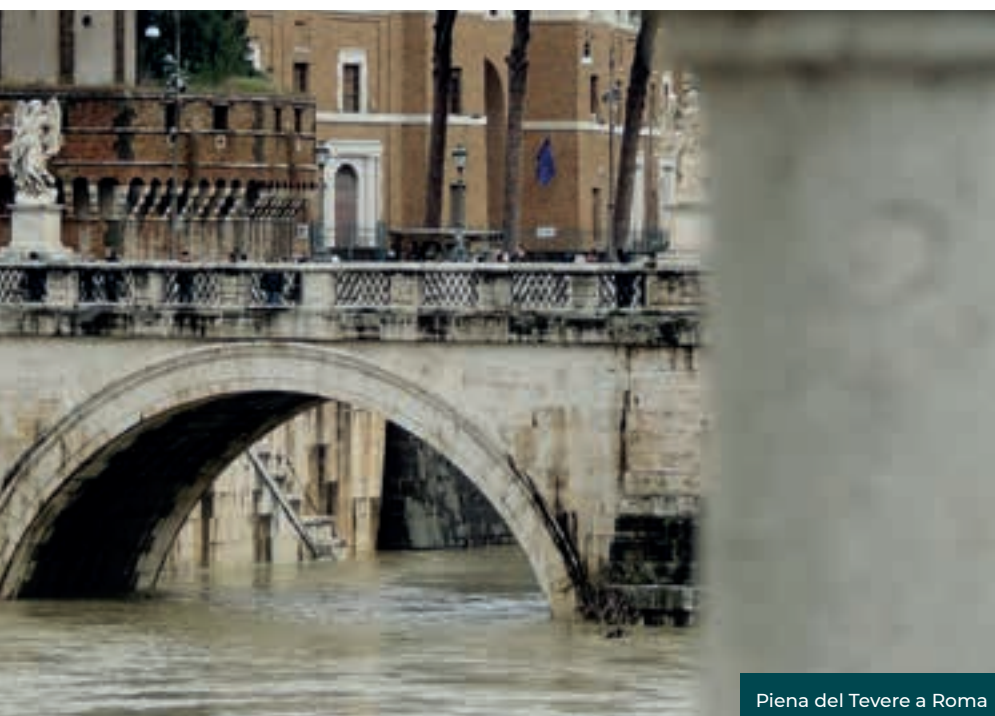
Purtroppo anche nel 2019 sono avvenuti casi in cui il maltempo ha danneggiato edifici storici.

L'11 Agosto scorso a Chieri (TO) il sindaco ha deciso di chiedere alla Regione Piemonte lo stato di emergenza per il comune, a seguito del maltempo che si è abbattuto con il forte vento che ha causato la caduta di alberi, divelto tetti, allagato strade, danneggiato coltivazioni e campi. In particolare il patrimonio storico-artistico è stato colpito: è caduta la ciminiera dell'Imbiancheria del Vajro (una delle sedi del Museo del Tessile) ed un pezzo di guglia del campanile della Chiesa di San Domenico. Poco prima, il 3 Agosto, è toccato a Trieste dove è rimasta chiusa per parecchi giorni la Risiera di San Sabba, l'unico campo di concentramento nazista presente in territorio italiano e pienamente operativo durante la seconda guerra mondiale. I forti temporali che si sono abbattuti sulla città hanno allagato la struttura rendendola inaccessibile.

A fine 2018, il 20 Novembre, a Caserta un forte nubifragio ha causato il distacco di una porzione di capitello dalla facciata sud della Reggia borbonica, il cui restauro è 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.

Il 6 Novembre dello stesso anno una parte dell'antico acquedotto del Triglio che costeggia la strada provinciale Taranto-Statte è crollata a causa del maltempo estremo dei giorni precedenti. Il crollo ha interessato la parte centrale della struttura che è ad archi. L'antico acquedotto scorre vicino al perimetro dello stabilimento Ilva. Parte dell'acquedotto, di origine romana, era stata restaurata anni fa. L'acquedotto è composto per circa 8 chilometri di gallerie sotterranee che convogliavano l'acqua raccolta da numerose sorgenti per farla tambureggiare sugli archi a tutto sesto della parte emersa verso Taranto.

Va ricordato tra gli eventi più recenti la situazione critica per la



Piena del Tevere a Roma

Reggia di Colorno durante l'alluvione del 12 Dicembre 2017. La piena della Parma ha inondato il piano terra della Reggia allagando la piazza fino ai portici dei palazzi di fronte per circa 40 centimetri. In particolare, la pressione dell'acqua del fiume ha distrutto le finestre al piano terra che affacciano sul lato della Reggia che è più vicino al torrente.

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. Proprio a Roma, una forte pioggia del 7 Novembre 2016 ha danneggiato le Mura Aureliane.

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. Come a Genova, dove i danni causati dalle piogge, durante l'alluvione del 9 e 10 Ottobre 2014, hanno provocato danni anche all'Archivio di Stato, alla biblioteca nazionale e al Palazzo Reale. A Livorno il 4 Ottobre 2015 è stato pesantemente danneggiato il tempio ebraico, dove si sono infrante diverse vetrate della facciata con caduta di frammenti all'interno della struttura.

Ma tra i danni più ingenti, a causa dell'erosione del fiume Crati, nel Gennaio 2013 un'alluvione ha danneggiato circa 5 ettari di scavi archeologici di Sibari, i più grandi della Magna Grecia, riversati in una piscina di acqua e fango. Gli esperti hanno definito al tempo incalcolabili i danni apportati e addirittura irrecuperabili ai reperti archeologici che risalgono al VII secolo a.c. che a causa di forti piogge costanti sarebbero scomparsi sotto il fango. Finalmente l'area a Febbraio 2017 è tornata ad essere fruibile ed in una delle tre città, costruite una sopra l'altra, sono rinvenuti durante la pulizia, importanti reperti del VI a. c.. Il sito ha ricevuto un finanziamento di circa 18 milioni di euro per le opere di ripri-

stino, recupero e risistemazione dell'intero parco archeologico. Su quanto accaduto a Sibari nel 2013 la Procura di Castrovillari aprì un fascicolo per indagare sulle eventuali responsabilità connesse all'erosione e l'indagine resta tuttora aperta. Stessa situazione è avvenuta negli scavi di Metaponto che contengono resti greci dell'agorà, del teatro e di templi che vanno dal VII al III secolo a.c. La prima volta a causa dell'alluvione del 7 e 8 Ottobre 2013 e poi con quella del primo Dicembre 2013 a causa dell'erosione del fiume Bradano, caratterizzato da una particolare fragilità. I lavori per il ripristino sono ancora in corso anche se parte del parco archeologico è fruibile per le visite. A rischio sono anche spazi museali, palazzi storici e chiese come quella di Pisticci in provincia di Matera, chiusa per pericolo crollo dovuto a dissesto idrogeologico.

Un altro luogo interessato a fenomeni di frana in seguito ad alluvioni è Volterra, in provincia di Pisa il 30 Gennaio 2014. In seguito a forti piogge infatti sono crollate la strada in corrispondenza della Piazzetta dei Fornelli e trenta metri di mura medievali, rasentando alcune case nelle vicinanze. Le conseguenze sono state molto pesanti perché a causa di questo crollo sono state evacuate 11 famiglie.

Tra il 2 e il 4 Settembre 2012 Canosa di Puglia è stata interessa-

ta da intense precipitazioni. Tale condizione ha creato un vero e proprio fiume d'acqua che si è riversato anche nel parco archeologico del Battistero di San Giovanni. Le conseguenze sono state disastrose perché sono saltate le griglie della fogna bianca che attraversa, dividendo a metà, le Basiliche Paleocristiane di Santa Maria e del Salvatore, allagandole.

I danni causati dalla siccità e le ondate di calore

Come visto i cambiamenti climatici producono eventi meteorologici estremi quali piogge torrenziali, trombe d'aria, ma anche siccità ed ondate di calore che, aumentando in intensità e frequenza, porteranno a mutazioni considerevoli nei regimi di precipitazione con effetti sulle infrastrutture, l'agricoltura e la vita per i cittadini nelle aree urbane.

Un incremento generalizzato delle temperature si riscontra anche nelle stagioni più fredde ma è durante l'estate che, alle nostre latitudini, questo ef-



Incendi estivi in Sardegna

fetto può avere conseguenze estremamente gravi sulla salute umana: nella stagione estiva, in corrispondenza delle ondate di calore, la temperatura dell'aria in città, oltre a raggiungere valori più elevati rispetto alle aree rurali circostanti nelle ore diurne, si mantiene elevata anche nelle ore notturne, riducendo la capacità di ripresa dell'organismo umano dalle condizioni di estremo calore a cui è stato sottoposto durante il giorno.

L'estate 2019 è stata la terza più calda in Italia dal 1800, con nello specifico il mese di Luglio che ha segnato 2 gradi in più rispetto alla media storica, mentre Giugno aveva fatto registrare una temperatura superiore di 3,3 gradi rispetto alla media. Le conseguenze sono state devastanti ad esempio in Sardegna dove sono bruciati 3.712,85 ettari a causa dei 1.732 incendi, un numero praticamente il doppio rispetto allo stesso periodo del 2018 in cui si erano verificati 943 incendi e 1.815,46 ettari bruciati, ma che è stato però segnato dalla pioggia.

Proprio l'estate 2018 si è dimostrata ancor più eccezionale vista la spaccatura tra nord Europa ed area mediterranea. Il caldo anomalo che ha caratterizzato il nord, con picchi eccezionali, ha portato ad abbattere il record di estate più calda del continente dal 1910. Nei mesi di Giugno, Luglio ed Agosto si sono registrati 2,16 gradi centigradi oltre la media, battendo il record del 2003. Al contrario in Italia l'estate 2018 è risultata particolarmente bizzarra e soprattutto anomala per le abbondanti precipitazioni, ma nonostante ciò è comunque risultata essere la quinta più calda di sempre.

L'estate 2017 verrà ricordata come tra le più calde della storia in Italia ed in Europa. Nel nostro Paese il mese di Giugno è stato uno dei più caldi degli ultimi 150 anni. Mediamente l'eccesso termico rispetto alla norma è stato valutato intorno ai 5 gradi, mentre nel mese di Luglio in tutt'Italia le temperature sono state di almeno 2 gradi al di sopra della

media, con punte di +4 gradi nel Nord Ovest, in Sardegna e in Toscana. Si è assistito quindi a lunghissimi periodi sopra i 34 gradi, a fronte di pochissime precipitazioni. Le alte temperature dovute ai fenomeni climatici correlati con il riscaldamento globale avranno tuttavia un impatto considerevole sulle grandi aree urbane, dove il cemento e l'asfalto accumulano calore durante il giorno e lo rilasciano durante la notte. In città come Roma, Napoli e Milano la temperatura percepita sarà superiore ai 40 gradi.

Il periodo estivo nel 2016 invece è stato caratterizzato da un'esposizione al caldo medio-bassa dunque da ondate di calore non particolarmente estreme e complessivamente il dato sulla mortalità è stata addirittura inferiore. I picchi di caldo infatti si sono registrati nel mese di Luglio e durante i primi 15 giorni di Settembre. I picchi di mortalità invece sono stati registrati a fine Giugno e durante le brevi ondate di calore a Luglio in diverse città del centro-nord. L'ondata di calore più anomala si è registrata a Settembre 2016 a Torino in quanto le temperature hanno superato la media stagionale raggiungendo temperature tipiche di Luglio ed il livello 3 con condizioni di rischio elevato persistente per circa 3 giorni.

Nel 2015 ancora temperature superiori alle medie di lungo periodo, coerentemente con il trend in crescita delle temperature medie estive che si osserva in Italia. Si è verificata infatti una delle ondate di calore più feroci, toccando a Bari il punto più alto a metà Luglio con 40,1°C. Nel mese di Luglio si sono verificate ondate di calore di elevata intensità e durata che hanno interessato soprattutto le regioni del Nord e del Centro. Le temperature osservate sono state fino a 4°C superiori ai valori di riferimento con picchi che hanno raggiunto i 41°C. In alcune città le elevate temperature sono state associate ad elevati tassi di umidità che hanno aumentato il disagio termico della po-

polazione. Tra il 14 e il 16 Luglio sono state 23 le città a rischio di livello 2 e 3 (tra cui Bolzano, Torino, Brescia, Genova, Bologna, Firenze, Perugia, Viterbo, Roma, Frosinone, Latina, Campobasso, Bari e Palermo) ed oltre 1.300 i cittadini si sono rivolti al numero messo a disposizione dal Ministero della Salute per fronteggiare l'emergenza caldo con la campagna "Estate sicura, come vincere il caldo". Sono state prevalentemente persone anziane con malattie croniche (diabete, ipertensione, malattie cardiache, bronchite cronica, asma allergico), giunte soprattutto dal centro e dal nord Italia, le zone geografiche con i rialzi termici più significativi.

L'effetto è stato un aumento del disagio termico e della mortalità giornaliera nella popolazione con età superiore ai sessantacinque anni nel mese di luglio 2015, con incrementi compresi tra +15% e +55%.

Nel 2013 con sistemi di allarme operativi in 27 città, tra il 16 ed il 21 Giugno in particolare 18 sono le città che hanno registrato il livello di rischio tra 2 e 3, ossia con condizioni di temperature elevate e di alto rischio persistente per più di tre giorni. L'ondata di calore è stata più prolungata nelle regioni settentrionali e, in alcune città, associata a livelli di temperatura elevati fino a 37-38°C a Bolzano, Brescia, Verona, Bologna. Nelle regioni centrali i livelli di rischio 2/3 sono stati osservati in diverse città solo a partire dal 18 Giugno con condizioni di rischio persistenti per 4-5 giorni nelle città di Firenze, Perugia, Pescara e Roma. Questo ha portato ad incrementi significativi della mortalità non associati del tutto alle ondate di calore fatta eccezione per Roma e Bolzano con picchi fino a 40 gradi in cui le cause sono attribuibili alle alte temperature.

Per quanto riguarda le ondate di calore l'estate 2012 è stata caratterizzata da elevate temperature per lunghi periodi. Una prima breve ondata di calore tra il 17 al 23 Giugno in molte città associata a condizioni di rischio di livello

2/3 e picchi di temperatura tra i 36 e i 38°C, le città con più stress termico sono state Bologna, Perugia e Roma. La seconda è stata registrata tra fine Giugno e i primi di Luglio e la terza, di maggiore intensità si è verificata tra il 16 e il 25 Agosto con picchi di temperatura massima fino a 37-40°C in diverse città. A fronte delle temperature estreme registrate, nell'estate 2012 l'effetto sulla mortalità della popolazione anziana è stato contenuto.

In parallelo alle ondate di calore a cui si è assistito durante le ultime estati vanno sottolineati i dati sulle precipitazioni, in alcuni casi praticamente inesistenti, che hanno portato a lunghi periodi di siccità. Nel 2019 l'Italia è rimasta a secco dopo i mesi invernali ed ha fatto registrare un deficit pluviometrico nazionale pari a -30%, che equivale a circa 15 miliardi di metri cubi in meno di acqua rispetto alla media stagionale, con la situazione peggiore al Nord dove le precipitazioni sono praticamente dimezzate. Tra le aree più colpite spiccano il Po (arrivato a 3,12 metri sotto lo zero idrometrico al Ponte della Becca a Pavia a fine Marzo), il lago di Como con un riempimento di appena il 7,6% ed un livello di -27,7 centimetri vicino al record negativo storico registrato nel 1958 ed il Maggiore che si è riempito per meno di un terzo (29,5%) del suo potenziale.

Non è andata meglio negli ultimi anni con le precipitazioni in Italia che sono risultate sotto la media anche lungo tutto l'inverno 2016-2017 con un picco negativo a Dicembre in cui è caduta addirittura il 67% di acqua in meno sulla Penisola ed in particolare le regioni del nord est dell'Italia. Le mancate precipitazioni di fine 2016 e inizi 2017 hanno compromesso, soprattutto nel Nord della penisola, la situazione del razionamento d'acqua nei sistemi abitativi ed in agricoltura, con una stima di almeno 100 milioni di euro di danni in campo agricolo, secondo la Coldiretti. Queste condizioni si sono praticamente ripetute in maniera identica per tutta l'estate 2017

e gran parte dell'inverno 2017-2018. La crisi idrica è stata particolarmente drammatica dalla Lombardia all'Emilia fino in Veneto dove è stato dichiarato lo stato di crisi idrica su tutto il territorio regionale mentre l'Alto Adige ha deciso di svuotare parzialmente i bacini di raccolta delle dighe idroelettriche per aumentare la portata dell'Adige. Nella Regione Veneto tra fine 2016 e inizio 2017 le precipitazioni sono state in calo del 97% rispetto alla media, mai così basse in 20 anni soprattutto in montagna e le conseguenze si vedono anche su corsi d'acqua piccoli e grandi. Il Veneto ha dichiarato lo stato di crisi idrica in tutta la Regione: prelievi ridotti del 20% nei vari bacini e per quello dell'Adige, testimone principale dell'alta severità di criticità idrica, sono previste misure ancora più drastiche.

Analizzando il periodo Ottobre-Marzo infatti si è rilevato un deficit di 170mm di precipitazioni rispetto ad uno standard atteso che è di circa 350mm. Emergenza idrica anche in Lombardia agli inizi del 2017, in cui si misura il livello del Ticino mai così basso negli ultimi 10 anni. Il livello dei fiumi e dei laghi, secondo l'Arpa, è il più basso degli ultimi dieci anni. Incredibile la siccità registrata nel centro-sud nell'autunno 2017 quando in Regioni come Abruzzo e Molise il fiume Trigno a valle dello sbarramento di San Giovanni Lipioni si è ridotto ai minimi termini. La lunga siccità dei mesi estivi, a cui si è aggiunto il caldo anomalo autunnale, ne ha ridotto notevolmente la portata riducendolo a poco più di un rigagnolo. All'altezza del santuario di Canneto nell'alveo sono rimaste soltanto pietre e

sterpaglie secche. Nella Capitale è caduto l'82% di pioggia in meno dopo che nei primi sette mesi dell'anno le precipitazioni sono risultate più che dimezzate, con un calo del 52% rispetto alla media di riferimento. Il tutto ha portato al razionamento dell'acqua in molti quartieri della città.

Tutto ciò ha portato ad un'altra grave conseguenza: gli incendi che hanno devastato gran parte delle Regioni italiane durante l'estate 2017. In particolare va ricordato quanto accaduto dal 5 Agosto sul Gran Sasso quando il fuoco si è sviluppato, a causa di un barbecue, nella piana di Campo Imperatore e poi ha scavalcato la montagna fino a spostarsi dal versante Aquilano a quello Pescara. Negli stessi giorni un altro rogo ha costretto a evacuare gli ospiti di un'area camping sul Terminillo. Ma numerosi incendi si sono verificati in Liguria nelle vicinanze di Portofino: questa volta i fulmini, durante un temporale che ha coinvolto la provincia di Genova e in particolare il golfo Paradiso, hanno provocato un incendio nei boschi sopra Porto Pidocchio, nel parco di Portofino. Ed ancora in Sicilia dove per giorni si è tentato di spegnere l'incendio nelle campagne tra Piazza Armerina, Aidone e Valguarnera, in provincia di Enna: vigili del fuoco, uomini della Protezione civile e oltre un centinaio di Forestali hanno lavorato ininterrottamente per domare le fiamme che hanno divorato i boschi e si sono estese fino ad arrivare alla Riserva Naturale di Grotta Scura Rossomanno; evacuate numerose abitazioni alle porte di Valguarnera.



Incendi che hanno colpito la Sardegna in estate

3

Eventi climatici estremi nelle città

Eventi climatici estremi nelle città

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 ad Ottobre 2019, si sono verificati 33 eventi di cui oltre la metà, 19, hanno riguardato allagamenti a seguito di piogge intense. Altro caso importante è quello di Milano, con 25 eventi totali, dove sono state almeno 18 le esondazioni dei fiumi Seveso e Lambro negli ultimi 9 anni. Segue Genova con 14 episodi, tra

cui gravi alluvioni ed interruzioni delle infrastrutture a cui hanno contribuito 3 eventi franosi, poi Napoli e Palermo con 12 eventi che mostrano 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). Con dati significativi si trovano poi Catania (9 eventi), Bari e Reggio Calabria (8 eventi) dove sono stati 6 i casi di interruzione delle infrastrutture a causa di eventi climatici estremi e Torino con 7 casi.

Numero e tipologia degli eventi estremi nelle città italiane 2010-2019

Città	Numero totale eventi dal 2010	Allagamenti da piogge intense	Danni e/o interruzioni alle infrastrutture da piogge intense	Danni da trombe d'aria	Esondazioni fluviali	Danni da siccità prolungata
Roma	33	19	11	2	-	1
Milano	25	3	3	-	18	1
Genova	14	5	6	1	2	-
Napoli	12	3	8	1	-	-
Palermo	12	4	6	1	-	1
Catania	9	3	3	2	1	-
Bari	8	3	4	1	-	-
Reggio Calabria	8	2	6	-	-	-
Torino	7	1	3	1	2	-

Osservatorio Città Clima, Legambiente 2019



Alluvione nell'Alessandrino del 21 e 22 Ottobre 2019, Piemonte

Gli impatti dei cambiamenti nelle città italiane

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.

Dagli anni '50 al 2017 le superfici artificiali sono passate dal 2,7% al 7,65%, inoltre l'abbandono delle aree rurali montane e collinari

ha provocato una mancata salvaguardia e conservazione del territorio.

Secondo il Rapporto ISPRA circa 7.275 comuni (91% del totale) sono a rischio per frane e/o alluvioni; il 16,6% del territorio nazionale è a maggiore pericolosità; 1,28 milioni di abitanti sono a rischio frane e oltre 6 milioni di abitanti a rischio alluvioni.

Numero eventi per tipologia

211

Allagamenti da piogge intense

193

Danni alle infrastrutture

123

Trombe d'aria

75

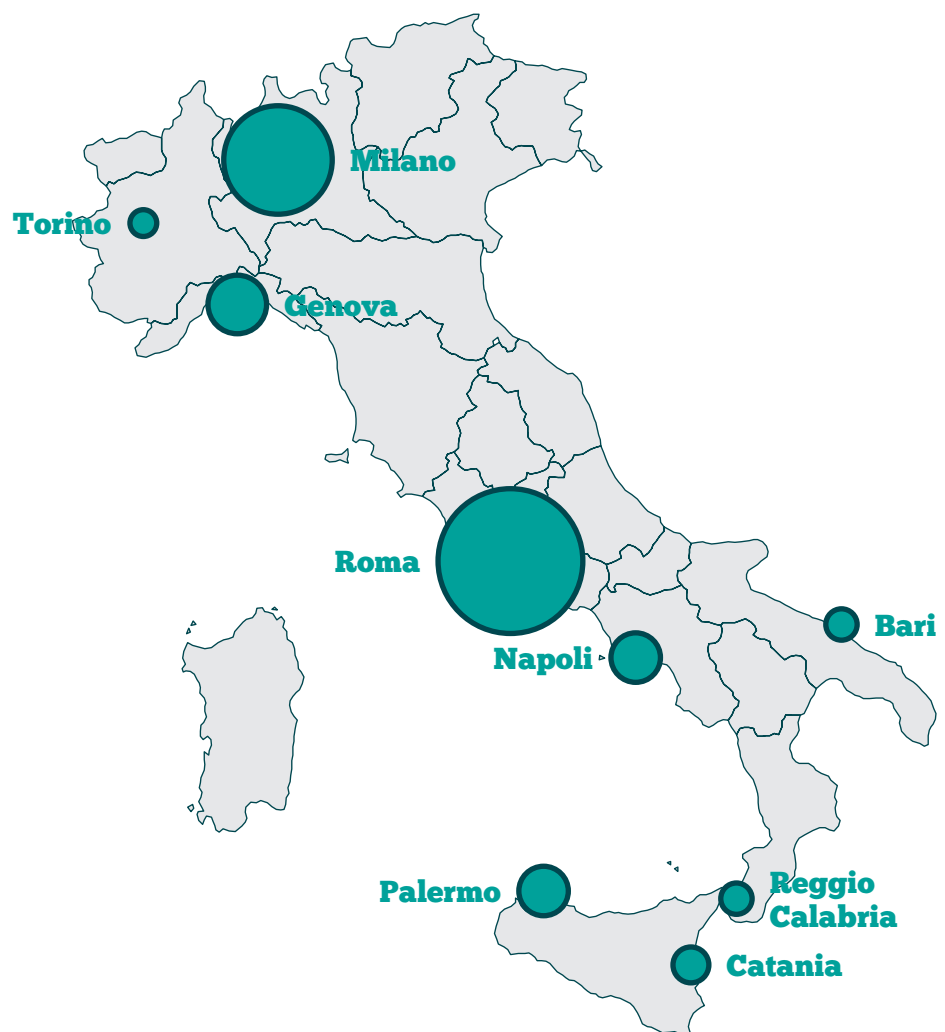
Esondazioni fluviali

20

Frane da piogge intense

14

Danni al patrimonio da piogge intense



Torino ed il Piemonte

Nel capoluogo piemontese sono stati 7 gli episodi rilevanti avvenuti dal 2010 ad oggi, con 3 casi di interruzione delle infrastrutture (in particolare la linea di metropolitana) e 2 eventi legati all'esonazione del Po e della Dora.

Tra gli eventi del 2019 a Torino, spicca quello del 26 Luglio quando a causa delle forti raffiche di vento, e della conseguente caduta di alberi, è stata chiusa la Tangenziale. Inoltre sono stati deviati quattro voli il cui atterraggio era previsto all'aeroporto

Pertini di Caselle Torinese.

Il 21 Giugno a causa del maltempo si sono verificati numerosi allagamenti che hanno interrotto la viabilità stradale a cui si sono aggiunti grandine ed alberi caduti. Secondo l'Arpa sono caduti 72 millimetri di pioggia in un'ora (tra le 15 e le 16) a Torino in via della Consolata. Disagi si sono registrati anche per la metropolitana dove sono state chiuse le banchine delle stazioni di Vinzaglio e Porta Susa in direzione Lingotto.

Lo stesso giorno anche nei Comuni della provincia si sono verificati gravi episodi come quello di San Mauro Torinese: mezz'ora abbondante di pioggia intensa e la città è finita sott'acqua. Il violento acquazzone, con raffiche di vento e grandine ha trasformato le strade in un fiume bianco. Nella città dell'hinterland tre persone hanno rischiato la vita. Due auto e un furgone sono rimasti intrappolati dall'acqua in un sottopassaggio.

Le piene del Po e le violente ondate di maltempo si susseguono ormai da anni in tutto il Piemonte. Da ultimo la drammatica alluvione che ha colpito la provincia di Alessandria il 21 e 22 Ottobre scorsi 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. Nelle 24 ore precedenti sono caduti 400 millimetri di pioggia (record assoluto negli ultimi 100 anni per molte località). Ad Alessandria è stato chiuso il ponte sul Bormida, che aveva raggiunto il livello di guardia. Chiuso anche lo svincolo che unisce l'autostrada Torino-Piacenza alla Milano-Genova.

Grave anche l'episodio del 6 Giugno del 2018, quando 200 persone a Bussoleno (TO) sono state evacuate a seguito della colata di acqua, fango e detriti venuta giù dalla montagna verso il centro del paese valsusino. Si trattò della quarta volta nell'arco di un mese; in precedenza, il 13 Maggio 2018, a pagare il prezzo più alto sono stati gli abitanti di

Reforno, dove la piena ha cancellato letteralmente la strada, isolando la borgata.

Ma va ricordato come in tutto il Piemonte si sono vissute giornate di paura e distruzione quando il 24 Novembre 2016 Moncalieri e le valli circostanti sono andate sott'acqua per l'esondazione del Chisola e la tracimazione del Po. L'esondazione del Chisone ha interrotto la circolazione sulla Torino-Pinerolo tra None e Candiolo. In Val Chisone, a Perosa Argentina, provincia di Torino, cede l'argine di una strada causando una frana. Un anziano signore settantenne che si trovava sul luogo, cade nella frana e viene portato via dal torrente. La situazione critica si è registrata anche ad Alessandria, Garessio e Ormea raggiungendo livelli di precipitazioni più forti di quelli del '94 causati dalla piena del fiume Tanaro, affluente del Po.

Episodi precedenti riguardano, nel 2013, la stazione metro di piazza Bernini a Torino che, a seguito di un violento nubifragio, viene allagata; l'8 Febbraio 2012, quando il maltempo, ed in particolare le violente gelate, fanno scoppiare i tubi provocando allagamenti della metro tra Lingotto e Porta Nuova e stop alla circolazione dei treni. Il 4 Luglio dello stesso anno un nubifragio costrinse a chiudere due stazioni della metropolitana: Bernini e Racconigi.

Per quanto riguarda il Piemonte ben peggiori furono le conseguenze dell'alluvione del 16 Ottobre 2000 quando esondarono il Po e diversi affluenti e si contarono 23 vittime e 40.000 sfollati, tra Piemonte, Valle d'Aosta e Lombardia.

Milano

Milano, con 25 eventi totali, si presenta come una delle aree urbane che ha subito di più le conseguenze degli eventi climatici estremi. A ciò hanno contri-

buito le 18 esondazioni dei fiumi Seveso e Lambro negli ultimi 9 anni.

Le cause delle alluvioni e degli allagamenti nella città di Milano sono sicuramente da cercare nell'eccessiva impermeabilizzazione del suolo 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 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.

Nel corso dell'ultimo anno si sono verificate altre esondazioni fluviali a Milano e nell'hinterland. Lo scorso 8 Settembre, a seguito di un violento temporale, l'acqua ha invaso le strade poco dopo le 6 di mattina. Il Seveso è esondato, allagando molte strade a nord della città, in zona Niguarda e viale Zara, e creando molti disagi ai cittadini. Anche il 22 Giugno ha visto il Seveso esondare a Niguarda, con il fiume

che ha raggiunto i 2 metri in seguito ai temporali.

Tra gli eventi del 2018 non va dimenticata la bomba d'acqua del 10 Maggio che ha colpito il comune e tutta la zona a nord di Milano, dove il traffico è andato in tilt per via delle condotte idriche che non riuscivano a smaltire la pioggia battente. A Milano, visti i livelli del fiume Seveso raggiunti in Brianza, pur in assenza di allerta regionale, il Comune ha deciso di convocare il Centro Operativo Comunale con procedura d'emergenza, ed ha attivato il piano per l'emergenza idrica, chiedendo anche l'attivazione dello scolmatore di Palazzo. Poi di nuovo il 6 Novembre 2017, è stata attivata l'allerta maltempo nel milanese a causa delle forti piogge. Nelle zone circostanti il capoluogo lombardo si sono registrati i picchi di pioggia più elevati: circa 80mm in provincia di Varese, 70mm in provincia di Como e 60mm in

Brianza. L'allerta Seveso non ha provocato grossi danni nonostante l'aumento di tre metri.

Ma il pericolo Seveso ritorna costantemente: il 12 maggio 2017, in seguito ad una notte di forti temporali, il fiume è esondato nella zona Nord del capoluogo lombardo, mentre il Lambro è rimasto sui livelli di allerta.

L'evento più rilevante del 2015 a Milano risale invece al 23 Settembre, 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 2 si è fermata intorno alle dieci di mattina tra Vimodrone e Cassina Dè Pecchi a causa della caduta di un albero sui binari. La circolazione sulla tratta colpita è ripresa alle 17.30 a binario unico. Altri rallentamenti hanno riguardato diverse stazioni. In particolare problemi sono stati registrati 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.

Quattro invece sono stati i casi più intensi del 2014 in cui il denominatore comune è il danno per esondazioni fluviali del Seveso e dei suoi affluenti, in una annata che ha fatto registrare, nel solo secondo semestre, ben 9 eventi in cui il fiume ha raggiunto livelli di portata che ne hanno causato l'esondazione in città. Il 13 Novembre 2014 l'acqua invade la Stazione Garibaldi: viste le fortissime piogge su tutto l'hinterland, la stazione Garibaldi si è allagata la sera precedente per colpa dell'esondazione del



Milano, esondazione del Seveso

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. Il 26 Luglio 2014 una forte pioggia causa l'esondazione del Seveso nei quartieri a nord e, a sud della città, causa l'apertura di una grossa voragine a Porta Romana. La causa: un cedimento della paratia in legno del terzo piano interrato di un edificio. Trenta le famiglie evacuate. Le piene del Seveso non sono più un'emergenza considerando la frequenza degli eventi. L'8 Luglio 2014, a seguito di un forte evento temporalesco il fiume Seveso straripa presso il quartiere di Niguarda, nei pressi di via Cà Granda, esondando dai tombini e creando autentiche fontane d'acqua e fango che allagano interamente viale Zara e tutto il quartiere, già colpito da eventi simili. Durante questo evento però, la quantità d'acqua risulta elevatissima: in molte strade il livello tocca anche i 50/60 cm di altezza causando danni seri ad autovetture, esercizi commerciali, scantinati e piani terra di molte abitazioni; l'area coinvolta dall'esondazione si estende molto coinvolgendo anche il quartiere Isola, situato a pochissimi passi dal centro storico di Milano, che vede completamente allagata piazza Minniti e strade limitrofe; in tutta la parte nord della città la viabilità risulta paralizzata per ore. Il 18 Settembre 2010 si verifica un nubifragio causato da precipitazioni intense con accumulo di 100 mm di pioggia in 2 ore. La pioggia ha causato l'esondazione del fiume Seveso a nord della città e danni anche in 17 provincia di Bergamo. Sono dovuti intervenire i vigili del fuoco per liberare alcuni automobilisti rimasti intrappolati nelle loro auto, tra cui una donna con un bambino. Una macchina parcheggiata in viale Zara è sprofondata nel punto dove erano in corso i lavori della metropolitana. Danni stimati intorno ai 300 milioni di euro con

un treno della M3 di metro distrutto e blocco della circolazione dei treni. Complessivamente nel decennio 2005-2014 si sono verificate 32 esondazioni del Seveso a Milano.

21 Ottobre 2019

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

8 Settembre 2019

Esondazione del Seveso con allagamenti in zona Niguarda e viale Zara

22 Giugno 2019

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

10 Maggio 2018

Disagi alla circolazione stradale, attivazione scalmatore di Palazzo

12 Maggio 2017

Esondazione del fiume Seveso e allerta per il Lambro

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

20 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

Vicenza

A Vicenza il 19 Maggio scorso, a causa delle precipitazioni intense, è tracimata la roggia Riello causando l'allagamento della viabilità circostante. La situazione ha richiesto l'intervento del gruppo comunale della Protezione Civile che ha rimosso il materiale che ostruiva il fluire dell'acqua riportando la situazione allo stato originario e facendo rientrare l'allarme. I principali interventi hanno riguardato la zona di Anconetta e in generale la parte est della città.

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 a Vicenza, allagando una parte con-



Alluvione a Vicenza dell'Ottobre 2010

sistente 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.

Un'altra grande alluvione nella storia del nostro Paese è avvenuta a Vicenza il 4 Novembre 1966 con la città sommersa dal fango portato dallo straripamento del Bacchiglione. Molte strade interrotte ed alcuni ponti crollati.

Genova

Dal 2010 nel capoluogo ligure sono avvenuti 14 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 Genova 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 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.

L'episodio più recente è avvenuto il 15 Ottobre con forti temporali che hanno portato ad allagamenti e danni nel ponente genovese in particolare nella zona tra Pegli e Arenzano. Chiusa al traffico la viabilità della zona e l'uscita autostradale. Tra le 5 e le 6 del mattino sono caduti oltre 90 millimetri di pioggia a Genova Pegli, 18,6 mm in meno di 45 minuti; 80 mm a Bolzaneto.

Da ultimo il 21 Ottobre scorso, un black-out ha colpito la città all'alba; 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 Albenza, è rientrato, dopo l'esondazione, nel suo alveo.

Anche lo scorso 8 Agosto si sono verificati numerosi allagamenti. Drammatico il bilancio del violento temporale, accompagnato da forti raffiche di vento, che si

è abbattuto per un'ora: persone intrappolate in auto in sottopassaggi allagati, black-out, alberi abbattuti, voragini in strada. Quattro persone sono state salvate dai Vigili del Fuoco dopo essere rimaste intrappolate in auto. In via Berno un'auto parcheggiata è stata inghiottita da una voragine. Decine gli interventi per alberi caduti in città e nel tratto autostradale. Alla stazione ferroviaria di Brignole la metropolitana è stata allagata mentre in via Canevari una cabina Enel ha preso fuoco per un corto circuito. Disagi all'ospedale San Martino dove la circolazione interna è stata interrotta per alberi caduti.

In precedenza, l'11 Dicembre 2017, il fiume Entella è tracimato all'altezza della foce a Chiavari causando allagamenti. Nessun danno alle persone ma sono stati evacuati scantinati e piani bassi.

Poi il 14 Ottobre 2016 è scattata l'allerta rossa in città quando una tempesta di vento e pioggia ad intensità elevatissime ha colpito non solo Genova ma soprattutto la Liguria orientale con picchi di pioggia di 90mm.

Il 14 Settembre 2015 la metropolitana è rimasta in servizio solo su una tratta, mentre è stato chiuso per ore il tunnel di Brignole in seguito ad allagamenti. Altre situazioni di emergenza sono state registrate a Levante dove una tromba d'aria ha scoperto alcuni tetti nella zona.

Il 15 Novembre 2014 la Liguria era sotto la pioggia, provocando un'allerta di grado 2 per il Fereggiano ed il Bisagno. Parecchi i quartieri, anche 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 è 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 pietrisco ha invaso un binario mentre l'altro è stato allagato da

acqua e fango. Per questo la circolazione ferroviaria nella zona è stata bloccata.

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 trascinandovi via le auto parcheggiate. Un treno partito da Genova e diretto a Torino è uscito dai binari per una frana, a Fegino, una frazione di Genova. Tre giorni dopo i treni sono rimasti fermi per diverse ore a causa delle intense piogge. 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. Danni alla città e ai suoi abitanti, scuole chiuse, palazzine evacuate. Si è trattato di un'allerta 2, estesa anche a parte della provincia di Savona, al levante genovese e a tutta la provincia della Spezia, emanato 12 ore dopo l'inizio dei grandi temporali e l'esondazione dei torrenti. Genova, ancora una volta, si ritrovata prigioniera dell'acqua, del fango e delle polemiche. Registrata anche una vittima. Infine i tre episodi del 2013, a Febbraio, Agosto e Novembre, raccontano sempre scenari di allagamenti, esondazioni e precipitazioni intense e frane che hanno provocato danni e interruzioni di strade. Molti gli interventi dei Vigili del Fuoco. Problemi anche in alcuni sottopassi della città: alcuni sono risultati allagati e sono stati chiusi. Par-

ziale chiusura della metropolitana e circolazione degli autobus rallentata a causa delle forti piogge.



Alluvione a Genova nell'Ottobre 2011

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, black-out, alberi abbattuti, voragini in strada

11 Dicembre 2017

Tracimazione del Fiume Entella a Chiavari

14 Ottobre 2016

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

14 Settembre 2015

Esondazione del fiume Bisagno e del torrente Fereggiano

15 Novembre 2014

Esondazione del fiume Bisagno e del torrente Fereggiano

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 ben 44 vittime

La Città Adriatica

Pochi territori in Italia sono cambiati come quelli costieri della fascia adriatica tra Abruzzo, Marche e l'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.

Critica la situazione nel Cesenate a seguito di un'importante alluvione dopo l'esondazione del fiume Savio avvenuta il 13 Settembre 2019. La strada "Secante" è stata chiusa in entrambe le direzioni tra le uscite numero 3 e numero 5. Tra le numerose chiusure stradali si annovera il Ponte del Risorgimento (le cui arcate sono state completamente ostruite) e il Sottopasso Machiavelli.

In precedenza a Forlì, il 14 Maggio, l'acqua del fiume Montone è salita fino a raggiungere un metro, inondando di fango l'intera frazione di Villafranca. Dopo oltre 24 ore dalla rottura dell'argine l'acqua ha continuato a scorrere tra le case, allagando anche campi ed aziende per diversi chilometri. Immerse nell'acqua c'erano via Zampighi, via Ortali, via Monforte, via Curtatone, via XIII Novembre 1944, via Montanara. Sono stati interessati circa 200 edifici, tra questi anche diversi condomini e anche numerose aziende, la quasi totalità della frazione. Almeno 1.000-1.200 persone hanno lottato invano con l'acqua che saliva (la frazione conta circa 1.900 abitanti) fino ad invadere i locali al piano terra, per non parlare degli scantinati, completamente immersi. Per il 2019 vanno segnalati anche due eventi di trombe d'aria che hanno causato danni nel comune di Cervia (RA) il 10 Luglio: una donna è rimasta ferita a Milano

Marittima dove una tempesta di vento e pioggia ha abbattuto diversi pini e segnali stradali. In precedenza a Rimini, il 26 Marzo, sono stati gli alberi a risentire maggiormente del forte vento che si è abbattuto sulla riviera e che ha provocato la caduta di sei alberi e di parecchi rami e su tutto il territorio. Tra le zone più colpite Marina Centro. Un condizionatore si è staccato dalla parete di un'abitazione precipitando sul cofano di un'auto parcheggiata in strada.

Poco più a Sud un altro grave episodio è stato registrato a Numana (AN) il 10 Luglio con venti di intensità pari ad un uragano che hanno colpito le Marche provocando anche una vittima ad Osimo durante la bufera. Il vento ha raggiunto i 150km/h, proprio come un uragano di 1ª Categoria nella scala Saffir-Simpson. I fenomeni estremi con una tempesta di vento, pioggia e grandine, hanno devastato la Riviera del Conero, colpendo in modo particolare Numana e Sirolo, provocando la caduta di numerosi alberi, oltre ad allagamenti e incidenti. Danni alle strutture turistiche sulla costa fanese e sulla Riviera del Conero, mentre ad Ancona sono state decine le persone soccorse per incidenti stradali e forti disagi si sono registrati in tutte le province e nel capoluogo.

Forti sono stati gli allagamenti anche nel 2015 in Romagna dove diversi fiumi sono esondati e alcune mareggiate hanno alla-

gato i centri abitati tra il 5 e il 6 Febbraio; si è trattato di una delle più forti mareggiate degli ultimi anni sulla Riviera Romagnola. La forte Bora unita al mare in tempesta ed a picchi di marea notevoli ha causato danni incalcolabili su tutte le località della regione. 200mm di pioggia con la Bora che ha soffiato con raffiche fino a 110km/h provocando violente mareggiate e bloccando il deflusso dei corsi d'acqua a mare. Decine di persone evacuate da Ravenna a Riccione per gli allagamenti. Cesenatico è stata l'area più colpita della riviera ed è rimasta completamente isolata per le strade sommerse dall'acqua. Situazione critica anche a Cervia, Milano Marittima, Lidi di Dante e Savio (RA), Porto Garibaldi (FE). Questa porzione di costa sta subendo da anni l'intensificarsi di fenomeni naturali come la Bora, vento che spinto dalle aree temporalesche del Nord Europa arriva sulle coste Adriatiche con raffiche oltre 150 km/h, portando mareggiate sulle coste di Romagna e alte Marche, che "sfavorite" dalla loro posizione esposta e dalla loro natura sabbiosa subiscono notevoli danni.

Ed è quanto successo nel 2014 a Senigallia quando il 3 Maggio un'alluvione causò tre vittime e milioni di danni. Tutta la regione fu interessata da precipitazioni di moderata intensità, ma con improvvisi temporali e picchi di pioggia fino a 50 millimetri. Il forte vento da nord-est raggiunse velocità di 90 km orari.



Esondazione del fiume Savio

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.

Il 6 Settembre 2019 si sono verificati forti temporali costieri, provocati dall'incontro tra correnti fredde di maestrale e tramontana, richiamate dalla bassa pressione, e la superficie calda del mare. Nella zona di Massa ha piovuto copiosamente: strade allagate, disagi anche alla stazione all'altezza del sottopasso. Un albero è caduto sull'Aurelia. A causa delle forti precipitazioni temporalesche ci sono stati guasti temporanei agli impianti ferroviari nella stazione di Massa Zona, provocando rallentamenti alla circolazione dei treni regionali sulla linea La Spezia Centrale-Pisa Centrale.

Il maltempo ha colpito Firenze il 30 Agosto con un forte temporale che si è scatenato sulla città; i danni maggiori nella zona fra Gavinana e Bellariva dove si è verificata una vera e propria tromba d'aria che ha scoperchiato alcuni tetti scaraventando le tegole in strada nella zona di via Rattazzi.

In precedenza, il 27 Luglio una bomba d'acqua ad Arezzo ha provocato la morte di un anziano, dapprima disperso, che era sceso dall'auto intrappolata dall'acqua per evitare di rimanere annegato, ma a quel punto sarebbe stato comunque travolto dalla bomba d'acqua abbattutasi sulla città in serata.

Non va dimenticato quanto accaduto il 9 e 10 Settembre 2017, giorni che hanno drammaticamente segnato la città di Livorno. Un forte nubifragio ha infatti comportato l'esondazione dei fiumi dell'intero territorio circostante travolgendo la città, recando danni a molte famiglie e 9 vittime. L'allarme della Pro-

tezione Civile era inizialmente in codice arancione, passando molto velocemente ad un'allerta di massimi livelli. Si è infatti scatenata una vera e propria tempesta di pioggia, fulmini e vento che non ha paragoni negli ultimi decenni della storia della città con, in circa due ore, oltre 250 mm di pioggia caduti. Tutto ha inizio intorno alle 20 di sabato 9 Settembre, quando inizia a cadere la pioggia che si fa sempre più intensa. I fulmini illuminano continuamente il cielo, a testimoniare la violenza del temporale e poco dopo il sottopasso di via Firenze, alla periferia nord, si allaga nonostante l'idrovora che viene posizionata lì tutte le volte che c'è una allerta. Alle 21,39 scatta il primo allarme dal centro regionale: notano da Firenze che i pluviometri posizionati a Livorno si alzano rapidamente e quindi parte la telefonata alla protezione civile livornese. Durante la tempesta di pioggia cadranno infatti 175 millimetri di acqua in centro e ben 256 in collina, dei quali 210 tra le 1.45 e le 3.45. Più della quantità di pioggia registrata nei precedenti otto mesi, come sottolinearono subito i meteorologi per evidenziare l'eccezionalità del fenomeno. Passano meno di due ore e la zona sud della città viene travolta da quattro onde di fango in altrettanti punti. Fra le 3 e le 4 della notte tra sabato e domenica, quando il personale di servizio aveva accertato che il rio Maggiore stava per straripare, non è scattato alcun allarme particolare per la popolazione, né soprattutto per le 2.639 persone che abitano nella zona a rischio esondazione di quel corso d'acqua e che pertanto sono inserite in un apposito elenco della Protezione civile. Non hanno ricevuto telefonate di allerta, non sono stati avvertiti con l'uso del megafono o delle sirene in modo da richiamare la loro attenzione.

Poi a Carrara dove il nubifragio del 5 Novembre 2014 ha originato una piena del fiume Carrione che attraversa la città nella bassa pianura alluvionale dove il fiume è 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 anche su



questo chiede da tempo che l'area sia invece vincolata e lasciata libera come area di esondazione naturale.

Gli allagamenti da piogge intense che invece risalgono al 28 Novembre 2012 hanno causato la chiusura della Statale Aurelia tra Massa e Sarzana. Intere zone abitate sono risultate allagate da mezzo metro di acqua. Ma è del 25 ottobre 2011 l'evento più grave che ha devastato l'intero territorio della Lunigiana a causa dell'esondazione del fiume Magra. Alle 18:30 il fiume ha rotto gli argini allagando buona parte della città di Aulla, costringendo gli abitanti a rifugiarsi su alberi, lampioni e nei piani alti delle abitazioni. L'esondazione ha causato 2 vittime e tra le strutture colpite dall'esondazione del fiume 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. Solo la casualità dell'orario tardo pomeridiano, e quindi con le scuole chiuse, ha evitato che si verificasse una tragedia ancora più grave. 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. Nonostante lo studio e la perimetrazione di queste zone da parte dei tecnici, per oltre 10 anni si è continuato a costruire ed autorizzare attività commerciali, servizi pubblici ed abitazioni in un'area prima soggetta alle misure di salvaguardia e poi dichiarata a 'Rischio idraulico molto elevato'.

Infine Grosseto, ed in generale il territorio maremmano, dove ogni anno durante il periodo autunnale l'area è soggetta a forti alluvioni ed allagamenti. Si contano circa 5 eventi estremi in cinque anni costantemente verificatisi in Ottobre con esondazioni fluviali ed allagamenti. La piena dell' Ombrone nel 2015 è invece avvenuta in piena estate, il 28 Agosto, quando la spiaggia di Marina di Grosseto è stata totalmente invasa da rami e tronchi, portati a riva dalla mareggiata dopo essere stati trasportati alla foce dalla piena. Impressionante lo scenario del litorale grossetano dopo i pesanti nubifragi che hanno colpito tutta la Toscana. La piena dell'Ombrone ha trasportato in mare migliaia di tronchi e rami, e tutto ciò che trovava sul suo passaggio e il "panorama" sulla spiaggia ne è stata la prova.

Eventi simili si susseguono nel triennio precedente: il 14 Ottobre 2014 esonda il torrente Elsa, affluente dell'Albenga. Case e

negozi allagati, poderi isolati e tantissime richieste d'aiuto. In via cautelare è stata disposta l'evacuazione dei nuclei familiari che abitano nella zona di Albinia (Orbetello), già devastata dall'alluvione del 2012. Due vittime. Danni devastanti, esistenze ed economie in ginocchio. Campi allagati, strade transennate, acqua dappertutto. Chiuso per precauzione il ponte di Sant'Andrea, fresco di ristrutturazione.

Il 5 Ottobre 2013 una serie di inondazioni dovute a forti precipitazioni provocano la chiusura di numerose strade, come la linea ferroviaria Grosseto-Siena. Due le vittime.

Il 10 Novembre 2012 un forte nubifragio investe la città di Grosseto e i territori meridionali della Maremma. Esondazione dei torrenti e del fiume Albegna. I centri abitati di Albinia e Marsiliana allagati. Piena record dell'Ombrone, ma nessun danno in città.

27 Luglio 2019

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

9/10 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



Alluvione a Livorno, Settembre 2017

Roma

Il numero record degli eventi estremi registrati tra le città italiane è di Roma dove, dal 2010 ad Ottobre 2019, si sono verificati 33 eventi di cui oltre la metà, 19, hanno riguardato allagamenti a seguito di piogge intense mentre 11 casi hanno riguardato l'interruzione di infrastrutture.

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 Roma invece segnanti 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 affluenti e subaffluenti ma il suo corso può essere ricondotto a 4 sottobacini fondamentali: uno principale costituito dal basso Tevere e dall'asta fluvia-

le del fiume Paglia che riceve poi gli altri tre affluenti costituiti dall'alto Tevere sotteso dalla diga di Corbara, il fiume Nera e il fiume Aniene. In particolare modo il punto di confluenza tra Tevere e Aniene risulta molto fragile a causa di problemi strutturali. Sono stati registrati 19 episodi di allagamento intensi nella città metropolitana di Roma negli ultimi 9 anni. 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 a Roma 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 "limite" di 150 cm, 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.

Nel corso del 2019 si sono verificati 6 casi di allagamenti da piogge intense. Lo scorso 2 Ottobre 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 quali il sottopasso di lungotevere in Sassia, il sottopasso dell'autostrada Roma-Fiumicino all'altezza di via Castello della Magliana, via Salaria e via Tiberina. Si sono poi registrati rallentamenti (a partire dalle 12:10) sulla linea AV Roma-Firenze, fra Settebagni e Roma Tiburtina, dove i treni in viaggio hanno registrato ritardi fino a 10 minuti.

Poi in estate, il 27 Luglio, ancora interruzioni sulla metro A, rimasta fuori servizio perchè invasa dall'acqua nelle stazioni di Repubblica e Cipro. Chiusure e disagi anche sulla Cassia bis e su via di Settebagni per dissesti sul manto stradale eroso dalla forte pioggia. Allagamenti anche nella zona Est, con disagi in particolare su Viale Palmiro Togliatti.

Il 25 Agosto sono le aree nord-est e sud della città ad essere le più colpite dal temporale estivo che ha creato disagi anche nei Comuni alle porte della Capitale ed in quelli dei Castelli Romani. Allagamenti sono stati segnalati sulla via Appia, tra l'aeroporto di Ciampino e Frattocchie, in entrambi i sensi di marcia con ripercussioni anche su via dei Laghi e via di Capanne di Marino. Chiuso per allagamento il sottopasso di Ciampino. In viale di Tor di Quinto è segnalata invece la presenza di alberi in carreggiata con difficoltà di circolazione causa un albero di grandi dimensioni che ha ostruito completamente la carreggiata. Rami

in strada anche in via Vaglia, al Nuovo Salario, con il vento che ha rovesciato diverse fioriere presenti sui marciapiedi davanti gli esercizi commerciali.

Esattamente una settimana dopo, 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 rallentamenti per guasti tecnici fra Roma Casilina e Ciampino. Paralizzate alcune strade ed arterie cittadine come via Cristoforo Colombo. In precedenza, il 12 Maggio, la pioggia che si è abbattuta sulla città nel corso della notte ha determinato problemi e disagi in alcuni quadranti della Capitale. Diversi gli interventi legati al maltempo da parte delle pattuglie della Polizia Locale e dei vigili del fuoco in particolare in via Ardeatina, via del Tintoretto e via di Casal Morena. Chiuso il sottopasso di via Appia Nuova all'altezza dell'Aeroporto di Ciampino. Ma i disagi in città hanno riguardato soprattutto gli utenti della metro, con la stazione della linea A Battistini chiusa per 3

ore a causa del maltempo. A fine mese, il 30 Maggio, ancora strade chiuse a causa di numerosi allagamenti. Nubifragio in particolare a Roma sud con le maggiori criticità al Trullo, Magliana, Colle del Sole ed all'Ardeatino, dove gli allagamenti hanno sorpreso alcuni automobilisti che hanno visto l'acqua arrivare sino all'altezza delle portiere. È stato necessario chiudere provvisoriamente via della Magliana.

Stesse condizioni estreme si sono registrate nel corso degli anni precedenti. L'8 Maggio 2018 pioggia e vento hanno letteralmente messo in ginocchio la città: 110 interventi dei Vigili del fuoco dalle 8 alle 16. Traffico e disagi dalla Cassia alla via del Mare per caduta alberi, via dei due Ponti chiusa per allagamento e poi riaperta. Un mese prima, il 6 Aprile, di nuovo traffico in tilt a Roma a causa della pioggia caduta ininterrottamente Roma per diverse ore. Molti rallentamenti sono stati provocati dal dissesto del manto stradale: voragini e buche si sono riempite d'acqua facendo impantanare alcuni veicoli e costringendo i vigili a presidiare l'asfalto franato. Lunghe code da viale Castrense, dove si è aperta una voragine, all'inizio della Tangenziale Est in direzione Tiburtina, "sorvegliata" dai vigili. A causa del maltempo è stata chiusa al traffico per alcune ore via di Tor Pignattara in direzione Tuscolana. In mattinata è stato chiuso per allagamen-

to lo svincolo dell'Autostrada Aeroporto di Fiumicino in uscita fra l'allacciamento A12 Roma-Civitavecchia e allacciamento del Grande Raccordo Anulare in direzione Fiumicino.

Il 3 Settembre 2017 ancora allagamenti e temporali intensi con ripercussioni soprattutto nel sistema della viabilità. A restare particolarmente colpita dal temporale notturno è risultata essere Roma Est. Il sottopasso del Raccordo Anulare dalle ore 2.30 è stato temporaneamente chiuso all'altezza di via Achille Verturni, a causa dell'allagamento. Anche il sottopasso Ferroviario di via Guglielmo Sansoni, a partire da mezzanotte e mezza, ha subito lo stesso trattamento. Si è allagato e di conseguenza è stato chiuso. Problemi anche sulla via Prenestina all'altezza di Tor Tre Teste con strada allagata e notevoli difficoltà alla circolazione stradale.

Nel 2016 si sono verificati cinque casi concentrati tra Agosto e Novembre che hanno colpito non solo la città di Roma, causando allagamenti, chiusura delle strade, alberi in carreggiata, ma anche molte criticità sul litorale romano come a Ladispoli e Cesano a causa di un tornado che ha provocato inondazioni e danni gravi in stazioni ed aeroporti. Cinque i casi gravi nel 2015 tra Maggio e Settembre in cui si sono registrati disagi su alcune tratte ferroviarie: è il caso ad esempio del nubifragio del 17 Giugno quando la circolazione sulla linea 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.

Nel 2014 due eventi rilevanti hanno messo in luce tutte le criticità degli eventi climatici estremi: il primo, nel mese di Gennaio, ha riguardato il nuovo quartiere di Ponte di Nona, nella periferia sud est della città, in cui forti allagamenti hanno causato non pochi disagi ad una viabilità che evidentemente non ha



Allagamenti del Gennaio 2014 nel quartiere di Prima Porta, Roma

tenuto conto delle caratteristiche pluviometriche di recente definizione; l'altro episodio, del 14 Giugno, in cui precipitazioni intense hanno creato disagi alla circolazione nelle porzioni più centrali della città, con strade allagate, alberi caduti, bus deviati, metro interrotte e l'acqua che è riuscita a penetrare anche negli ospedali.

Anche i due i casi del 2013 mostrano una bassa resilienza della città nel reagire a precipitazioni più o meno intense: il 25 Agosto e il 5 Ottobre dello stesso anno diffusi e diversificati casi di allagamenti in numerose zone della città hanno riguardato alcune arterie principali come la Cristoforo Colombo, Cinecittà ed Anagnina dove è stata interrotta la linea A della metropolitana. L'evento del 5 Ottobre 2013 ha visto enormi disagi verificatisi anche al di fuori della città, con una tromba d'aria sul litorale e violenti nubifragi hanno distrutto numerosi stabilimenti balneari e tetti delle abitazioni. In particolare, l'evento che si ricorda principalmente è quello che ha riguardato Santa Severa, sul litorale a nord di Roma, in cui una violenta tromba d'aria ha trascinato barche e canoe fin dentro i giardini delle case e i tetti del Lungomare. Sradicati anche pali della luce, mentre sono volati lettini e ombrelloni.

Il 20 Ottobre 2011 sulla città si sono abbattuti due violenti nubifragi, con quasi il doppio della

pioggia che cade generalmente nell'arco di 30 giorni, con accumuli di 130 mm nel centro e fino anche a 230 mm 15mm nella periferia, portando disagi ancora più gravi di quelli del precedente nubifragio del 18 Ottobre 2010. Ad Acilia si è registrata anche una vittima.

2 Ottobre 2019

Allagamenti e crolli di alberi e rami in carreggiata, traffico congestionato. Rallentamenti sulla linea AV Roma-Firenze

2 Settembre 2019

Allagamenti causati dalle forti precipitazioni hanno provocato la chiusura della metro della linea A a Colli Albani. Acqua anche nelle stazioni di San Giovanni e di Subaugusta

25 Agosto 2019

Allagamenti nelle aree nord est e sud della Capitale

27 Luglio 2019

Allagate e chiuse le stazioni Repubblica e Cipro della metro A

12 Maggio 2019

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

8 Maggio 2018

Allagamenti in tutta Roma

6 Aprile 2018

Allagamenti in tutta Roma

3 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, allagamento del Municipio VII

14 Giugno 2014

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

18 Gennaio 2014

Allagamento del quartiere Ponte di Nona

5 Ottobre 2013

Disagi sulla direttrice Cristoforo Colombo

25 Agosto 2013

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

20 Ottobre 2011

Ingrossamento del fiume Tevere

20 Ottobre 2010

Allagamento e chiusura di due stazioni della metro A



Allagamento e successiva grandinata a Roma, Ottobre 2018

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 dal 1990 al 2009, si individuano nei mesi di Novembre e Dicembre, rispettivamente, le mensilità con un numero maggiore di giorni di pioggia, e con maggiore intensità. Ed il fiume Pescara 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 10 Luglio scorso uno degli eventi estremi più gravi del 2019 si è verificato proprio a Pescara quando una violenta grandinata, che ha colpito anche altri comuni della costa abruzzese, ha causato 18 feriti. Con chicchi grandi come arance la violenza della grandine ha fatto molti danni in tutta la città, con tetti danneggiati, parabrezza e vetri sfondati. Numerosi i disagi per la

circolazione anche nell'entroterra, con lunghe code sulla superstrada da Teramo al mare dove le auto sono rimaste ferme per la scarsa visibilità. Alla violenta grandinata ha fatto seguito un nubifragio che ha causato ingenti danni per allagamenti, disagi alla viabilità a causa di crepe e smottamenti. All'ospedale di Pescara, dopo l'allagamento del piano terra, con lo stop per due ore degli interventi, la situazione è tornata alla normalità. Nelle strade in pochi minuti la furia dell'acqua ha trascinato via anche le auto.

Va ricordato poi il caso del 2 Dicembre 2013 dove tutta la provincia ha risentito dell'alluvione che ha colpito la zona sud di Pescara ed il quartiere di Villaggio Alcyone, dove si è registrata una vittima. Sono state evacuate almeno 1.500 persone, minacciate dalla piena di un torrente a causa del ciclone che ha interessato le coste adriatiche e joniche della penisola.

10 Luglio 2019

Violenta grandinata e successiva alluvione. 18 feriti

2 Dicembre 2013

Esondazione del fiume Pescara

12 Settembre 2012

Fiume di fango nella città di Pescara

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 12 eventi dal 2010 ad oggi 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. Da ultimo, lo scorso 26 Settembre, le intense piogge verificatesi nella notte hanno provocato l'allagamento della stazione sotterranea di piazza Garibaldi, causando a partire dall'alba lo stop dei treni sulla Linea 2 della metropolitana di Napoli: servizio sospeso tra le stazioni di Campo Flegrei e San Giovanni Barra. 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 è abbattuta sul quartiere di Ponicelli, causando un allagamento di alcune aree destinate al reparto di radioterapia dell'Ospe-



Violenta grandinata ed allagamenti a Pescara il 10 Luglio 2019

dale del Mare. L'allagamento è stato determinato in particolare dall'impossibilità per la condotta fognaria di drenare l'enorme quantità d'acqua precipitata al suolo nel giro di pochissimi minuti.

L'11 Febbraio invece una tromba d'aria si è abbattuta a Portici. Il forte vento ha causato il cedimento di una tettoia in lamiera, in via Cipressi, che ha provocato il ferimento di un uomo che era nei pressi di un parcheggio per camper e di un motociclista che stava transitando. Interrotti i collegamenti marittimi con imbarcazioni leggere per le avverse condizioni meteo-marine. A Capri, ma anche a Ischia, sono caduti diversi alberi e ci sono stati danni alle tettoie.

Va ricordato sempre a Napoli che il 29 Ottobre 2018 un 21enne della provincia di Caserta che stava camminando a piedi in via Claudio, nel quartiere di Fuorigrotta, quando è stato travolto ed ucciso da un albero sradicato dal forte vento.

Nel 2017, il 6 Novembre, la città ha registrato numerosi danni a causa della forte pioggia, soprattutto colpite le linee ferroviarie. Si sono registrati inoltre numerosi black-out 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 metropolitana della città.

Poi ancora tre casi nel 2014 quando il 16 Giugno il maltempo ha causato la chiusura della stazione Garibaldi della linea 1 della metro. Disagi nei trasporti a causa del fortissimo temporale su città e provincia. Sospesa per alcune ore anche la circolazione della linea 2. Il 27 Febbraio in seguito ad un violento temporale si è verificata una forte infiltrazione d'acqua sulla linea 1 della Metro nella stazione Garibaldi che ne ha causato la chiusura come avvenuto in precedenza il 17 Gennaio.

26 Settembre 2019

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

23 Settembre 2019

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

11 Febbraio 2019

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

29 Ottobre 2018

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

6 Novembre 2017

Black-out di 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

Cagliari e la Sardegna

Cagliari e l'hinterland hanno assistito ad un aumento delle frequenze di eventi climatici estremi negli ultimi anni. Lo scorso 31 Agosto a Sestu un violento acquazzone in poco tempo ha allagato strade e scantinati. Molto colpito anche il centro com-

merciale "la Corte del Sole" e diversi scantinati allagati nei capannoni lungo l'ex SS131. La strada comunale Sestu-Assemini è stata chiusa al traffico in quanto il tratto sotto il cavalcavia della SS131 è risultato allagato. Pochi giorni prima a Pirri il 28 Agosto, un vasto e potente temporale che ha colpito tutta la Sardegna centro-meridionale, causa numerosi nubifragi. La depressione atmosferica proveniente dalle Baleari si è scontrata contro l'aria calda presente nel Mediterraneo. A Cagliari sono precipitati oltre 50 mm di pioggia in breve tempo. Tanti gli allagamenti in città e gli interventi dei Vigili del Fuoco, oltre che della protezione civile. A Pirri la situazione ha visto le strade trasformarsi in fiumi in piena, senza fortunatamente causare feriti o vittime.

Il 22 Aprile un turista francese è morto davanti alle coste del sud della Sardegna vicino Villaputzu, dove la barca a vela su cui si trovava si è rovesciata a causa del forte vento e del maltempo. L'uomo è stato sbalzato in acqua dalle onde ed è morto annegato, mentre si è salvata la donna che si trovava con lui.

Va ricordato poi l'alluvione di Capoterra, nell'hinterland di



Alluvione a Pirri il 31 Agosto 2013

Cagliari, del 10 ottobre 2018. La pioggia ha continuato a cadere incessantemente per tutta la notte, allagando e riempiendo di fango le strade. Cagliari è rimasta paralizzata e Capoterra completamente isolata. È definitivamente 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. Qui a seguito dell'esondazione del rio, tutte le strade si sono allagate e ricoperte di fango. Chiuse le scuole e purtroppo si è anche registrata una vittima.

Sempre a Capoterra sono da evidenziare altri due eventi estremi. Il 30 Settembre 2015, quando a causa del maltempo un tratto della Strada Statale 195 Sulcitana, dal chilometro 12 al chilometro 18, è stato chiuso al traffico. Sul posto sono intervenute le squadre dell'Anas e i vigili del fuoco. Altri allagamenti sono segnalati nelle vicinanze di alcune gallerie. Il 28 Ottobre 2008 invece rimarrà alla storia per l'intensità dell'alluvione che si scatenò. Il Rio San Girolamo travolse case ed auto, molte delle quali trasci-

nate fino in mare: il paesaggio fu completamente trasformato e purtroppo ben 4 persone perse la vita.

Anche nel nord dell'isola, nel territorio di Olbia, dal 2010 al 2017 si sono verificati vari casi di eventi estremi.

Il ciclone "Cleopatra" il 19 Novembre 2013 si è abbattuto su Olbia città ed immediati dintorni e, pur non registrando dati pluviometrici estremi (non si sono superati i 100 mm secondo i dati ufficiali), ha visto confluire acqua e fango dal vasto bacino idrografico e dai monti circostanti. Sulla città in molti quartieri le acque sono giunte ai piani alti delle abitazioni, 9 le vittime. Il ciclone ha scatenato un'alluvione che ha devastato anche la piana del paese di Torpè ed ha causato l'esondazione del rio Posada. Precipitazioni molto intense si sono succedute per oltre 20 ore. Ponti crollati, viabilità in tilt, campagne allagate. Una vittima il 1° Ottobre 2015, a causa del maltempo che ha colpito le stesse aree a rischio di due anni prima. Olbia, Arzachena e Torpè in provincia di Nuoro, 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 Siligheddu che fu causa dell'alluvione nel 2013. Da segnalare l'unica opera costruita dopo il disastro del 18 novembre 2013, è stata volontariamente abbattuta dal Comune perché pericolosa.

Catania e Messina

Gravi episodi causati dal maltempo hanno colpito negli ultimi anni anche la Sicilia orientale con alluvioni, frane, colate di fango e trombe d'aria. La città di Catania è stata vittima di 9 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 maltempo ha colpito la Sicilia anche il 2 Maggio 2018 quando a causa del vento forte sono caduti rami e alberi bloccando la linea ferroviaria Catania-Palermo dalle 6.30 alle 8.30.

L'alluvione di Gennaio 2017 è un'ulteriore prova della fragilità di queste aree, poichè si sono registrati ingenti danni ed anche una vittima. Uno tra i paesi più danneggiati è stato Modica, con un'ondata di fango che ha portato allo stato di calamità e danni per milioni di euro. Molte famiglie sono state fatte sfollare e in molte zone, soprattutto nella zona di via Fontana, dove ci sono stati episodi di black-out elettrico.

A Catania nel 2014 invece i fenomeni sono 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.

Quattro gli eventi nel 2012 e ripetuti nel 2013 dove i maggiori danni si sono registrati proprio a Catania, con automobilisti bloccati in auto, esondazioni dei torrenti generalmente in secca. Il 21 Febbraio 2013 in particolare un fiume di acqua e fango si è riversato dalla via Etna, dunque dalle pendici dell'Etna fino al centro storico lasciando la città in ginocchio.

Un caso invece nel 2011 per un ingrossamento del torrente Letojanni e conseguente esonda-



zione che ha bloccato la linea ferroviaria Catania-Messina.

Si aggiungono poi gli eventi che riguardano l'area di Messina, 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.

Il 17 Giugno 2018 il forte nubifragio che si è abbattuto su Messina ha provocato danni: alcuni torrenti in piena sono esondati, strade allagate, guasti si sono verificati alla rete idrica e fognaria e alcune vie sono rimaste senza luce per ore. Duecento persone sono rimaste bloccate nel rione Pace, nell'Oasi Madonna del Sorriso, fino alle 3 di notte per l'esondazione di un torrente. L'Amam, Azienda meridionale acque di Messina, è dovuta intervenire in 15 punti diversi della città per riparare danni agli impianti.

Il fenomeno più devastante si è verificato il 1° Ottobre 2009 quando un violento nubifragio ha provocato lo straripamento dei corsi d'acqua e diversi eventi franosi a cui è seguito lo scivolamento a valle di colate di fango. Secondo la Protezione Civile caddero oltre 220 millimetri di pioggia nell'arco di 3-4 ore, causando 37 morti, 95 feriti e 6 dispersi. I centri più colpiti sono stati Scaletta Marina, nel comune di Scaletta Zanclea e diverse località del comune di Messina: Giampileri Superiore, Giampileri Marina, Altolia, Molino, Santo Stefano di Briga, Briga Superiore e Pezzolo.

Ma anche nel periodo tra l'11 e il 17 Febbraio 2010 a seguito dei gravi dissesti provocati da una forte alluvione che ha interessato il territorio della provincia, è stato dichiarato lo stato d'emergenza.

L'ultimo evento estremo risale al 2 Novembre 2015. Una frana in seguito a forti piogge ha, infatti, causato la rottura della condotta

di Fiumefreddo a Calatabiano. La tubazione era stata poi riparata, ma in seguito ad un avvallamento del terreno, l'emergenza ha bloccato per altri 20 giorni le risorse idriche. Questo episodio aveva anche causato la chiusura degli uffici pubblici e delle scuole.

Palermo

A Palermo e nell'area metropolitana si sono verificati eventi climatici estremi concentrati in particolare nel corso dell'ultimo biennio mentre sono stati 12 i casi avvenuti dal 2010 ad oggi, 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). Il caso più recente è stato ad Iso-la delle Femmine il 2 Settembre scorso quando la SS 113 Settentrionale Sicula è stata temporaneamente chiusa al traffico a causa dell'allagamento di un tratto localizzato, in sottopassaggio alla A29, in seguito alle forti precipitazioni. La viabilità è stata temporaneamente deviata sulla rete limitrofa con indicazioni in loco.

Il 22 Aprile scorso le raffiche di vento di scirocco hanno spazzato via tettoie, verande, cartelloni pubblicitari e i tetti di alcune case tra Palermo e la provincia. Diversi gli alberi caduti in strada. Per fortuna non si sono registrati feriti. Danni alle case e alle auto. 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. Il bilancio non è stato confortante, con intere zone come quelle di Partanna Mondello e Mondello che sono rimaste completamente allagate per ore con la conseguenza che molte persone sono rimaste intrappolate in casa.

Il 20 Agosto 2018 strade allagate da Mondello allo Sperone, telefoni dei Vigili del fuoco in tilt e città nel caos. I disagi sono stati causati dalle piogge torrenziali ed a Cefalù per precauzione è stato evacuato un Bed&Breakfast. A Palermo traffico paralizzato alla circonvallazione e in via Ugo La Malfa, pesantissime le ripercussioni sulla viabilità nell'autostrada per l'aeroporto. Strade allagate alla Zisa, a Brancaccio e Ciaculli, a Mondello e nell'area del cimitero dei Rotoli alle falde di Monte Pellegrino. I Vigili del fuoco sono dovuti intervenire soprattutto per liberare automobilisti intrappolati nelle vetture, qualcuno è rimasto anche bloccato dentro l'ascensore.

Altri casi sempre nel 2018 come il 15 Aprile quando la forte pioggia ha generato nuovi allagamenti. Acqua alta in varie zone e quartieri, dal centro alla periferia. Allagati persino alcuni reparti degli Ospedali Civico e Policlinico. Forti piogge si sono abbattute dal pomeriggio del 12 Febbraio su Palermo. Tanti i disagi registrati in città fra allagamenti e traffico in tilt. Acqua alta in via Ugo La Malfa.

Va ricordato però come il 2018 vide inizialmente una drammatica emergenza idrica.

Ulteriori danni e disagi vennero causati nel Marzo del 2014 a Palermo quando si è registrato uno smottamento del terreno sotto i binari della linea per Punta Raisi con la soppressione di due treni, mentre ad Ottobre dello stesso anno, uno scenario simile si era visto sulla linea Palermo-Messina, che venne sospesa.

4

Il dissesto idrogeologico nelle città italiane

Il dissesto idrogeologico nelle città italiane

L'Italia è un cantiere aperto. Almeno per quanto riguarda il rischio idrogeologico.

Analizzando i dati di Ispra attraverso la piattaforma Rendis, emerge come **dal 1998 al 2018 siano stati 5.661 gli interventi programmati lungo tutta la penisola per un importo di oltre 5,6 miliardi di euro**. Di questi, solo il 14% degli interventi ed il

17% delle risorse ha riguardato le sole città capoluogo. Molto spesso l'inserimento di progetti nella lista degli interventi è direttamente proporzionale alle risorse che lo Stato stanziava di anno in anno: nel 2010 ad esempio c'è stato il numero maggiore di progetti autorizzati (1.493) anche perché è stato l'anno in cui l'Italia ha investito più soldi (1,9 miliardi di euro).

Ma non sempre questa correlazione è così evidente; infatti analizzando il numero di progetti autorizzati di anno in anno, dopo il 2010 seguono il 1999 con 651 interventi ed il 2008 con 546 interventi. Dall'altra parte gli anni che hanno registrato i maggiori investimenti sono stati oltre al 2010, il 2015 (848 milioni di euro) e il 2008 (394 milioni di euro). **Negli ultimi due anni (2017 e 2018) lo Stato ha desti-**

nato rispettivamente 140 e 124 milioni di euro per permettere la realizzazione nel corso degli anni rispettivamente di 256 e 252 progetti.

Va ricordato come gli stati di emergenza aperti (ed eventualmente già chiusi) presso il Dipartimento della Protezione Civile a seguito di eventi meteorologici estremi (anni 2013-2019) sono 92; il fabbisogno segnalato dalle Regioni per i danni è di 11,42 miliardi di euro mentre ai commissari incaricati è stato assegnato/stanziato circa 1,15 miliardi di euro.

Numeri importanti su un periodo di circa 20 anni che hanno portato **alla chiusura di 3.827 lavori (il 67,6% degli interventi autorizzati) mentre 480 sono ancora in fase di esecuzione. I lavori che hanno una progettazione ultimata sono 107 mentre gli interventi che hanno ancora una progettazione in corso sono 250**. La nota dolente, caratteristica del nostro Paese, è che tra la necessità di un intervento e la sua realizzazione passano circa 15 anni tra progettazione, autorizzazioni e realizzazione fisica dell'opera.

L'approccio nel contrastare il dissesto idrogeologico è una dimostrazione lampante di questa inefficienza. Più volte si è ragionato, a livello di Governo centrale, su come velocizzare, snellire e rendere più efficace l'iter burocratico ed autorizzativo necessario per avviare le opere, meno spesso invece ci si è soffermati sulle altre due fasi: la qualità della progettazione e la qualità dell'esecuzione dei lavori.

La necessità di intervenire velocemente in un territorio non deve far dimenticare quanto una buona progettazione sia fondamentale nel rispondere efficacemente agli obiettivi che ci si è preposti di raggiungere e, alla fine, quando l'opera si realizza, di quanto sia importante garantirne la qualità. Basti pensare all'esondazione del fiume Carrione, a Carrara nel 2014, quando un pezzo di argine appena costruito venne portato via dalla forza dell'acqua denunciando l'inadeguatezza dei lavori appe-

Numero di interventi ed importo in milioni di euro dal 1999 al 2018

Regioni	Numero interventi	Importo in milioni di euro
Abruzzo	181	182
Basilicata	299	118
Calabria	483	426
Campania	343	399
Emilia-Romagna	407	343
Friuli Venezia Giulia	86	128
Lazio	297	317
Liguria	140	441
Lombardia	531	570
Marche	312	193
Molise	173	83
Piemonte	485	234
Puglia	277	313
Sardegna	139	208
Sicilia	525	667
Toscana	594	553
Trentino Alto Adige	64	39
Umbria	111	116
Valle d'Aosta	32	31
Veneto	182	279
TOTALE	5.661	5.640

Elaborazione Legambiente su dati Rendis Ispra

na terminati, oppure di come sia partita, molti anni fa, la progettazione dello scolmatore del Bisagno a Genova – opera attesa da decenni dalla popolazione – che prevedeva lo scavo della galleria da monte e da valle ma con due sezioni differenti che poi, se nessuno se ne fosse accorto per tempo, sarebbero state difficili da raccordare a lavori cominciati.

Per cercare di sbrogliare questa complicata matassa fatta di progetti, finanziamenti, cantieri ed opere, **nel 2014 è stata istituita l'Unità di missione contro il dissesto idrogeologico** presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri chiamata **"italiasicura"**. La missione aveva il compito di fare da regia e coordinare tutte le strutture dello Stato (Ministeri, Protezione civile, Regioni, Enti locali, Consorzi di bonifica, Provveditorati alle opere pubbliche, Genio Civile ed enti e soggetti locali), per trasformare in cantieri oltre 2,4 miliardi di euro non spesi dal 1998 per ridurre gli stati di emergenza territoriali. Nei suoi quattro anni di vita (la struttura è stata chiusa nel 2018) italiasicura ha prodotto le "Linee guida per la progettazione in materia di dissesto idrogeologico" ed ha pubblicato il "Piano nazionale di opere e interventi e il piano finanziario per la riduzione del rischio idrogeologico".

Chiusa l'Unità di missione il nuovo Governo in carica, nel 2019, ha riportato in carico al Ministero dell'Ambiente il tema del dissesto idrogeologico. Al di là di chi gestisce il tema, l'aspetto importante ed utile per il Paese è come il Ministero intenda portare avanti il tema del rischio, non vanificando gli sforzi fatti nel recente passato ed anzi provando a colmare le lacune emerse anche con la vecchia gestione.

Nell'Aprile del 2019 è stato pubblicato in Gazzetta Ufficiale il piano contro il dissesto denominato "Proteggi Italia" (DPCM del 20 Febbraio 2019). Il piano verte su 4 tematiche portanti quali: le misure di emergenza, di prevenzione, quelle di manu-

tenzione e ripristino, quelle di semplificazione e rafforzamento della governance. Nel piano Proteggi Italia inoltre è rientrato anche il **disegno di Legge "Cantiere Ambiente"** che vede lo stanziamento di 12 milioni per la progettazione degli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico e introduce *"un apparato organizzativo per la progettazione e l'affidamento dei lavori"*. Nell'Agosto del 2019 infine è arrivato il **piano stralcio 2019** che ha individuato e finanziato le opere immediatamente cantierabili nell'anno, scelte in base agli elenchi forniti in conferenza dei servizi dalle Regioni interessate, coinvolgendo anche i Commissari per l'emergenza, quelli straordinari per il dissesto (ovvero i Presidenti di Regione) e le Autorità di Distretto.

Alcune perplessità sul piano Proteggi Italia e sul decreto legge Cantiere Italia:

- il piano, seppur in continuità con gli anni precedenti riguardo il recepimento e la stabilizzazione delle risorse necessarie alla pianificazione contro il dissesto idrogeologico, ancora non è riuscito – e dal primo piano stralcio del 2019 anzi sembrerebbe seguirne le orme – ad uscire dalla logica di una visione puntuale ed emergenziale del problema, senza dare la giusta importanza e le giuste risorse ad una visione d'insieme del problema. Di fatto si conferma una programmazione per Regioni che solo per sommatoria diverrebbe di "bacino" e non il contrario.
- le opere ed i cantieri imme-

diatamente cantierizzabili sono slogan che rispondono più ad una necessità politica di voler far vedere "che si fa qualcosa" piuttosto che seguire la logica del far "la cosa migliore";

- nel piano non viene mai menzionata la necessità che gli interventi di mitigazione del rischio debbano essere rivisti (specialmente se vecchi e tenuti nel cassetto per decenni in attesa di essere finanziati come per la maggior parte dei lavori che si stanno realizzando) in funzione del cambiamento climatico a cui stiamo assistendo ed agli effetti che si manifestano sui territori.
- nel piano non è diventato prioritario il cambio di approccio progettuale necessario, che prevede di mettere al centro, oltre al cambiamento climatico, anche l'interazione con le direttive alluvioni, acqua e habitat per valutare in maniera organica e complessiva l'efficacia di quello che si sta mettendo in campo.
- nel piano non viene considerato, al di fuori delle opere strutturali, la necessità di imporre lo stop al consumo di suolo come misura efficace per mitigare gli effetti del rischio ed è altresì indispensabile rafforzare e rendere estremamente cogenti i vincoli di inedificabilità nelle aree a rischio.
- non vengono mai menzionate nelle misure messe in campo i concetti (espresse nelle direttive sopra menzionate) di tutela, rinaturalizzazione e ripristino delle aree di esondazione e dei corsi d'acqua.
- in ambito urbano non vengono mai menzionati ed integrati gli interventi di riqualificazione urbana che sono il vero snodo tra la mitigazione del rischio idrogeologico e quello climatico.
- nel disegno di legge, Cantiere Ambiente viene ulteriormente sminuito e ridotto il ruolo dell'Autorità di bacino;
- la manutenzione ordinaria deve essere anch'essa di tipo integrato e pianificato: si devono quindi stanziare le risorse

se per redigere questi piani, che poi devono diventare operativi e che devono servire anche per il mantenimento dei servizi ecosistemici nei territori.

- la cabina di regia interministeriale che si verrebbe a formare con il disegno di legge sembra una aggiunta non necessaria visto che lo stesso ruolo potrebbe essere portato avanti, se adeguatamente strutturate, dalle Autorità di distretto.
- l'approccio del disegno rimane ancora troppo "emergenziale", come confermato dai poteri speciali destinati ai commissari straordinari che altri non sono che i Presidenti di Regione, spesso gli artefici di leggi devastanti per il consumo di suolo e per i corsi d'acqua.
- la figura del Commissario stride anche con la necessità prevista dal disegno di legge di redigere Piani d'azione triennali su base regionale quando questi piani dovrebbero invece essere redatti su scala di bacino almeno. Inoltre nel disegno di legge viene riportato come il Commissario abbia "una serie di facoltà in deroga all'ordinamento vigente" che comporterebbe l'uso straordinario anche in condizioni ordinarie e pianificate.

Questa serie di considerazioni ed osservazioni deve far riflettere sul fatto che, vista l'ingente quantità di denaro messa in campo e l'urgenza di porre rimedio ad una piaga che mette in ginocchio interi territori ogni volta che piove, non c'è più tempo né modo di spendere inutilmente queste risorse, che invece devono portare a interventi efficaci e risolutivi.

Nel paragrafo successivo abbiamo analizzato nella sua integralità gli interventi previsti negli anni in Italia cercando di capire se, oltre al fattore economico, anche dal punto di vista dell'approccio e della progettazione si possa intravedere una significativa inversione di tendenza rispetto al passato.

Analisi delle città capoluogo di provincia

Come visto, nel Maggio 2017, la struttura di missione italiasicura ha pubblicato il "Piano nazionale di opere e interventi e il piano finanziario per la riduzione del rischio idrogeologico", un lavoro frutto di 4 anni che ha portato a quantificare in termini numerici ed economici il fabbisogno del nostro Paese per uscire dalla logica dell'emergenza e passare a quella della pianificazione.

In tutto erano stati rilevati 8.895 interventi da mettere in campo, con diverse priorità, in **3.545 comuni** sparsi in tutta la penisola per un ammontare di circa **25,47 miliardi di euro**. Una cifra che potrebbe sembrare astronomica ma che, se paragonata alle spese effettuate per rispondere ai danni causati dal maltempo negli ultimi decenni, diventa quasi "conveniente". Di questi interventi necessari per ridurre il rischio nel nostro Paese, il **6,9% (617 su 8.895) riguarda cantieri da avviare esclusivamente in 84 comuni capoluogo di regione**, per un ammontare di circa 3,87 miliardi di euro (il 15,2% dell'importo totale stimato). Le città a cui dovrebbero essere destinate le cifre maggiori sono **Genova (352,31 milioni di euro), Aosta (350 milioni), Messina (311,76 milioni) e Roma (283,65 milioni)**. Per altri **7 capoluoghi** il fabbisogno economico è compreso **tra i 200 e i 100 milioni di euro (Salerno, Catania, Palermo, Campobasso, Foggia, Cagliari e Alessandria)**, mentre per **20 capoluoghi** la cifra da destinare per la lotta al rischio idrogeologico è **inferiore ai 5 milioni**.

A queste cifre e questi numeri si aggiungono, per le città capoluogo, gli interventi e le opere già messi in campo negli ultimi

20 anni: sono 929 gli interventi previsti nelle città capoluogo per un importo di spesa di 736mila euro circa. Di questi interventi il 68% risulta concluso mentre nel 9% e 7% dei casi risulta rispettivamente in esecuzione e in fase di progettazione.

Ma un'analisi puntuale dei progetti, partendo dai loro titoli, mette in evidenza alcune interessanti constatazioni sulle parole maggiormente utilizzate: su 8.895 progetti previsti in tutta Italia, le cinque parole più ricorrenti nei titoli dei progetti presentati sono: **sistemazione** (compare in 1.544 progetti), **consolidamento** (1.499 volte), **interventi** (1.479), **lavori** (1.344) e **messa in sicurezza** (1.170); seguono parole come **mitigazione** (888 volte), **idraulica** (658), **rischio idrogeologico** (487). La parola **manutenzione compare solo in 212 progetti (il 2,4% dei progetti)**, **riqualificazione in 73**, **ambientale in 3 così come delocalizzazione, rinaturalizzazione in 2 e biodiversità in 1 solo progetto**.



Alluvione in Sardegna del 18 Novembre 2013

La sensazione che lascia questa indagine lessicale è che l'approccio che si sta ancora ed esclusivamente mettendo in campo sia troppo fortemente vincolato ad una progettazione strutturale, puntuale, statica.

Molti di questi interventi, definiti prioritari da diversi anni, sono stati ripresi e finanziati anche dal piano stralcio del 2019 promosso da Proteggi Italia; sono in tutto 263 per un importo assegnato di 320 milioni di euro. Dei 263 interventi stabiliti solo 17 si riferiscono a città capoluogo come Ancona, Bergamo, Bolzano, Crotona, Ferrara, Genova, Lucca, Messina, Milano, Parma, Pesaro, Pistoia, Roma, Salerno, Siena, Terni e Vibo Valentia per un ammontare complessivo di 49,67 milioni di euro (il 15% del totale stanziato).

Nel vecchio piano delle aree metropolitane redatto in precedenza dall'Unità di missione italiasicura erano state individuati 132 interventi con un impegno di spesa di 1,3 miliardi di euro. Di questi 132 interventi 33 erano stati avviati e finanziati priori-

tariamente per un totale di 654 milioni.

Rispetto a questo stralcio delle aree metropolitane la previsione di fine lavori era prevista in molti casi entro il 2019 (Milano, Padova, Vicenza, Bologna, Cesenatico, Firenze, Olbia, Carrara), molti altri, nello stesso periodo, dovevano raggiungere livelli di realizzazioni superiori al 90% (alcuni cantieri di Milano e Pescara), altri ancora tra il 60-80% (Genova e Venezia). Per questo motivo nel nuovo piano stralcio le città che compaiono ancora sono Genova e Milano mentre le altre sono tutte "nuove" (nonostante le criticità e i progetti siano noti da anni).

Le città italiane alla sfida del clima

Tutti i numeri e le cifre viste in precedenza non devono distogliere l'attenzione sul fatto che siano le città i territori più a rischio dal punto di vista climatico. I cambiamenti climatici in corso con gli effetti devastanti che si portano dietro sui territori diventano di fatto un vero e proprio costante rischio climatico per le città ed i territori maggiormente antropizzati. Ne consegue che per parlare veramente di mitigazione del rischio idrogeologico l'approccio meramente strutturale messo in campo negli ultimi venti anni basati su concetti come "tempo di ritorno" o "evento duecentennale" non basta più. Gli interventi programmati e che si stanno per finanziare non sono quindi più adatti perché rispondono esattamente a quelle logiche ormai superate e rivelatesi poco efficaci.

Per rispondere concretamente ed efficacemente alla sfida che ci attende gli interventi e le opere da mettere in campo devono necessariamente passare

per una seria ed innovativa progettazione che tenga conto del rischio climatico e che veda l'intervento nell'ottica di rispondere alle esigenze non solo di oggi ma anche del prossimo futuro.

Sulla base delle informazioni raccolte dall'Osservatorio Cittàclima di Legambiente è stato possibile mappare le città che nel corso degli ultimi dieci anni hanno subito il maggior numero di eventi estremi che hanno, in un modo o nell'altro, messo in ginocchio la città: Roma, Milano, Genova, Napoli, Palermo, Catania, Bari, Reggio Calabria e Torino (cfr Capitolo 3). Tutte città, molte delle quali metropolitane, da cui bisogna ripartire con un nuovo approccio culturale e progettuale che garantisca al tempo stesso la riduzione del rischio idraulico e l'adattamento al cambiamento climatico. Al momento in queste città sono previsti 67 interventi in tutto, di cui 31 da avviare, 25 in esecuzione e 10 in progettazione (1 viene definito defianziato o sostitutivo) che devono diventare prioritari, vista la frequenza degli eventi estremi e la rilevanza sociale nonché economica degli impatti che subiscono i territori urbani in questione. Ma per far sì che gli interventi siano realmente efficaci bisogna investire in progettazione. Una buona progettazione, di nuova generazione, spesso definita integrata, che tenga assieme come detto in precedenza la duplice esigenza idrogeologica e climatica.

Ruolo chiave nella progettazione e nella validazione degli interventi devono essere le Autorità di distretto, gli unici enti che hanno una visione d'insieme su scala di bacino e che possono mettere insieme soggetti competenti diversi. Autorità al momento depotenziate e non strutturate per poter svolgere appieno questo ruolo ma che, in sinergia con il Ministero dell'Ambiente - che al momento ha la gestione sia delle tematiche sul rischio idrogeologico sia di quelle climatiche - potrebbero diventare la vera cabina di regia e la vera garanzia per uscire dalla logica dell'emergenza passando a quella della prevenzione.



Catania



Norma di riferimento	Denominazione lavori	Località	Lotto	Importo	Stato
D.L.180/98	Opere di messa in sicurezza	Zona industriale	1	1.500.000,00	in progettazione
Fondo Prog	Completamento collettore pluviale B	centro abitato	1		da avviare o dati non comunicati

Genova



Norma di riferimento	Denominazione lavori	Località	Lotto	Importo	Stato
D.L.180/98	Interventi di consolidamento del versante su cui insiste l'abitato di Cesino	Loc. Cesino	1	500.000,00	in progettazione
PN 2015-20	La richiesta è riferita alle sole gallerie di intercettazione dei rii Noce e Rovare che vanno a completare il 1° lotto dell'intervento in corso relativo allo scolmatore del torrente Fereggiano.	San Martino - San Fruttuoso	1	10.000.000,00	in progettazione

Norma di riferimento	Denominazione lavori	Località	Lotto	Importo	Stato
PN 2015-20	realizzazione galleria, opera di presa sul rio Fereggiano e opera di sbocco a mare	Quezzi-Corso Italia	1	45.000.000,00	in esecuzione
D.L.180/98	Rimozione cause frana.	Via B.da Cesino Via Gallino.	1	630.000,00	in progettazione
PN 2015-20	Completamento dell'intervento di adeguamento idraulico-strutturale del tratto terminale del t. Bisagno (2 stralcio del 2 lotto da Via Maddaloni alla Stazione Brignole) nel Comune di Genova.	Quartiere Foce	1	95.000.000,00	in esecuzione
PN 2015-20	Realizzazione del canale scolmatore del torrente Bisagno finalizzato alla messa in sicurezza idraulica del tratto terminale urbano del torrente (2 lotto)	imbocco in loc. Sciorba - sbocco corso Italia	1	165.000.000,00	in progettazione

Milano



Norma di riferimento	Denominazione lavori	Località	Lotto	Importo	Stato
PN 2015-20	Interventi finalizzati a rimuovere gli ammaloramenti riscontrati e ad adeguare la performance strutturale dei manufatti	da p.zza Cinque Giornate a Corso Lodi	1	7.200.000,00	in esecuzione
PN 2015-20	Realizzazione di una area di laminazione controllata del Torrente Seveso nel territorio del Comune di Milano	Milano	1	30.000.000,00	in progettazione
PN 2015-20	Abbattimento della traversa di Linate, riprofilatura alveo e innalzamento degli argini. Rimodellazione del by-pass del ponte di Monlu sul tratto di fiume compreso tra il ponte Forlanini e il ponte di Via Vittorini.	Ponte Lambro e Parco Monlu	1	6.460.000,00	in esecuzione

Napoli



Norma di riferimento	Denominazione lavori	Località	Lotto	Importo	Stato
D.L.180/98	I stralcio funzionale dell'intervento urgente di sistemazione del fenomeno franoso in località Costone San Martino, comune di Napoli	Costone S. Martino	1	5.000.000,00	in progettazione
D.L.180/98	Riassetto idrogeologico e adeguamento rete fognante	Fuorigrotta	1	2.500.000,00	in esecuzione
Fondo Prog	Completamento emissario in galleria della Conca di Agnano	Agnano	1	151.772,93	da avviare o dati non comunicati
Fondo Prog	Adeguamento del collettore Arena S. Antonio area PRU di Soccavo	Soccavo	1	102.735,00	da avviare o dati non comunicati

Palermo



Norma di riferimento	Denominazione lavori	Località	Lotto	Importo	Stato
Fondo Prog	Interventi Finalizzati Alla Mitigazione Del Rischio Da Crollo Dalle Pareti Di Monte Gallo Sovrastanti	Comune	1	831.180,00	da avviare o dati non comunicati

Norma di riferimento	Denominazione lavori	Località	Lotto	Importo	Stato
D.L.180/98	Protezione Area Colonia Estiva E Viale Diana	Area Colonia Estiva E Viale Diana	1	3.210.000,00	in esecuzione
AP 2010-11	Economie disponibili, derivanti dalle rimodulazioni operate sul programma degli interventi, individuate in sede di definizione del terzo atto integrativo	da definire	1	613.104,30	da avviare o dati non comunicati
Fondo Prog	Interventi di manutenzione canali di Maltempo e sistemazione degli argini canale	Palermo Passo di Rigano	1	272.500,00	da avviare o dati non comunicati
Fondo Prog	Interventi Di Consolidamento Delle Pareti Rocciose Di Monte Pellegrino Sovrastanti Le Aree Urbane Di	Vergina maria	1	1.599.400,11	da avviare o dati non comunicati
Fondo Prog	Interventi Finalizzati Alla Mitigazione Del Rischio Da Crollo Dalle Pareti Di Monte Gallo Sovrastant	Comune	1	449.904,00	da avviare o dati non comunicati
Fondo Prog	Interventi Finalizzati Alla Mitigazione Del Rischio Da Crollo Dalle Pareti Di Monte Pellegrino Sovra	Comune	1	873.818,40	da avviare o dati non comunicati
Fondo Prog	Interventi Finalizzati Alla Mitigazione Del Rischio Da Crollo Dalle Pareti Di Monte Pellegrino Sovra	Comune	1	1.088.675,70	da avviare o dati non comunicati
Fondo Prog	Interventi Finalizzati Alla Mitigazione Del Rischio Da Crollo Dalle Pareti Di Monte Gallo Area N-E	Comune	1	534.450,00	da avviare o dati non comunicati
Fondo Prog	Interventi Di Completamento Degli Interventi Finalizzati Alla Mitigazione Del Rischio Da Crollo Dall	Comune	1	248.010,00	da avviare o dati non comunicati
Fondo Prog	Interventi Finalizzati Alla Mitigazione del Rischio Da Crollo Dalle Pareti Di Monte Cuccitello Sovra	Comune	1	142.800,00	da avviare o dati non comunicati
D.L.180/98	Consolidamento Pareti Rocciose Montegalio	Montegalio	1	2.865.000,00	in esecuzione
D.L.180/98	Mitigazione Rischio Idrogeologico Centro Abitato Boccadifalco	Centro Abitato Boccadifalco	1	4.300.000,00	in esecuzione
AP 2010-11	Opere di regimazione idraulica - C/da Belmonte Chiavelli	C/da Belmonte Chiavelli	1	4.300.000,00	in esecuzione

Reggio Calabria



Norma di riferimento	Denominazione lavori	Località	Lotto	Importo	Stato
D.L.180/98	Opere Di Difesa Idraulica, Consolidamento e Risanamento Ambientale	Fiumara Annunziata	2	vedi lotto 1	in esecuzione
D.L.180/98	Risanamento e Regimazione Alveo Della Fiumarqua Valanidi	Fiumara Valanidi	1	1.500.000,00	in esecuzione
AP 2010-11	Lavori Di Sistemazione Di Difesa Costiera e Salvaguardia Delle Abitazione Esistenti Lungo Il Tratto	Bocale I	1	200.000,00	da avviare o dati non comunicati
D.L.180/98	Primo Stralcio Delle Opere Di Difesa Idraulica, Consolidamento E Risanamento Ambientale	Fiumara Sant'agata	2	vedi lotto 1	in progettazione
D.L.180/98	Interventi Di Messa In Sicurezza Di Carattere Strutturale Estensivo E Intensivo, Monitoraggi	Torrente Condorato	1	758.609,00	in esecuzione
D.L.180/98	Interventi Di Messa In Sicurezza Di Carattere Strutturale Estensivo E Intensivo, Monitoraggi	Malavenda	1	1.137.913,00	in esecuzione
D.L.180/98	Regimazione E Manutenzione Idraulica.	Fiumara Sant'Agata	1	2.000.000,00	in esecuzione
AP 2010-11	Interventi Di Sistemazione Idraulica Della Fiumara Annunziata	Fiumara Annunziata	1	1.800.000,00	da avviare o dati non comunicati
AP 2010-11	Interventi Di Sistemazione Idraulica Della Fiumara d'Armo	Fiumara d'Armo	1	1.800.000,00	da avviare o dati non comunicati
AP 2010-11	Interventi Di Sistemazione Idraulica Della Fiumara Menga	Fiumara Menga	1	600.000,00	da avviare o dati non comunicati
AP 2010-11	Interventi Di Sistemazione Idraulica Della Fiumara Valanidi	Fiumara Valanidi	1	2.600.000,00	da avviare o dati non comunicati
AP 2010-11	Interventi Di Sistemazione Idraulica Dei Corsi d'acqua minori delle frazioni Archi, Catona e Gallico	Rete Idrografica Minore Nelle Frazioni Archi, Catona E Gallico	1	4.000.000,00	da avviare o dati non comunicati

Norma di riferimento	Denominazione lavori	Località	Lotto	Importo	Stato
D.L.180/98	Opere Di Difesa Idraulica, Consolidamento E Risanamento Ambientale	Vallone Menga	1	0,00	definanziati o sostitutivi
D.L.180/98	Risanamento E Regimazione Alveo Del Torrente Scacciotti	Torrente Scacciotti	1	1.000.000,00	in esecuzione
D.L.180/98	Risanamento E Regimazione Alveo Della Fiumara Gallico	Fiumara Gallico	1	2.000.000,00	in esecuzione
AP 2010-11	Interventi Di Difesa Costiera A Salvaguardia Delle Abitazioni Esistenti Lungo Un Tratto Di Litorale	Loc. Pentimele	1	200.000,00	da avviare o dati non comunicati
AP 2010-11	Interventi Di Difesa Costiera a Salvaguardia Delle Abitazioni Esistenti Lungo un tratto Di Litorale	Località Pellaro	1	200.000,00	da avviare o dati non comunicati
D.L.180/98	Primo Stralcio Delle Opere Di Difesa Idraulica, Consolidamento E Risanamento Ambientale	Fiumara D'Armo	1	1.000.000,00	in esecuzione
AP 2010-11	Interventi Di Sistemazione Idraulica Della Fiumara Gallico	Fiumara Gallico	1	1.000.000,00	da avviare o dati non comunicati
AP 2010-11	Interventi Di Ripristino Delle Sezioni Di Deflusso E Della Funzionalità Delle Opere Idrauliche Nei Corsi D'Acqua Minori Nella Provincia Di Reggio Calabria	Corsi D'Acqua Minori (In "Comuni Vari" Nel Testo Dell'A.P.)	1	3.000.000,00	in esecuzione
AP 2010-11	Interventi Di Sistemazione Idraulica Lungo La Fiumara Calopinace	Fiumara Calopinace	1	2.000.000,00	in esecuzione
AP 2010-11	Interventi Di Sistemazione Idraulica Lungo La Fiumara Scacciotti	Fiumara Scacciotti	1	2.000.000,00	in esecuzione

Roma



Norma di riferimento	Denominazione lavori	Località	Lotto	Importo	Stato
Fondo Prog	Fosso della Caffarella - Realizzazione cassa di espansione	Marcandrea - fosso della Caffarella	1	88.840,00	da avviare o dati non comunicati

Norma di riferimento	Denominazione lavori	Località	Lotto	Importo	Stato
AP 2010-11	Consolidamento delle cavità sotterranee lungo via G. Valli - Municipio XV (Consolidamento cavità)	Area urbana	1	3.365.000,00	da avviare o dati non comunicati
Fondo Prog	Ricalibratura rete scolante consortile (II stralcio canale Dragoncello)	Ostia - Dragona - Acilia ovest - Tenuta Palocco	1	93.606,83	da avviare o dati non comunicati
Fondo Prog	Ricalibratura influente C canale Palocco	Ostia - Acilia Sud	1	45.062,14	da avviare o dati non comunicati
Fondo Prog	Sistemazione idraulica dei canali Bagnolo e Pantano	canale Bagnolo - Pantano	1	131.837,31	da avviare o dati non comunicati
Fondo Prog	Adeguamento idraulico dei fossi Pietra Pertusa e Monte Oliviero	Prima Porta	1	68.715,00	da avviare o dati non comunicati
Fondo Prog	Messa in sicurezza idraulica dell'influente M del Canale Palocco in località Infernetto	Infernetto	1	99.713,60	da avviare o dati non comunicati
Fondo Prog	Fosso di Tor Sapienza - Messa in sicurezza della zona urbana di Tor Sapienza	Tor Sapienza, Torrenova, Giardinetti, Tor Vergata e Morena	1	272.500,00	da avviare o dati non comunicati
D.L.180/98	Sistemazione idraulica del fosso tramite realizzazione di argine in sx e di risagomatura dell'alveo e ripristino della sezione di deflusso	Labaro, fosso Cremera, confluenza Rio Valchetta - confluenza Tevere	1	5.100.000,00	in esecuzione
D.L.180/98	Sistemazione idraulica del fosso tramite realizzazione di argine in sx e di risagomatura dell'alveo e ripristino della sezione di deflusso	Ponte Mammo	2	vedi lotto 1	in esecuzione
D.L.180/98	Fiume Aniene - Messa in sicurezza della zona urbana situata a monte del Ponte Nomentano, in sinistra idrografica posta presso via di Pietralata.	Ponte Nomentano Via di Pietralata	2	vedi lotto 1	in esecuzione
D.L.180/98	Intervento di ricalibratura e inversione di pendenza del canale Ostiense e collegamento all'impianto idrovoro di Nuovo Bagnolo	Canale Ostiense	3	vedi lotto 1	in esecuzione
AP 2010-11	Opere di sistemazione idraulica del Canale Ponente delle acque basse (Adeguamento sezione di deflusso)	Canale Ponente	1	1.665.000,00	in progettazione
D.L.180/98	Sistemazione idraulica del canale influente e del canale Palocco	Canale Palocco	4	vedi lotto 1	in progettazione

5

Buone pratiche di adattamento e mitigazione

Buone pratiche di adattamento e mitigazione

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 mitigazione e 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 di eventi estremi, ed 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 non si è ancora arrivati a un passaggio normativo, per arrivare ad una Direttiva, come auspicabile, sull'adattamento. A supporto intanto delle politiche in materia la Direzione Generale CLIMA (European Directorate General for Climate Action) ha elaborato una piattaforma, denominata Climate Adapt, ed ha commissionato il progetto pilota "Adaptation Strategies for European Cities" con i seguenti obiettivi:

- » sensibilizzare sull'importanza di prepararsi ai cambiamenti climatici nelle città, con lo scambio di buone pratiche e sviluppare degli strumenti e linee guida per le città sull'adattamento;
- » fornire un programma pilota di capacity building ed assistenza, selezionato in Europa, sullo sviluppo ed implementazione delle strategie di adattamento.

Piani di adattamento, strategie e linee guida delle città

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 vulnerabi-

le, 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 cor-

so 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.

Il Piano di Adattamento di Bologna individua 7 principali vulnerabilità della città rispetto ai cambiamenti climatici e riguardano azioni di gestione del verde, raffrescamento degli ambienti interni ed esterni, e quella delle acque in termini di riduzione dei consumi e di gestione degli eventi estremi. Per ognuno di questi punti salienti si parte dalle vulnerabilità e si passa agli obiettivi con azioni pilota.

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
- Perdite di rete: passare da 25% a 18%
- Consumi idrici domestici: passare da 157 a 130 l/ab/giorno
- Consumi di acqua potabile altri usi da 9,1 a 5 milioni m³/anno

Ridurre i prelievi di risorse idriche naturali:

- Irrigazione con acqua non potabile dei Giardini Margherita
- Riduzione dei consumi idrici e delle perdite di distribuzione
- Raccolta della pioggia nell'Istituto di Agraria
- Revisione della tariffa idrica finalizzata a ridurre i consumi civili
- Campagna informativa sulla

riduzione dei consumi e della nuova struttura tariffaria

- Censimento delle utenze pubbliche non domestiche
- Identificare i responsabili dei consumi idrici più significativi
- Riduzione dei consumi industriali
- Riduzione dei consumi negli edifici pubblici
- Eliminare le acque parassite e la commistione tra acque bianche e nere
- Risanamento del Torrente Aposa
- Risanamento della canaletta Fiaccacollo
- Revisione generale della rete dei canali del centro storico
- Regolazione della portata del fiume Reno
- Gestione dell'invaso Suviana per sostenere le magre del Reno
- Aumento della capacità di regolazione del bacino del Reno
- Tutelare la produzione agricola locale
- Promozione di un'agricoltura urbana sostenibile
- Ottimizzazione della distribuzione dei consumi
- Ricorso ad acque del Po per usi agricoli

Per cercare di limitare l'aumento delle temperature nell'area urbana durante la stagione estiva è previsto l'incremento delle superfici verdi, dai grandi parchi 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 piantumazione di alberi e la realizzazione di spazi verdi all'interno dell'area urbana. Il progetto si basa su un modello di partnership pubblicoprivato 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 edi-



Bologna

- fici 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.

Padova

Il percorso del Comune di Padova verso la definizione di una strategia che includa il clima è partito dalla realizzazione del Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile del 2011 in prospettiva della definizione del Piano di Adattamento, in cui anche gli obiettivi di mitigazione saranno rivisti con un'ottica sia di lungo periodo che di miglioramento delle performance. Padova ha governato e governa la transizione climatica locale passando da una pianificazione della mitigazione con azioni indirette sull'adattamento, ad una pianificazione per il clima che incorpori il Piano di adattamento indicando le principali tappe degli ultimi anni che l'hanno resa una città d'avanguardia in Europa nello sviluppo di tali strumenti per la sostenibilità locale.

Tutti i progetti inseriti nel Piano hanno come obiettivo quello di ridurre le emissioni di gas serra del territorio padovano. Le misure di mitigazione devono ovviamente essere accompagnate da misure di adattamento destinate a far fronte agli impatti degli eventi climatici estremi. Inoltre alcuni settori economici che dipendono dalle condizioni climatiche risentiranno fortemente delle conseguenze dei cambiamenti climatici.

Tra le azioni previste dalle Linee Guida per la costruzione del Piano di adattamento al cambiamento climatico del 2016 vi è l'istituzione di una struttura di coordinamento per individuare e ridurre il rischio di disastri, basata sulla partecipazione di cittadini ed associazioni, l'attivazione di progetti per realizzare studi approfonditi sugli impatti del cambiamento climatico sul territorio, la realizzazione dell'idrovia per il collegamento fluviale tra Padova e Venezia per il trasporto e lo smistamento delle merci quale opera di forte rilevanza sia per la mitigazione che per l'adattamento.

Sono inoltre previste collaborazioni con alcuni enti del territorio (ARPA, Università) per valutare le maggiori vulnerabilità del territorio, in modo da mantenere un sistema di dati aggiornato sui rischi che funga da base nei piani e nelle decisioni sullo sviluppo urbanistico delle città (verrà integrato l'adattamento ai cambiamenti climatici come punto chiave da tenere in considerazione in tutti i processi decisionali del Comune e nei documenti di pianificazione (ad esempio il PAT-PATI, il Piano del verde, il Regolamento edilizio).

Glasgow

La più grande città scozzese ha stabilito obiettivi ambiziosi proprio in relazione alla gestione dell'acqua, e del fiume Clyde, in maniera sostenibile. Entro il 2020 infatti dovranno essere tagliate le emissioni climalteranti del 42%, ed è quanto previsto dal Piano Clima di Glasgow. A questo si aggiunge quanto previsto dal Parlamento scozzese che ha obiettivi molto più stringenti rispetto all'UE con l'obiettivo di 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, attraverso 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 non mancano nemmeno i siti di orti comunitari per i cittadini, e l'educazione alla sostenibilità, con trecento scuole coinvolte. 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.

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:

1. 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.
2. 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.

3. 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 che prevede di essere *carbon neutral* entro il 2030, in anticipo rispetto a quello nazionale prevede di raggiungere lo stesso obiettivo entro il 2050.

Di fatto la città mira 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 nazio-

nale 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 di L'Aia 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 sot-



L'Aja, area costiera di Scheveningen

terranee 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 è membro del programma "100 Resilient Cities". 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 già da quasi venti 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 rifunionalizzare alcune strutture esistenti: è il caso di un garage sotterraneo, che è diventato un collettore di 10 mila metri cubi d'acqua di capacità.



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 i progetti più importanti l'Amministrazione del Comune di Milano sta spingendo sempre di più verso la realizzazione della riapertura dei Navigli (opera già sottoposta a referendum civico nel 2011) ed il 5 Ottobre 2017 il Consiglio Comunale ha votato a maggioranza due o.d.g. relativi alla loro possibilità di riapertura. Se attuato propriamente questo progetto avrà positive ripercussioni su Milano e tutta la Lombardia in termini di immagini e paesaggistica. Il progetto promette di innescare in questo modo un forte slancio sul turismo e quindi sull'economia in particolare perchè è possibile realizzare un sistema continuo, costituito da un canale che si vorrebbe navigabile (anche se al momento il progetto contempla molte discontinuità del tratto a cielo aperto, e pendenze la cui gestione ai fini della navigazione richiederebbe il ricorso a conche e chiuse) e da una pista ciclabile, che distribuisca nuova qualità urbana in modo omogeneo da periferia a periferia, passando per il centro. Affinchè il progetto possa fornire adeguati vantaggi ambientali e di riequilibrio idraulico, esso tuttavia non dovrebbe essere limitato al collegamento dei navigli, bensì consentire il recupero di una parte dei 340 km di reticolo idrico milanese – tra torrenti, rogge, fontanili e cavi

irrigui – che la città ha inglobato e cancellato nel volgere dello scorso secolo. Di certo il ricollegamento immediato dei due sistemi idraulici est e ovest con il quadrante sud di Milano consentirebbe da subito un beneficio e apporto di acque pulite per il sistema irriguo a sud di Milano, restituendo alimentazione idrica alla roggia Vettabbia e migliorando anche la continuità dell'alimentazione idrica alla Darsena, il 'porto' di Milano. Tuttavia è solo ripristinando il resto del reticolo urbano che sarà possibile resti-

tuire volumi urbani all'espansione e contenimento delle portate di piena che oggi, dai torrenti provenienti dal nord della città, finiscono negli angusti inghiottitoi delle canalizzazioni sotterranee. Un'infrastruttura verde e ramificata nella città, se realizzata anche al di fuori delle direttrici dei navigli, contribuirà a diminuire sensibilmente la quantità e l'intensità delle inondazioni dei quartieri a nord della città, ed inoltre fornirà anche la possibilità di gestire separatamente le acque bianche, che oggi finisco-



Il progetto di riapertura dei Navigli, Milano

no impropriamente nel sistema fognario. In particolare la nuova rete scolante potrà essere una vera e propria infrastruttura abilitante per la diffusione di sistemi di riscaldamento ad acqua di falda, grande risorsa di energia rinnovabile della città di Milano, che oggi è però limitata proprio dalla difficoltà di fornire recapito alle acque intercettate per il funzionamento delle pompe di calore. Al momento questa è una prospettiva di cui la città appare ancora scarsamente consapevole, e che auspichiamo non venga messa in ombra dalla retorica progettuale con cui oggi gli sguardi sono puntati al solo, per quanto importante, recupero dei navigli storici.

Inoltre un altro intervento fondamentale, ma che risulta in ritardo, è il progetto di sistemazione idraulica del Seveso che include le vasche di laminazione di Lentate, Paderno Dugnano, Senago e Milano Nord, per una capacità di oltre 4 milioni di metri cubi di acqua.

Uno studio del Politecnico di Milano ha evidenziato come dal 2001 al 2017, la temperatura della città sia salita in media di 2 gradi. Complessivamente circa il 24% della popolazione dell'intera Città metropolitana di Milano è esposto al fenomeno "isola di calore", mentre a rischio dal punto di vista termico e sanitario è il 4% della popolazione totale, ovvero i bambini e gli anziani che vivono in zone in cui il delta termico è più elevato, e che sono circa 125mila.

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 piantumazione di 3 milioni di alberi entro il 2030.

Un'altra azione su cui Milano intende investire è quella dei "tetti verdi". Una strategia già adottata da molte altre città europee. I lastrici solari assorbono calore e CO₂, emettendo ossigeno. Oggi in città ci sono 32 milioni di metri quadrati di tetti, dei quali circa 970 mila hanno già almeno

una parte sistemata a verde. Secondo le intenzioni del Comune si potrebbe arrivare a coprire 13 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.

Lodz

L'industrializzazione del XIX secolo a Lodz, in Polonia, ha fortemente influenzato i fiumi della città alterando i loro ecosistemi e l'idrologia. Molti fiumi furono canalizzati e ciò ha comportato un rischio di alluvione maggiore durante i periodi di pioggia intensa. La bassa ritenzione idrica implica anche la riduzione dell'umidità del suolo durante i periodi secchi, contribuendo a temperature più elevate e ad un livello di umidità ridotta. Sono state quindi intraprese due attività principali:

- l'elaborazione di un piano per il ripristino dei fiumi municipali che è basato su processi naturali, con l'obiettivo di una migliore gestione delle acque piovane, una maggiore ritenzione idrica ed una migliore qualità dell'acqua a supporto di una maggiore biodiversità e miglioramento della qualità della vita;
- lo sviluppo, con un approccio sistemico, della strategia di adattamento della città basata sul concetto di rete bluverde. Ciò presuppone che le valli fluviali e gli spazi verdi siano collegati nel processo di pianificazione e sviluppo della città, per creare un quadro per una città che è capace di trattenerne l'acqua, sostenere le infrastrutture verdi ed inco-

raggiare stili di vita sani per la società.

Le soluzioni adottate includono un progetto dimostrativo, attuato sul fiume Sokołówka, e lo sviluppo di un approccio globale alla pianificazione urbana basato sul concetto della rete bluverde. Il progetto SWITCH ha introdotto un multistakeholder che coinvolge tutti gli attori della città interessati alla gestione delle risorse idriche e delle risorse naturali, nonché le parti interessate regionali e nazionali. L'approccio multistakeholder con forti elementi di ricerca ha portato all'applicazione dei principi dell'ecoidrologia ed alla gestione integrata delle risorse idriche urbane nel progetto dimostrativo "ripristino del fiume Sokołówka". Il fiume Sokołówka scorre parzialmente in un canale artificiale ed è soggetto a fioriture di alghe a causa dell'elevato contenuto di sostanze nutritive nell'acqua piovana.

Gli obiettivi di questo progetto erano:

- Applicare biotecnologie ecosistemiche innovative secondo i principi dell'ecoidrologia;
- Aumentare la capacità del sistema fluviale di assorbire l'impatto dell'urbanizzazione (per aumentare la capacità di stoccaggio e depurazione delle acque);
- Ripristinare le funzioni fluviali per fornire servizi ecosistemici agli abitanti.

Il primo passo del progetto pilota è stato l'acquisizione di dati specifici come l'analisi chimica dei sedimenti di fondo e dell'acqua, dati biologici ed ecologici, bilancio delle acque fluviali e modelli per la gestione delle acque piovane, che sono stati utilizzati per selezionare le misure appropriate da implementate. I risultati sono stati utilizzati per progettare e costruire tre serbatoi di acque piovane (completati nel 2006, 2009 e 2010) ed un sistema sequenziale di biofiltrazione della sedimentazione per la purificazione delle acque piovane (completato nel 2011) che è stato brevettato come innovazione SWITCH.

Il progetto di restauro del fiume Sokółówka ha contribuito a risolvere importanti sfide relative ai cambiamenti climatici come la riduzione dei picchi di flusso delle acque reflue delle acque piovane mediante serie di stagni e bacini idrici, creazione e restauro della valle del fiume e delle zone umide. È inoltre aumentata la ritenzione idrica nel paesaggio urbano (mitigazione di flussi estremi, aumento del livello delle acque sotterranee, supporto della vegetazione cittadina) mediante l'applicazione della fitotecnologia. Va sottolineato poi come sia migliorata la qualità della vita delle aree coinvolte grazie al ripristino del corridoio fluviale, delle zone ecotone e del paesaggio, con un conseguente miglioramento della salute della popolazione interessata, in particolare sulla frequenza delle allergie e dei casi di asma.

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 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 pro-

gettazione 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.

Amburgo

Ad Amburgo un interessante programma di incentivi economici è stato avviato per consentire l'incremento degli spazi verdi urbani e soprattutto per la realizzazione dei tetti verdi. A questi obiettivi si sono affiancate una campagna di sensibilizzazione per incoraggiare il cam-

biamento comportamentale ed una spinta alla progettazione urbana e dell'edilizia sensibile alle tematiche della risorsa idrica.

In sintesi come risposta ai cambiamenti climatici, uno degli obiettivi di Amburgo è diventare più verde, con la piantumazione in totale di 100 ettari di superficie con tetti verdi nell'area metropolitana nel prossimo decennio. A questa soluzione si è arrivati dopo aver valutato che i tetti verdi risultano economicamente più vantaggiosi rispetto ad esempio all'estensione della rete fognaria per far fronte a una quantità maggiore di acqua piovana prevista in futuro. Il ministero federale tedesco fornirà un sostegno finanziario per la creazione di tetti verdi per 3 milioni di euro fino alla fine del 2019. Gli incentivi saranno disponibili per coloro che installano volontariamente un tetto verde prima del 2020. Fra pochi mesi infatti, Amburgo considererà obbligatori i tetti verdi per legge. Un ostacolo sensibile è risulta-



Il parco sul fiume, Madrid

to essere quello della comunicazione ai cittadini dei benefici risultanti dall'installazione dei tetti verdi rispetto alla ritenzione idrica durante gli eventi di forti tempeste. Altro aspetto ha riguardato il possibile effetto "negativo" dei tetti verdi nell'attrarre colonie di uccelli. Proprio ad Amburgo infatti una colonia di gabbiani di oltre 5.000 individui si è stabilita su un tetto piano industriale, impedendo ad altre imprese di installare tetti verdi. A tutto ciò si è ovviato con una forte attività di comunicazione nei confronti degli stakeholder focalizzata sui benefici, che senza dubbio superano i potenziali aspetti negativi. Il governo federale tedesco ha sostenuto la strategia come programma pilota all'interno di un più ampio programma federale, fornendo supporto finanziario per assumere personale, networking e trasferimento di conoscenza.

Brema

La città di Brema in questi ultimi anni ha vissuto l'effetto dei cambiamenti climatici, in particolare nel 2011, quando la maggior parte d'Europa è stata vittima di eventi estremi alluvionali. Brema ha subito in quell'occasione ingenti danni a causa delle piogge persistenti ed il conseguente ingrossamento del fiume Weser, che hanno provocato il danneggiamento di molte strade, l'allagamento di sottopassi ed abitazioni, con il conseguente sfollamento di molti cittadini. Con il progetto europeo "KLAS", che è l'acronimo della strategia di adattamento ai cambiamenti climatici, la città di Brema ha avviato una riflessione sistematica su come prevenire gli impatti da eventi estremi. Dopo una serie di analisi tecniche e vari sopralluoghi si è deciso che le azioni da pensare non riguardavano la rete fognaria, progettata nel pieno rispetto della normativa

tedesca, ma al contrario bisognava attuare delle misure in superficie per ritardare il tempo di deflusso dell'acqua in eccesso. Il gruppo di lavoro dunque, dagli attori della pianificazione urbanistica, agli stessi cittadini, hanno individuato tre aree di lavoro in cui venivano affrontati i temi rilevanti, ossia:

- Gestione del rischio nelle aree ad alto rischio di allagamenti;
- Sviluppo urbano a lungo termine e gestione dell'acqua;
- Sensibilizzazione e prevenzione dei cittadini.

Per la gestione del rischio sono state analizzate tutte le infrastrutture più vicine al corso del fiume al fine di pensare a misure di messa in sicurezza come il deflusso ed il drenaggio dell'acqua. Per lo sviluppo urbano e la gestione delle acque si è sviluppato un pacchetto di lavoro denominato "Sensible water and urban development", la cui idea di base prevede che il Comune di Brema si adatti ai cambiamenti climatici ed agli eventi estremi e che le infrastrutture urbane debbano essere progettate tenendo conto della prevenzione dalle piogge intense e dell'adattamento ai cambiamenti climatici. Le misure prese in considerazione includono le aree di conservazione delle acque, l'utilizzo di tetti verdi, la raccolta dell'acqua piovana, a cui si aggiungono misure di prevenzione dalle piogge intense integrate da elementi innovativi:

- Uso multifunzionale del terreno
- Parchi acquatici
- Utilizzo di strutture sotterranee e di raccolta dell'acqua
- Strade di emergenza.

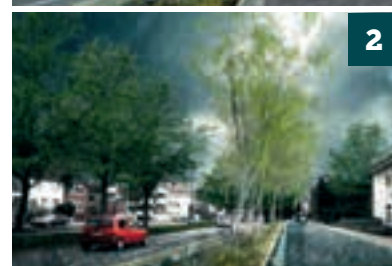
Come si mostra nelle foto 1 e 2 la riprogettazione sensibile al clima offre uno spazio per trattenerne una parte dell'acqua piovana, in modo che, nell'eventualità di piogge estreme, l'acqua può essere immagazzinata nello spazio stradale e non scorre verso gli edifici. Nelle immagini 3 e 4 invece si mostra la riqualificazione di una piazza principale in cui il canale d'acqua è in superficie ed in condizioni di inondazioni viene riempito per distribu-

ire il deflusso d'acqua prima che arrivi alla rete fognaria. L'acqua inoltre, in condizioni normali, può essere utilizzata per l'irrigazione delle piante, mentre in caso di pioggia può essere tamponata sulla superficie.

La strategia di Brema per uno sviluppo urbano sensibile all'acqua e al clima è inevitabilmente legata a tutti gli aspetti di pianificazione pubblica e per migliorarne il processo sono stati sviluppati alcuni strumenti per rendere consapevole anche i pianificatori. Per questo motivo il gruppo del progetto KLAS ha sviluppato una mappa in cui sono localizzate le aree con particolare potenziale per un buon utilizzo dell'acqua piovana e per la prevenzione di eventi estremi ed è stato creato un opuscolo che fornisce ai progettisti suggerimenti per un design urbano sensibile all'acqua.



1



2



3



4

Gli spazi pubblici

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 Aulenti

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 ecosostenibilità, 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 garages, 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.



Piazza Gae Aulenti, Milano

Bordeaux - Place de la Bourse

La città di Bordeaux affronta il tema dell'adattamento ai cambiamenti climatici con l'obiettivo di progettare uno spazio in cui la qualità del microclima sia assicurata nel tempo. Uno dei luoghi simbolo è proprio nei pressi di Place de la Bourse, la *place inondable*, collocata tra la piazza esistente di stampo settecentesco ed il fiume. La sistemazione ha prodotto uno spazio urbano multiforme, declinabile secondo le diverse esigenze delle temperature stagionali. "Le miroir d'eau" è infatti uno specchio di acqua dall'altezza di 3 centimetri adatto a rinfrescare l'aria nelle giornate estive. In aggiunta ci sono anche 900 nebulizzatori che consentono di trasformare lo spazio, con un effetto di nebbia estremamente suggestivo e refrigerante, mentre la piazza asciutta può ospitare gli eventi culturali di rilievo. La pavimentazione è realizzata con grandi lastre rettangolari in granito blu, il cui colore potenzia l'effetto riflettente dell'acqua. Sui due lati della piazza sono state progettate due strisce di verde attrezzato, con piante erbacee, arbustive e stagionali che hanno funzione schermante in inverno per i venti e d'estate favoriscono l'ombreggiamento naturale.

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 metropoli-

tana 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 di alternativo delle risorse idriche 2012-2015. Si tratta in particolare di un impianto di desalinizzazione per affrontare la scarsità dell'acqua; a seguito di un'estesa siccità infatti si è pensato di prevenire eventuali disagi e prepararsi per la scarsità dell'acqua in futuro con l'impianto di dissalazione di Llobregat, di circa 200.000 metri cubi al giorno,

operativo dal 2009. L'impianto fornisce il 20% dell'acqua potabile di Barcellona.

Va segnalato poi il caso-studio del progetto del Passeig De St Joan di Barcellona sviluppato dall'architetto Lola Domènech, che si pone l'obiettivo di creare un nuovo spazio urbano verde di connessione con il parco della Ciutadella.

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. Per innescare il verificarsi di fenomeni evapotraspirativi, con conseguente raffrescamento dell'ambiente, oltre all'uso di alberature per garantire ombra, è necessario aumentare le superfici naturali.

Per il grande boulevard largo 50 metri, si prevede di aumentare 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.



Barcellona, Passeig Sant Joan

Santa Cruz de Tenerife - Plaza de España

Questa splendida piazza, terminata nel 2008 vicino al molo di Santa Cruz de Tenerife, rappresenta la connessione tra l'oceano su cui si affaccia ed i vari ecosistemi delle isole Canarie. Plaza de España presenta inoltre uno splendido spazio verde che si basa sul passato del sito e sul futuro della città. Molti anni fa infatti la piazza era il sito di un "Castillo" ed il motivo grafico nel bacino d'acqua rappresenta il fondamento del vecchio castello. Intorno al bacino, molti elementi architettonici del paesaggio - tra cui le due strutture con tetti verdi - rappresentano i diversi ecosistemi e la topografia delle isole. Ma la peculiarità di Plaza de España è quella di essere costituita da un grande

bacino d'acqua poco profondo che funge da piscina e presenta una fontana geysir al centro. Intorno al bacino ci sono varie forme di elementi di design del paesaggio: isole sparse di alberi, quattro padiglioni contenenti informazioni turistiche, spazi commerciali, un bar e accesso al parcheggio sotterraneo.

Siviglia - Plaza de la Encarnacion

Siviglia è notoriamente tra le città più calde d'Europa e le eccessive temperature estive hanno portato a tradizioni storiche come quella delle ombreggiature al di sopra delle vie cittadine realizzate con drappi che attutiscono l'irraggiamento solare. A questa tradizione si affianca il Metropol Parasol di Siviglia, progetto 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 poliuretanic. 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.



Plaza de España, Santa Cruz de Tenerife

Rotterdam - Benthemplein

Entro il 2025, Rotterdam sarà una città a prova di cambiamenti climatici e non solo si stanno realizzando case galleggianti ma anche le cosiddette piazze d'acqua: spazi pubblici riqualificati dal punto di vista idrico e sociale. Per water squares si intendono spazi urbani concepiti come aree di gioco o relax e caratterizzati da un aspetto "variabile" o - per dirla in altri termini - elastico rispetto alle condizioni climatiche. In pratica questi spazi rimarrebbero luoghi asciutti per

la maggior parte dell'anno, mentre in caso di precipitazioni si trasformerebbero in vere e proprie "piazze d'acqua", allagate ad hoc per un periodo rigorosamente a termine che, per motivi igienici, non dovrebbe superare le 32 ore. In caso di piogge di scarsa intensità invece svolgerebbero una semplice funzione di "raccolta disciplinata" delle acque piovane, che prima di essere riutilizzate, verrebbero immagazzinate in bacini di stoccaggio nascosti sottoterra. L'aspetto interessante, è che - anche in fase di allagamento - le piazze manterrebbero il loro carattere ludico e la loro fruibilità da parte dei cittadini, che potrebbero approfittare di giochi d'acqua pensati soprattutto per i bambini.

La piazza del futuro, sembra quindi configurarsi come uno scenario costantemente variabile e adattabile alle condizioni del tempo: lo si nota dalle prime realizzazioni del progetto che già oggi non è più solo un'idea tracciata sulla carta. Proprio a Rotterdam, infatti, sono già visibili due esempi più di water squares: la Bellamyplein e soprattutto la Benthemplein, inaugurata a fine 2016 e capace di immagazzinare 1.700 metri cubi di acqua piovana.

Bangkok - Centenary Park

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 inondato 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 mi-

lione 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.

Per il 2020, sempre grazie ad un progetto di Voraakhom, verrà inaugurato un altro parco di 36 acri con funzioni simili di ritenzione idrica presso l'Università Thammasat di Bangkok.



Medellin

Una città che sotto tutti i punti di vista sta cambiando radicalmente è Medellin, in Colombia, 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 precedenza 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.

Atene

Ad Atene si sono adottati vari accorgimenti per combattere una delle isole di calore più persistenti d'Europa, accelerata inesorabilmente dall'urbanizzazione e industrializzazione degli ultimi decenni. Durante il giorno le aree urbane sono punti caldi e appaiono 3.5-4 °C più calde delle aree rurali circostanti. L'abbattimento delle temperature è stato intrapreso principalmente attraverso l'uso dei colori in edilizia, in particolare con l'utilizzo di materiali di costruzione con colori più tenui a partire dai tetti. Uno studio condotto da scienziati greci ed americani ha concluso che con questo semplice espediente la temperatura media si è abbassata di 2 gradi centigradi. Cio' si traduce in un minor consumo di energia, in un utilizzo inferiore di impianti di raffreddamento e in un miglioramento generale della qualità dell'aria.

Los Angeles

La metropoli californiana, per ridurre le emissioni di gas serra della città del 45% entro il 2025 rispetto al 1990, sta dipingendo di bianco le strade con il "Cool-Seal", un pigmento coprente a base acquosa in grado di legarsi all'asfalto. In questo modo è possibile rimandare nell'atmosfera i



Piantumazione e creazione di nuovi corridoi verdi, Medellin

raggi solari senza trasformatarli in calore.

La città di Los Angeles – che in estate è in media 3,8°C più calda della campagna con punte anche di 40°C – ha avuto una idea originale per tentare di correre ai ripari e di rendere l'estate meno bollente ai propri 4 milioni di abitanti. L'idea è quella di dipingere di bianco le strade impiegando questo pigmento coprente. Bastano due passate di circa 50 micron l'una (più o meno lo spessore di un paio di capelli umani) perché la strada diventi bianca. I costi non sono trascurabili: per coprire un km di carreggiata occorrono circa 22.000 di euro ma il pigmento è garantito per resistere al traffico e agli agenti atmosferici per almeno sette anni. Gli abitanti di Los Angeles non solo hanno gradito il nuovo look stradale, ma hanno verificato sperimentalmente che ora si può tornare a camminare anche a piedi nudi nelle strade già trasformate.

Skopje

Anche le misure di adattamento ai cambiamenti climatici intraprese dalla città di Skopje, in Macedonia, sono principalmente incentrate sulla gestione degli effetti delle isole di calore urbane.

Gli approcci prendono in considerazione il livello socioeconomico della società e della comunità locale, le capacità operative e la comprensione di resilienza urbana nelle politiche locali. Tali misure comprendono suggerimenti per azioni volte a raggiungere effetti a breve termine per affrontare i cambiamenti climatici (colorare i marciapiedi presenti nelle zone pedonali, tetti verdi, soluzioni mobili ecologiche, ecc.), nonché altre proposte relative all'attuazione di

politiche green, formazione e aumento delle capacità delle persone di primo soccorso, sensibilizzazione dell'opinione pubblica e altri ancora.

È stata effettuata la misurazione delle superfici delle aree pedonali selezionate dal progetto (due rettangoli con una superficie totale di 225 m²) con telecamera termografica. Le misurazioni sono state effettuate a fine Luglio e ad inizio Agosto 2018, rispettivamente prima e dopo la colorazione di bianco dell'area pedonale. Le differenze tra la superficie recentemente asfaltata e le aree colorate, hanno mostrato differenze di quasi 17 gradi. I risultati del test pilota, avranno un impatto diretto sulle strategie e sugli strumenti inclusi nel piano strategico della città per l'adattamento ai cambiamenti climatici. In particolare, circa la prevenzione delle isole di calore urbano e l'adozione di misure di intervento locali nell'ambito della progettazione urbana per le soluzioni di traffico.



Los Angeles

Le misure anti-alluvione

Firenze

Non meno frequenti sono i danni ai beni archeologici ed al patrimonio storico culturale delle città. In uno studio di Ispra-Iscr emerge che in Italia sono ben 28.483 i siti del patrimonio culturale italiano esposti ad alluvioni e solo tra il 2010 ed oggi sono stati 14 i casi di danni a questi siti causati da eventi climatici estremi.

Per questi motivi si è tenuta un'esercitazione, lo scorso 5 Ottobre, a Firenze contro il rischio idraulico per il Museo Bardini. Le autobotti hanno simulato un'on-

data di piena riversando in poco tempo 45mila litri di acqua e testando la nuova protezione.

Quest'ultima consiste in una diga mobile in pvc di 45 metri attivata dalla pressione dell'acqua che si aziona quando l'ondata cresce. L'impianto funziona come una paratia, come una diga che si alza quando l'ondata cresce bloccandola e impedendo l'ingresso dell'acqua nell'edificio. È stato scelto il Bardini, che custodisce opere di Donatello e Della Robbia, perchè è vicinissimo all'Arno e già nel '66 fu semi-distrutto dall'acqua.

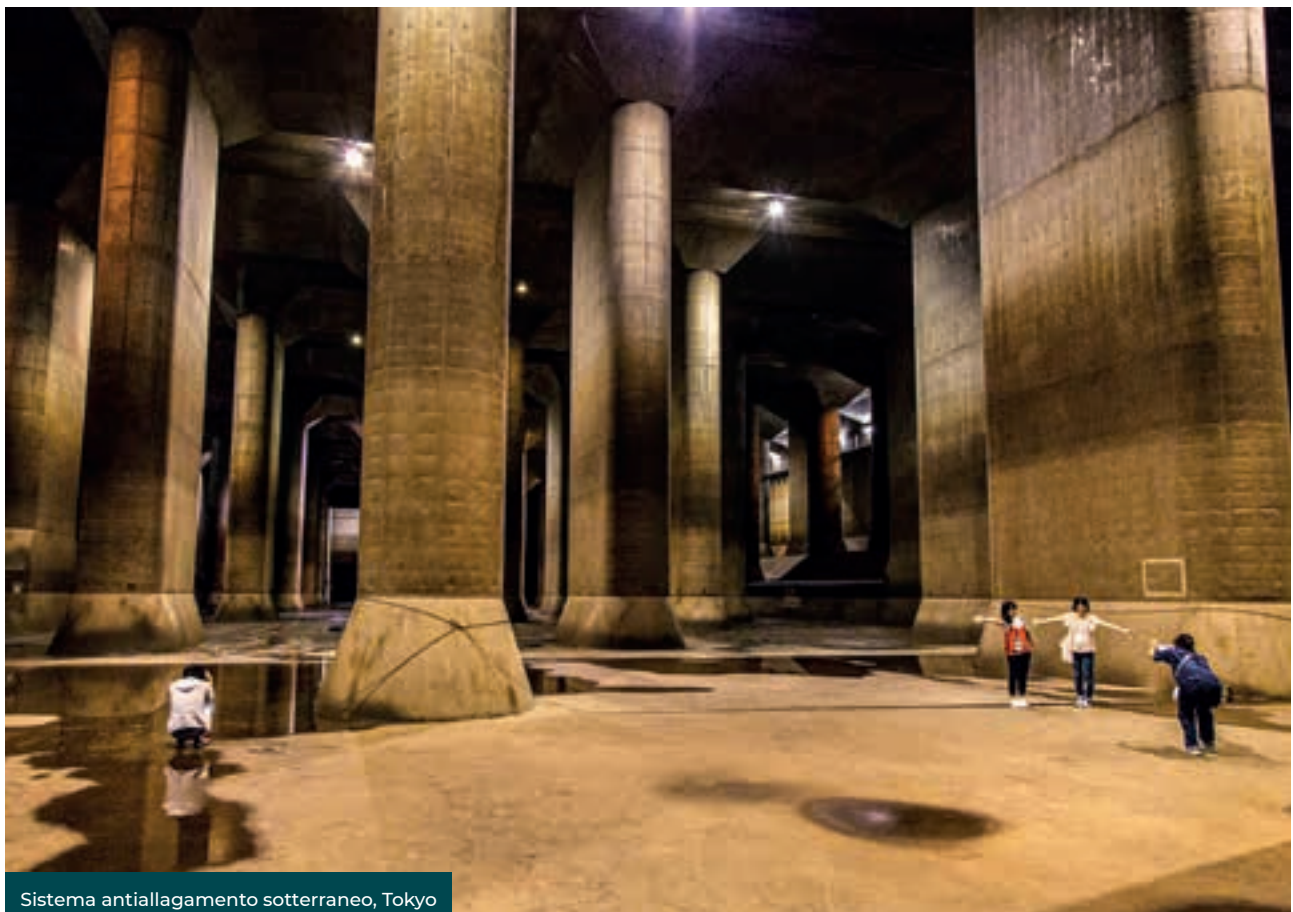
Tokyo

In tutto il Giappone le precipitazioni più intense sono aumentate del 30% negli ultimi tre decenni, secondo le stime dell'Agenzia

meteorologica giapponese che attribuisce l'aumento di queste intense piogge al riscaldamento globale. La frequenza delle stesse è 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



Sistema anti-allagamento sotterraneo, Tokyo

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.

Ma anche a Tokyo l'inizio di tempeste più frequenti ed intense ha costretto i funzionari a chiedersi se le protezioni della regione siano abbastanza forti, una preoccupazione che è diventata più urgente mentre la città si prepara ad ospitare i Giochi Olimpici del 2020.

Alba Iulia

Alba Iulia, in Romania, è una delle città che sta puntando di più sulle attività di prevenzione e preparazione, mirata ai cittadini ed alle parti interessate, in caso di alluvioni. I due progetti più importanti riguardano la pulizia di due grandi fiumi (Mures e Ampoi) dai rifiuti presenti, al fine di prevenire l'incremento del volume dell'acqua e le inondazioni. Un altro importante progetto riguarda il rimboschimento di una grande area della città, incluse le zone vicine dei fiumi principali, al fine di creare un "cuscinetto" di terra in grado di assorbire enormi quantità di acqua e sopportare condizioni climatiche avverse per prevenire le alluvioni. Oltre a questi due

grandi progetti, si realizzeranno diversi workshops e conferenze per informare ed educare i cittadini sulla resilienza urbana.

Attraverso un progetto pilota, la città di Alba Iulia svilupperà e implementerà l'applicazione "Smart Alert Alba Iulia", attraverso cui le istituzioni competenti informeranno ed avvertiranno la popolazione in caso di pericoli e disastri naturali. Ogni cittadino che ha installato l'applicazione riceverà un messaggio pop-up da parte degli enti preposti alla gestione dell'emergenza, circa avvertimenti, pericoli, disastri naturali ed istruzioni su come comportarsi in questi casi.

Praga

L'alluvione del 2002 ha notevolmente accelerato lo sviluppo di un sistema di gestione del rischio di alluvione più resistente per proteggere la città di Praga. Le misure realizzate possono far fronte ad eventi alluvionali con un periodo di ritorno di 500 anni, aumentando così notevolmente

la resilienza di Praga verso eventi estremi.

Basti pensare che prima della costruzione di tale sistema di protezione, l'area minacciata dalle inondazioni a Praga era di 57,5 chilometri quadrati (l'11,6% della città). Complessivamente 52,5 chilometri quadrati dell'area precedentemente minacciata sono ora protetti dalle inondazioni. Le aree a limitata protezione dalle inondazioni sono costituite dalle aree Sedlec e Troja e dalle aree di confluenza del fiume Moldava e Berounka, che non sono densamente popolate. In questo caso l'intervento richiesto ha visto per le aree verdi ed la sistemazione del sistema idrico un ruolo di supporto aggiuntivo alle barriere contro le alluvioni.

Le misure di adattamento specifiche attuate per controllare le alluvioni del fiume Moldava hanno incluso barriere fisse (argini, dighe, tumuli di terra) costruite lungo il fiume Moldava. Sono state realizzate anche barriere mobili utilizzate principalmente nel vecchio centro storico ed in parte nelle aree circostanti. Le barriere mobili sono collocate in un'area di stoccaggio centrale a Dubeč e per le parti più piccole a Zbraslav.



Installazione di barriere anti alluvione lungo la Moldava, Praga

Quartieri sostenibili

Modena - Cogmento

Il quartiere residenziale di Cogmento a Modena è stato pensato come un intervento che a livello urbanistico ed edilizio abbia le caratteristiche dell'ecosostenibilità. In particolare la risorsa idrica è stata al centro della progettazione dei 220 alloggi, in cui sono state installate cisterne per la raccolta dell'acqua piovana 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.

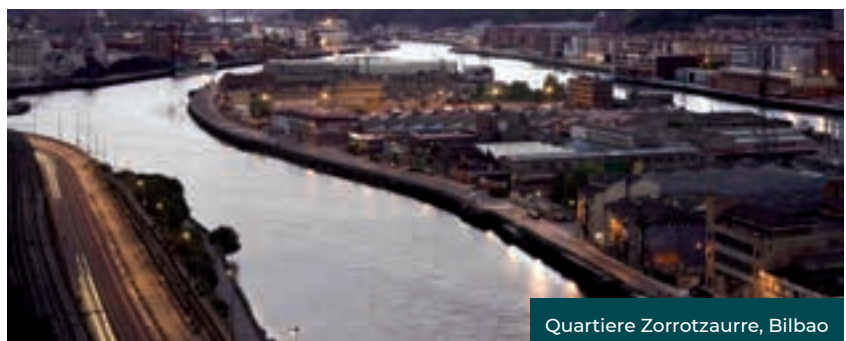
Nel lato nord/ovest della piazza vi è la cosiddetta "sala condominiale" che presenta una superficie coperta con "tetto verde-giardino" al fine di ottenere una vista gradevole dall'alto per gli edifici limitrofi, oltre che concorrere a ottimizzare il microclima nella piazza. L'impianto di fitodepurazione 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.

Bilbao - Quartiere Zorrotzaurre

Nel 2012 Bilbao ha approvato un piano per la riqualificazione dell'area di Zorrotzaurre per trasformarla da industriale a residenziale. Si tratta di una zona insulare della città, che negli

ultimi anni ha risentito degli effetti dei cambiamenti climatici in particolare per le inondazioni verificatesi. I principali soggetti interessati del progetto di riqualificazione, i proprietari terrieri di Zorrotzaurre, hanno creato una partnership pubblico-privata 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, ed 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.



Quartiere Zorrotzaurre, Bilbao

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 nubifraggi. L'amministrazione ha avviato il processo, ma il suo coinvolgimento è diminuito nel corso del tempo man mano che le parti interessate hanno sviluppato il percorso.

Il progetto "Western Harbor" ha utilizzato sia finanziamenti nazionali che europei. I costi per il Comune sono limitati al tempo di lavoro speso dai responsabili che gestiscono il processo e la fornitura di risorse destinate a facilitare riunioni e workshops. Il fattore più essenziale in questo caso riguarda la fiducia tra i partner che si è venuta a creare nel corso del processo di sviluppo dell'area portuale.

Il quartiere di Augustenborg, sempre a Malmö, ha subito inondazioni annuali causate dal vecchio sistema di drenaggio delle

acque reflue che non era più in grado di far fronte alla combinazione tra l'intensificarsi delle acque piovane e delle acque reflue domestiche. Il conseguente allagamento ha causato danni ai garage sotterranei e ai seminterrati e ha limitato l'accesso alle strade ed ai sentieri locali.

Inoltre, Augustenborg, uno dei primi quartieri residenziali creati nell'ambito della politica di edilizia sociale svedese negli anni '50, era caratterizzato da alti livelli di disoccupazione, alto turnover di residenti e alta percentuale di immigrati. È stato quindi proposto, in un progetto degli anni '90, di confluire l'acqua piovana di Augustenborg in un sistema scollegato dalla fognatura esistente e drenata mediante un sistema aperto. L'intenzione principale era quella di gestire il 70% dell'acqua piovana dai tetti e dalle aree sigillate nel sistema aperto, eliminando 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'i-



Augustenborg, Malmö

niziativa, non si sono verificate inondazioni nell'area da quando è stato installato il sistema di acqua piovana aperto. Inoltre, nell'estate del 2007 è stato registrato un evento temporalesco estremo che ha danneggiato gran parte di Malmö mentre il quartiere di Augustenborg non ha subito alcuna ripercussione. Sono stati riscontrati una serie di vantaggi aggiuntivi rispetto all'adattamento 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%.

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 princi-

palmente sui processi di pianificazione e sulla possibilità di integrare all'interno di questi 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 dei viali 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 Norrebro

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 Copenaghen che nel 2011 è stata investita da un nubifragio catastrofico che ha provocato danni per circa un miliardo di euro. Da qui la decisione per la città portuale di trovare il modo di proteggersi dalla violenza del clima del presente e del futuro. Invece di fare progetti puntiformi, si è cercato di sviluppare un piano generale per l'acqua piovana. Si è così deciso di affidare le sorti di San Kjeld allo studio di architettura Tredje Natur che ha già escogitato alcune soluzioni sia per favorire lo scolo dell'acqua sia per raccogliere quella in eccesso in bacini.

Per fare defluire l'acqua piovana, i progettisti stanno modificando viali e parchi trasformandoli in punti di raccolta. L'altra soluzione è quella di favorire il deflusso verso il mare di milioni di litri d'acqua, attraverso le strade presenti nelle vicinanze dei bacini di raccolta, trasformate in canali di scolo. Il progetto avviato dal Comune di Copenaghen è ambizioso e si estende su 105 ettari, prevedendo una profonda trasformazione delle vie e delle piazze del quartiere, con la creazione di zone piantumate, dune verdi, piste ciclabili, sostituzione di pavimentazioni impermeabili con prati e mini parchi urbani, oltre alla sopraelevazione dei marciapiedi per la raccolta e il deflusso delle acque in eccesso verso il porto. L'idea nasce da un masterplan che riconsidera gli spazi urbani in chiave ambientale e come occasione di governo delle acque in eccesso. Con la creazione dei percorsi verdi e delle opere di adattamento al clima, si prevede di ridurre del 20% il totale delle aree dedicate al traffico veicolare della zona: da 270 a 220 mila mq.

Un altro progetto, vincitore di un concorso internazionale con il titolo "The Soul of Nørrebro", è nato all'interno di un processo di trasformazione che la città, da sempre particolarmente attenta alle tematiche dello svi-

luppo 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'emana-zione 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.



Sistemi di drenaggio dell'acqua a Taasinge Plads, Copenhagen

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 stato concordato 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.

Helsinki - Quartiere Vikki

Un altro esempio viene dal quartiere Vikki di Helsinki che è stato 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'inquinamen-

to (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 balaustrate 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.



Quartiere Eco Vikki, Helsinki

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 sarà trasformata da area logistica a centro urbano pedonale e ciclistico di 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 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.

Oslo - Trygve Lies Plass

La nuova piazza, ideata come progetto pilota per lo sviluppo di un piano più vasto, mira a riabilitare l'immagine dell'intero distretto e creare una nuova identità. Lo scopo del progetto è quello di creare un senso di identità collettiva (una nuova forte comunità) incorporando strutture ed elementi di arredo urbano, immediatamente riconoscibili, favorendo anche gli aspetti estetici e suggestivi ed in

grado di esaltare la bellezza della nuova piazza.

È stato privilegiato l'uso di materiali naturali come la pietra locale, ma anche acqua e vegetazione all'interno della piazza che contribuiscono a trasmettere un aspetto armonioso e suggestivo allo spazio pubblico, reinterpretando la bellezza del paesaggio settentrionale in un alfabeto urbano.

Spazi temporanei ed aree di costruzione cresceranno fianco a fianco, ma la peculiarità di questa piazza, che viene modificata e sollevata al centro, è quella di creare una copertura per il Centro di Mobilità Sostenibile, l'hub di trasporto, abbracciando le direttive di Oslo del 2020 che prevedono una grande riduzione delle emissioni di CO₂ dei trasporti privati. Le piste ciclabili sono prioritarie e viene creata una nuovissima infrastruttura di traffico/sociale: l'hub di mobilità verde.

Le fermate degli autobus sono concentrate attorno all'anello che ora occupa una posizione centrale ed un punto focale nella progettazione dello spazio che abbraccia sia il quadrato temporaneo che quello permanente.

La stazione della metropolitana è direttamente collegata al livello -1 con l'hub di mobilità verde e successivamente al parcheggio sotterraneo sottostante.



Progetto di riqualificazione della Trygve Lies Plass, Oslo

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 bassa), 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.

Permeabilità dei suoli

Sono 315 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 sono 3 le eccellenze da segnalare nel campo della permeabilità dei suoli.

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. È 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. 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 piantumazioni, sono in grado di ridurre le temperature superficiali di alcuni gradi e contribuire al miglioramento del bilancio energetico complessivo dello spazio urbano. Viene inoltre poi illustrata una tabella con i valori di albedo dei diversi materiali:

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 superficie	% di miglioramento
Asfalto	Elemento di riferimento
Ciottoli	4%
Pietra scura	8%
Erba	27%
Pietrisco chiaro	27%
Superfici chiare	30-45%

Tetti verdi

Sono poi 479 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 perchè garantisce risultati importanti ed immediati in ter-



Tetti verdi

mini 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'estensione per almeno il 50% dell'area complessiva della copertura stessa.

Per le abitazioni in clima Mediterraneo, a livello di risparmio energetico, si può raggiungere simili risultati anche attraverso una progettazione oculata che premi l'impiego di tegole in laterizio di riuso o la selezione di membrane impermeabili a base di materie prime riciclabili. In questo modo gli impatti ambientali delle coperture tradizionali si ridurrebbero significativamente andando a raggiungere i livelli specifici delle coperture a verde.

Risparmio idrico

Sono 787 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; sono vietati gli sciacquoni a rubinetto; sistemi, installati in rubinetti e docce che riducano il flusso da 15-20 l/min a 7/10 l/min.

Nei Comuni di Brivio, Calco, Cernusco Lombardone, Imbersago, Lomagna, Merate, Montevicchia, Olgiate Molgora, Osnago, Paderno d'Adda, Robbiate, Verderio Inferiore e Verderio Superiore, tutti in Provincia di Lecco, viene richiesto in modo obbligatorio, un risparmio idrico pari al 30% rispetto al valore di 250 litri al giorno per abitante.

Anche il Comune di Bari ha inserito regole specifiche per il risparmio della risorsa idrica, ad esempio prevedendo l'utilizzo di sistemi individuali per ogni singola unità immobiliare di contabilizzazione del consumo di acqua potabile nel caso di nuovi edifici. Inoltre qui è fatto obbligo di dotare i servizi igienici con sciacquoni a due livelli o con tasto di fermo per graduazione continua (dispositivo comanda-

bile 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 all' Art. 15 sono state introdotte detrazioni fiscali per interventi di ristrutturazione ed efficienza energetica e di risparmio della risorsa idrica, mentre non esistono parametri obbligatori a livello nazionale. Nella definizione delle misure e degli incentivi è compresa, per quanto riguarda le ristrutturazioni, la spesa sostenuta per l'acquisto di filtri, sistemi di dosaggio e prodotti per il condizionamento dell'acqua sanitaria e circuiti di riscaldamento. Tutti questi interventi godono della detrazione del 50%, in caso di interventi su singole unità abitative, in ambito di una manutenzione straordinaria e, nel caso di interventi su parti comuni di edifici condominiali, nell'ambito di una manutenzione ordinaria.

Recupero delle acque meteoriche

Il tema del recupero delle acque piovane è presente in 754 Comuni, ma riguarda nella maggior parte dei casi solo abitazioni con aree in cui è possibile riutilizzare l'acqua (giardini, garage etc.).

Uno dei migliori esempi viene da Contursi Terme (SA) dove è obbligatorio recuperare le acque piovane in proporzione alla superficie dell'edificio e per non meno di 50 litri/m² sia nel caso di rifacimento della rete di distribuzione dell'acqua potabile sia nel caso di nuovi edifici. Contemporaneamente è obbligato-

ria 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 271 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. Stesse criticità riscontrate per le acque meteoriche risultano per la separazione e gestione delle acque grigie, sempre trattata nel Dlgs 152 del 2006, senza specificare un recapito specifico per le varie tipologie di acque. Non esistono quindi parametri precisi su questo tema.

Fitodepurazione

Le norme comunali possono incentivare e stimolare anche altri tipi di applicazioni legate alla risorsa idrica. In particolare la fitodepurazione inizia ad essere una pratica diffusa proprio in quei Comuni più attenti alle tematiche citate in precedenza. Sono 125 i Comuni che parlano di fitodepurazione.

Tra i Comuni da portare ad esempio c'è quello di Dicomano (FI) che oltre ad aver inserito nel Regolamento Edilizio norme sugli impianti di fitodepurazione in maniera promozionale, ne ha realizzato uno nel 2003. L'impianto tratta i reflui dell'abitato di Dicomano per un totale di 3.500 abitanti. Tale impianto, del tipo multistadio, è attualmente funzionante e rappresenta il più grande impianto italiano di

fitodepurazione applicata come trattamento secondario. Le superfici utilizzate in totale risultano essere di oltre 6.000 metri quadrati.

Nel Dlgs 152 del 2006 vengono incentivati gli impianti di fitodepurazione in quanto in possesso dei requisiti di "trattamento appropriato":

- soportare 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 1.189 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 trasmittanza per le strutture opache verticali di 0,25 W/m²k, per le strutture

opache orizzontali di copertura 0,23 W/m²k, per le strutture opache orizzontali di pavimento 0,23 W/m²k e per le chiusure trasparenti (valore medio vetro/telaio) 1,7 W/m²k. 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 facciate (qualora esista una camera d'aria all'interno delle mura perimetrali).

Sono 738 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 582.

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, co-

pertura, 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.

■ Riferimenti bibliografici

- "Ondate di calore ed effetti sulla salute. Impatti futuri secondo gli scenari di cambiamento climatico in Europa." Matteo Scortichini, Julie Berckmans, Filip Lefebvre, Dovile Adamonytė, Anna Paldy, Paola Michelozzi, Francesca de Donato. 2019.
- "Climate crisis: Italian population is one of the most vulnerable to the increase of temperature estimated for 2100". Paola Michelozzi, Manuela De Sario. 2019
- "Progetto ClimaMi" e "Duecento anni di misure di temperature nella città di Trento". Fondazione Osservatorio Meteorologico Milano Duomo, 2019
- "10° Atlante dell'infanzia a rischio". Save the children, 2019.
- "Temperatura e precipitazione nelle principali città". ISTAT, 2018.
- "Ecosistema Rischio", Legambiente 2017.



legambiente.it

