

# IO NON RISCHIO alluvione



## Manuale per i volontari



La campagna **IO NON RISCHIO** è promossa e realizzata da



PROTEZIONE CIVILE  
Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento della Protezione Civile



INGV



ANPAS



In collaborazione con





**Io non rischio alluvione**

Cos'è un'alluvione? .....	3
Dove sono indicate le aree a rischio? .....	17
Le previsioni meteorologiche .....	27
Le alluvioni si possono prevedere? .....	36
Cosa si può fare per ridurre il rischio alluvione? .....	46
Come funziona l'allertamento? .....	61
I piani di emergenza per il rischio alluvione .....	70
La comunicazione del rischio alluvione .....	75
Il catalogo degli eventi, la storia delle alluvioni in Italia .....	81

<b>Glossario</b> .....	97
------------------------	----



## COS'È UN'ALLUVIONE? a cura di Pasquale Versace, Giovanna Capparelli, Francesco Cruscomagno

L'alluvione è l'allagamento di un'area dove normalmente non c'è acqua. A originare un'alluvione sono prevalentemente piogge abbondanti o prolungate. Le precipitazioni, infatti, possono avere effetti significativi sulla portata di fiumi, torrenti, canali e reti fognarie. Un corso d'acqua può ingrossarsi fino a esondare, cioè straripare o rompere gli argini, allagando il territorio circostante. Non tutti i corsi d'acqua, però, si presentano e si comportano allo stesso modo. Le fiumare, per esempio – diffuse nell'Italia meridionale – diventano veri e propri fiumi solo quando piove molto. Al diminuire delle precipitazioni, il livello delle acque può ridursi fino a lasciare il letto asciutto. Altri corsi d'acqua addirittura non si vedono perché coperti artificialmente per lunghi tratti: sono i fiumi tombati. Per questi, come per le reti fognarie, l'incapacità di contenere l'acqua piovana in eccesso può determinare allagamenti. In generale, forti precipitazioni hanno effetti più gravi nei centri urbani. Non solo per la concentrazione di persone, strutture e infrastrutture, ma perché in questi ambienti l'azione dell'uomo spesso ha modificato il territorio senza rispettarne gli equilibri.

### LE PIENE FLUVIALI

La pioggia che cade sul terreno e l'acqua che proviene dallo scioglimento delle nevi e dei ghiacciai si muovono verso valle seguendo il reticolo idrografico, che è composto da un sistema di fossi, torrenti e fiumi che dalle montagne giunge fino al mare. Nella figura 1 è riportato un esempio di reticolo idrografico relativo al bacino del Po che interessa una superficie di oltre 70.000 Km<sup>2</sup>.

Il reticolo idrografico ha un ruolo fondamentale nel percorso continuo che l'acqua compie sulla terra e tra la terra e l'atmosfera (ciclo idrologico, vedi figura 2), ma è importante anche come collettore verso le pianure dei sedimenti che provengono dallo smantellamento dei versanti, o come elemento essenziale per gli ecosistemi e per la qualità ambientale.

La struttura del reticolo idrografico, la forma

planimetrica e la dimensione dei diversi tratti che lo compongono sono modellate dalla natura, sulla base delle caratteristiche del territorio e delle precipitazioni. Man mano che si procede verso valle i corsi d'acqua diventano più larghi e più profondi perché devono trasportare più acqua. A seconda della topografia dei luoghi e della consistenza dei terreni le



Figura 1. Il reticolo idrografico del fiume Po



Figura 2. Il ciclo idrologico

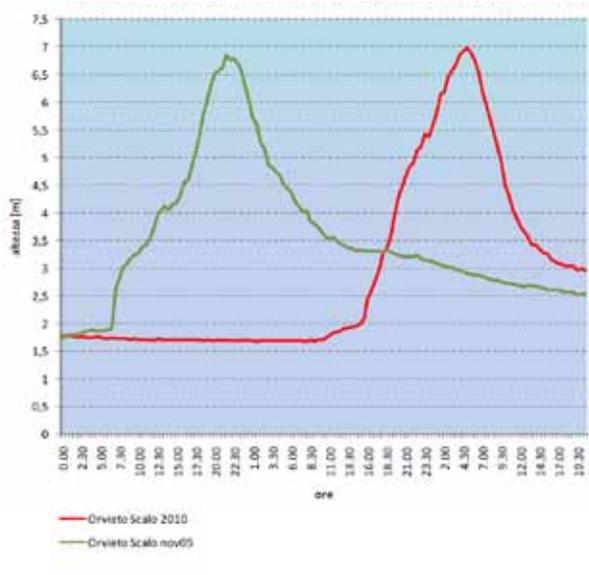
sezioni idriche assumono andamenti diversi: larghe e poco profonde, strette e incassate. A parità di condizioni le dimensioni dei corsi fluviali sono maggiori in una zona più piovosa. Quando piove oppure quando l'aumento di temperatura fa sciogliere le nevi, il quantitativo di acqua trasportata dal reticolo aumenta e può dar luogo ad una piena fluviale, caratterizzata da un andamento crescente delle portate fino a un valore massimo di picco, seguito da una fase di riduzione dei deflussi. La figura 3 descrive, ad esempio, le piene del fiume Paglia a Orvieto nel novembre 2005 e nel gennaio 2010.

Quando le piogge non sono eccezionali il sistema funziona bene. Le acque sono in parte tratteneute dal sistema vegetale, in parte riempiono le concavità del terreno, in larga misura si infiltrano nel terreno a seconda della sua permeabilità. Quelle che raggiungono il reticolo idrografico restano comunque confinate negli alvei, che il fiume stesso ha modellato, pur ingrossandosi verso valle per l'apporto dei vari affluenti.

Se, invece, le piogge sono molto intense, il terreno si satura oppure non fa in tempo ad as-

sorbirle, il sistema vegetale non è più in grado di trattenere, le concavità naturali del terreno si riempiono e le acque si riversano nel reticolo, gonfiandolo rapidamente e progressivamente da monte verso valle, fino a riempirlo completamente. Le acque esondano e inondano le aree circostanti seguendo la topografia dei luoghi e spingendo l'inondazione fino a dove le pendenze e i volumi di acqua esondati lo consentono. Si verifica così un'alluvione, che viene definita come l'allagamento di un'area vasta causato nella maggior parte dei casi, dallo straripamento (o esondazione) di un corso d'acqua. L'alluvione, in genere, è caratterizzata anche da un significativo trasporto e accumulo di fango, massi e detriti portati dalla corrente. Un'alluvione, secondo la direttiva europea del 2007, può essere determinata anche dallo straripamento di un lago o

Confronto idrogrammi di piena nov.2005/gen.2010 - Orvieto Scalo



dall'ingressione del mare in aree costiere. Si utilizza il termine alluvione anche per indicare l'allagamento di aree urbanizzate per effetto di piogge torrenziali che non riescono a essere smaltite dai sistemi di drenaggio: l'effetto prodotto è comunque un allagamento tempora-

neo di porzioni di territorio che abitualmente non sono coperte d'acqua.

La figura 4 fa vedere, in una piana alluvionale scarsamente antropizzata, i limiti nei quali il fiume scorre normalmente e l'estensione delle aree inondate in caso di forte piena.



Figura 4. Alveo ordinariamente occupato dal fiume ed estensione delle aree inondabili

### L'ANTROPIZZAZIONE DELLE AREE INONDABILI

Quello fin qui descritto è lo schema di funzionamento di una rete idrografica in un ambiente naturale, quindi in uno scenario idealizzato. Nella realtà l'uomo ha sistematicamente interagito con il naturale andamento dei corsi d'acqua, modificandolo e alterandolo profondamente, soprattutto per sottrarre al normale deflusso delle acque, aree sempre più estese da utilizzare per l'agricoltura, per l'edificazio-

ne, per le infrastrutture. L'esempio più classico è la realizzazione di arginature per confinare i fiumi in un alveo ristretto, in modo da proteggere dalle inondazioni i grandi insediamenti costruiti lungo le rive; basti pensare a Roma, a Firenze, a Londra, a Parigi.

Arginature estese per centinaia di chilometri sono state realizzate nelle grandi pianure per difendere gli insediamenti esistenti, ma anche per favorire la loro espansione o per realizzarne di nuovi.

L'occupazione degli alvei fluviali ha riguardato anche corsi d'acqua più piccoli, sempre nella logica di protezione dell'esistente e di ulteriore espansione.

La costruzione delle ferrovie litoranee, per esempio, ha spesso imposto a fiumi con una larghezza di centinaia di metri di passare attraverso ponti larghi qualche decina di metri, anche con la realizzazione di muri di accompagnamento e altre opere capaci di convogliare le acque in quegli stretti pertugi. Nella figura 5 l'esempio del fiume Savuto in Calabria evidenzia l'effetto prodotto dal rialzo del tratto ferroviario realizzato alla fine dell'800.

Nei centri urbani il reticolo idrografico è stato più violentemente sottomesso all'esigenze di urbanizzazione, come dimostra in modo

emblematico lo sviluppo di Olbia negli ultimi 60 anni (figura 6). Nelle zone pedemontane molti fossi naturali si sono trasformati in strade (strade alveo). Si tratta in genere di fossi asciutti per anni e che quindi sono considerati, erroneamente, inattivi. Altri piccoli corsi d'acqua urbani hanno subito deviazioni, ostruzioni, restringimenti di cui è difficile ricostruire la storia.

In molti casi si è proceduto alla copertura dei corsi d'acqua (tombatura), cementificando l'alveo e ricoprendolo con una soletta, cioè una lastra, in modo da formare una scatola di cemento nel quale far scorrere l'acqua. Sopra la tombatura sono sorte strade ed edifici. È questo il caso, ad esempio, del torrente Bisagno a Genova e del fiume Seveso a Milano.

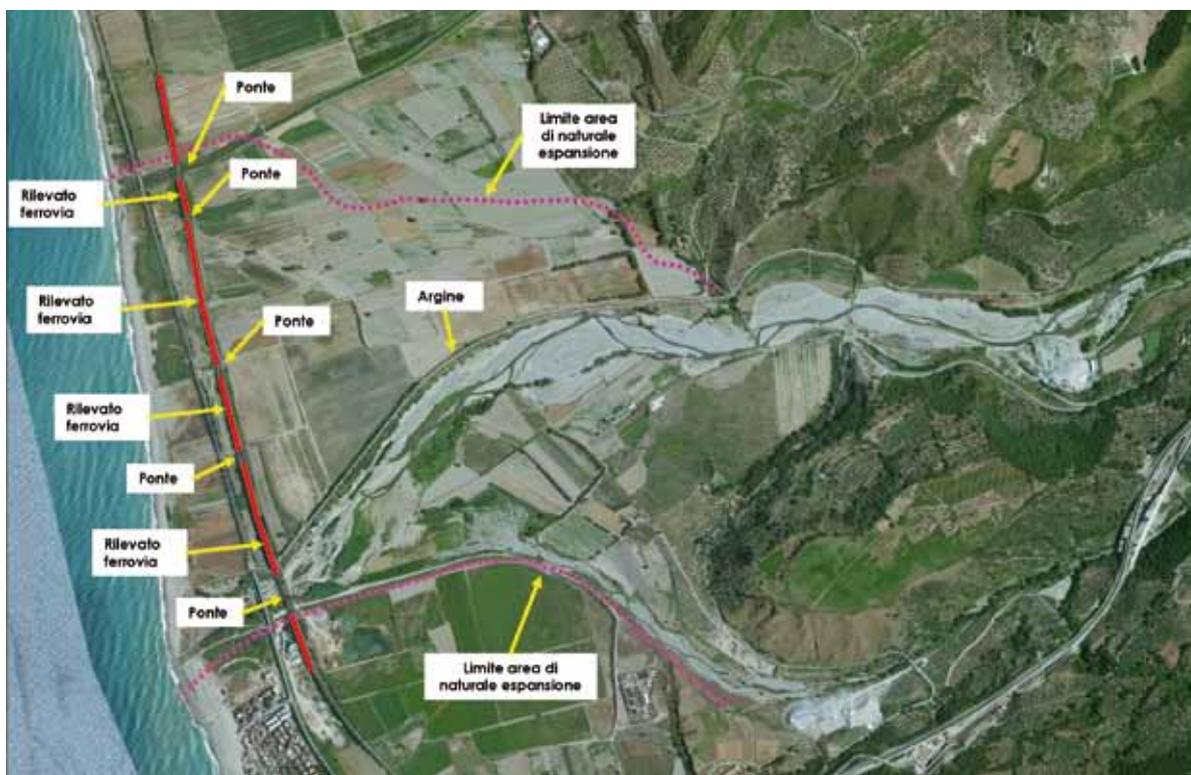


Figura 5. Il restringimento dell'alveo del fiume Savuto imposto dalla ferrovia litoranea

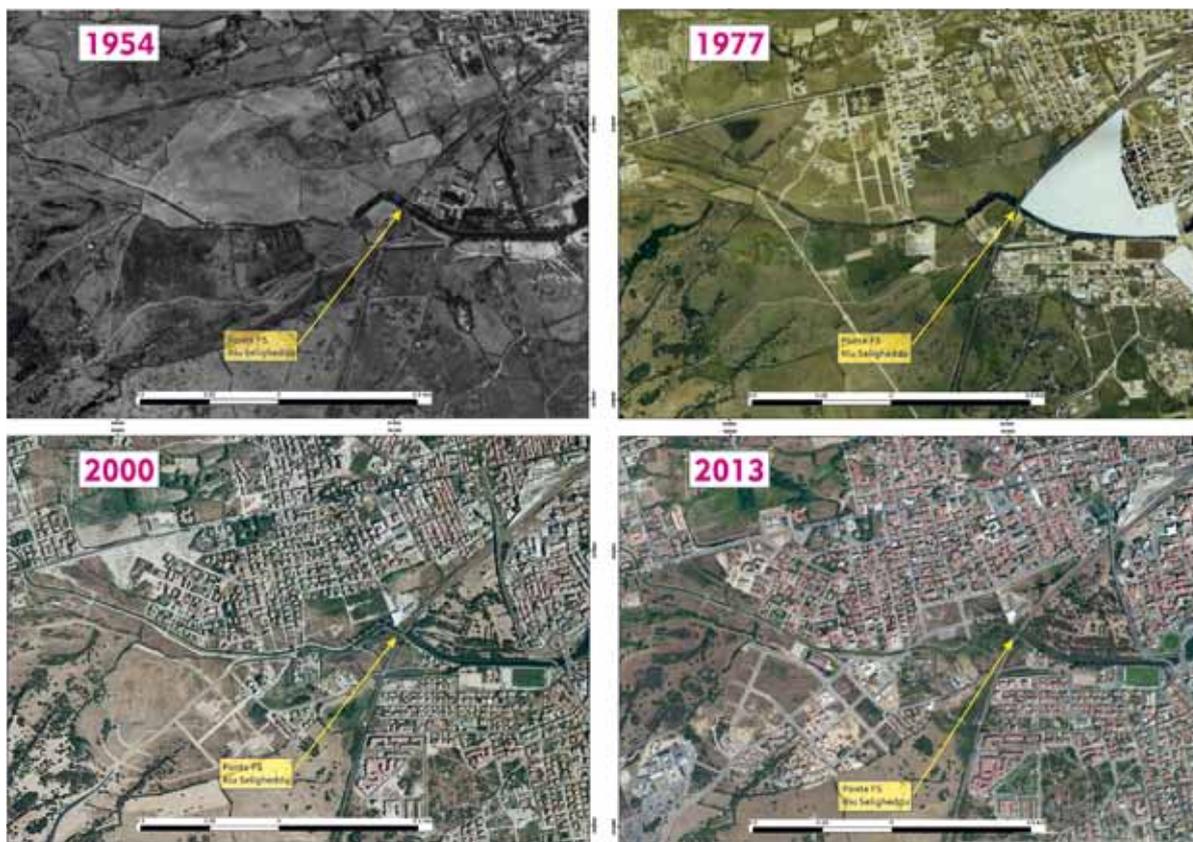


Figura 6. L'espansione urbanistica di Olbia dal 1954 al 2013

Nei centri abitati accanto al sistema di drenaggio naturale, sia pure alterato con gli interventi sopra richiamati, esiste un sistema di drenaggio delle acque piovane, completamente artificiale, costituito dalla rete fognaria. Le fogne raccolgono e convogliano verso il recapito finale sia le acque “nere” provenienti dagli scarichi delle abitazioni, sia le acque “bianche” che sono quelle di pioggia. Il sistema di raccolta e collettamento può essere unico o al contrario può essere separato in due reti fognarie distinte. Nel nostro caso interessano le fogne bianche, nelle quali confluiscono le acque di pioggia cadute nelle strade e sui tetti. La figura 7 mostra un classico esempio di sistema di raccolta del-

le acque piovane lungo la strada. Spesso, nelle zone pedemontane, confluiscono nelle fogne bianche, attraverso caditoie opportunamente posizionate, anche le acque che provengono da monte lungo le strade alveo. Nei centri storici più antichi il sistema di drenaggio naturale, specie se fortemente alterato dall'azione dell'uomo, e le fogne bianche si intrecciano in più punti rendendo ancora più caotico l'intero sistema. Talora le fogne bianche interessano solo una parte dell'abitato o mancano del tutto. I reticoli idrografici naturali in Italia non esistono più, se non in alcune zone protette. Al loro posto c'è un sistema complesso, in larga misura artificiale, che cerca di confinare i corsi

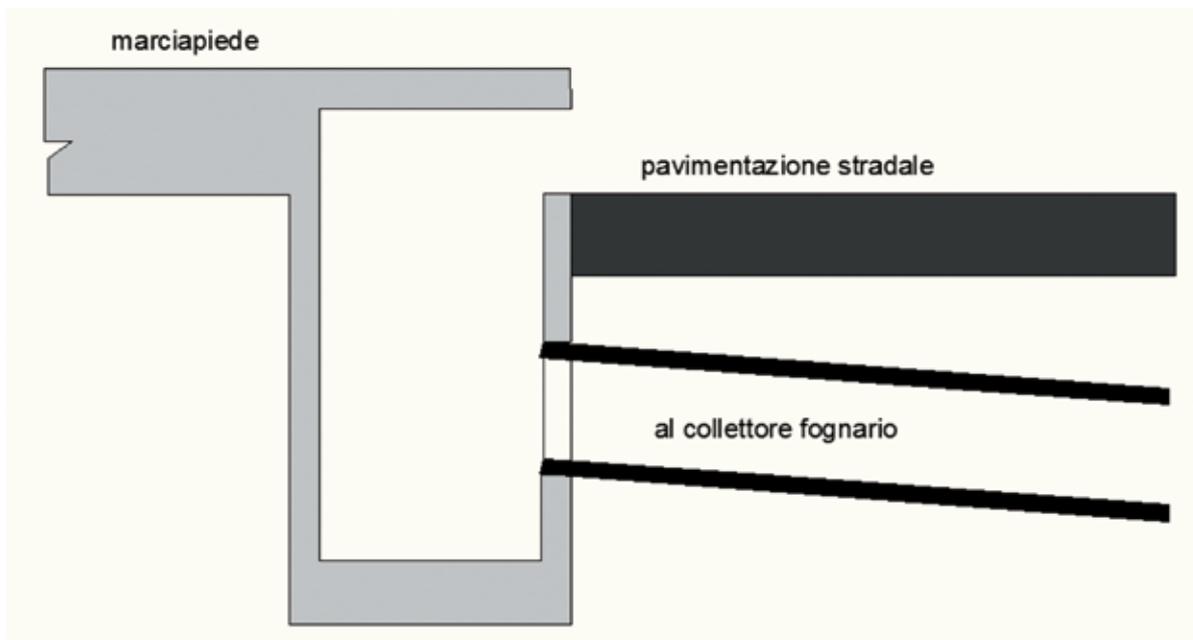


Figura 7. Il sistema di raccolta delle acque piovane in un centro urbano

d'acqua in aree sempre più ristrette, costringendoli a seguire itinerari contorti e spesso irrealistici. Lungo i corsi d'acqua, dal più piccolo fosso al più grande fiume, sorgono ostacoli di ogni tipo, restringimenti imposti dai ponti o dall'espandersi verso il fiume di aree urbanizzate, deviazioni brusche, tombature, occlusioni di ogni tipo che sono in tanti casi frutto di interventi non pianificati ma occasionali, se non addirittura abusivi.

È in questo contesto fragile e disordinato che con eccessiva facilità in Italia avvengono le alluvioni.

### LE PIOGGE INTENSE

Con elevata frequenza in varie parti del Paese si verificano piogge intense e localizzate, tipicamente concentrate in aree anche molto piccole e in un lasso di tempo piuttosto ristretto, solitamente associate a fenomeni temporaleschi. Nella terminologia meteorologica, a seconda

dell'intensità della precipitazione, questi fenomeni vanno sotto il nome di: forti rovesci, piogge torrenziali, nubifragi. Nel linguaggio corrente è stato coniato il termine "bombe d'acqua" per caratterizzare in modo intuitivo la violenza e la repentinità dell'impatto del fenomeno.

In poche ore cade una quantità di acqua che usualmente cade in qualche mese. Nel 2006 a Vibo Valentia sono caduti 199 mm in tre ore. Nel 2008 a Capoterra sono caduti addirittura 116 mm in mezz'ora. E si potrebbe continuare a lungo con una serie di dati egualmente impressionanti che riguardano molte zone del territorio nazionale. Per un raffronto basti pensare che in un anno la pioggia media in Italia è di circa 1000 mm.

I nubifragi sono la causa scatenante delle alluvioni dei tratti montani o pedemontani, quando si tratta di piccoli bacini. Le piogge cadono con una intensità tale che il terreno non riesce

ad assorbirla se non in minima parte, la vegetazione esaurisce rapidamente la sua azione di trattenuta, l'acqua scorre rapidamente in superficie, raggiunge la rete idrografica e la riempie in breve tempo. L'acqua esonda e continua a scorrere impetuosamente fuori dagli alvei travolgendo tutto quello che incontra. La situazione è ulteriormente aggravata dalle frane che molto spesso sono attivate dalle piogge intense e che sono trascinate verso valle o concorrono all'esonazione ostruendo, in parte o interamente, le sezioni idriche. Nei casi più gravi, quando i terreni hanno particolari caratteristiche, si possono generare terribili colate di fango. Se gli alvei sono molto pendenti e pieni di sedimenti, la corrente è in grado di mobilitarli dando luogo a micidiali colate di detrito. I nubifragi hanno effetto solo locale sui bacini più grandi. Per innescare una piena in un bacino dell'ordine delle decine di migliaia di km<sup>2</sup> servono, invece, piogge persistenti e diffuse sull'intero bacino o su gran parte di esso. È questo, ad esempio, il caso delle piene sull'asta principale del bacino del fiume Po, come quella terribile del 1951.

### **GLI EFFETTI AL SUOLO**

Cosa succede quando un nubifragio o una pioggia diffusa e persistente si abbattono su un territorio reso fragile da un'antropizzazione eccessiva e spesso incontrollata?

Conviene distinguere diversi scenari:

**S1** *nubifragio che interessa un centro abitato di pianura*

**S2** *nubifragio che interessa una zona montana o pedemontana*

**S3** *piena fluviale, determinata dalle piogge cadute su gran parte del bacino di monte, che interessa un tratto fluviale di pianura.*

Nel caso S1 gli effetti principali possono essere così descritti:

- incapacità del sistema fognario di smaltire una pioggia tanto intensa, ne derivano allagamenti delle strade e delle piazze, invasione dei locali interrati o seminterrati, riempimento dei sottopassi, allagamento dei sotto servizi. Se non c'è un adeguato sistema di difesa dagli allagamenti si possono avere problemi anche per le linee e le stazioni metropolitane. Il fenomeno assume maggiore rilevanza se la fognatura bianca è incompleta o addirittura inesistente. In molti casi quando la topografia dei luoghi e la rete fognaria hanno particolari caratteristiche, la fogna può andare in pressione e riversare il suo contenuto sulle strade nelle zone più depresse, contribuendo ad accrescere il livello di rischio per le persone;
- il sistema di drenaggio naturale che attraversa il centro urbano può entrare anch'esso in crisi, perché non riesce a contenere la piena generata dalla pioggia intensa. Questa evenienza si verifica soprattutto quando il fiume che attraversa il centro è di piccole dimensioni. Se la rete idrografica entra in crisi, in prossimità delle strettoie, rappresentate in genere dagli attraversamenti o dall'imbocco di eventuali tratti tombati, l'acqua non riesce a passare e si ha quindi un effetto di rigurgito verso monte che fa straripare il corso d'acqua e fa sormontare l'eventuale attraversamento. La corrente

non più inalveata continua nella sua corsa lungo le strade, seguendo le linee di maggiore pendenza. Se ci sono intersezioni tra sistema fognario e rete di drenaggio naturale, può anche avvenire che le acque del fiume invadano la rete di drenaggio urbano e rendano ancora più drammatico lo scenario descritto al punto precedente;

- le acque che si infiltrano copiosamente nel terreno o il ruscellamento lungo i pendii urbani di acque provenienti da aree impermeabilizzate possono determinare scosscendimenti, crolli di muri di sostegno non adeguatamente drenati, cedimenti di carreggiate, apertura di voragini, danni strutturali agli edifici più fragili.

Sono questi gli effetti essenziali che possono derivare da un nubifragio che colpisce un centro abitato. Un esempio di evento recente riconducibile a questa tipologia è il nubifragio che ha colpito la città di Roma il 20 ottobre 2011. Fatti locali ovviamente possono contribuire ad attenuare o ad aggravare gli effetti dell'evento. La disponibilità e il trasporto di materiale galleggiante può accelerare l'erosione, perché provoca l'ostruzione delle luci dei ponti, un sistema fognario inefficiente e malridotto può accelerare l'allagamento delle aree servite, la presenza di ampie aree depresse e inabitate può, invece, attenuare l'effetto dell'erosione, accumulando volumi significativi dell'onda di piena, e così via.

A seconda dei casi, i fenomeni descritti possono verificarsi tutti insieme o solo in parte e, comunque, con un'intensità diversa. Anche i danni alle persone possono variare da caso a

caso, in base alle caratteristiche del fenomeno, delle zone allagate, delle persone che vi si trovano e del loro numero e, soprattutto, del loro comportamento durante l'evento. Certamente se c'è un sistema di allertamento efficace e se si è informati su ciò che può succedere e su cosa si deve fare, i danni per le persone si riducono drasticamente.

I danni alle cose dipendono dai beni esposti. In genere i danni maggiori li subiscono: la viabilità e i ponti in particolare, i locali interrati, o anche a piano terra, le auto e gli altri mezzi di locomozione, incautamente parcheggiate, il materiale depositato lungo le strade, i sottoservizi, le aree a verde, ecc. Danni possono interessare anche il patrimonio archeologico, storico, monumentale, specie in assenza di un'adeguata manutenzione (basti pensare ai ripetuti crolli, a Roma, delle mura aureliane). Nello scenario di evento S2 si hanno gli stessi effetti descritti per S1, anche se in ambiti territoriali sovente più ridotti. Ma nelle zone montane o pedemontane si possono verificare anche fenomeni di grande rilevanza connessi ai movimenti di massa, in particolare:

- frane sui pendii che possono provocare danni rilevanti sia su strutture e infrastrutture che insistono sul corpo di frana, sia su quelle di monte che possono essere coinvolte per l'azione retrogressiva, sia su quelle più a valle che sorgono nella zona di invasione. I terreni mobilizzati dalle frane possono interferire in modo rilevante con il reticolo idrografico ostruendolo anche completamente, come è avvenuto in Calabria sul torrente Bonamico nel 1973 o in val Pola nel 1987 (figura 8).



Figura 8. La frana della val Pola e l'ostruzione del fiume Adda

Ma i sedimenti possono produrre fenomeni ugualmente pericolosi, anche se meno appariscenti. Il deposito in alveo produce un innalzamento del fondo (sovralluvionamento) e quindi una riduzione della sezione idrica e una maggiore propensione all'esonazione, oppure possono ostruire le luci dei ponti e soprattutto gli imbocchi dei tratti tombati rendendoli in breve inutilizzabili. Di particolare gravità per gli effetti devastanti che possono provocare sono le colate di fango e di detri-

to, che arrivano a valle con velocità dell'ordine dei metri al secondo o anche superiori e quindi capaci di travolgere qualsiasi ostacolo. Basti pensare all'evento di Sarno del 1998 o a quello più recente di Giampilieri (2009). Emblematico è l'evento di Atrani in cui una colata di fango nel 2010 ha interessato un tratto tombato che attraversa l'intero centro abitato. La colata ha percorso solo in minima parte il tratto tombato scorrendo quasi completamente al di sopra di esso (figura 9).



Figura 9. La tombatura del torrente Dragone nel centro abitato di Atrani. La sua inefficacia in occasione dell'evento del 2010 appare evidente (da Bovolín, 2014)

Lo scenario S3 è diverso dagli altri due e riguarda le pianure alluvionali, zone di naturale espansione dei grandi fiumi e che da sempre, per gli evidenti vantaggi ambientali che le caratterizzano, sono state oggetto di insediamenti umani. Tutte le grandi pianure sono state arginate nel tentativo di separare in modo definitivo la zona di pertinenza del fiume da quella disponibile per le attività antropiche, dove, nel tempo, sono sorti insediamenti di ogni tipo.

Le arginature tuttavia non sono in grado di garantire la sicurezza assoluta alle aree limitrofe in quanto sono comunque possibili inondazioni riconducibili ai seguenti fenomeni:

- sormonto degli argini dovuto a una portata maggiore di quella prevista in fase di progettazione, derivante da precipitazioni eccezionali o dal sincronismo delle piene provenienti dai diversi affluenti che concorrono a incrementare fortemente la piena sul fiume principale, o anche dal mutamento dello stato dei luoghi rispetto all'epoca della progettazione, ad esempio per la riduzione della copertura vegetale, e/o per l'aumento delle aree impermeabili nel bacino che producono un aumento delle portate. L'esondazione avviene quando il livello idrico supera la quota arginale e la piena invade i terreni circostanti. Spesso il fenomeno si innesca in corrispondenza di restringimenti dell'alveo prodotti da attraversamenti inadeguatamente dimensionati o da occupazione parziale o da ostruzioni anche solo temporanee dell'alveo (ingombranti non rimossi, accumulo di sedimenti, occupazione per

attività stagionali, presenza di cantieri, ecc). A monte del restringimento il livello idrico aumenta (rigurgito) fino a provocare l'inondazione. L'argine sormontato può crollare, rendendo ancora più critica la situazione. L'esondazione può avvenire anche in corrispondenza di una brusca diminuzione della pendenza dell'alveo o di una brusca variazione planimetrica. In molti casi il livello di protezione offerto dalle arginature non è omogeneo, perché sono state realizzate in epoche diverse con visioni diverse o anche perché si è modulato il livello di protezione in funzione delle zone da proteggere. Ci possono, pertanto, essere tratti meno sicuri dove l'esondazione si localizza con maggiore frequenza. È importante osservare che indipendentemente dal tratto in cui avviene il sormonto tutte le aree a quota inferiore sono soggette comunque all'inondazione, anche se con una intensità che decresce con la distanza;

- occlusione delle luci di ponti, per effetto del trasporto di materiali galleggianti e ingombranti (alberi, cassonetti, bombole, ecc). Si determina in tal caso un rigurgito verso monte che può provocare un'esondazione anche nel caso in cui la portata di piena sia inferiore a quella massima transitabile;
- rottura di argini. Questo è un fenomeno molto preoccupante che sta diventando ricorrente. In figura 10 l'esempio recente (2014) del Secchia. Gli argini, infatti, non cadono solo in occasione del sormonto, ma anche quando i livelli idrici sono inferiori. Il cedimento può dipendere da diversi fattori,

legati comunque alla vetustà dell'opera, alla inadeguata progettazione e/o esecuzione, alla carenza di una sistematica ed efficace manutenzione. Tra le cause principali l'erosione dell'argine sul lato interno e su quello esterno, spesso con fenomeni di vera e propria liquefazione; il cedimento strutturale con un assestamento dell'argine che lo indebolisce in modo anche definitivo; il passaggio dell'acqua lungo canali preferenziali sotto il corpo arginale (sifonamento) o all'interno dello stesso argine, magari seguendo il percorso creato dagli animali per realizzare le

loro tane. Sul lato esterno di un argine, nel caso di sifonamento si possono creare delle sorgenti di acqua mista a fango (fontanazzi) che indicano la presenza di un percorso sotterraneo preferenziale per la corrente, che esercita la sua azione erosiva e che porterà, in assenza di contrasto, al collasso della porzione di argine sovrastante. Il fenomeno è particolarmente pericoloso nel caso di fiumi che scorrono su un alveo più alto del piano di campagna esterno. La breccia una volta aperta continua ad allargarsi a meno che non si mettano in atto efficaci contromisure.



Figura 10. La rottura dell'argine del fiume Secchia nel 2014 (foto AIPo)

Nel descrivere i diversi casi riconducibili allo scenario S3 si è fatto riferimento a difese arginali con rilevati in terra. Nel caso in cui la difesa longitudinale sia di tipo diverso (muri di cemento, argini in gabbioni, ecc) non ci sono

sostanziali differenze nel comportamento del corso d'acqua in fase di esondazione. È anche possibile che il corso d'acqua sia confinato in un alveo da esso stesso inciso, nel quale siano eventualmente presenti solo i rivestimenti

necessari a evitare l'erosione delle sponde. In tal caso ovviamente sono possibili solo i primi due fenomeni sopra analizzati. In ogni caso gli effetti di una inondazione sono ben noti (figura 11) e sono qui richiamati solo in modo schematico. Il livello idrico nelle aree inondate può arrivare a diversi metri e non lasciare scampo alle persone che non sono in grado di raggiungere rifugi sicuri a quote più elevate. In prossimità della zona di sormonto l'energia della corrente può essere in grado non solo di travolgere persone e autovetture ma anche di distruggere e trascinare via interi edifici. I danni alle abitazioni e alle industrie che vengono sommerse possono essere enormi e in qualche caso irreversibili. Lo stesso dicasi per i beni culturali (basti pensare all'alluvione di Firenze del 1966). Nel suo cammino l'acqua

invade e mette in circolo materiale inquinante della più svariata tipologia con effetti sugli ecosistemi e sulla salute dell'uomo anche di lunga durata. L'acqua permane per diversi giorni nelle aree inondate e quindi i danni per l'agricoltura possono essere, a seconda della stagione, davvero terribili. Il sistema di trasporti è anche compromesso, linee stradali e ferroviarie possono restare interrotte per lunghi periodi prima di essere ripristinate. Anche nelle zone dove il livello dell'acqua è più basso ci possono essere pericoli per le persone. Bastano pochi centimetri di acqua che si muove velocemente a compromettere l'equilibrio di chi è per strada e a farlo cadere. La presenza dell'acqua e la sua azione erosiva possono compromettere la stabilità degli edifici più fatiscenti.



Figura11. Novembre 2012 - Alluvione del fiume Tevere

## IL RISCHIO PER LE PERSONE

Le alluvioni producono un gran numero di vittime non solo nel nostro Paese ma in tutto il mondo. Tuttavia le circostanze in cui si può perdere la vita sono riconducibili a un numero limitato di situazioni che vengono riassunte nel grafico della figura 12, frutto di un'analisi svolta dal CAMIIlab - Laboratorio di Cartografia Ambientale e Modellistica Idrogeologica sulle inondazioni più recenti e sulle circostanze che hanno provocato vittime. Molto spesso si muore in macchina o perché ci si trova in prossimità di un argine al momento del sormento, o perché c'è un cedimento della strada specie in corrispondenza di ponti, o perché ci si trova in un sottopasso che si colma rapidamente, o perché si transita in un'area inondata

e si viene investiti da una corrente capace di trascinare via l'autovettura, o perché la strada, scivolosa per una lamina d'acqua anche di pochi centimetri, rende l'auto ingovernabile con conseguenze anche letali. Ma si muore anche al di fuori dell'auto o perché, all'esterno, si è travolti da una corrente capace di far perdere l'equilibrio (se la velocità dell'acqua è elevata bastano pochi centimetri) o perché ci si fa sorprendere in locali interrati o comunque ad un livello inferiore di quello raggiunto dall'acqua. Si tratta, comunque, di circostanze che è possibile evitare se si conoscono bene il territorio in cui si vive e i rischi che sono in esso presenti, se si presta attenzione alle allerte che vengono diramate sul territorio e se si mettono in pratica efficaci norme di autoprotezione.



Figura12. Scenari di rischio per le persone per eventi di inondazione

# PER SAPERNE DI PIÙ

## Bibliografia

- Rossi F., Versace P., (1982). Criteri e metodi per l'analisi statistica delle piene. In: Marchi, Caroni, D'Alpaos, Fattorelli, Rossi, Ubertini, Versace. Valutazione delle piene. Progetto finalizzato Conservazione del suolo, CNR, pubblicazione n. 165.
- Natale L., Versace P., (1993). Aree vulnerate e piani di protezione civile. Il Progetto AVI. In: Previsione e prevenzione degli eventi idrologici estremi e loro controllo, Linea 1, Rapporto 90-91, GNDCl. Cava Dei Tirreni: grafica metelliana spa.
- Versace P., (a cura di) (2005). La mitigazione del rischio da colate di fango a Sarno e negli altri comuni colpiti dagli eventi del maggio 1998. Napoli, Poligrafica Ruggiero.  
<http://www.camilab.unical.it/ricerca/indicericerca.asp?menuricerca&contenutoricerca>
- Versace P., (2006). Relazione generale su "Processi idrologici e atmosferici". In: Atti del XXIX Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche. Trento, Settembre 2004, vol. IV, pp. 75-139, Editore Bios.  
<http://www.camilab.unical.it/ricerca/indicericerca.asp?menuricerca&contenutoricerca>
- Biondi D., Versace P. (2007). *Peak flow estimation under parameter uncertainty in a real time flood warning system for ungauged basins*. IAHS PUBLICATION, vol. IAHS Publ. 313, pp. 425-435
- Versace P., (2012). Nuove strategie per la difesa idraulica del territorio. In Ambiente, rischio comunicazione. Dissesto Idrogeologico. n. 3 AMRA, Napoli



## DOVE SONO INDICATE LE AREE A RISCHIO? a cura di Marcello Brugioni, Martina Bussetini, Barbara Lastoria, Stefano Mariani, Bernardo Mazzanti, Francesca Piva

Il rischio alluvione è molto diffuso in Italia. Le aree che possono essere interessate dallo straripamento di fiumi di grandi dimensioni sono individuate dal Pai – Piano di assetto idrogeologico – realizzato dall’Autorità di Bacino o dalla Regione. Il Comune elabora il Piano di emergenza tenendo conto delle informazioni del Pai. Il Piano comunale deve indicare anche quali sono le aree alluvionabili a causa di piccoli fiumi, fiumi tombati, fiumare e reti fognarie, includendo situazioni potenzialmente critiche in corrispondenza di argini, ponti, sottopassi e restringimenti del corso d’acqua.

Per aree soggette ad alluvione o inondazione si intendono quelle porzioni di territorio che abitualmente non sono coperte d’acqua ma che possono essere interessate da allagamento temporaneo, provocato dallo straripamento di fiumi (Figura 1), torrenti, canali, laghi e, per le zone costiere, dal mare.

Il livello di rischio a cui sono soggette tali aree dipende dalla numerosità degli elementi esposti presenti nell’area, dal loro valore e dalla vulnerabilità che li caratterizza nonché dall’intensità dell’evento alluvionale.

Per meglio illustrare quanto sopra detto è opportuno far riferimento al concetto di “rischio totale” (Varnes, 1984<sup>1</sup>) inteso come la combinazione di probabilità di accadimento di un evento alluvionale e di danno potenziale atteso. La probabilità dà l’indicazione di quanto spesso un evento di determinata intensità vada a interessare una specifica area in un intervallo di tempo prefissato. Nella maggior parte dei casi più che alla probabilità di accadimento (P) di un evento si fa riferimento al suo inverso, il “tempo di ritorno” ( $T=1/P$ ),

definito come l’intervallo di tempo medio per cui un evento di data intensità è eguagliato o superato. Quando si dice che un evento alluvionale ha un tempo di ritorno di 30 anni, si vuole indicare che il tempo che intercorre tra quell’evento e uno di simile o superiore intensità è in media pari a 30 anni, ma non è detto che accada ogni 30 anni. Gli eventi alluvionali relativamente più intensi sono quelli associati a tempi di ritorno maggiori e quindi meno frequenti o meno probabili. Proprio per questo tali eventi sono associati a un livello di “pericolosità” minore. Il concetto di pericolosi-



Figura1. Aree allagate ed elementi esposti

(1) Varnes D.J., IAEG Commission on Landslide (1984) - Landslide hazard zonation: a review of principles and practice. UNESCO Paris, 63 pp

tà, spesso erroneamente confuso con il concetto di rischio, è quindi direttamente legato a quello di “probabilità” di accadimento: più un evento è probabile più è pericoloso.

Il danno che un evento può provocare, a parità di intensità, dipende dal valore degli elementi esposti e dalla loro vulnerabilità. Gli elementi esposti sono tutti quei beni che possono essere danneggiati dall'alluvione e sono essenzialmente riconducibili a quattro categorie: le persone, le attività economiche comprese le infrastrutture e strutture strategiche (reti di comunicazione e trasporto e relative strutture e impianti a supporto, quali strade, ferrovie e aeroporti – reti tecnologiche e di servizio e relative strutture e impianti a supporto, per la fornitura di gas, elettricità, acqua, ecc. – ospedali, scuole, municipi, ecc.), il patrimonio culturale (beni di rilievo storico-culturale e archeologico) e l'ambiente. Il valore dei beni esposti (E), quindi, non è solo quello economico, ma anche quello sociale, storico-culturale e ambientale. La vulnerabilità è la predisposizione degli elementi esposti ad essere affetti, danneggiati o distrutti da un evento. Essa è quindi

dipendente sia dalla capacità degli elementi a rischio di sopportare le sollecitazioni esercitate dall'evento, che dall'intensità dell'evento stesso.

Riassumendo, il rischio (R) è una funzione della probabilità (P), della vulnerabilità (V) e del valore degli elementi esposti (E).

La valutazione del rischio di inondazione su un determinato territorio passa attraverso la produzione di due tipologie di mappe: le mappe di pericolosità e le mappe di rischio.

Tali mappe hanno una importante utilità sotto più punti di vista.

Da una parte hanno un ruolo fondamentale per le attività di pianificazione territoriale: in base al livello di pericolosità e di rischio, le aree perimetrate sono soggette a un regime di vincoli urbanistici che hanno lo scopo di non aumentare il livello di rischio in tali aree (ad esempio imponendo la non edificabilità).

Dall'altra, sono considerate il punto di partenza nell'elaborazione dei piani di emergenza per il rischio alluvioni: le mappe vengono generalmente utilizzate come riferimento nella costruzione dello scenario.

La mappatura della pericolosità e del rischio idraulico sull'intero territorio nazionale è una operazione complessa che è iniziata alla fine degli anni '90 in seguito ai numerosi eventi alluvionali che hanno colpito in quel periodo l'Italia.

Con la **Legge 183/1989** “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo” vennero istituite le Autorità di Bacino Nazionali,

Interregionali e Regionali e stabilito che le attività di pianificazione e programmazione nel campo della difesa del suolo, risanamento delle acque, fruizione e gestione del patrimonio idrico e tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi fossero applicate ai bacini idrografici considerati come “ecosistemi unitari”. Lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo individuato dalla L.183/1989 per





attuare le azioni suddette è il **Piano di Bacino**. Nel maggio 1998 una serie di frane e colate di fango e sedimenti innescate dalle piogge cadute colpì in particolare l'abitato di Sarno in Campania (ma anche i comuni di Quindici, Siano e Bracigliano), causando 160 morti. A questi tragici fatti seguì l'emanazione di una serie di disposizioni di legge nazionali e regionali, che dettero tra l'altro il via e guidato le Autorità di Bacino nella redazione delle **mappe di pericolosità e di rischio**. Tra tali disposizioni vi fu la **legge 180 del giugno 1998** che introdusse la possibilità di redigere dei Piani per l'Assetto Idrogeologico (**PAI**) attraverso i quali dovevano essere individuate le aree a rischio idrogeologico (alluvioni e frane), stabilite le norme d'uso del territorio e gli interventi o misure in funzione del grado di rischio (R1-R4). Il rischio, infatti, si esprime in classi:

**Rischio moderato R1:** per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale, sono marginali;

**Rischio medio R2:** per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, che non pregiudica l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e il funzionamento delle attività economiche;

**Rischio elevato R3:** per il quale sono possibili pericoli per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture, con conseguente inagibilità degli stessi, l'interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale;

**Rischio molto elevato R4:** per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio economiche.

Con la trasposizione della **Direttiva Quadro sulle Acque** (*Water Framework Directive – WFD*) e della **Direttiva Alluvioni** (*Floods Directive – FD*) nella legislazione italiana, attraverso i **Decreti Legislativi 152/2006 e 49/2010** sono stati istituiti i Distretti Idrografici, opportune aggregazioni di bacini idrografici coordinate dalle Autorità di Bacino Distrettuali. Queste ultime in realtà non sono ancora state costituite, per cui attraverso successivi atti normativi, i loro compiti sono stati assegnati alle Autorità di Bacino Nazionali di cui sopra. La Direttiva Alluvioni prevede, tra le altre cose, che in ciascun distretto in cui è suddiviso il territorio vengano perimetrare le **aree a diversa pericolosità e rischio di alluvioni** e che venga elaborato un **piano di gestione** del rischio di alluvioni.

Attualmente, dunque, a livello nazionale ci troviamo in un momento di transizione in cui sono presenti **due diverse mappature di pericolosità e di rischio:** quelle inserite nei PAI e quelle elaborate ai sensi della Direttiva Alluvioni. Tali mappature, essendo state elaborate utilizzando dati di base e criteri leggermente differenti, sono simili ma non coincidono. In questo momento le mappe Direttiva Alluvioni hanno un valore di studio di approfondimento propedeutico sia alla redazione del Piano di gestione (entro fine 2015), sia all'eventuale successivo aggiornamento del PAI vigente.

Le mappe presenti nei PAI hanno tuttora cogenza normativa e sono riferimento per le attività di pianificazione territoriale e programmazione degli interventi di mitigazione, essendo associate a normative di salvaguardia o analoghe misure (ad esempio, vincoli urbanistici).

## LE MAPPE DI PERICOLOSITÀ

Le mappe di pericolosità sono la rappresentazione delle aree allagabili secondo tre scenari di probabilità: bassa (eventi poco frequenti o eventi estremi), media (tempi di ritorno maggiori o uguali a 100 anni), alta (eventi molto frequenti, con tempi di ritorno compresi tra 20-50 anni, secondo quanto indicato nel D. Lgs. 49/2010).

L'individuazione delle aree per le quali redigere le mappe di pericolosità, si basa sulla conoscenza acquisita nel corso degli anni di quali siano le aree che storicamente sono state interessate da allagamenti con conseguenze più o meno gravi. Ecco perché è fondamentale costruire e mantenere aggiornato un archivio degli eventi (catalogo degli eventi), in cui poterli archiviare in modo organico e omogeneo, in base ad alcune caratteristiche essenziali quali: la localizzazione, la loro estensione spaziale e le conseguenze che li hanno accompagnati. Questa attività è ciò che si indica come "Valutazione preliminare del rischio" e le aree perimetrare sulla base di tale valutazione sono chiamate "Aree a potenziale rischio significativo di alluvione".

Il passo successivo è quello di costruire degli scenari di evento, in modo da associare alle aree allagabili un tempo di ritorno.

Supponiamo quindi di essere in una sezione di un corso d'acqua e di volerne determinare le aree allagabili. In primo luogo è necessario individuare il cosiddetto bacino idrografico chiuso alla sezione considerata, ossia quali sono le porzioni di area del territorio circostante che per loro conformazione topografica drenano, ossia convogliano, l'acqua verso il corso d'acqua da monte fino alla sezione sud-

detta. Un bacino idrografico è caratterizzato da determinate pendenze, che influenzano la velocità con cui l'acqua può scorrere sulla superficie del terreno, e da determinate permeabilità, che condizionano la capacità del terreno di assorbire acqua. Tuttavia la quantità d'acqua che durante un evento di pioggia può infiltrarsi dipende anche da quanta acqua raggiunge il terreno in un certo intervallo di tempo (intensità), dalla durata dell'evento e da come la pioggia si distribuisce sul bacino. Quanto più intensa, prolungata e diffusa è la pioggia, ossia l'afflusso d'acqua, tanto minore è la capacità delle superfici di assorbire l'acqua che, non infiltrandosi, si trasforma in deflusso superficiale, cioè in quantità di acqua che raggiunge l'alveo fluviale per poi essere trasportata lungo il suo corso. Se tale quantità supera il massimo volume che l'alveo fluviale può contenere, l'eccesso fuoriesce dalla sezione ordinaria del corso d'acqua e si espande nelle aree adiacenti (Figura 2).

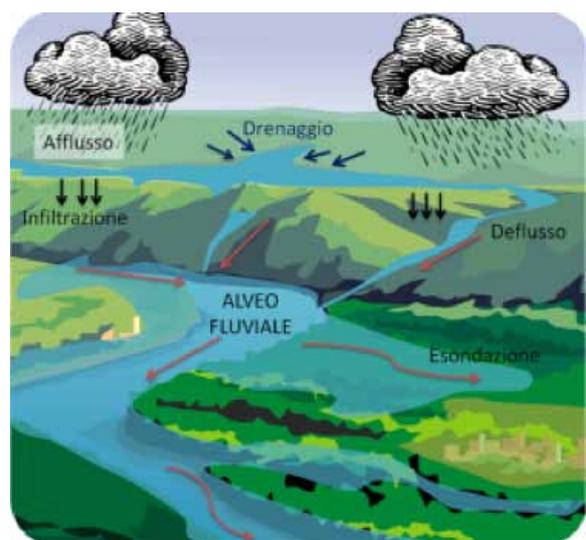


Figura 2. Schema semplificato di trasformazione degli afflussi in deflussi

Occorre quindi costruire un modello probabilistico basato sugli eventi del passato che consenta di stimare quali possano essere le caratteristiche della pioggia (intensità, durata e distribuzione) associate a determinati tempi di ritorno, valutare la risposta del bacino idrografico in termini di trasformazione dell'afflusso in deflusso e quella del corso d'acqua in termini di capacità o meno di trasportare in alveo i contributi del bacino drenante.

La trasformazione degli afflussi in deflussi e il trasporto in alveo sono schematizzati mediante modelli matematici detti rispettivamente idrologici e idraulici più o meno complessi e più o meno approssimati. Come per tutti i modelli è quindi necessario tener conto che i risultati che ne derivano sono da considerarsi un'interpretazione della realtà fisica e non un'esatta rappresentazione. Ci sono approssimazioni introdotte dalla quantità e qualità dei dati utilizzati dai modelli ma anche dalle schematizzazioni assunte nei modelli stessi. Per quanto riguarda la quantità e qualità dei dati, basti pensare al fatto che le serie storiche di piogge utilizzate dai modelli non sempre sono sufficientemente lunghe. Inoltre, spostamenti o sostituzioni dello strumento per la loro misura, il pluviometro, possono rendere le serie non omogenee. D'altra parte riguardo alle schematizzazioni, una delle ipotesi che in genere si assume nei modelli idraulici è che la sezione dell'alveo sia rigidamente invariabile. Le modellazioni, pertanto, difficilmente considerano eventualità come i crolli arginali (Figura 3), la caduta di materiale franoso in alveo o la presenza di detriti trasportati dalla corrente.



**Figura 3. Esondazione da rottura arginale**

In sintesi i modelli, sebbene con un certo grado di incertezza/approssimazione, consentono di definire l'estensione dell'inondazione, la minore o maggiore frequenza con cui può accadere che le aree vengano allagate, e i valori di altezza e in alcuni casi (ad es., nei modelli idraulici bidimensionali) di velocità che l'acqua raggiunge nelle aree allagate.

Le mappe di pericolosità in cui ci si può imbattere sono essenzialmente di due tipi: (1) quelle che riportano semplicemente la perimetrazione delle zone allagabili e la distinzione delle aree in base alla pericolosità, ossia alla probabilità di inondazione (Figura 4); (2) quelle in cui, per ciascuno scenario di probabilità, sono riportate l'estensione dell'inondazione e la distribuzione delle altezze d'acqua (talvolta ma più raramente anche delle velocità) nelle zone inondate (Figura 6). Riguardo alle mappe di tipo (1) come quella riportata nella Figura 4, le aree sono indicate come fasce adiacenti ciascuna caratterizzata da diversa pericolosità: alla fascia P3 appartengono le aree ad alta pericolosità in quanto sono quelle che più spesso vengono inondate, nella P2 si trovano le aree a media pericolosità,

perché allagabili per eventi di media probabilità e nella P1 ci sono le aree a bassa pericolosità perché si allagano solo di rado per eventi con bassa probabilità di accadimento. Le aree inondabili con media probabilità di

accadimento sono però l'insieme delle aree a pericolosità alta P3 e media P2 Figura 5, così come quelle inondabili per eventi di bassa probabilità sono l'insieme delle aree P3, P2 e P1.

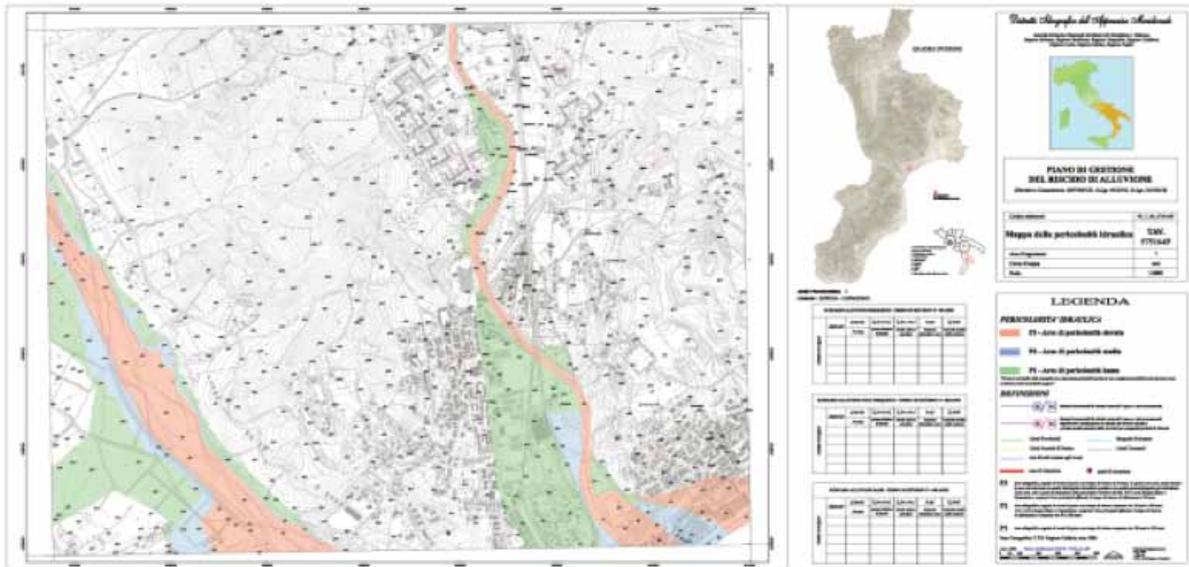


Figura 4. Mappa di pericolosità – Regione Calabria, Comuni: Borgia-Catanzaro. P3 (rosa): aree allagabili per eventi con tempo di ritorno pari a 50 anni; P2 (celeste): aree allagabili per eventi con tempo di ritorno compreso tra 50 e 200 anni; P1 (verde): aree allagabili per eventi con tempo di ritorno compreso tra 200 e 500 anni. (Elaborazione Ispra su fonte : [www.regione.calabria.it](http://www.regione.calabria.it))

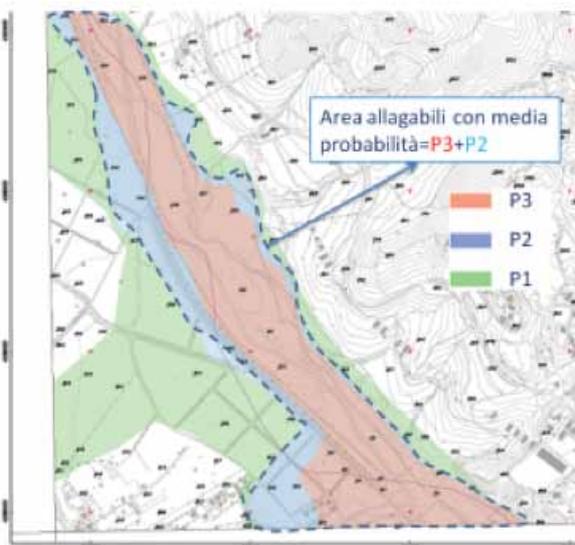


Figura 5. Estratto da Mappa di pericolosità – Regione Calabria, Comuni: Borgia-Catanzaro. Aree allagabili con media probabilità (P3+P2)

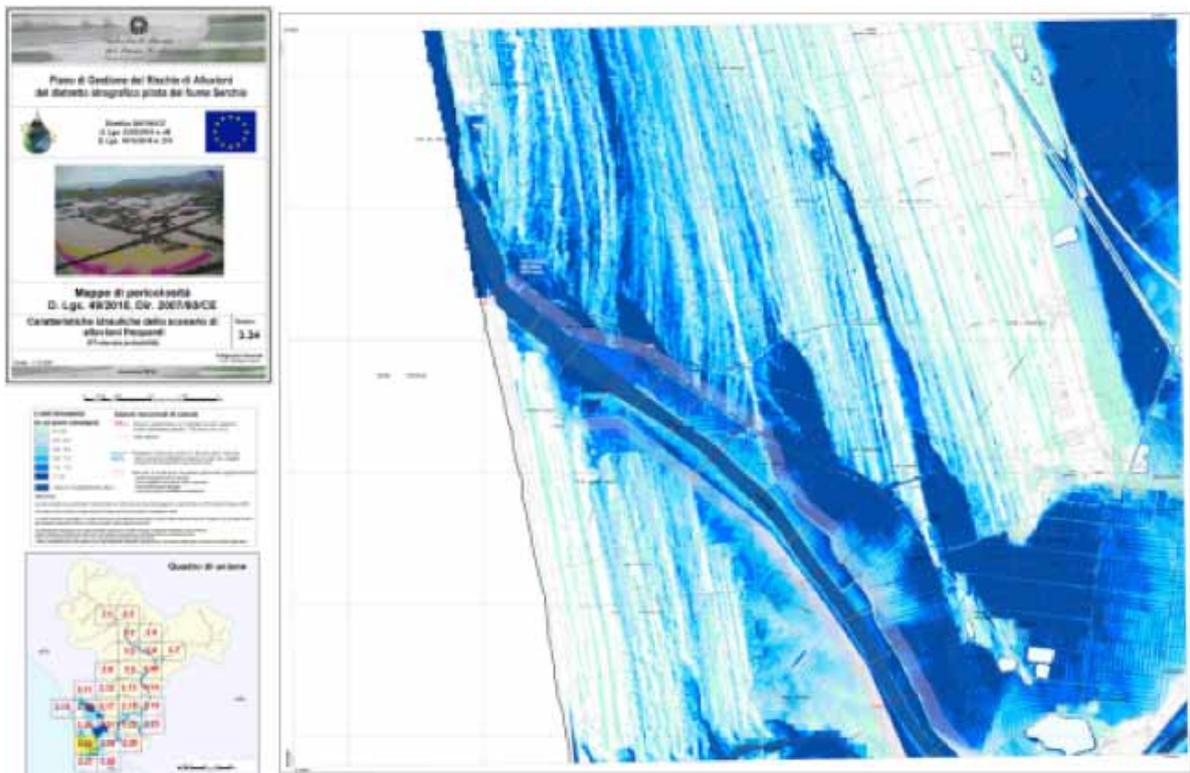


Figura 6. Mappa di pericolosità – Rappresentazione delle altezze nelle aree allagabili in una porzione di bacino del fiume Serchio per uno scenario di probabilità alta (alluvioni frequenti). Le aree in blu scuro esterne all'alveo sono quelle in cui l'altezza d'acqua può raggiungere oltre 1,5 m  
(Fonte: [www.autorita.bacinoserchio.it](http://www.autorita.bacinoserchio.it))

## LE MAPPE DEL RISCHIO

Le mappe di pericolosità ci dicono quali sono le aree che un'alluvione può raggiungere, con quale frequenza e con quale potenza. Per poter capire quali danni possano essere generati da un'alluvione è necessario valutare la presenza di elementi esposti all'interno delle aree allagabili.

Le mappe del rischio mettono insieme le informazioni derivanti dalle mappe di pericolosità con quelle relative agli elementi esposti.

In Italia esistono essenzialmente due tipologie di mappe del rischio: quelle in cui è rappresentato il modo in cui si distribuisce il livello di rischio (come previsto dal D. Lgs. 49/2010

- Figura 7), e quelle in cui è rappresentato il modo in cui si distribuiscono gli elementi a rischio (come previsto dalla Direttiva Europea sulle Alluvioni - Figura 8). Nel primo caso sulle mappe le aree vengono distinte in quattro classi: R1 = rischio scarso, R2 = rischio medio, R3 = rischio elevato, R4 = rischio molto elevato. Nel secondo caso vengono rappresentati, per ciascuno scenario di evento (alta, media e bassa probabilità), il numero e la tipologia degli elementi a rischio: si potranno quindi distinguere zone dove ci sono più o meno abitanti, il tipo di attività economiche, le infrastrutture e le strutture strategiche (es. ospedali e scuole) i beni culturali, gli impianti

che in caso di allagamento possono provocare inquinamento e le aree protette che possono essere danneggiate da tale inquinamento.

Il primo passo per redigere le mappe del rischio è individuare gli elementi che ricadono nelle aree allagabili e valutarne tipologia e numerosità. È evidente come il livello di dettaglio delle informazioni disponibili sugli elementi esposti condizioni fortemente la scelta su come rappresentare i beni, come valutarne valore e vulnerabilità e di conseguenza i danni che possono subire.

Senza entrare nel dettaglio delle metodologie più o meno complesse per la determinazione delle mappe del rischio, cerchiamo di capire quali sono i principi di base assunti, in modo da interpretare correttamente quanto riportato nelle mappe. Un'area soggetta a inondazioni ma priva di elementi esposti è un'area dove non ci possono essere danni, quindi il rischio ad essa associato è nullo. D'altra parte se su

una mappa si legge che un'area ha associato un rischio basso non vuol dire che vi si possano costruire case, scuole o quant'altro senza che ciò abbia conseguenza alcuna. Infatti, occorre ricordare che il rischio si compone di una parte legata alla presenza di elementi esposti e un'altra parte legata alla probabilità che si verifichi inondazione. Come detto sopra, un'area a basso rischio perché praticamente priva di elementi esposti può anche essere soggetta a frequenti allagamenti, cosa di cui ci si può accertare consultando le mappe di pericolosità. Se quindi costruiamo una scuola elementare in questa area o decidiamo di stabilirvi un'attività agricola, andiamo ad aumentare il valore che può essere danneggiato dall'alluvione. Tale valore sarà maggiore nel caso della scuola piuttosto che nel caso dell'attività agricola. Anche la vulnerabilità è molto maggiore nel caso della scuola, sia perché la scuola comporta presenza di persone

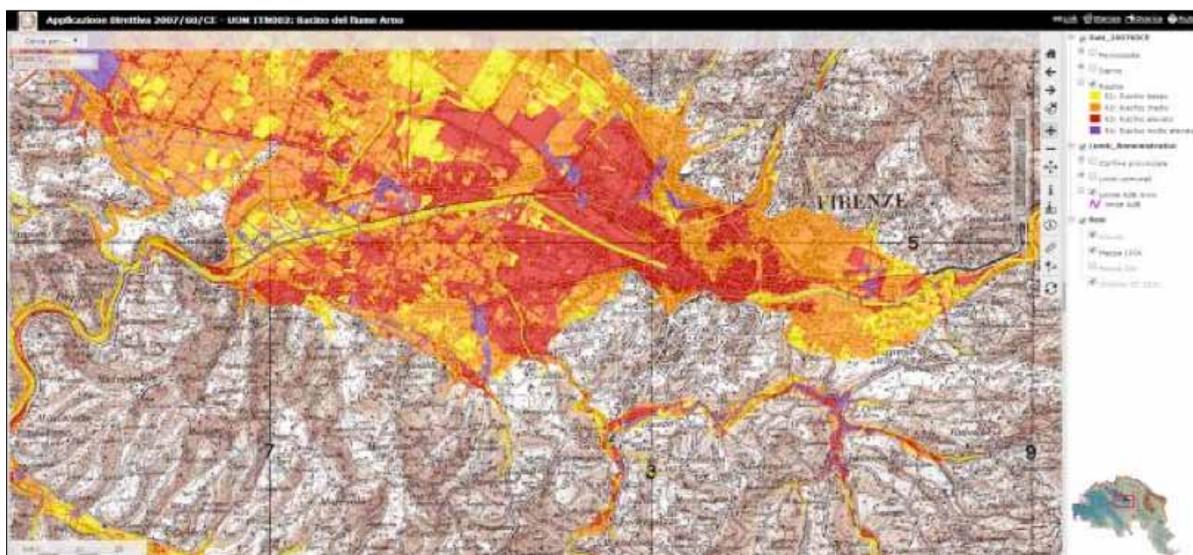


Figura 7. Mappa del rischio (R1-R4): bacino del fiume Arno in prossimità della città di Firenze. Le aree in viola sono quelle a rischio maggiore (R4-molto elevato).

Fonte: [www.geodataserver.adbarno.it](http://www.geodataserver.adbarno.it)

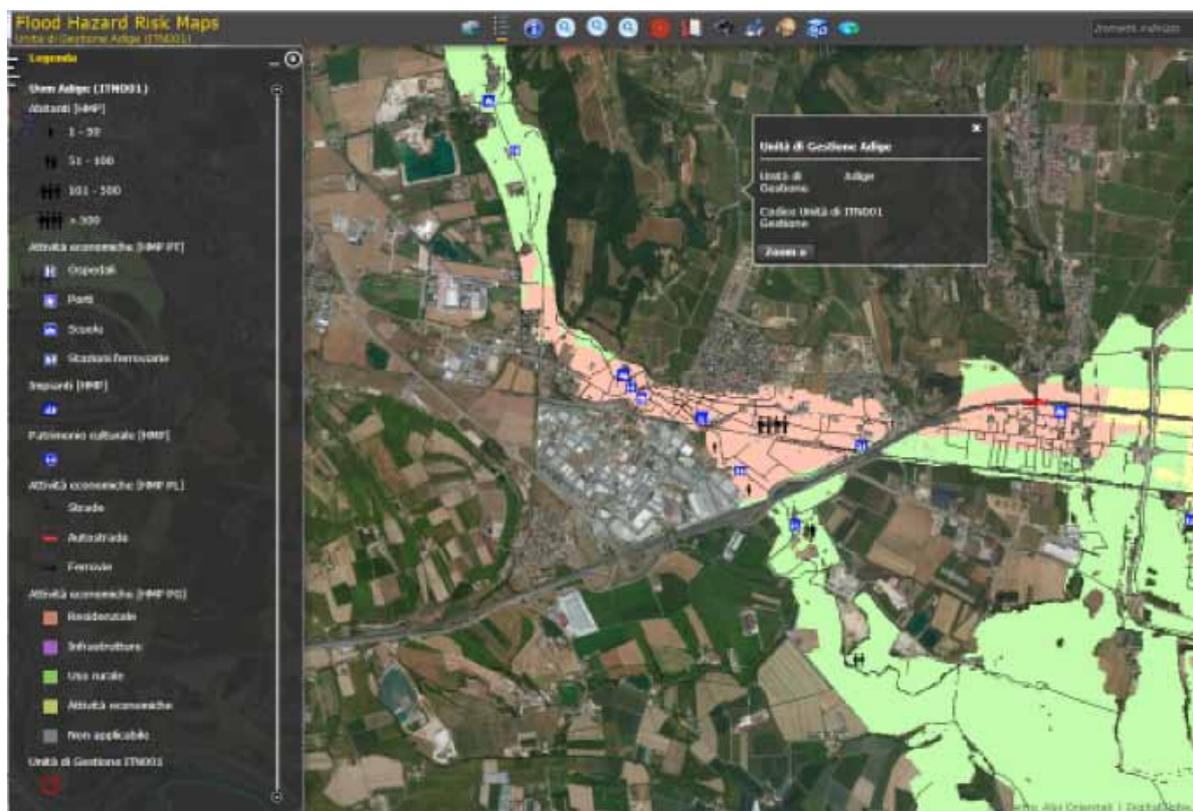


Figura 8. Mappa degli elementi a rischio per uno scenario di media probabilità: bacino del fiume Adige. (Fonte: [www.alpiorientali.it](http://www.alpiorientali.it))

e sia perché queste persone sono bambini: basti pensare che studi condotti per stabilire quali siano i valori di altezza d'acqua e velocità in grado di far perdere l'equilibrio a una persona che sta in piedi in mezzo a un flusso d'acqua dicono che se la corrente scorre ad una velocità di 3 m/s, per far cadere un adulto in buone condizioni fisiche occorre che l'acqua raggiunga almeno 1,2 m per un bambino basta molto meno, circa 0,5 m.

A questo punto ci si potrebbe chiedere: ma allora a cosa servono queste mappe del rischio, se occorre comunque andare a consultare quelle di pericolosità per capire come e quanto spesso un'alluvione possa colpire una certa area? In realtà, le mappe del rischio sono

particolarmente utili per individuare le aree a rischio elevato e molto elevato (R3 ed R4) in cui sono necessari e più urgenti interventi per ridurre il rischio (gestione del rischio). Le mappe degli elementi a rischio che hanno come base o sfondo la mappa di pericolosità, o comunque sono redatte per ciascuno scenario di probabilità d'evento, sono molto più immediate da leggere e capire. Inoltre sono particolarmente utili, ad esempio, per organizzare le attività di intervento di protezione civile.

### DOVE SI POSSONO TROVARE E CONSULTARE LE MAPPE DI PERICOLOSITÀ E DI RISCHIO

Per sapere come rintracciare le mappe della pericolosità e del rischio, bisogna innanzitutto

sapere chi le produce: occorre quindi innanzitutto capire qual è l'ambito territoriale in cui ricade l'area che interessa esaminare e di conseguenza l'Autorità di Bacino (AdB)/Regioni competente.

A questo punto si può visitare il sito web della Autorità di Bacino nelle pagine riservate ai PAI o alla Direttiva Alluvioni dove in genere si possono rintracciare le mappe di pericolosità e di rischio o utilizzare i contatti riportati nei siti delle AdB per ottenere informazioni. In molti casi le mappe sono visualizzabili mediante sistemi web-gis, in ogni caso sono sempre accessibili in formato pdf.

I PAI, continuamente aggiornati e sviluppati, sono uno dei prodotti più significativi attuati dal sistema della Autorità di Bacino insieme alle Regioni. Le Autorità di Bacino stanno provvedendo proprio in questo periodo ad aggiornare le mappe di pericolosità idraulica del PAI ai fini della realizzazione dei piani di gestione "alluvioni" che dovranno essere realizzati entro la fine del 2015 in tutta Europa.

Oltre alle mappe redatte dalle Autorità di Bacino/Regioni potrebbero essere disponibili

perimetrazioni di dettaglio che risultano particolarmente utili nella redazione dei piani di emergenza comunali o intercomunali. Tali perimetrazioni, infatti, definiscono le aree a diversa pericolosità e a diverso rischio a una scala spaziale maggiore e quindi offrono un maggiore dettaglio che è fondamentale per pianificare più efficacemente a livello locale. Ad esempio, con riferimento alla pericolosità, si possono utilizzare mappature relative a tempi di ritorno inferiori a quelle elaborate dalle AdB/Regioni, così come si può disporre di informazioni puntuali su strutture/infrastrutture strategiche o particolarmente vulnerabili, fondamentali per la valutazione del rischio. In tali mappe sono generalmente individuati anche i punti critici del territorio (ponti, restringimenti di alvei, sottopassi..) che non sono indicati nelle mappe elaborate da Autorità di Bacino/Regioni (che peraltro non prendono in considerazione il reticolo idrografico minore e le reti di drenaggio nelle aree urbane) ma che rappresentano spesso i punti nei quali si verificano con frequenza le situazioni di maggiore pericolo.

## LE PREVISIONI METEOROLOGICHE a cura di Filippo Thiery

La possibilità di segnalare in anticipo il verificarsi di situazioni potenzialmente alluvionali è strettamente legata all'elaborazione delle previsioni meteorologiche, con particolare (anche se non esclusivo) riferimento alla previsione degli apporti pluviometrici: le precipitazioni che cadono su una certa area, nell'arco di un determinato intervallo di tempo, rappresentano tipicamente la forzante principale per l'insorgere di un evento alluvionale o potenzialmente tale, dal locale allagamento urbano alla piena storica dei grandi fiumi, e costituiscono quindi un parametro la cui previsione è assolutamente cruciale, al fine di poterne poi determinare gli impatti sul territorio e sui corsi d'acqua.

A quest'ultima valutazione, concorrono comunque – con importanza differente a seconda della situazione – anche le previsioni di altre variabili meteorologiche, quali la direzione e velocità del vento (che può rallentare il deflusso di un fiume alla foce, se spira perpendicolarmente alla costa), l'intensità di eventuali mareggiate (che possono giungere a invadere porzioni più o meno vaste di litorale) e nella stagione invernale il limite delle nevicate (per determinare le quote a cui le precipitazioni cadranno in forma liquida, e concorreranno effettivamente a ingrossare i corsi d'acqua, eventualmente anche sciogliendo parte del manto nevoso già presente al suolo).

Sia il livello di accuratezza che si può attribuire a una previsione meteorologica, sia l'anticipo più o meno largo con cui essa può essere ragionevolmente presa in considerazione ed operativamente utilizzata per finalità di allertamento, dipendono fortemente dal tipo di

evento: non tutte le situazioni atmosferiche hanno lo stesso grado di predicibilità, e non tutti i soggetti perturbati possono essere previsti con lo stesso margine di anticipo. Per poter utilizzare al meglio questo tipo di informazioni, è assolutamente fondamentale avere presente una serie di concetti sulla prevedibilità dello stato futuro dell'atmosfera, ed essere utenti quanto più possibile evoluti e consapevoli dei bollettini di previsione, al fine di attribuire la corretta valenza a questi ultimi e non incorrere nel rischio, molto frequente, di interpretazioni sbagliate e fuorvianti.

### **LA PREVEDIBILITÀ DEI FENOMENI NATURALI E LA “SCIENZA ESATTA”**

Alcuni fenomeni naturali possono essere previsti con precisione accuratissima e con anticipo sorprendentemente grande, si pensi alle eclissi di Sole o di Luna, di cui si riescono a sapere anche i minimi dettagli da qui ai prossimi decenni: si tratta di sistemi fisici regolati da equazioni matematiche lineari, e questo fa sì che l'accuratezza dello stato previsto si mantenga dello stesso ordine di grandezza rispetto a quella con cui si conosce lo stato iniziale; se quest'ultimo è noto con elevata precisione, sarà possibile conoscere con analoga esattezza anche lo stato finale, non importa quanto lontano nel futuro.

La maggior parte della fenomenologia che la fisica della natura ci riserva, però, ha un comportamento assai diverso da questo, per non dire diametralmente opposto: la non linearità delle equazioni che ne regolano la dinamica fa sì che sia sufficiente uno spostamento an-

che infinitesimale (quindi non controllabile ed al limite neanche identificabile, quale la celebre immagine del battito d'ali della farfalla) nelle condizioni di partenza o nei parametri che compaiono nelle equazioni, per cambiare drasticamente l'evoluzione successiva, anche dopo pochi passi a partire da quello iniziale (da cui l'idea del tornado generato, magari anche in un altro continente, dall'impercettibile movimento del lepidottero di cui sopra).

È questo il fenomeno della sensibile dipendenza dalle condizioni iniziali, che si riflette in un comportamento chiamato caos deterministico: nei sistemi fisici che rientrano in questa categoria (e l'atmosfera ne è il sommo esempio), l'indeterminazione su quel che accadrà, anche a partire da una conoscenza estremamente accurata di ciò che possiamo osservare come stato iniziale, esplose esponenzialmente a mano a mano che ci si spinge in avanti nel futuro, finché l'incertezza sullo stato futuro diventa talmente grande da far perdere di senso alla previsione. Ciò equivale a dire che sistemi di questo tipo – pur essendo assolutamente deterministici, cioè oggetto di una scienza esatta come la fisica – perdono rapidamente di prevedibilità oltre un certo orizzonte temporale, visto che è impensabile individuare e tenere sotto controllo i battiti d'ala di tutte le farfalle del globo.

Tali concetti faticano ancora ad entrare nella cultura scientifica di base e se ne ravvisa spesso l'ignoranza, a dispetto del fatto che le prime enunciazioni risalgono alla fine del diciannovesimo secolo (grazie alle intuizioni del matematico e fisico francese Henri Poincaré)

e che la formulazione sistematica della Teoria dei caos è arrivata all'inizio degli anni '60, con i lavori del fisico statunitense Edward Lorenz, non a caso un meteorologo: è quindi da oltre cinquant'anni (da prima che l'uomo andasse sulla Luna) che il pensiero scientifico ha messo perfettamente a fuoco questa realtà apparentemente contraria all'intuizione, rompendo definitivamente la millenaria credenza secondo cui un sistema deterministico – cioè oggettivamente misurabile e rigorosamente descritto da leggi fisiche – fosse necessariamente prevedibile con precisione su qualsivoglia scadenza temporale, e chiarendo quindi che la dizione di "scienza esatta" non coincide obbligatoriamente con la possibilità di effettuare previsioni precise a piacere sulla dinamica futura di un sistema.

### **LA METEOROLOGIA COME SCIENZA ESATTA CHE SI OCCUPA DI UN SISTEMA CAOTICO**

È esperienza comune che le previsioni del tempo, anche su brevi scadenze, presentano un certo margine di incertezza, che diventa esponenzialmente più ampio a mano a mano che si tenta di spingere lo sguardo più avanti nel tempo verso i giorni a seguire, ma è assai meno diffusa la piena comprensione delle ragioni e delle caratteristiche di questo comportamento, con conseguente grande confusione sull'interpretazione da attribuire – di volta in volta – all'informazione previsionale.

In particolare, si sente spesso enunciare il principio secondo cui il motivo dell'indeterminazione di cui sopra deriva dal fatto che "la meteorologia non è una scienza esatta";



Figura 1. Fra gli eventi naturali che ne sono alcuni di cui la scienza sa prevedere i minimi dettagli anche con anni o decenni di anticipo... ed altri di cui non si riesce a sapere con precisione come evolveranno, o dove esattamente avverranno, neanche da qui a cinque minuti. Non è "colpa" o "merito" degli scienziati addetti alla diverse discipline, ma dipende dalla forma delle equazioni matematiche che regolano la dinamica dei differenti sistemi fisici. È quindi un comportamento intrinseco alla fisica e scritto nelle leggi della natura e dell'Universo.

quest'ultima espressione, in realtà, è totalmente sbagliata, sia nella forma che nella sostanza, e soprattutto molto fuorviante, oltre che ancorata a una concezione della scienza di stampo settecento/ottocentesco. Il paragrafo precedente ci aiuta a capirne il perché, e a catalogare in realtà la meteorologia come una di quelle discipline che – pur rientrando a tutti gli effetti nel novero delle scienze esatte, dato che si parla di una branca della fisica – si occupano di descrivere l'evoluzione di un sistema, quale l'atmosfera e le sue interazioni con il globo terracqueo, prettamente e fortemente caotico, nel senso deterministico del termine, cioè in grado di generare andamenti estremamente complessi e profondamente irregolari, tanto da risultare apparentemente generati da processi aleatori.

Ecco quindi spiegato perché – in conseguenza di un fenomeno intrinseco nella stessa fisica dell'atmosfera – l'attendibilità delle previsioni meteorologiche decresce rapidamente

e inesorabilmente all'aumentare dell'orizzonte temporale a cui ci si spinge a guardare nel futuro: per quanto si possa misurare con accuratezza che tempo fa in questo momento, l'indeterminazione su che tempo farà fra dieci minuti è già significativamente ampia, quella su che tempo farà domani è estremamente più grande, quella su dopodomani ancora maggiore, quella sullo stato dell'atmosfera fra 8, 10 o 15 giorni diventa talmente ampia da far perdere di senso alla previsione (a meno di non accettare un pronostico secondo cui può succedere tutto o il contrario di tutto, la classica tripla in schedina. Peccato che una previsione così, giustamente, non interessi a nessuno).

#### **FINO A QUANDO SI PUÒ PREVEDERE CHE TEMPO FA?**

Ma allora, esattamente, fino a quando si può ritenere ragionevolmente attendibile ed operativamente utilizzabile una previsione meteorologica?

Dipende, innanzitutto, dalla situazione atmosferica generale in cui ci si trova sulla scena di interesse: nelle situazioni di alta pressione, specie quando si ha a che fare con campi anticiclonici particolarmente vasti, massicci e strutturati, si possono ritenere sufficientemente attendibili anche proiezioni estese fino ai 6 o 7 giorni del futuro (che tipicamente riguardano condizioni di diffusa stabilità, eventualmente associate anche a ondate di calore, in particolari configurazioni estive). Al contrario, in situazioni più dinamiche e instabili, cioè quelle in cui il flusso atmosferico alle varie quote si presenta più vivace, e sulla scena meteorologica di nostro interesse si delinea il transito di soggetti perturbati più o meno estesi e importanti, la previsione perde rapidamente di attendibilità già oltre i 2 o 3 giorni nel futuro.

Anche nei casi più fortunati, quindi, non possiamo dire granché (anzi, sostanzialmente non possiamo dire nulla) su che tempo farà tra una o due settimane, per non parlare dei mesi e delle stagioni a venire. Non per colpa della poca competenza dei meteorologi, della potenza inadeguata dei nostri computer o della conoscenza imperfetta delle dinamiche atmosferiche (fermo restando che migliorare ulteriormente questi aspetti ci farà guadagnare qualche altro piccolo-grande passo in avanti nelle predicibilità meteorologica, come del resto già accaduto negli ultimi decenni) bensì a causa della forma matematica altamente non lineare delle equazioni della fisica dell'atmosfera.

Da quanto detto, si comprende come le situazioni potenzialmente capaci di innesca-

re fenomeni alluvionali, cioè quelle di tempo spiccatamente perturbato, nella maggior parte dei casi non sono delineabili con elementi di sufficiente dettaglio prima di un paio di giorni rispetto alla data dell'evento; questo è un dato generale che nel prossimo paragrafo ci occuperemo di modulare più specificatamente, cercando di capire quali configurazioni permettono di essere preannunciate, almeno a livello generico, con anticipo superiore (fino a 4 o 5 giorni prima), e quali inversamente sfuggono alla previsione dettagliata anche fino a poche ore (o pochi minuti) dal momento in cui si verificano, e come possano essere allora inquadrare – a livello indicativo e generale – nella previsione emessa il giorno prima.

### **I FENOMENI METEOROLOGICI HANNO TUTTI LA STESSA PREVEDIBILITÀ?**

Il criterio appena esposto sulla validità a cui possono essere estese le previsioni atmosferiche (2-3 giorni con tempo variabile/instabile/perturbato, 6-7 giorni con alta pressione) riguarda gli eventi meteorologici a livello generale, ma è fondamentale capire un cruciale concetto, cioè che la predicibilità di un fenomeno meteorologico (in termini di ore o giorni di anticipo) è tanto più elevata quanto più ampia è la sua estensione spaziale (cui corrisponde, solitamente, anche una certa durata del fenomeno), e inversamente è tanto più ridotta quanto più si parla di un fenomeno che si svolge su scale locali (e che, tipicamente, presenta anche breve durata).

Le grandi perturbazioni e i vasti sistemi frontali che arrivano sulla scena europea e me-

diterranea hanno evoluzioni e dinamiche che i modelli numerici di previsione riescono a risolvere con anticipo di qualche giorno (mediamente dai 3 ai 5 giorni), anche se per delinearne i dettagli, identificare con maggior precisione possibile le aree che saranno colpite e quantificare le cumulate di pioggia, bisogna avvicinarsi di più alla data dell'evento (24 o 48 ore prima): si tratta delle configurazioni meteorologiche che tipicamente apportano precipitazioni diffuse e persistenti, capaci di interessare una percentuale molto ampia anche di grandi bacini, con cumulate areali di pioggia complessivamente molto abbondanti, specie se calcolate sulla durata dell'intero evento perturbato. Queste situazioni, capaci di dar luogo a piene molto importanti anche sui fiumi più grandi, e di costituire quindi uno scenario in cui sono possibili grandi alluvioni, possono essere delineate a livello generale con qualche giorno di anticipo, riservandosi poi di fornire maggiori dettagli, essenziali per l'attivazione specifica delle strutture preposte all'allertamento sul territorio, nei messaggi emessi uno o due giorni prima dell'evento. È bene precisare che alcune configurazioni perturbate destinate a giungere sulla scena italiana (tipicamente quelle di origine atlantica) hanno una prevedibilità migliore di altre (come quelle di matrice africana), a causa soprattutto dell'analisi più povera di dati su alcune zone del pianeta rispetto ad altre, oltre che di alcuni meccanismi termici e dinamici dell'atmosfera la cui schematizzazione nei modelli numerici deve ancora migliorare.

All'estremo opposto si collocano le precipitazio-

ni impulsive, cioè quelle dovute a fenomeni a carattere di rovescio o temporale, caratterizzate da variazioni di intensità rapide e notevoli, sia nello spazio che nel tempo, e capaci di concentrare considerevoli quantità di acqua che cade in un breve arco di tempo su aree anche molto ristrette, dando quindi luogo a scrosci di forte intensità (in alcuni casi anche violenta) che si verificano a carattere estremamente irregolare e discontinuo sul territorio. Nei casi più intensi, si parla di piogge torrenziali o (ancor più violenti) di nubifragi, anche se il gergo giornalistico ricorre spesso a neologismi, di stampo un po' sensazionalistico e tratti dal linguaggio bellico, che hanno il deleterio risultato di creare confusione fra il fenomeno e gli effetti che lo stesso ha sul territorio, ove questi ultimi sono strettamente legati anche alla vulnerabilità del territorio stesso e al valore esposto in termini di beni e di vite umane, e in questi casi è quindi quanto mai fuorviante (specie in sede di allertamento) confondere il pericolo con il rischio.

Il carattere impulsivo rende i rovesci temporaleschi, ancor più se a carattere di nubifragio, un pericolo di estremo rilievo, date le ripercussioni immediate e repentine che essi possono avere al suolo, sia per la capacità di ingrossare rapidamente torrenti e corsi d'acqua minori, che hanno a loro volta tempi di risposta molto brevi e quindi non concedono alcun preavviso negli eventi di piena, sia per gli impatti che hanno negli ambienti urbanizzati, ove intervengono problematiche aggiuntive legate alla presenza di un suolo impermeabile e all'incapacità della rete fognaria di smaltire quantità d'acqua considerevoli in tempi ristretti, con con-

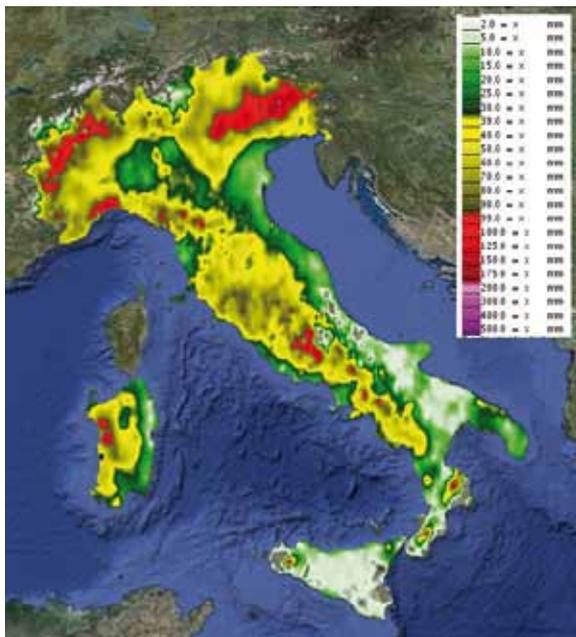


Figura 2. Precipitazioni registrate sull'Italia nell'arco di 48 ore, durante un evento perturbato a larga scala e di lunga durata di stampo tipicamente tardo-autunnale (lento passaggio di una perturbazione di origine atlantica, con associata l'insistenza di correnti umide ed instabili dai quadranti meridionali). È una classica situazione di buona predicibilità, sia in termini di anticipo con cui si riesce a delineare, sia di tempistica degli eventi, sia di quantificazione dei fenomeni e di identificazione della aree più colpite

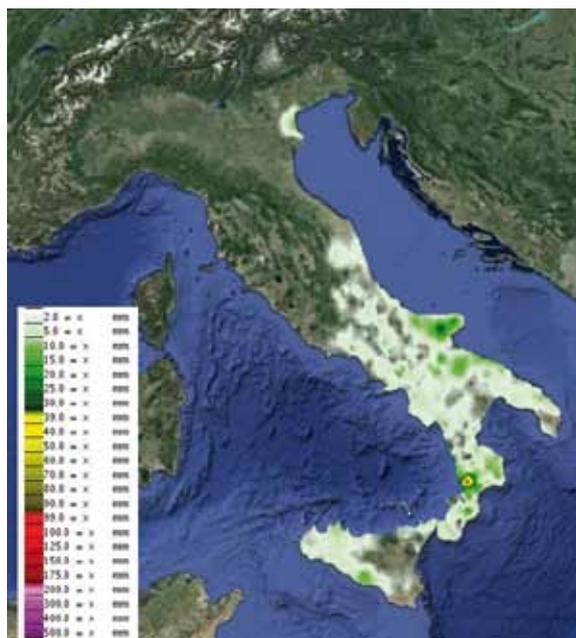


Figura 3. Precipitazioni registrate sull'Italia nel corso di una giornata di instabilità tardo-primaverile al meridione e sui versanti adriatici centrali (correnti a lieve curvatura ciclonica associate ad una depressione attiva sui Balcani, con precipitazioni brevi a carattere sparso). In un contesto di precipitazioni deboli, il gioco fra correnti dai quadranti occidentali a ridosso dei versanti tirrenici calabresi, con il contributo determinante dell'orografia alla piccola scala (nello specifico il Monte Mancuso), favorisce su Lamezia Terme l'innescio di un isolato temporale, di ridottissima estensione spaziale, che scarica circa 100 mm di pioggia nell'arco di circa 4 ore, per poi dissolversi. È un classico fenomeno di predicibilità prossima allo zero, non esiste al mondo modello numerico o capacità scientifica in grado di risolvere i dettagli di un evento a scala spazio-temporale così ridotta in sede previsionale: se ne può delineare in anticipo la probabilità su aree più o meno vaste, ma la località specifica, l'ora esatta e l'intensità si potranno scoprire solo in corso d'evento

seguenti repentini allagamenti di sedi stradali (specie sottovia e sottopassi) e dei piani bassi e seminterrati delle abitazioni. Questi fenomeni meteorologici, per la loro stessa natura, sono caratterizzati da un elevato grado di imprevedibilità, che rende impossibile determinarne in anticipo i dettagli specifici sulla localizzazione e

sulla tempistica di evoluzione: in fase di previsione si possono cioè generalmente individuare, su aree più o meno vaste, le situazioni che saranno favorevoli allo sviluppo di fenomeni temporaleschi, e si può caratterizzare il carattere isolato, sparso o diffuso di questi ultimi nell'ambito delle aree indicate, ma è impossi-

bile sapere dove essi esattamente colpiranno e con quale intensità. Ne consegue che il giorno prima dell'evento si può diramare (ed è quello che tipicamente viene fatto) un messaggio volto a mettere in stato di allertamento un territorio di una certa estensione (una regione o una porzione di essa), fermo restando che solo in corso d'evento (o nell'immediatezza dello stesso, una o due ore prima, grazie a strumenti di monitoraggio molto avanzati quali i satelliti a elevata risoluzione e ancor più i radar meteorologici) sarà possibile discriminare, all'interno di quel territorio, le singole località interessate dai rovesci più intensi (e quale esatta intensità essi avranno) da quelle invece coinvolte solo marginalmente, o addirittura risparmiate del tutto dalle precipitazioni.

Stante il fatto che questo tipo di fenomeni, come detto, sono capaci di innescare situazioni alluvionali tanto localizzate quanto repentine e rischiose, con margini fortemente ridotti per mettere in sicurezza beni e persone, e data l'impossibilità di determinare in sede previsionale la loro esatta localizzazione e tempistica, è particolarmente importante (talvolta vitale) che i cittadini sappiano preventivamente come comportarsi all'occorrenza, e che comprendano la valenza di un allertamento volto ad annunciare questi fenomeni: chi scoprirà, a posteriori, che il proprio comune o quartiere è stato risparmiato dall'attività temporalesca, è perché quest'ultima si è magari scatenata a distanza di pochi chilometri o decine di chilometri, ma nessuno può garantire che alla prossima occasione (o in quella dopo ancora) non accada il contrario, per cui – di

volta in volta – è necessario che l'intera area potenzialmente interessata da forte instabilità sia messa in stato di allertamento, senza che questo sia poi percepito come un "falso allarme" da chi verrà solo sfiorato dal fenomeno.

### **FINO A CHE DETTAGLIO SPAZIO-TEMPORALE SI PUÒ SPINGERE LA PREVISIONE?**

Sia che si tratti di delineare l'evoluzione di una grande perturbazione capace di apportare diffuse precipitazioni, sia che ci si trovi ad annunciare una situazione all'insegna dell'instabilità temporalesca a carattere locale o sparso, ci si sta sempre e comunque misurando – ne abbiamo parlato approfonditamente prima – con la previsione di un fenomeno deterministico caotico, che quindi ha un'indeterminazione significativa anche su brevi scadenze. Non si può quindi pretendere di sincronizzare gli orologi sul momento esatto in cui inizierà a piovere, come se l'arrivo del sistema nuvoloso fosse il segnale orario della Rai, né di discriminare Firenze Signa da Firenze Certosa nel delineare dove e quanto pioverà.

Certamente, se è in arrivo un sistema perturbato a larga scala che interesserà quindi vaste zone del Paese, è facile dire che, nell'ambito di quelle regioni, pioverà praticamente ovunque (e allora la previsione, per restare nell'esempio di prima, si può riferire senza timore di smentite tanto allo svincolo di Signa quanto a quello di Certosa), e in queste situazioni è spesso possibile discriminare con ottima approssimazione dove le cumulate di precipitazione saranno più abbondanti (per esempio a ridosso dei settori alpini e prealpini orientali,

oppure a cavallo fra il Levante Ligure e l'alta Toscana, o lungo i settori ionici della penisola, ecc.); l'elevata prevedibilità dell'evoluzione di questi vasti soggetti perturbati permette anche, spesso, una valutazione accurata della loro tempistica (da cui, tipicamente, lo stupore dell'utenza nel rilevare che "ha iniziato a piovere esattamente all'ora in cui avevano annunciato", portando però erroneamente a credere che questo sia sempre e comunque possibile).

Quando ci si misura, inversamente, con la previsione di una fase temporalesca, specie se quest'ultima non avverrà nel contesto di un sistema meteorologico esteso ma si esplicherà in fenomenologia a carattere isolato o sparso, le cose cambiano drasticamente: in tali situazioni, nessuno vi può dire a che ora e dove esattamente inizierà a piovere domani - ipotesi - sulla Calabria tirrenica o sulla Puglia garganica, ma ci si deve limitare a individuare le zone che saranno probabilmente teatro di tempo instabile, eventualmente (quando possibile) circoscrivendo la fascia della giornata in cui i fenomeni saranno più probabili, il rischio di rovesci particolarmente violenti, eccetera, ma senza mai perdere di vista la consapevolezza che ogni dettaglio che si va ad aggiungere rende la previsione suscettibile di smentite via via più clamorose, per non dire talvolta grottesche, proprio come un conto è provare a pronosticare il segno 1X2 su una partita di calcio, un conto è pretendere di indovinare risultato esatto, sequenza e minutaggio delle reti, numero dei calci d'angolo e tutti i dettagli su infortuni, sostituzioni,

ammonizioni, espulsioni, e via fantasticando. Se poi si scende a scale spazio-temporali ancora inferiori, può essere istruttivo sottolineare che come evolverà esattamente la forma di una nuvola, o dove e quando precisamente comparirà un arcobaleno o cadrà un fulmine... non ve lo può dire nessuno neanche mezzo minuto prima.

### **COME DISTRICARSI NELLA GIUNGLA DELL'INFORMAZIONE METEOROLOGICA?**

Per quanto la meteorologia sia una disciplina capace di fornire informazioni utili a supporto della gestione della vita quotidiana della popolazione, non ultime quelle volte alla salvaguardia della pubblica incolumità, la professione del meteorologo in Italia non è regolamentata o certificata come lo sono altre professioni (avvocato, medico chirurgo, magistrato...), né esiste un organo preposto a vigilare sull'esercizio improprio della medesima e a perseguirne gli abusi. Questa anomalia, complice la grande popolarità dell'informazione meteorologica e il fatto che essa si presti quindi a essere strumentalizzata come facile procacciatrice di *audience* e conseguente veicolo di pubblicità, lascia spazio – specie nelle informazioni che viaggiano sui canali del web e dei social network, ma talvolta anche sui grandi quotidiani e sulle maggiori agenzie di stampa del Paese – a una ingarbugliata sovrapposizione fra le informazioni e le previsioni elaborate da professionisti del settore e quelle diffuse – per puro diletto, per gusto di visibilità mediatica o per finalità commerciali – da cittadini privi di una reale qualifica in materia, in alcuni casi

anche votati a presentare notizie in qualche misura spettacolarizzate o gonfiate (il sensazionalismo fa sempre audience).

Distinguere l'attendibilità delle fonti, però, è assai meno complesso di quanto non sembri: innanzitutto è bene ricordare che tutte le informazioni rivolte all'allertamento della popolazione e delle strutture competenti (avvisi di avverse condizioni meteorologiche, bollettini di vigilanza meteorologica, comunicati di attenzione, informative e segnalazioni su fenomeni intensi, ecc.) sono di competenza esclusiva degli Enti istituzionali, in particolare della Rete dei Centri Funzionali sotto il coordinamento del Dipartimento della Protezione Civile. Non bisogna quindi prestare alcun credito a espressioni quali "attenzione"/"avviso"/"allerta"/ecc. se non direttamente riconducibili a tali fonti. Ma anche consultando previsioni a più ampio respiro, è buona norma: diffidare di previsioni che propongano presunti scoop, termini a effetto, toni sensazionalistici, nomi folcloristici,

scenari esageratamente dettagliati (previsioni ora per ora o riferite a singole località) o spinti ad 8-10-15 giorni nel futuro; non fermarsi mai alla previsione espressa in forma grafica (men che mai alle classiche icone automatiche delle App sugli smartphone o di alcuni siti web, che sono prodotte da un computer sulla base degli *output* dei modelli numerici, mentre la vera previsione deriva dal valore aggiunto dell'esperienza umana); privilegiare quindi i bollettini testuali, specie se espressi con linguaggio asciutto, terminologia seria e rigorosa, toni senza enfasi a tutti i costi e proporzionati di volta in volta all'effettiva intensità dei fenomeni previsti (così da discriminare le situazioni effettivamente severe da quelle più blande). Questo tipo di requisiti è per definizione rispettato dai servizi meteorologici istituzionali (sia quelli nazionali che quelli delle Regioni e Province Autonome), che per propria finalità hanno il controllo della qualità, della serietà e dell'attendibilità dell'informazione da divulgare alla popolazione.



Figura 4. Linguaggio da “giornalisti”... o linguaggio da “giornalai”? La ricerca mediatica del termine a effetto, in alcuni casi, porta anche a fare confusione fra il fenomeno meteorologico e gli effetti del medesimo, e non rende un buon servizio alla comunicazione, compresa quella generalista e divulgativa, né alla comprensione di ciò che potrà accadere e di come è opportuno comportarsi. In realtà, nella rigorosa terminologia meteorologica, i rovesci temporaleschi capaci di scaricare grandi quantità d'acqua in poco tempo, su aree più o meno ristrette, si chiamano, a seconda dell'intensità, piogge torrenziali o nubifragi

## LE ALLUVIONI: SI POSSONO PREVEDERE? A cura di Luca Ferraris, Marina Morando, Franco Siccardi

Più grande è il corso d'acqua, più aumenta la capacità di previsione. L'innalzamento del livello delle acque in un fiume di grandi dimensioni – come l'Arno, il Tevere o il Po – è infatti un fenomeno che avviene lentamente, da diverse ore a più giorni. Ciò consente un monitoraggio costante e soprattutto azioni di prevenzione. Al contrario, il livello delle acque di piccoli fiumi o torrenti può crescere molto rapidamente, lasciando tempi di intervento ridotti. In questi casi – come per le fiumare, i fiumi tombati e le reti fognarie – non sempre siamo in grado di prevedere eventuali allagamenti, tanto meno quando e dove si verificheranno. Le previsioni meteo, da cui dipendono le previsioni delle alluvioni, ci indicano infatti solo la probabilità di precipitazioni in un'area vasta, non la certezza che si verifichino in un punto o in un altro. Anche gli allagamenti causati da rotture di argini sono eventi difficilmente prevedibili

Certamente sì. Ma bisogna intendersi sul significato delle parole.

Vediamo uno dei significati delle parole.

Quando, in autunno, piove in Piemonte intensamente per giorni e una piena importante passa a Pavia nel Po, si sa che impiegherà due giorni per arrivare a Pontelagoscuro, poco a nord di Ferrara. L'Agenzia Interregionale del Po sostituì, anni or sono, il Magistrato per il Po e ha migliorato molto la previsione delle piene. Quando una piena si sviluppa i modelli matematici relativi al Po sanno prevedere, ad esempio, che la piena passerà dalle parti di Ferrara inondando le golene ma sarà contenuta negli argini maestri. Poiché si prevede anche che potrebbero formarsi fontanazzi, (il fenomeno per cui l'acqua di Po filtra attraverso le arginature ed emerge nelle campagne come fossero sorgenti), l'Agenzia attiva le guardie idrauliche. La previsione che l'Agenzia rilascia – che non si avrà un'alluvione di

Po nelle campagne del Ferrarese – è una previsione “in tempo reale” di un fenomeno che si prolunga per giorni, e ha poca o pochissima incertezza se si prendono tutte le misure per la sicurezza degli argini.

La mattina di Natale del 2009, in provincia di Pisa, molto vicino allo svincolo dell'A12 verso la A11, il Serchio, terzo fiume della Toscana, era percorso da una piena di estrema consistenza, più di 2000 metri cubi al secondo. Era piovuto moltissimo i giorni prima, in Garfagnana. Le previsioni tuttavia dicevano che la portata, nell'asta finale del fiume, sarebbe stata contenuta negli argini. A Malaventre, a poco meno di dieci chilometri dalla foce in Tirreno, il Serchio in piena è pensile, cioè più alto della campagna circostante. La figura mostra come tutto avvenne in fretta: l'argine fu sifonato da una venuta, inizialmente modesta, che crebbe rapidamente. In poco meno di un'ora la rottura dell'argine, di duecento metri, era irrecupe-



Figura 1. La rottura dell'argine e l'inondazione del Serchio della mattina di natale del 2009

rabile, e la bonifica di Vecchiano condannata a tornare, temporaneamente, palude. Che cosa avrebbe potuto dire la previsione? Che, se non fosse avvenuta una, pur rara, rottura arginale tutto sarebbe andato liscio. E come si sarebbe dovuto fare a prevedere in tempo reale una rottura arginale? E preparare sul luogo uomini e mezzi? Tutto il Serchio, da Lucca alla foce, è pensile in piena da quando, nel '500, si succedettero le bonifiche, non solo i duecento metri di Malaventre<sup>1</sup>.

L'altro significato delle parole.

Di frequente si usa la parola previsione con un significato diverso da quello utilizzato fi-

nora. Vediamo il caso del Seveso, a Milano. Il Seveso è un fiumiciattolo lungo poco più di cinquanta chilometri che nasce sul versante sud del parco della Spina Verde di Como, e si getta, in Milano, vicino a piazza Carbonari, nel Naviglio della Martesana. Da Niguarda fino allo sfocio nel Naviglio della Martesana il Seveso non si vede. È coperto da strade, palazzi, giardini, rotonde e riceve gli scoli delle acque di pioggia di un gran numero di quartieri nord di Milano. È un fiume tombato. Le inondazioni del Seveso sono molto frequenti: nel luglio 2014 è uscito tre volte. Se uno dovesse prevedere dove il Seveso inonderà Mi-

(1) Elaborazione da *La rotta arginale del Serchio in località Malaventre (Vecchiano, Pisa)* del giorno di Natale 2009, in [www.geologilazio.it](http://www.geologilazio.it)

lano basterebbe che seguisse la traccia del fiumiciattolo sepolto e si segnasse dove le caditoie, quando il Seveso in piena non riesce a defluire nel suo alveo sepolto, funzionano a rovescio e portano in strada l'acqua anziché portare la pioggia in alveo. È facile prevedere, a Milano, prevedere che l'uso di un vano cantina in via Timavo o in piazza Carbonari per depositare tessuti preziosi è improvvido. Ma prevedere quanto e quando si bagneranno, se saranno lasciati in cantina, è tutta un'altra cosa. Si vorrebbe, e alcune volte riesce, che i servizi della Regione avvertissero per tempo che sta per arrivare una piena che non sarà contenuta nell'alveo tombato del Seveso, e che le cantine si riempiranno, di lì a poco. Si vorrebbe poter correre a togliere i beni esposti, rischiando anche la vita perché l'acqua nelle cantine giunge improvvisa e impedisce di risalire in strada. *Tonnara di passanti* definiva De André<sup>2</sup> le strade lungo il Bisagno a Genova: il Bisagno e i suoi affluenti nell'area urbana, torrentacci coperti come a Milano il Seveso.

Unica differenza il livello di rischio. Il Seveso è in pianura: quando esonda dall'alveo tombato la corrente, nelle strade, non raggiunge velocità elevate. A Genova i quartieri dove il Bisagno e gli affluenti sono tombati si arrampicano in montagna: quando esonda dall'alveo tombato la corrente è rabbiosa, trasporta qualunque cosa, auto, autobus, edicole di giornali<sup>3</sup> e fa quasi sempre morti. Anche qui si vorrebbe, e quasi sempre riesce, che i servizi della Regio-

ne avvertissero per tempo. Ma si vorrebbe che i Servizi prevedessero il dove e il quando della prossima alluvione.

Ecco dunque i due significati della parola previsione. Non è difficile prevedere dove l'acqua correrà lungo le strade, nei negozi, nelle cantine se ci sarà un'alluvione del rio che sotto quelle strade, negozi e cantine è stato nascosto. Non è difficile prevedere quali misure più efficaci prendere – se tecnologiche o se di buon senso tradizionale. Ma bisogna soprattutto conoscere e sapere: riconoscere la morfologia del territorio, riconoscere come l'edificazione ha creato pericoli, mappare in colore le aree delle città dove può succedere, le aree delle campagne urbanizzate, tutto ciò non è difficile. Siti ufficiali dello Stato, delle Regioni, delle Provincie e dei Comuni informano.

Prevedere quando è molto più difficile. La previsione di eventi di pioggia intensa richiede modelli matematici dell'atmosfera e la previsione copre aree molto più grandi dei bacini minori. Quando i meteorologi prevedono che poverà molto intensamente nell'area a Nord di Milano può darsi che gli scrosci interessino l'area del Lambro e non il Seveso, che esca dagli argini l'Olonza e non i corsi d'acqua orientali. Può darsi che i cittadini attenti che hanno prestato attenzione ai messaggi di allerta emessi dalla Regione e dal Comune abbiano preso precauzioni che sono costate loro tempo e attività e poi l'evento nella loro area non è avvenuto, ma è successo poco più in là. La previsione in questi casi ha molta incer-

(2) Fabrizio De André, Dolcenera, in *Anime Salve*, BMG Ricordi, 1996.

(3) L'alluvione del novembre 2011 in Fereggiano, [it.wikipedia.org/wiki/Fereggiano](http://it.wikipedia.org/wiki/Fereggiano).

tezza, che spesso i cittadini scambiano per incompetenza del Servizi<sup>4</sup>. Ne diremo tra poco. Prima proviamo a rispondere a una domanda frequente: di chi è la colpa di questo stato di cose?

Per rispondere dobbiamo fare due o tre passi indietro, riflettendo storicamente sulla questione delle alluvioni urbane nel Mediterraneo.

Storicamente gli insediamenti umani sono nati nelle piane alluvionali, la cui occupazione è successivamente diventata permanente con l'espansione dell'agricoltura. Le installazioni della rivoluzione industriale e soprattutto le connessioni stradali e ferroviarie, prevalentemente lungo le linee di costa, irrigidirono la morfologia degli alvei terminali in tratti artificiali. La necessità di nuovi insediamenti in aree facilmente accessibili e la migrazione di popolazione dalle campagne dell'ultimo secolo causò l'espansione degli antichi centri, generando processi di urbanizzazione indiscriminata anche nelle aree di pertinenza fluviale, in modo inconsapevole delle condizioni di rischio d'inondazione. Negli ultimi decenni la spinta residenziale turistica ha completato l'opera.

Nella Figura 2 a titolo d'esempio, è disegnato, ricorrendo a stampe d'epoca, il processo di antropizzazione della piana terminale del torrente Bisagno in Genova, che ha portato nel tempo a un progressivo restringimento dell'alveo naturale e a un conseguente aumento del

rischio. Come si può vedere dalla prima stampa (a), sino al 1400 la città si sviluppò intorno al porto, mantenendosi ben lontana dalle zone malsane che periodicamente erano inondate dalle acque del torrente: gli unici insediamenti presenti nella piana erano costituiti da due gruppi di case, il borgo Incrociati ed il borgo Pila. Fino a tutta la prima metà del XIX secolo (b) la città si espanse quasi esclusivamente all'interno delle cinte murarie; al di fuori si aggiunsero solo abitazioni sparse circondate da ampie distese di orti coltivati: gli abitanti fuori le mura raggiungevano circa 8mila unità. La svolta si ebbe nella seconda metà dell'Ottocento (c), quando furono annessi al Comune di Genova tutti i quartieri esterni alle mura, dando inizio a un veloce processo di antropizzazione dell'intera piana alluvionale, con conseguente restringimento dell'alveo del torrente Bisagno (Figura 2).

Alla fine del secolo la linea ferroviaria Ventimiglia - Roma sorpassa con un ponte a quattro ampie arcate il torrente e la stazione ferroviaria ha sede nella piana, a poco più di 1000 metri dal quartiere operaio della foce, a lato della quale operavano i cantieri navali e i magazzini del porto franco. Il processo culminò nel periodo 1928-1931 con la realizzazione della copertura del torrente (d), causa principale delle sei violente inondazioni del secolo scorso: la situazione attuale espone più di 100mila abitanti a un elevato rischio idraulico.

---

(4) Il comportamento psicologico è simile a quello ricordato nelle guerre in cui si danno bombardamenti dal cielo (tant'è vero che è invalso l'uso giornalistico di chiamare "bombe d'acqua" gli eventi intensi): all'allerta si corre a prendere precauzioni e mettersi al riparo e poi, quando è tutto finito, si esce dai rifugi e ci si guarda intorno. Se non c'è stato bombardamento, o è avvenuto molto lontano, si prova quasi un senso di disappunto.



Figura 2. Lo sviluppo urbano della città di Genova sulle alluvioni del torrente Bisagno

La situazione è simile, e le cause identiche, in moltissimi altri casi: del Seveso cominciarono addirittura a occuparsi i Romani, deviandolo per riempire i fossati lungo le mura. Il disastro recente di Olbia nasce in un terreno di precedente bonifica trasformato in quartieri urbani poveri. La bonifica di Castel Volturno fu sede di un'insurrezione di contadini contro i Carabinieri che difendevano l'intervento del Genio Civile. L'intervento era terribile: rompere deliberatamente l'argine in campagna per salvaguardare dalla piena in arrivo l'abitato litoraneo realizzato negli anni '50 come edificazione turistica per le vacanze al mare dei romani. Che cosa sia diventata oggi quell'edificazione lo sanno gli immigrati che raccolgono pomodori e verdure. E la sequenza continua oggi, perché ci sono comportamenti sociali che è difficile contrastare: nelle aree urbane non ci si chiede che strutture ci siano sotto il manto stradale mentre nelle aree perifluviali di fiumi arginati si pensa erroneamente che il rischio, per la presenza dell'argine, sia nullo. L'argine è sì una struttura realizzata per restare stabile, però, come per tutte le strutture soggette a

sollecitazioni, una rottura può avvenire; l'Autorità Idraulica ha, tra gli altri, il compito di fare in modo che la probabilità di una rottura arginale sia ridotta al minimo; il disastro di New Orleans negli Stati Uniti insegna tuttavia che non c'è nessuno, al mondo, che possa garantire che questa probabilità sia pari a zero. Abbiamo raccontato in apertura della rottura degli argini del Serchio del Natale 2009. Nel novembre 2010 il sistema del Bacchiglione inondò, per rotture e insufficienze arginali, la pianura attorno a Vicenza e tra Vicenza e Padova. È sembrato che chi aveva costruito capannoni e opifici, e chi aveva dato l'assenso a costruire, non avesse mai sentito parlare del rischio di inondazione. Eppure costruire un capannone industriale di poco sopraelevato sul piano di campagna con rampe di accesso adeguate costa ben meno dei danni di cui si invocò il risarcimento statale. La riflessione che abbiamo sollecitato fino ad ora mostra che chiunque è in grado di prevedere se il posto in cui vive o lavora sarà soggetto, prima o dopo, ad una inondazione. Con altrettanta attenzione chiunque è in grado di

disegnare misure di precauzione per sé e per i suoi beni: basta metterci la testa e il tempo, senza aspettare che un'autorità salvifica prescriva cosa fare. La riflessione però suggerisce, a scala sociale globale, che per ridurre efficacemente il rischio d'inondazione occorrono interventi di ridisegno degli alvei, profonde ristrutturazioni dell'assetto urbano e applicazione paziente ma rigida delle norme che consentono e regolano l'uso del territorio. La bonifica delle città e la bonifica dell'edificato richiedono la revisione degli strumenti urbanistici. Le soluzioni saranno strutturali e domanderanno investimenti di capitali notevoli e quindi scale temporali di realizzazione dello stesso ordine di quelle del

processo che ha portato all'urbanizzazione delle aree esposte.

E fino ad allora? Per i cittadini che avranno speso un poco delle loro risorse a riconoscere dove vivono e lavorano, a prevedere insomma se e che alluvione potrebbe colpirli, il Servizio Nazionale della Protezione Civile mette a disposizione una strategia di previsione basata su sistemi di allertamento, allo scopo di permettere a quei cittadini consapevoli di cui sopra di vivere in tranquillità la maggior parte delle loro giornate e di attivarsi solo quando è necessario, di "convivere" cioè con gli effetti delle alluvioni.

Ma allora, se il Servizio Nazionale della Protezione Civile mette a disposizione una strategia



Figura 3. La storica porta testa di Finalborgo, Finale Ligure, (SV). Sono visibili le guide utilizzate per fissare le paratie di legno a protezione del centro del borgo dall'inondazioni provocate dal torrente Aquila

di previsione basata su sistemi di allertamento, ciò vuol dire che le alluvioni si possono prevedere. E c'era bisogno di fare tutti questi discorsi? Sì, c'era bisogno. La risposta data all'inizio alla domanda espressa nel titolo "Le alluvioni: si possono prevedere?" era troppo secca. La risposta avrebbe dovuto essere, invece: "dipende". Il dizionario Treccani definisce l'espressione dipende come risposta, nel lessico familiare, che esprime incertezza. Ed è proprio l'incertezza che ha connotato tutti i casi esposti dall'inizio di questo capitolo. E quindi bisogna capirne di più.

Per capirne di più torneremo di nuovo indietro nel tempo, alla figura del borgomastro di Finalborgo. Finalborgo, come si vede dalla figura, è uno storico borgo murato della riviera ligure, situato nella piccola piana alluvionale formata dalla confluenza di due torrenti, il Pora a nord-est e l'Aquila a sud-ovest (indicato con una freccia rossa nella figura 3). Fu fondato nella piana alluvionale di due torrenti, nonostante fosse appunto soggetta ad alluvioni, perché da Finalborgo partiva una delle più famose strade del sale della Liguria che risaliva l'Appennino per vendere in Piemonte, poi le Alpi per vendere in Austria fino a Praga dove la famiglia Del Carretto, che dominava il borgo ligure, aveva magazzini e un palazzo che ancora oggi porta il loro nome.

Gli interessi commerciali già allora prevalevano su una corretta pianificazione urbanistica. Per i magazzini di ricovero del sale in Finalborgo un'alluvione rappresentava un grave danno, perché il sale nell'acqua si scioglie.

Quindi il borgo era murato. La porta nelle mura occidentali, indicata in figura, era l'unica apertura dalla quale il torrente Aquila poteva allagare l'interno del borgo. Un semplice sistema di sbarramento poteva essere messo in posto quando si temevano inondazioni. La decisione di porre le tavole di legno a sbarrare la via all'acqua era assunta dal borgomastro.

Lo scenario, o immagine mentale, che il borgomastro si rappresentava per decidere se fosse o no necessario disporre le tavole di legno a difesa dall'acqua, tavole che avrebbero impedito di lì in poi l'ingresso di carri, carretti e animali, era quello di inondazioni già avvenute nelle quali il borgo aveva avuto inondate le botteghe e i depositi delle merci e provocato vittime. Le tavole dovevano evidentemente essere messe in posto prima che l'inondazione si manifestasse. La corrente avrebbe impedito qualunque manovra.

Per convincere gli scettici della subitaneità di un'inondazione e della forza dell'acqua, non avendo a disposizione immagini di eventi dell'Alto Medioevo, presentiamo nella figura che segue un'inondazione più recente. Leggete con cura gli istanti di tempo riportati sulla sequenza di immagini. Gli spettatori che si vedono nell'immagine della mattina giustamente non sono più visibili nelle immagini successive. Pensiamo che siano tornati a casa a prendere, speriamo, le loro precauzioni. L'incauto guidatore del quale si vede nella terza immagine il mezzo di trasporto abbandonato non fu invece così attento. Non immaginò lo scenario in cui si sarebbe trovato, con il motore dell'Ape spento dall'acqua: riuscì a salvarsi a piedi ma il mezzo



**Figura 4.** 22 settembre 1992. Comune di Quiliano (SV). La sequenza delle immagini mostra la rapidità dell'evento che colpì il piccolo Comune ligure. L'esondazione del torrente Quiliano causò la morte di una donna incinta e di sua figlia di tre anni che restarono nell'abitazione al piano terra non ostante gli inviti dei vicini a salire di sopra. Il ponte è via via coperto, poi sommerso e poi scalzato dalla corrente di piena in poco più di dieci minuti

fu trovato il giorno dopo un chilometro a valle dentro la saracinesca abbassata di un bar. Tornando al borgomastro di Finalborgo dobbiamo invece riconoscere che quando le condizioni del tempo meteorologico lo suggerivano egli ben sapeva rappresentarsi mentalmente lo scenario che avrebbe potuto presentarsi, tanto che il timore che uno scenario disastroso avesse a darsi vinceva sulla preoccupazione che poi tutto si risolvesse senza inondazione e gli fosse rimproverato il disagio dovuto alle tavole. Il borgomastro sapeva decidere in condizione di incertezza.

Non metteva le tavole ogni volta che il cielo era nuvoloso. Assumeva un certo livello di rischio. Ma le metteva quando era necessario. Il nostro paese è ripetutamente interessato da fenomeni temporaleschi di forte intensità che causano gravi danni e il maggior numero di perdite di vite umane. Questo tipo di nubifragi, particolarmente violenti e pericolosi, sono molto spesso originati da sistemi convettivi localizzati. È oggi possibile migliorare il sistema di previsione del borgomastro. Il Servizio Nazionale della Protezione Civile, nelle sue articolazioni centrale e regionali, è capace di prevedere con

qualche giorno d'anticipo le condizioni a grande scala – su aree grandi come una provincia – favorevoli all'insorgenza di sistemi convettivi pericolosi, ma la loro posizione (il dove specifico), il momento dell'accadimento (il quando) e l'intensità del fenomeno (il quanto), rimangono incerti quasi fino a fenomeno già in corso. Non è ancora possibile, e forse non lo sarà mai per limiti fisici e matematici dei modelli dinamici dell'atmosfera, prevedere con esattezza i dettagli di questi sistemi convettivi. Se non si può rimuovere l'incertezza occorre imparare a gestirla correttamente, a rimuovere quegli

effetti pericolosi che effettivamente ci sono. Come faceva il borgomastro di Finalborgo. È ben vero che il borgomastro viveva in una società meno complessa in cui l'autorità era più autorevole. E che se qualcuno non rientrava in tempo nel borgo quando l'allerta era data e si faceva trascinare via dall'acqua non c'erano Procuratori della Repubblica che se la prendessero con il borgomastro.

La nostra società è più complicata di quella medievale. Si vive molto meglio e più a lungo, ma alcuni meccanismi mentali andrebbero meglio coltivati.

# PER SAPERNE DI PIÙ

## Bibliografia

- AA.VV, Proscenio. Il programma di ricerca sui rischi idrometeorologici della Protezione Civile, Fondazione CIMA, Rapporto Finale, 2008.
- AA.VV. Prevedere e Prevenire le Piene del Fiume Po. Linee guida per la previsione e il controllo delle piene fluviali dell'asta principale del fiume Po. Fondazione CIMA. ISBN 978-88-906068-1-6, 2011.
- Ferraris L., Rudari R. and Siccardi F., 2002: *The uncertainty in the prediction of flash floods in the northern Mediterranean Environment*, Journal of Hydrometeorology, vol. 3, pp. 714-727.
- Fortunato L., Relazione di sintesi e considerazioni di massima sull'evento del 19 gennaio 2014 – rotta arginale del fiume Secchia. [www.agenziapo.it](http://www.agenziapo.it).
- Krzystofowicz R., 2001 *The case for probabilistic forecasting in hydrology*, Journal of Hydrology Vol. 249 pp. 2-9.
- Siccardi F., 1996: *Rainstorm Hazards and related disasters in the western Mediterranean region*, Remote Sensing Reviews, 14, 5-21.
- Siccardi F., G., Boni, L., Ferraris, R., Rudari, Scale ed incertezza, Atti del 29° Convegno di Idraulica e Costruzioni idrauliche, Trento, 7-10 settembre 2004, Editoriale Bios.
- Siccardi F., Capire l'incertezza: un questione di cigni, in Protezione Civile e Responsabilità nella società del Rischio. "Chi valuta, Chi decide, Chi giudica", Dipartimento della Protezione Civile e Fondazione CIMA, 2013. ISBN: 9788846735812. Edizioni ETS.
- Tibaldi S., Intervento in Autori vari, Protezione civile e responsabilità nella società del rischio. "chi valuta, chi decide, chi giudica", Dipartimento della Protezione Civile e Fondazione CIMA, 2013. ISBN: 9788846735812. Edizioni ETS.

## ► **COSA SI PUÒ FARE PER RIDURRE IL RISCHIO ALLUVIONE?** a cura di Marcello Brugioni, Sandro Campanini, Bernardo Mazzanti, Mirella Vergnani

Cosa si può fare per ridurre il rischio alluvione? Oltre alla manutenzione periodica di corsi d'acqua e reti fognarie, è possibile realizzare opere per diminuire la probabilità che si verifichi un'alluvione o per ridurre l'impatto (per esempio, la costruzione di argini). Tuttavia gli effetti di un'alluvione si riducono soprattutto con provvedimenti che impediscono o limitano l'espansione urbanistica nelle aree alluvionabili. Altri strumenti sono i sistemi di allertamento, che permettono l'attivazione della protezione civile locale, la pianificazione d'emergenza e le esercitazioni. Infine, le attività di sensibilizzazione della popolazione: essere consapevoli e preparati è infatti il modo migliore per convivere con il rischio.

Per comprendere meglio cosa si può fare per ridurre il rischio di alluvioni, si deve partire giocoforza da alcune considerazioni importanti. La prima è che viviamo in un territorio ricco e fragile, al quale la mano dell'uomo ha dato forti e riconoscibili connotati, spesso in maniera sapiente, alcune volte in maniera scellerata. In ogni caso, formando un connubio inscindibile tra terra e comunità. Facendo un volo (virtuale o reale) sulla nostra nazione, emerge chiara una caratteristica praticamente presente in tutto il territorio italiano con l'unica esclusione, forse, della Pianura Padana: città e paesi sono plasmati dalla ristrettezza delle zone pianeggianti, si arricchiscono e si abbelliscono dalla possibilità di inerparsi in collina, sembrano spesso attratti dai corsi d'acqua più importanti, e sono frequentemente innervati da un reticolo idraulico che conserva ancora per lo più evidenti caratteristiche di naturalità. Che il nostro territorio sia fragile è una considerazione comune, condivisa. La dinamica evolutiva del nostro paese è ciò che lo caratterizza nel bene e nel male; non avremmo

paesaggi così meravigliosi se non fossimo soggetti a fenomeni idro-geomorfologici così impetuosi.

In questo contesto problematico vanno trovate e applicate le azioni necessarie per "ridurre" il rischio che, come già precedentemente illustrato, è espresso da una formula che lega pericolosità, vulnerabilità e valore esposto:  $R = P \times V \times E$ .

La mitigazione del rischio, dunque, può essere attuata, a seconda dei casi, intervenendo nei confronti della pericolosità, della vulnerabilità, o del valore degli elementi a rischio tenendo comunque presente che non è possibile abatterlo in tutto e per tutto.

È evidente che il primo passo per affrontare sia la valutazione che la mitigazione del rischio si concretizza nell'acquisizione di informazioni territoriali sui caratteri geologico-ambientali e su quelli socio-economici dell'area in esame.

Le azioni di riduzione del rischio possono essere ricondotte a due principali tipologie di interventi: strutturali e non strutturali. Laddove sia possibile approntare entrambe, è opportuno che vengano integrate le une con le altre

al fine di ridurre quanto più possibile efficacemente il rischio.

Le misure strutturali vengono generalmente identificate con opere di ingegneria quali, ad esempio, argini, scolmatori, casse d'espansione. L'effetto di queste opere di difesa va ad incidere principalmente sulla pericolosità, in quanto gli interventi di tipo ingegneristico tendono a mitigare la magnitudo dell'evento con interventi di difesa attiva (agendo al fine di abbassare la portata e gestire in maniera ottimale il volume dell'evento) e passiva (agendo principalmente per contenere i livelli) al fine di diminuirne la probabilità e la frequenza di accadimento.

Le misure non strutturali si riferiscono, invece, a un ampio ventaglio di differenti tipologie di azioni: interventi di manutenzione ordinaria, campagne di formazione e informazione, predisposizione di efficaci sistemi di allertamento e di piani di emergenza, pianificazione urbanistica. Queste misure riducono il danno agendo sull'esposizione e sulla vulnerabilità degli elementi esposti migliorandone la resistenza rispetto a un certo tipo di danno atteso.

Recentemente, la Legge n. 100 del 12 luglio 2012 (conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 15 maggio 2012, n. 59) recante disposizioni urgenti per il riordino della protezione civile, ha per la prima volta utilizzato il termine "attività non strutturali" andando a definire in modo puntuale le attività non strutturali di competenza della protezione civile, vale a dire: l'allertamento, la pianificazione dell'emergenza, la formazione, la diffusione della conoscenza della protezione

civile nonché l'informazione alla popolazione e l'applicazione della normativa tecnica, ove necessarie, e l'attività di esercitazione (Art. 3). La Legge 100/2012 sancisce, inoltre, che tali attività rientrano in ciò che viene definita prevenzione, che consiste nelle attività volte a evitare o a ridurre al minimo la possibilità che si verifichino danni conseguenti agli eventi. La prevenzione, chiaramente, si basa in via prioritaria sulle conoscenze acquisite per effetto delle attività di previsione, definite come attività, svolte anche con il concorso di soggetti scientifici e tecnici competenti in materia, dirette all'identificazione degli scenari di rischio probabili e, ove possibile, al preannuncio, al monitoraggio, alla sorveglianza e alla vigilanza in tempo reale degli eventi e dei conseguenti livelli di rischio attesi.

La previsione e la prevenzione, insieme al soccorso delle popolazioni sinistrate e a ogni altra attività necessaria e indifferibile, diretta al contrasto e al superamento dell'emergenza e alla mitigazione del rischio, sono attività e compiti di protezione civile.

A livello europeo, la Commissione, attraverso la Direttiva sulla valutazione e gestione del rischio di alluvione (Dir. 2007/60/CE), ha definito gli approcci efficaci per fronteggiare questo tipo di rischio andando a nominare esplicitamente non solo interventi di tipo ingegneristico, ma anche azioni non strutturali quali i sistemi di allertamento e la formazione e informazione dei cittadini.

Secondo l'impostazione europea tutte le azioni di mitigazione sono riconducibili a quattro categorie: prevenzione (norme di governo del

territorio e di uso del suolo), protezione (principalmente opere strutturali), preparazione (azioni da attivare in fase di pre-evento e di evento quali sistemi di allertamento, piani di protezione civile, formazione/informazione dei cittadini), *recovery and review* (azioni di ripristino delle condizioni pre-evento, di supporto medico e psicologico, di assistenza finanziaria, ecc.).

### **AZIONI STRUTTURALI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO**

Le principali azioni strutturali di difesa vengono realizzate attraverso interventi strutturali che comunemente vengono suddivisi:

- opere di difesa attiva: agiscono sulla magnitudo dell'evento riducendo le portate;
- opere di difesa passiva: agiscono per il contenimento dei livelli di piena, senza modificare le portate in transito.

#### **Opere di difesa attiva**

La riduzione della portata può essere realizzata invasando temporaneamente parte del volume dell'onda di piena in un serbatoio (invasi di ritenuta, casse di espansione) oppure utilizzando diversivi o canali scolmatori che derivano parte della portata del corso d'acqua principale.

#### ***Invasi di ritenuta***

Una notevole efficacia di laminazione è rappresentata dalle dighe, a fronte tuttavia di un impatto ambientale e un impegno costruttivo notevolmente maggiore. Proprio per tali motivi le dighe, e gli invasi di ritenuta in genere, costruiti negli ultimi 20-30 anni destinati alla laminazione delle piene sono veramente pochi. In ogni caso gli invasi esistenti in Italia

sono numerosi, tuttavia sono stati quasi tutti realizzati per la produzione di energia elettrica o per l'approvvigionamento idropotabile. Solo con opportuni accorgimenti e procedure appositamente implementate questi invasi possono essere utilizzati per ridurre la pericolosità idraulica. Nella foto seguente vedete, ad esempio, la diga di La Penna nel bacino dell'Arno, realizzata alla fine degli anni '60: essendo dotata di un sistema di paratie progettato ai fini della produzione idroelettrica, la sua regolazione per poter laminare la piena dell'Arno quando è veramente necessario, risulta problematica e, pertanto, di ridotta efficacia.



**Figura 1. Diga di La Penna nel bacino dell'Arno**

#### ***Casse d'espansione***

Le casse d'espansione sono aree delimitate da argini, destinate alla laminazione delle piene. Sono collocate generalmente a valle della chiusura del bacino montano del corso d'acqua, in modo da poter agire sull'onda di piena già completamente formata, e spesso si trovano a monte di importanti centri abitati. Il volume invasabile nelle casse è limitato rispetto al volume complessivo dell'onda di piena:

è pertanto indispensabile dimensionare con accuratezza la portata di progetto uscente affinché il volume sia disponibile nel momento dei valori al colmo più alti. Sono opere idrauliche che necessitano di una accurata progettazione specialmente per quanto riguarda la determinazione della quota di sfioro e/o delle modalità di azionamento delle paratie. L'efficacia della cassa sta nell'entrare in azione nel momento in cui la piena raggiunge altezze e volumi che non possono essere contenuti nel corso d'acqua a valle.

Le tipologie di funzionamento delle casse sono due:

- in linea: l'area di laminazione è ricavata tramite arginature che corrono generalmente parallele al corso del fiume, e include il fiume stesso. All'estremità di valle della cassa, gli argini si chiudono in corrispondenza

di un manufatto regolatore che consiste in uno sbarramento trasversale all'alveo, caratterizzato da luci di fondo a bocca tarata, spesso regolabili, e da uno sfioratore in sommità.

- in derivazione: l'area di laminazione è ricavata lateralmente al corso d'acqua, ed è delimitata da argini per tutto il suo perimetro. Nel tratto di argine che separa l'alveo dalla cassa sono posizionati gli organi di regolazione: uno sfioratore a monte che permette alla portata in eccesso di entrare nella cassa e un organo di restituzione a valle che restituisce l'acqua al fiume in seguito al passaggio dell'onda di piena. Le casse in derivazione possono essere suddivise in due o più settori che entrano in funzione successivamente in modo da massimizzare l'effetto di laminazione.



Figura 2. Schema di funzionamento di una cassa d'espansione in linea

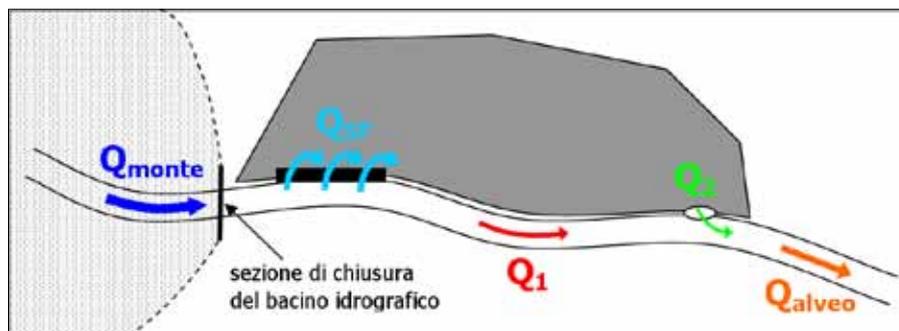


Figura 3. Schema di funzionamento di una cassa d'espansione in derivazione



La realizzazione di una cassa d'espansione ha un forte impatto sul territorio sia per la realizzazione delle opere idrauliche, arginature e manufatti di regolazione, sia in termini sociali e ambientali. Sono quindi un intervento complesso che richiede un'analisi costo-beneficio molto approfondita e una solidarietà sociale tra le popolazioni dei territori in cui l'opera è realizzata e dei territori di valle beneficiari degli effetti di laminazione della piena.

Rimangono comunque opere indispensabili per ridurre il rischio idraulico in particolare a monte di grossi centri abitati in cui le azioni di difesa idraulica hanno spesso raggiunto i limiti strutturali.

Importanti esempi di questo tipo di opere è rappresentato dalle casse realizzate sui torrenti Parma, Enza, Crostolo, Secchia e Panaro poste a difesa delle provincie di Parma, Reggio-Emilia e Modena.



Figura 6. Cassa d'espansione sul fiume Panaro



Figura 7. Manufatto regolatore della cassa di espansione sul torrente Parma

### Scolmatori e/o diversivi

Gli scolmatori e/o diversivi sono corsi d'acqua naturali e/o artificiali che permettono di convogliare parte della portata transitante lungo il corso d'acqua principale in un altro corpo idrico o nello stesso fiume a valle del tratto critico bypassandolo. Come le casse d'espansione sono opere molto efficaci sotto il profilo della riduzione del rischio idraulico ma fortemente impattanti in un territorio intensamente antropizzato come il nostro.

Di seguito alcuni esempi di scolmatori:

- scolmatore d'Arno: opera importante per la mitigazione del rischio della città di Pisa. Si tratta di un canale di ben 32 km di lunghezza che deriva le acque di piena dell'Arno fino a portarle in mare presso Livorno;
- galleria Mori-Torbole: canale in galleria che scolma parte della portata dell'Adige nel Lago di Garda a protezione della città di Verona;
- diversivo del Mincio: canale artificiale che permette al fiume Mincio di bypassare la città di Mantova;
- scolmatore di Reno: canale artificiale lungo circa 18 km che permette di scolmare parte della portata di Reno in Po, a protezione della città di Ferrara e della pianura tra Ferrara e Bologna.



Figura 9. Incile dello Scolmatore d'Arno in funzione durante l'evento di piena del 1 febbraio 2014



Figura 8. Ingresso e tracciato della galleria Mori-Torbole



Figura 10. Manufatti regolatori dello scolmatore di Reno

### Opere di difesa passiva

Le opere di difesa passiva non agiscono sulla portata di piena ma solo sul contenimento dei livelli e sono principalmente realizzate con arginature in terra e in alcuni casi con muri di sponda.

#### Arginature

Si tratta di opere continue realizzate in terra con la funzione di contenere i deflussi di piena, le cui dimensioni sono funzioni del livello della piena di progetto (per le arginature maestre del

Po si assume come piena di riferimento quella con tempo di ritorno di 200 anni) e della durata dei livelli idrici massimi.

Gli argini principali (maestri) possono essere posti in frodo, cioè a diretto contatto con il flusso idrico, o in ritiro rispetto all'alveo di magra, separati da zone di espansione (golene). Si hanno golene comunicanti con l'alveo di magra (aperte) o separate da argini secondari (gole-nali), con sommità inferiori a quella degli argini

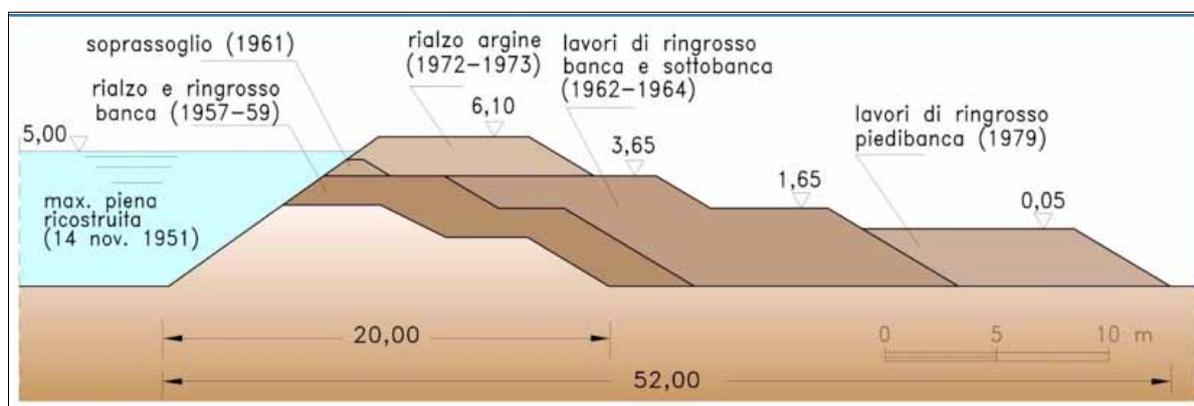


Figura 11. Esempio di arginatura di un fiume

maestri (chiuse). Gli importanti sistemi arginali realizzati nel corso dell'ultimo secolo lungo i principali corsi d'acqua italiani hanno ormai raggiunto quote e sagome tali da non poter essere maggiormente rialzati e ringrossati. La loro funzione di contenimento deve essere pertanto garantita da una manutenzione costante e da un'attenta sorveglianza, nel corso degli eventi di piena, al fine di poter cogliere tempestivamente segnali di fragilità e porre in essere le opportune azioni di contrasto (ripresa di frane e/o smottamenti, filtrazioni, fontanazzi).

L'estensione delle opere di difesa passiva se da un lato ha permesso la salvaguardia dei

centri abitati e lo sviluppo delle attività produttive nelle aree limitrofe al fiume ha di contro aumentato le portate nei tratti vallivi a causa della riduzione delle naturali aree di laminazione del fiume.

Esempio classico ma non molto conosciuto è quello di Firenze. Immediatamente dopo l'alluvione del '66, al fine di aumentare la capacità di deflusso nel tratto cittadino, sono state approfondite le soglie dei ponti e alzate le spallette degli argini. Questo ha sicuramente aumentato la capacità di deflusso delle maggiori piene a Firenze ma ha aumentato notevolmente il rischio per gli abitati immediatamente a valle della città.

È quindi indispensabile trovare nuove forme di riduzione del rischio idraulico associando all'ormai imprescindibile sistema arginale azioni di contrasto rivolte al recupero delle aree d'espansione e di una più equilibrata morfologia fluviale.



Figura 12. Esempio di rialzo delle spallette degli argini dell'Arno a Firenze, realizzate per aumentare la capacità di deflusso nel tratto cittadino

### **AZIONI NON STRUTTURALI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO**

Una parte dell'impatto dei fenomeni alluvionali può essere affrontata esclusivamente attraverso un complesso di interventi non strutturali il cui scopo è, da una parte prevenire quelle condizioni di uso del territorio che esaltano tali fenomeni amplificandone gli effetti e, dall'altra, diminuire i danni conseguenti attraverso un'opportuna preparazione, intesa nel senso più ampio del termine.

#### **Sistema di allertamento e pianificazione di emergenza**

La salvaguardia delle persone e la limitazione dei danni economici e dell'impatto sociale relativi alle alluvioni sono in parte più o meno rilevante affidate a efficaci misure e interventi di contrasto che soltanto un sistema di allertamento può consentire.

Parallelamente ad esso, è necessario disporre di un'adeguata pianificazione di emergenza: a nulla, infatti, servirebbe la previsione degli eventi se a questa non corrispondesse sul territorio una risposta del sistema di protezione civile graduale e predefinita secondo scenari preventivamente costruiti e procedure stabilite e concordate.

Nodo cruciale risulta, perciò, l'innesto del sistema di allertamento nei piani, in particolare nella costruzione degli scenari di rischio, e la corrispondenza tra scenari predefiniti, livelli di criticità e fasi operative.

#### **Formazione degli operatori e informazione alla popolazione**

Un piano di emergenza si rivelerà davvero efficace soltanto se ciascun operatore di protezione civile saprà perfettamente cosa fare nelle fasi che precedono una possibile emergenza e durante l'emergenza stessa. È inoltre essenziale che ciascuno conosca il linguaggio e le modalità di intervento delle altre componenti e strutture operative del sistema: solo così l'azione di protezione civile sarà unitaria e coordinata e potrà conseguire gli obiettivi prefissati. Perché questo avvenga è necessario in tempo di pace realizzare un'adeguata attività formativa e addestrativa che non si limiti ad illustrare cosa fare e come farlo ma che sia volta a insegnare a lavorare insieme, a suddividersi i compiti, a condividere i linguaggi, a raccordarsi. Ma anche i cittadini sono soggetti attivi del sistema di protezione civile e una popolazione consapevole dei rischi che incombono sul proprio territorio e opportunamente informata su quanto si può fare in termini di

prevenzione e su come ci si deve comportare in caso d'emergenza rende complessivamente il sistema più "resiliente". Dunque, come la formazione, anche le attività di diffusione della conoscenza della protezione civile, l'informazione in tempo di pace, la comunicazione in situazione di emergenza sono a tutti gli effetti misure non strutturali di mitigazione del rischio.

### **Norme d'uso del territorio**

Una corretta gestione del territorio in chiave di difesa dalle alluvioni è una misura di mitigazione di fondamentale importanza. I PAI - Piani di Assetto Idrogeologico, oltre alle mappe e alla programmazione degli interventi di difesa idraulica, prevedono disposizioni normative finalizzate proprio a questo tipo di gestione e, in particolare, da una parte a evitare la costituzione di nuove situazioni di rischio e dall'altra all'applicazione di prescrizioni dirette in situazioni di rischio conclamato per la tutela dei beni esposti e della vita umana.

Nelle situazioni a maggior rischio idraulico, il PAI individua misure di salvaguardia tese a evitare l'aggravio delle condizioni di rischio. Tali misure sono indicate nell'Atto d'indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del D.L. 11 giugno 1998, n. 180. In particolare, nelle aree a rischio molto elevato il citato decreto dispone che siano consentiti esclusivamente gli interventi idraulici volti alla messa in sicurezza delle aree a rischio, approvati dall'Autorità idraulica competente, tali da migliorare significativamente le condizioni di funzionalità idraulica, da non aumentare il

rischio d'inondazione a valle e da non pregiudicare la possibile attuazione di una sistemazione idraulica definitiva. Sono tuttavia consentiti alcuni interventi a condizione che non aumentino il livello di rischio e non precludano la possibilità di eliminare le cause che lo determinano:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo e senza aumento di superficie o volume, interventi volti a mitigare la vulnerabilità dell'edificio;
- la manutenzione, l'ampliamento o la ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico riferiti a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture parimenti essenziali, purché non concorrano a incrementare il carico insediativo e non precludano la possibilità di attenuare o eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio, e risultino essere comunque coerenti con la pianificazione degli interventi d'emergenza di protezione civile.

### **Copertura assicurativa**

La copertura assicurativa contro le calamità è a tutti gli effetti una misura non strutturale di mitigazione del rischio. In Italia, questa tipologia di intervento non ha ancora trovato applicazione a differenza di altri Paesi dove invece è già una realtà consolidata.

### **Interventi a scala locale**

Lo scopo dei cosiddetti interventi a scala locale è limitare i danni derivanti da alluvioni per il singolo edificio e/o struttura. Si tratta di quei sistemi, quali impermeabilizzazioni, protezioni

rimovibili, sistemi costruttivi, sistemi di spostamento rapido di beni che incidono sulla vulnerabilità dell'elemento a rischio.

Una prima linea di azioni sono quelle tese a limitare i danni che può subire un edificio, pubblico o privato che sia, cercando di renderlo meno vulnerabile alle alluvioni. Il ricorso a criteri di sicurezza idraulica nella realizzazione di nuovi edifici e per la riqualificazione di quelli esistenti non va considerato come un aspetto a sé stante, ma deve essere inquadrato in una più ampia strategia, integrata con altri criteri di gestione e difesa dal rischio d'inondazione. I benefici che questi accorgimenti possono produrre sono molteplici: riducendo, infatti, i danni materiali alle strutture alluvionate e ai beni in esse contenuti, diminuiscono i costi e il tempo necessari per il ripristino della funzionalità di quanto sottoposto

a inondazione (es. pulizia completa degli ambienti, sostituzione e rinnovamento delle suppellettili e dei materiali distrutti, ecc.). L'entità dei danni provocati da un evento alluvionale dipende, tra l'altro, da fattori quali l'altezza dell'acqua, la sua velocità e la frequenza con cui si verifica l'evento stesso: l'installazione di dispositivi di sicurezza e l'adozione di opportuni criteri nella costruzione di nuovi edifici o nel riadattamento di quelli esistenti, può consentire di ridurre gli effetti di un'alluvione, minimizzando i danni e i costi di ripristino, oltre che permettere una rapida ripresa delle attività, diminuendo le perdite economiche dovute al fermo impianto.

Un modo per proteggere una struttura edilizia e il suo contenuto dai danni di un'alluvione consiste nel 'sigillare' l'edificio cosicché le acque non vi possano entrare.



Figura 13.  
Esempio di utilizzo di materiali e vernici impermeabilizzanti a protezione di un fabbricato in caso di evento alluvionale

In tal senso si parla di valvole di non ritorno per gli scarichi, di materiali e vernici impermeabilizzanti, di sistemi impermeabili di chiusura di porte e finestre e quant'altro. Altro fatto importante, sia nel *proofing* che nel *retrofitting*, è quello di allocare i componenti elettrici, gli impianti termici, i sistemi di rete in genere e di sussistenza in posizione superiore al massimo battente atteso. Nelle immagini riportate sono indicati alcuni esempi.

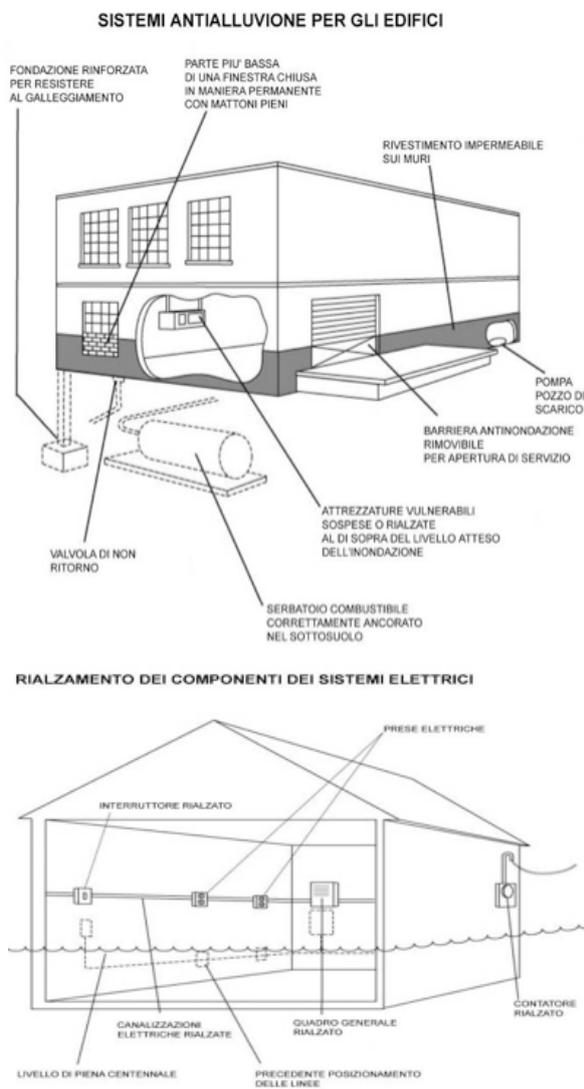


Figura 14. Esempi di sistemi di difesa dei fabbricati dalle alluvioni realizzati tenendo conto del battente idraulico atteso

Un altro filone importante di azioni sono le strutture locali di difesa dalle alluvioni o più in generale le barriere fisse e/o mobili.

Per barriere fisse s'intendono le strutture o barriere tipo cinte idrauliche, terrapieni o muri di contenimento. Le suddette barriere rappresentano misure permanenti, infatti, una volta innalzate, rimangono costantemente a protezione dell'edificio. Tali barriere possono completamente circondare l'edificio oppure proteggere soltanto la parte più bassa potenzialmente esposta al contatto con le acque. A differenza di altre misure di sicurezza, le barriere fisse non comportano l'esposizione della struttura a pressioni o forze idrostatiche e idrodinamiche, in quanto l'acqua non viene direttamente a contatto con l'edificio (a meno che il battente idraulico non superi in altezza la barriera o si abbia un cedimento della barriera stessa).



Figura 15. Esempio combinato di sistemi di protezione dal rischio idraulico per edifici ubicati in aree a rischio

Le barriere temporanee sono invece strutture mobili che vengono posizionate durante la fase di pre-evento. Sono azioni che devono essere ricondotte generalmente a un piano di protezione civile e necessitano di un adeguato e sviluppato sistema di preannuncio.



Figura 16. Barriere temporanee messe in opera in fase di pre-evento



Storicamente l'utilizzo di pannelli anti-allagamento è ben documentato: numerose sono le porte di ingresso delle nostre antiche cittadine medievali dotate di gargami dove venivano infilati assi di legno per far sì che l'acqua non entrasse all'interno delle mura. In epoche recenti si sono sviluppati numerosi sistemi che vanno in tal senso. Un esempio sono i "panconcelli" utilizzati a Pisa per sopraelevare di 60 centimetri gli argini dell'Arno nel centro città.



Figura 17. Posizionamento dei "panconcelli" al di sopra delle spallette degli argini lungo il tratto cittadino dell'Arno a Pisa, durante la piena dell'1 febbraio 2014

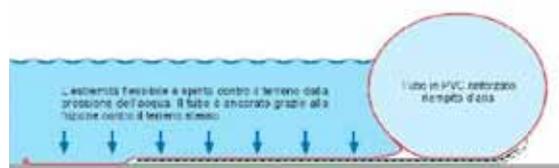


Figura 18. Schema ed esempio di barriere mobili rappresentato da tubi in PVC rinforzati e riempiti di aria

Un sistema simile di protezione locale è allo studio per il centro storico di Firenze.

La carrellata di interventi che abbiamo fatto non completa certamente l'intero quadro, tuttavia definisce cosa si può fare anche a livello locale per mitigare, anche in maniera molto rilevante, i danni attesi.

È importante sottolineare che tali interventi sono efficaci solo in presenza di un sistema di allertamento adeguato, includendo con questo termi-

ne anche il servizio di piena e l'attività dei presidi territoriali, e cioè un sistema in grado di preallertare la popolazione e gli enti preposti con un anticipo sufficiente a mettere in campo le azioni necessarie per il montaggio di questi stessi interventi. Di conseguenza, anche la presenza di un piano di emergenza è fondamentale per poter assicurare una corretta comunicazione dell'evento atteso e per garantire l'attivazione di persone e procedure già stabilite.

## COME FUNZIONA L'ALLERTAMENTO? a cura di Paola Bertuccioli, Veronica Casartelli

Le previsioni dei fenomeni meteorologici e dei loro effetti al suolo sono raccolte e condivise dalla Rete dei Centri Funzionali, cardine del Sistema di allertamento nazionale gestito dal Dipartimento della Protezione Civile, le Regioni e le Province Autonome.

Sulla base di queste informazioni, ciascuna Regione e Provincia Autonoma valuta le situazioni di criticità che si potrebbero verificare sul proprio territorio e, se necessario, trasmette le allerte ai sistemi locali di protezione civile. Spetta poi ai Sindaci attivare i Piani di emergenza, informare i cittadini sulle situazioni di rischio e decidere quali azioni intraprendere per tutelare la popolazione. Per approfondimenti visita la sezione "Allertamento meteo-idro" sul sito [www.protezionecivile.gov.it](http://www.protezionecivile.gov.it)

La gestione del sistema di allertamento nazionale è assicurata dal Dipartimento della Protezione Civile e dalle Regioni attraverso la Rete dei Centri Funzionali, vale a dire soggetti preposti allo svolgimento delle attività di previsione, monitoraggio e sorveglianza in tempo reale dei fenomeni idro-pluviometrici e di valutazione dei conseguenti effetti previsti su persone e cose.

La Rete dei Centri Funzionali è costituita da un Centro Funzionale Centrale presso la sede del Dipartimento della Protezione Civile e dai Centri Funzionali Decentrati presso le Regioni e Province Autonome.

Il sistema di allertamento, il cui funzionamento è regolato dalla Direttiva del presidente del Consiglio dei Ministri 27/02/2004 è, dunque, un sistema distribuito Stato-Regioni in cui viene data piena attuazione alla Legge Bassanini, che, insieme alla modifica al Titolo V della Costituzione, rende la Regione attore fondamentale. Le Regioni che posseggono adeguati requisiti di capacità ed esperienza e hanno

acquisito personale sufficiente a poter garantire la presenza presso il centro funzionale 24 ore su 24 in caso di eventi intensi previsti e/o in corso, hanno la facoltà di emettere autonomamente documenti di allertamento, quali Bollettini e Avvisi, per il proprio territorio di competenza.

In figura 1 viene presentato lo stato attuale della rete: nella maggior parte delle Regioni i Centri Funzionali Decentrati sono attivi e autonomi; tuttavia, alcuni di questi centri sono solo parzialmente autonomi, in quanto la responsabilità della previsione meteorologica rimane in capo al Centro Funzionale Centrale del Dipartimento, non avendo queste Regioni disponibilità di personale con tali competenze specifiche.

Ogni Centro Funzionale ha il compito di raccogliere e condividere con l'intera rete dei Centri una serie di dati e informazioni provenienti da diverse piattaforme tecnologiche e da una fitta rete di sensori disposta sul territorio nazionale. Nello specifico:

- i dati rilevati dalle reti meteo-idro-pluviometriche, dalla rete radar meteorologica nazionale e dalle diverse piattaforme satellitari disponibili per l'osservazione della terra;
- i dati territoriali idrologici, geologici, geomorfologici e quelli derivanti dal sistema di monitoraggio delle frane;
- le modellazioni meteorologiche, idrologiche, idrogeologiche e idrauliche.

Sulla base di questi dati e modellazioni, i Centri Funzionali elaborano gli scenari probabilisticamente attesi, anche attraverso l'utilizzo di modelli previsionali degli effetti sul territorio. In base a queste valutazioni, i Centri Funzionali emettono Bollettini e Avvisi in cui vengono riportati sia l'evoluzione dei fenomeni attesi e/o in corso, sia i livelli di criticità (tipologia, diffusione e severità di frane

e alluvioni) valutati per il territorio di propria competenza. È compito delle Regioni e delle Province Autonome diramare le allerte per i sistemi locali di protezione civile, mentre spetta ai Sindaci attivare i piani di emergenza, informare i cittadini sulle situazioni di rischio e decidere le azioni da intraprendere per tutelare la popolazione.

I Centri Funzionali sono generalmente distinti in due macro-aree: un settore "meteo" e un settore "idro": il primo dedicato alla previsione meteorologica e il secondo dedicato alla valutazione degli impatti dei fenomeni meteo-idrologici e al monitoraggio in tempo reale. Tali attività si riflettono nell'organizzazione del sistema di allertamento, articolata sostanzialmente in due fasi: una fase previsionale e una fase di monitoraggio e sorveglianza.

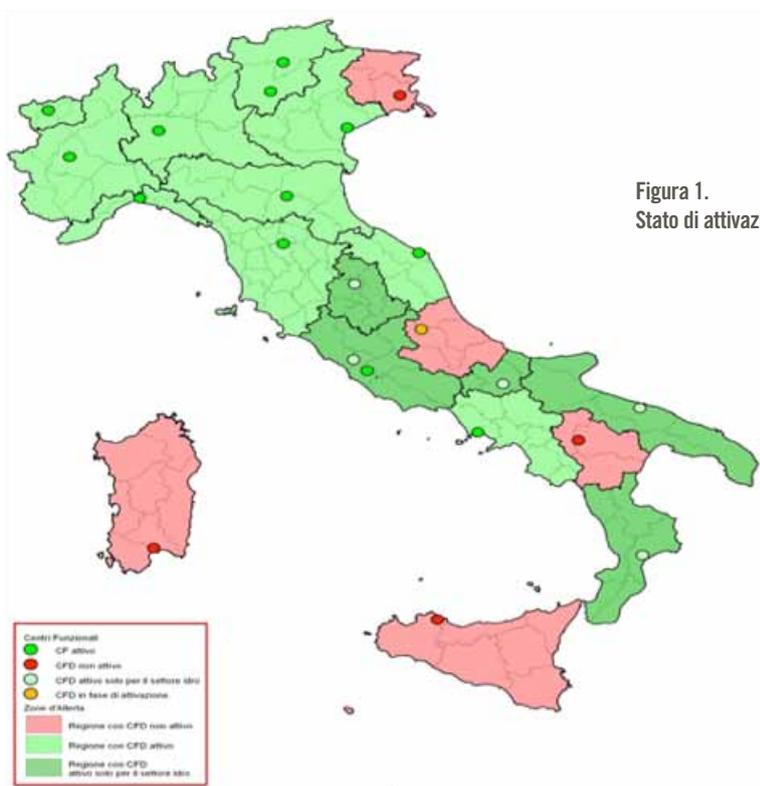


Figura 1.  
Stato di attivazione attuale della Rete dei Centri Funzionali

## FASE PREVISIONALE

La fase previsionale consiste nell'elaborazione di previsioni meteorologiche e nella valutazione degli effetti al suolo che gli eventi previsti potrebbero determinare.

Le previsioni meteorologiche elaborate dal settore Meteo del Centro Funzionale Centrale sono diverse dalle classiche e generiche "previsioni del tempo" diffuse attraverso i media alla cittadinanza.

A differenza di queste ultime, rivolte a una utenza generica – in cui si parla, per esempio, di "tempo perturbato", "piogge deboli", "rovesci forti", "venti intensi" – le informazioni rivolte a chi ha la responsabilità di valutare gli impatti dell'evento atmosferico e deve tradurre questi elementi in stati di allertamento e decisioni operative, devono spingere al massimo possibile, compatibilmente con l'incertezza della previsione, la precisione e il dettaglio rispetto alla probabile tempistica, localizzazione e quantificazione dei fenomeni attesi.

A volte il quadro meteorologico, specie nel caso di eventi perturbati in arrivo, è particolarmente imprevedibile e quindi suscettibile di differenti interpretazioni. Per evitare ambiguità in sede di allertamento, la normativa di Stato ha disposto che ogni giorno, sotto il coordinamento del Dipartimento, tutti i soggetti istituzionali attivi in Italia nel campo delle previsioni meteorologiche operative, concorrano all'elaborazione delle previsioni meteorologiche ufficiali da trasmettere al Servizio Nazionale della Protezione Civile. Questi soggetti costituiscono il Gruppo tecnico per le previsioni meteorologiche e sono: il Centro Funzionale Centrale, il

Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare e i Centri Funzionali Decentrati dell'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale del Piemonte e dell'Emilia-Romagna che hanno una riconosciuta competenza anche su scala nazionale. Quando necessario, il Gruppo tecnico per le previsioni meteorologiche provvede a consultare anche altri Centri Funzionali Decentrati, allargando la condivisione della previsione alle Regioni potenzialmente coinvolte dagli eventi meteorologici avversi.

Ogni giorno, entro le 12.00, questo Gruppo tecnico produce un documento di previsioni meteorologiche, valido per il giorno in cui è emesso e per i successivi. Sulla base di tale documento, i Centri Funzionali Decentrati predispongono le previsioni di interesse per la Regione e procedono alla valutazione degli effetti al suolo.

Per segnalare le situazioni in cui si prevede che uno o più parametri meteorologici supereranno determinate soglie, il Dipartimento mette quotidianamente a disposizione del Servizio Nazionale della Protezione Civile un Bollettino di vigilanza meteorologica nazionale. È uno strumento di raccordo informativo per tutti i Centri Funzionali Decentrati che segnala i fenomeni meteorologici rilevanti ai fini di protezione civile previsti per il giorno di emissione e per il giorno seguente, più la tendenza attesa per il giorno ancora successivo. Il documento viene pubblicato ogni giorno alle 15.00 sul sito internet del Dipartimento.

Ogni Centro Funzionale Decentrato (o il Centro Funzionale Centrale per quelli non autonomi nel settore meteorologico) effettua le pro-

prie valutazioni e le rappresenta in bollettini; nel caso gli eventi meteorologici previsti siano particolarmente intensi emette avvisi meteo regionali. Quando questi eventi interessano due o più regioni, il Centro Funzionale Centrale, preso atto delle valutazioni dei Centri Funzionali Decentrati, emette avvisi meteo nazionali (avvisi di avverse condizioni meteorologiche) per il Servizio Nazionale della Protezione Civile. Dell'emissione di un avviso si dà notizia anche tramite comunicati stampa, disponibili sul sito internet del Dipartimento nell'omonima sezione.

La fase di valutazione degli effetti al suolo che gli eventi previsti o in atto potrebbero determinare, sono in capo ai settori Idro dei Centri Funzionali. Sulla base delle previsioni elaborate dai settori meteo, infatti, i settori idro valutano i livelli di criticità complessivamente e probabilisticamente stimati per aree non inferiori a qualche decina di chilometri quadrati nelle quali il territorio nazionale è suddiviso che prendono il nome di "zone d'allerta", concertando tale valutazione con la Rete dei Centri Funzionali.

Queste valutazioni sono raccolte nei Bollettini di criticità idrogeologica e idraulica, che vengono emessi dalle Regioni quotidianamente entro le 14:00. Nel caso in cui un Centro Funzionale Decentrato (o il Centro Funzionale Centrale per le Regioni in cui il CFD non è ancora autonomo) valuti un livello di criticità almeno moderato su almeno una zona di allerta del proprio territorio, viene emesso un ulteriore documento che generalmente prende il nome di Avviso di criticità e che ha il compito di richiamare l'attenzione su eventi previsti di particolare intensità.

Il settore idro del Centro Funzionale Centrale sintetizza le valutazioni di tutte le Regioni nel Bollettino di criticità nazionale, che viene emesso ogni giorno, di norma entro le 16.00, per creare un raccordo informativo tra i Centri Funzionali Decentrati. Tale Bollettino viene pubblicato ogni giorno sul sito internet del Dipartimento, dove è anche possibile trovare i link ai settori meteo e idro di ciascun Centro Funzionale Decentrato in cui vengono pubblicati i rispettivi bollettini.

I Bollettini/Avvisi di criticità rappresentano la valutazione del possibile verificarsi, o evolversi, di effetti al suolo (frane, alluvioni) e dei conseguenti danni per il giorno di emissione e per il giorno successivo. La valutazione viene elaborata sulla base di predefiniti scenari, che vengono chiamati livelli di criticità, ed è da intendersi come la probabilità che si verifichino predefiniti tipologie di danni in un'area non inferiore a qualche decina di chilometri quadrati. Sulla base dei livelli di criticità che quotidianamente vengono espressi nei Bollettini/Avvisi di criticità idrogeologica e idraulica (Tabella 1), i Presidenti delle Regioni e delle Province Autonome stabiliscono i diversi livelli di allerta per il territorio a cui corrispondono diverse fasi di attivazione che comportano la messa in atto di azioni di prevenzione e gestione dell'emergenza, a partire dal livello che è più vicino al territorio: il Comune (Figura 2). Al Sindaco compete infatti l'attivazione del Piano di protezione civile comunale e l'informazione alla popolazione.

I livelli di criticità sono tre: criticità ordinaria (gialla), moderata (arancione) ed elevata (rossa) e vengono definiti come in Tabella 2.



Figura 2. Sintesi del Sistema di allertamento nazionale per rischio idrogeologico e idraulico

DOCUMENTO	CENTRO FUNZIONALE PREPOSTO ALL'ELABORAZIONE DEL DOCUMENTO	FREQUENZA DI EMISSIONE
BOLLETTINO VIGILANZA METEO	CFC	Quotidiana
	CFD attivati	Quotidiana
AVVISO METEO NAZIONALE	CFC	In caso di previsione di fenomeni di riconosciuta rilevanza a scala sovregionale, preso atto delle valutazioni dei CFD attivati, di criticità almeno tendenzialmente moderata
AVVISO METEO REGIONALE	CFD attivati e con riconosciuta autonomia di emissione	In caso di previsione di eventi meteorologici per fenomeni di riconosciuta rilevanza a scala regionale
BOLLETTINO DI CRITICITÀ	CFC	Quotidiana
	CFD attivati	Quotidiana
AVVISO DI CRITICITÀ REGIONALE	CFC per le Regioni nelle quali il CFD non è attivato	Previsione del manifestarsi e/o dell'evolversi di eventi con livelli di criticità moderata o elevata
	CFD attivati	Previsione eventi con livelli di criticità moderata o elevata

Tabella 1. Documenti prodotti dalla Rete dei Centri Funzionali

Tabella 2. Livelli di criticità di riferimento attualmente in uso (al momento della stesura del presente manuale la tabella è in fase di aggiornamento)

Codice colore	Criticità	Fenomeni meteo-idro	Scenario d'evento	Effetti e danni
verde	Assente o poco probabile	Assenti o localizzati	Assenza o bassa probabilità di fenomeni significativi prevedibili ( non si escludono fenomeni imprevedibili come la caduta massi).	Danni puntuali e localizzati.
giallo	Ordinaria criticità	Localizzati ed intensi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possibili isolati fenomeni di erosione, frane superficiali, colate rapide detritiche o di fango.</li> <li>- Possibili cadute massi.</li> </ul>	Localizzati danni ad infrastrutture, edifici e attività antropiche interessati da frane, da colate rapide o dallo scorrimento superficiale delle acque Localizzati allagamenti di locali interrati e talvolta di quelli posti a pian terreno prospicienti a vie potenzialmente interessate da deflussi idrici. Localizzate e temporanee interruzioni della viabilità in prossimità di piccoli impluvi, canali, zone depresse (sottopassi, tunnel, avvallamenti stradali, ecc.) e a valle di porzioni di versante interessate da fenomeni franosi. Localizzati danni alle coperture e alle strutture provvisorie con trasporto di tegole a causa di forti raffiche di vento o possibili trombe d'aria. Rottura di rami, caduta di alberi e abbattimento di pali, segnaletica e impalcature con conseguenti effetti sulla viabilità e sulle reti aeree di comunicazione e di distribuzione servizi. Danni alle colture agricole, alle coperture di edifici e agli automezzi a causa di grandinate. Localizzate interruzioni dei servizi, innesco di incendi e lesioni da fulminazione. Occasionale ferimento di persone e perdite incidentali di vite umane.
		Diffusi, non intensi, anche persistenti	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Occasionali fenomeni franosi legati a condizioni idrogeologiche particolarmente fragili.</li> <li>- Condizioni di rischio residuo per saturazione dei suoli, anche in assenza di forzante meteo.</li> <li>- Incrementi dei livelli dei corsi d'acqua generalmente contenuti all'interno dell'alveo.</li> <li>- Condizioni di rischio residuo per il transito dei deflussi anche in assenza di forzante meteo.</li> </ul>	Localizzati danni ad infrastrutture, edifici e attività antropiche interessati dai fenomeni franosi. Localizzati e limitati danni alle opere idrauliche e di difesa spondale e alle attività antropiche in alveo.
arancione	Moderata criticità	Diffusi, intensi e/o persistenti	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diffuse attivazioni di frane superficiali e di colate rapide detritiche o di fango.</li> <li>- Possibilità di attivazione/riattivazione/accelerazione di fenomeni di instabilità anche profonda di versante, in contesti geologici particolarmente critici.</li> <li>- Possibili cadute massi in più punti del territorio.</li> <li>- Significativi innalzamenti dei livelli idrometrici dei corsi d'acqua con fenomeni di inondazione delle aree limitrofe e delle zone golenali, interessamento dei corpi arginali, diffusi fenomeni di erosione spondale, trasporto solido e divagazione dell'alveo.</li> <li>- Possibili occlusioni, parziali o totali, delle luci dei ponti.</li> </ul>	<b>Ulteriori effetti e danni rispetto allo scenario di codice giallo:</b> Diffusi danni ed allagamenti a singoli edifici o piccoli centri abitati, reti infrastrutturali e attività antropiche interessate da frane o da colate rapide. Diffusi danni alle opere di contenimento, regimazione ed attraversamento dei corsi d'acqua, alle attività agricole, ai cantieri, agli insediamenti artigianali, industriali e abitativi situati in aree inondabili. Diffuse interruzioni della viabilità in prossimità di impluvi e a valle di frane e colate detritiche o in zone depresse in prossimità del reticolo idrografico. Pericolo per la pubblica incolumità/possibili perdite di vite umane/
rosso	Elevata criticità	Diffusi, molto intensi e persistenti	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Numerosi ed estesi fenomeni di frane superficiali e di colate rapide detritiche o di fango.</li> <li>- Possibilità di attivazione/riattivazione/accelerazione di fenomeni di instabilità anche profonda di versante, anche di grandi dimensioni.</li> <li>- Possibili cadute massi in più punti del territorio.</li> <li>- Piene fluviali con intensi ed estesi fenomeni di erosione e alluvionamento, con coinvolgimento di aree anche distanti dai corsi d'acqua.</li> <li>- Possibili fenomeni di tracimazione, sifonamento o rottura delle opere arginali, sormonto delle opere di attraversamento, nonché salti di meandro.</li> </ul>	<b>Ulteriori effetti e danni rispetto allo scenario di codice arancione:</b> Ingenti ed estesi danni ad edifici e centri abitati, alle attività agricole e agli insediamenti civili e industriali, sia prossimali sia distanti dai corsi d'acqua, o coinvolti da frane o da colate rapide. Ingenti ed estesi danni o distruzione di infrastrutture (rilevati ferroviari o stradali, opere di contenimento, regimazione o di attraversamento dei corsi d'acqua) . Ingenti danni a beni e servizi. Grave pericolo per la pubblica incolumità/possibili perdite di vite umane .

## MONITORAGGIO E SORVEGLIANZA

Per studiare l'evolversi degli eventi meteorologici e il loro impatto sul territorio, è fondamentale l'attività di monitoraggio e sorveglianza svolta dalla Rete dei Centri Funzionali. I dati raccolti dagli strumenti di osservazione concorrono infatti ad aggiornare lo scenario previsto e/o in atto.

Infatti, quando lo scenario sta evolvendo verso livelli di criticità superiori a quelli previsti nei Bollettini/Avvisi di criticità e nel caso in cui si dispone di un tempo di preavviso sufficiente (generalmente di almeno sei ore), i Centri Funzionali procedono a modificare tali Bollettini/Avvisi e a diramare conseguenti allerte al territorio. Al contrario, nel caso in cui non si dispone di un tempo di preavviso sufficiente, i Centri Funzionali, sulla base delle informazioni e dei dati raccolti, tengono costantemente aggiornate le sale operative sui fenomeni in atto sul proprio territorio e sulla loro evoluzione a breve e brevissimo termine.

Nella fase di monitoraggio e sorveglianza, il Centro Funzionale raccoglie i dati provenienti dai satelliti meteorologici, dalla rete radar nazionale e dalla rete di stazioni al suolo realizzando un controllo integrato dei fenomeni meteo idrologici e della loro evoluzione su tutto il territorio. In questa fase è fondamentale anche l'informazione proveniente dai presidi territoriali, cioè le strutture che hanno il compito di osservare, monitorare e vigilare sui fenomeni e la loro evoluzione sul territorio.

I principali strumenti di monitoraggio utilizzati sono la rete radar nazionale e quella relativa

alle stazioni meteoidropluviometriche. Il primo strumento è in grado di stimare la presenza e l'intensità delle precipitazioni nell'atmosfera quasi in tempo reale e osservare lo spostamento delle perturbazioni, mentre il secondo consente, per esempio, di misurare la quantità delle precipitazioni cadute al suolo e la variazione del livello dei fiumi.

### Stazioni meteoidropluviometriche

Le stazioni meteoidropluviometriche sono stazioni in telemisura, cioè strumenti che effettuano delle misure meteo continuamente e le trasmettono in tempo reale. Su di esse sono montati più sensori, in grado di trasmettere in tempo reale i dati rilevati ai centri di raccolta e di elaborazione regionali. Negli ultimi anni le stazioni di proprietà regionale sono state potenziate grazie all'applicazione di alcuni provvedimenti (per esempio la legge 267/1998, detta legge Sarno, e la Legge 365/2000, detta Legge Soverato, e successive ordinanze di protezione civile) che puntavano a migliorare la capacità di osservazione e monitoraggio dei fenomeni e a ottimizzare l'uso di dati, in tempo reale, ai fini di protezione civile.

Le stazioni meteoidropluviometriche hanno un tempo di campionamento dei dati (l'intervallo che intercorre tra la registrazione di una misura e di un'altra) che varia tra un minuto e un'ora e un "tempo di latenza" generalmente di 30 minuti, ovvero il tempo che passa tra l'istante di misura e la disponibilità effettiva del dato all'operatore.

Le misure rilevate sono trasmesse via radio, satellite o sistemi GSM/GPRS alla centrale

di monitoraggio di ciascun Centro Funzionale che le visualizza e le elabora anche attraverso la Piattaforma Experience, un software che consente lo scambio informativo tra Centri Funzionali. I dati così elaborati vengono inviati in “pacchetti” al server del Dipartimento. Per il confronto, l'integrazione e la sintesi dei dati necessari alla valutazione in tempo reale della situazione meteorologica è stata studiata, ed è oggetto di continuo sviluppo, un'ulteriore piattaforma dedicata: il sistema Dewetra.

### **Rete radar**

Il radar meteorologico è uno strumento di monitoraggio e sorveglianza, in grado di stimare la presenza di precipitazioni nell'atmosfera quasi in tempo reale. Consente quindi di seguire l'evoluzione dei fenomeni a brevissimo termine. Il termine radar è l'acronimo dell'inglese *radio detection and ranging* e significa rilevamento e determinazione della posizione (di un oggetto) tramite onde radio. Il radar nasce per scopi bellici e viene usato per la prima volta in campo meteorologico negli anni '50. I radar usati oggi forniscono informazioni oltre che sull'intensità della perturbazione osservata, anche sulla natura della precipitazione (pioggia, neve, grandine ecc.) e sulla sua velocità di spostamento.

Il radar meteorologico è uno strumento usato per:

- monitorare in tempo reale i fenomeni di precipitazione, individuandone l'intensità e lo stato fisico (pioggia, neve, grandine), attraverso lo studio delle caratteristiche di polarizzazione;

- stimare la precipitazione su vaste aree geografiche, fornendo informazioni complementari e integrabili con quelle derivanti dalla rete convenzionale di monitoraggio al suolo, al fine di fornire una più accurata ricostruzione dei campi di precipitazione;
- stimare in tempo reale intensità e direzione media di spostamento di una perturbazione;
- seguire l'evolversi di una perturbazione;
- rendere più accurate le stime sulle precipitazioni, integrando i dati della rete radar con quelli del monitoraggio al suolo e con quelli delle osservazioni satellitari.

Il progetto della rete radar su scala nazionale, sviluppato e gestito dal Dipartimento della Protezione Civile, ha l'obiettivo di garantire una migliore capacità di monitoraggio dei fenomeni atmosferici su scala nazionale integrando le osservazioni radar sia con quelle satellitari, che forniscono informazioni relative alla copertura nuvolosa, sia con i sensori pluviometrici, che registrano dati di carattere puntuale, spesso poco rappresentativi di un intero bacino idrografico. La realizzazione di un sistema operativo di interconnessione e fusione di dati radar meteorologici in tempo reale implica la definizione di un processo di mosaicatura. L'esigenza di realizzare una rete di questo tipo nasce sia dalla necessità di un monitoraggio meteorologico su vasta scala sia dalla necessità di migliorare la qualità delle misure effettuate dal singolo radar. L'utilizzo di un solo radar, infatti, comporta tuttavia una serie di problematiche che ne limitano l'efficacia.

La rete in corso di completamento prevede 26 radar fissi e quattro mobili, complessivamente

te 30 radar meteorologici distribuiti sull'intero territorio nazionale. Attualmente la Rete Radar Nazionale si compone di 24 radar operativi di cui dieci installati e gestiti direttamente dalle diverse Regioni, quattro di proprietà dell'Aeronautica Militare e due di Enav, i rimanenti otto (sei Radar in Banda C e due Radar Mobili in Banda X) sono stati installati dal DPC e operativi 24 ore su 24 per garantire un'efficace attività di monitoraggio dei diversi fenomeni atmosferici sull'intero territorio nazionale.

L'architettura dell'intero sistema prevede che presso il Centro Funzionale Centrale siano rac-

colti i dati messi a disposizione da tutti gli Enti e Amministrazioni che concorrono alla Rete Radar Nazionale. Sulla base dei contributi ricevuti, il suddetto Centro genera diversi prodotti mosaicati atti a garantire la maggiore copertura possibile e li dissemina, ai fini di protezione civile, in tempo reale, verso i Centri Funzionali Decentrati regionali ed enti istituzionali nazionali con una frequenza temporale di 15 minuti tramite diverse piattaforme. Ogni Centro Funzionale Decentrato, in piena autonomia e sotto la propria responsabilità, definisce l'utilizzo operativo di questi prodotti tramite eventuali procedure.



## I PIANI DI EMERGENZA PER IL RISCHIO ALLUVIONE a cura di Fabio Brondi, Antonio Gioia, Luisa Madeo

### IL PIANO COMUNALE O INTERCOMUNALE DI EMERGENZA

Le attività di protezione civile sono volte alla previsione e alla prevenzione dei rischi, al soccorso delle popolazioni e a ogni altra attività urgente per il superamento dell'emergenza e la mitigazione del rischio.

In particolare, la prevenzione consiste nelle attività volte a evitare o a ridurre al minimo la possibilità che si verifichino danni conseguenti agli eventi calamitosi, anche sulla base delle conoscenze acquisite per effetto delle attività di previsione. La prevenzione si esplica tramite la pianificazione dell'emergenza, l'allertamento (per eventi prevedibili), la formazione, la diffusione della conoscenza della protezione civile nonché l'informazione alla popolazione e l'applicazione della normativa tecnica, ove necessaria, e le esercitazioni.

Il piano comunale o intercomunale di emergenza è lo strumento che definisce il metodo operativo del Comune – o dell'Associazione di Comuni – per fronteggiare, con le proprie risorse, le emergenze derivanti da eventi naturali o antropici, prevedibili come le alluvioni o non prevedibili come i terremoti. Pianificare, a livello anche comunale, significa, in definitiva, prepararsi durante il periodo ordinario a contrastare l'emergenza in maniera coordinata, con tutte le componenti del sistema di protezione civile, elaborando delle procedure operative d'intervento da attuarsi nel caso si preannunci e/o verifichi un evento calamitoso, e al fine di prevenirne (e mitigarne) gli effetti su persone e cose. Tali eventi sono, nel piano stesso, individuati in appositi scenari di ri-

ferimento sulla base delle informazioni e dei dati di pericolosità e rischio del territorio.

La prevedibilità di un fenomeno (evento) consiste nella possibilità di descriverne, seppure con un grado di incertezza, l'evoluzione nel tempo e nello spazio, attraverso la modellistica numerica, nonché mediante l'aggiornamento costante, all'approssimarsi e/o al verificarsi, attraverso l'osservazione strumentale e non, di parametri e grandezze che lo caratterizzano.

L'attività di previsione è legata, quindi, all'individuazione degli scenari degli eventi possibili e completata, nelle fasi precedenti e durante l'evento, dal monitoraggio e dalla sorveglianza. Nel caso delle alluvioni, monitoraggio e sorveglianza consistono sia nell'osservazione dei livelli pluviometrici e idrometrici misurati dalle stazioni della rete di monitoraggio al fine di fornire informazioni integrate che confermano la situazione prevista o la aggiornano in funzione di un'evoluzione imprevista, sia dal controllo diretto sul territorio dei punti critici.

I punti critici sono i luoghi dove possono manifestarsi, con maggiore frequenza, fenomeni pericolosi per la pubblica incolumità; essi sono costituiti principalmente da sottopassi, confluenze e attraversamenti di corsi d'acqua, restringimenti dell'alveo.

La prevedibilità di un fenomeno e la conseguente capacità di preannunciare uno scenario di evento implica, quindi, la possibilità di una attivazione graduale e coordinata del sistema di protezione civile che attivi le azioni di contrasto e le misure di salvaguardia prima che l'evento si verifichi.

Laddove non sia possibile definire l'approssimarsi di un evento, come nel caso dei terremoti, allora lo stesso fenomeno risulterà essere non prevedibile. In termini di risposta operativa, ciò comporterà l'attivazione, nel più breve tempo possibile, del sistema di protezione civile a partire dal livello territoriale per la gestione delle attività, primariamente di soccorso e assistenza alla popolazione, a evento avvenuto o in corso.

Il Piano di emergenza deve dunque rispondere alle domande:

- quali eventi calamitosi possono interessare il territorio?
- quali sono le aree a rischio?
- qual è il danno presunto causato dall'evento calamitoso?
- con quale sistema organizzato arrivano le informazioni circa l'evoluzione di un evento e come avviene l'allertamento del sistema di protezione civile comunale?
- quale organizzazione operativa è necessaria per ridurre al minimo gli effetti con particolare attenzione alla salvaguardia della vita umana?
- quali sono le responsabilità ai diversi livelli di coordinamento per la gestione dell'emergenza?
- come avviene lo scambio di informazioni tra i vari soggetti coinvolti nella gestione dell'emergenza?
- come viene garantita l'informazione alla popolazione?

Per quanto detto la pianificazione si delinea come un fondamentale dispositivo di prevenzione "non strutturale" delle amministrazioni

territoriali che contiene, nel rispetto delle linee guida regionali:

1. la definizione degli scenari di rischio che possono verificarsi sul territorio e i possibili effetti sulla popolazione, sui beni e sull'ambiente;
2. gli obiettivi da conseguire per dare adeguata risposta di protezione civile a una situazione d'emergenza e l'individuazione dei soggetti in grado di perseguire tali obiettivi sia in fase di previsione, se possibile, sia in emergenza;
3. il modello di intervento che prevede: il flusso delle informazioni, l'organizzazione del Centro operativo, le azioni suddivise in "fasi operative" – attenzione, preallarme, allarme – (attivate sulla base delle informazioni fornite dal sistema di allertamento, o con l'attivazione diretta dell'ultima fase in caso di evento non previsto).

Nell'ambito del rischio alluvione, al fine di definire i possibili scenari di riferimento, di cui al punto 1, e del relativo impatto sul territorio si fa riferimento alle mappature delle aree a diverso rischio (per esempio le aree a rischio elevato e molto elevato dei Piani di Assetto Idrogeologico), nonché alle valutazioni di criticità emesse quotidianamente dalla Rete dei Centri Funzionali (cfr. par. Sistema di allertamento). Infine, è necessaria l'individuazione di specifici elementi sul territorio, ovvero i punti critici, individuati sulla base dell'esperienza locale, di situazioni puntuali di elevata pericolosità e di eventuali mappature di pericolosità e rischio di dettaglio.

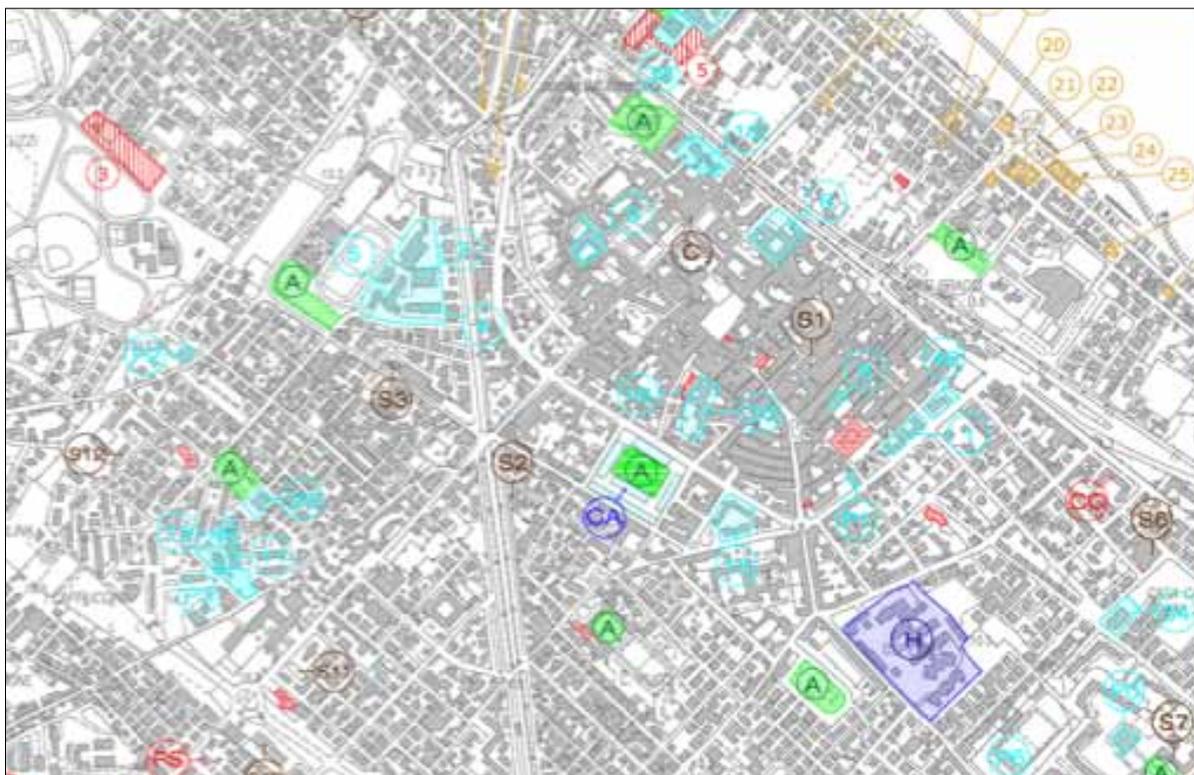
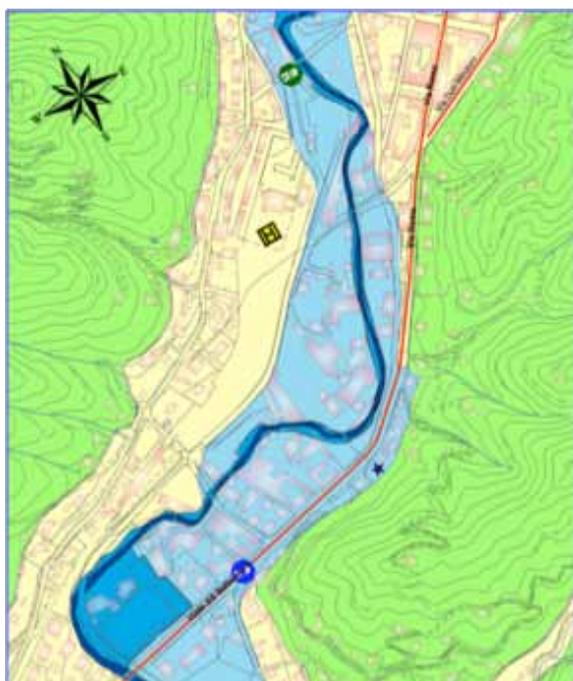


Figura 1. Stralcio di mappa di un piano di emergenza comunale

Figura 2. Stralcio di tavola di rischio idrogeologico con le aree a diversa pericolosità



Gli obiettivi di cui al punto 2 riguardano la capacità di ricevere e inviare le informazioni, di monitorare il territorio, di attivare le risorse in maniera coordinata e sostenibile, di assistere e informare la popolazione.

Il modello di intervento, di cui al punto 3, prevede il recepimento dei livelli di allerta (gialla, arancione o rossa), dichiarati dalle Regioni e, conseguentemente, secondo le procedure regionali, l'attivazione della corrispondente fase operativa del Piano.

Le principali azioni corrispondenti alle fasi operative individuate, sono di seguito rappresentate.

Per la fase di attenzione:

- verifica delle reperibilità dei componenti del Centro operativo comunale/intercomunale
- informazione alla popolazione

- mantenimento del flusso delle informazioni con la Prefettura, la Provincia e la Regione.

Per la fase di preallarme:

- convocazione del Centro operativo comunale/intercomunale
- attivazione dei presidi territoriali
- individuazione di misure di limitazione alla circolazione
- individuazione delle situazioni di pericolo e prima messa in sicurezza della popolazione (evacuazioni)
- verifica della disponibilità e funzionalità dei centri di accoglienza e delle aree per l'ammassamento dei soccorritori.

Per la fase di allarme:

- gestione del Centro operativo comunale/intercomunale.
- soccorso, evacuazione e assistenza alla popolazione.
- verifica della funzionalità dei servizi essenziali.

Per eventi non previsti le principali attività sono pressoché aderenti alla fase di allarme. Anche in caso di fenomeni prevedibili il passaggio tra le diverse fasi potrà non essere consecutivo.

L'organizzazione della pianificazione è strutturata in Funzioni di supporto, specifici ambiti di attività individuati sulla base degli obiettivi previsti, nonché delle effettive risorse disponibili sul territorio comunale. Le Funzioni si organizzano e adoperano, all'interno del Centro operativo o di coordinamento per la gestione emergenziale, per individuare e porre in essere le risposte alle diverse esigenze che si manifestano, sia in caso di fenomeno previsto sia per evento in atto, con il concorso di tutti i soggetti ordinariamente competenti. Per ciascuna

Funzione viene individuato il responsabile che ne coordina l'attività in emergenza, e assicura in ordinario l'aggiornamento dei dati e delle procedure.

Le Funzioni di supporto possono essere accorpate, ridotte o implementate secondo le necessità operative connesse alla gestione dell'emergenza e sulla base delle caratteristiche e disponibilità delle risorse del comune.

In definitiva, ogni Comune deve far riferimento a una pianificazione di emergenza che consen-



**Figura 3. Riunione operativa all'interno di un Centro Operativo Comunale**



**Figura 4. Funzioni di supporto attivate in emergenza**

ta al Sindaco, quale Autorità di protezione civile, di garantire una prima risposta operativa, assumendo la direzione dei servizi di emergenza presenti sul territorio del comune, e di favori-

re, al contempo qualora necessario, l'intervento delle altre risorse provenienti dall'intero Sistema di protezione civile. A tal fine il Sindaco si raccorda e informa il Prefetto e la Regione della situazione e degli interventi in atto. Il Sindaco ha la competenza fondamentale di informare la popolazione sui comportamenti da seguire prima, durante e dopo l'emergenza e sull'evoluzione della situazione emergenziale. Inoltre la legislazione di settore sottolinea l'importanza dei piani di emergenza comunali, poiché pre-

vede che tutti i piani e i programmi di gestione, tutela e risanamento del territorio devono essere coordinati con gli stessi.

L'efficacia del piano potrà essere infine garantita attraverso l'aggiornamento dei dati, la formazione degli operatori e periodiche esercitazioni in modo da migliorare l'operatività del sistema di protezione civile locale, con l'incremento progressivo della capacità della popolazione esposta al rischio di reagire attivamente alle emergenze favorendone il superamento.

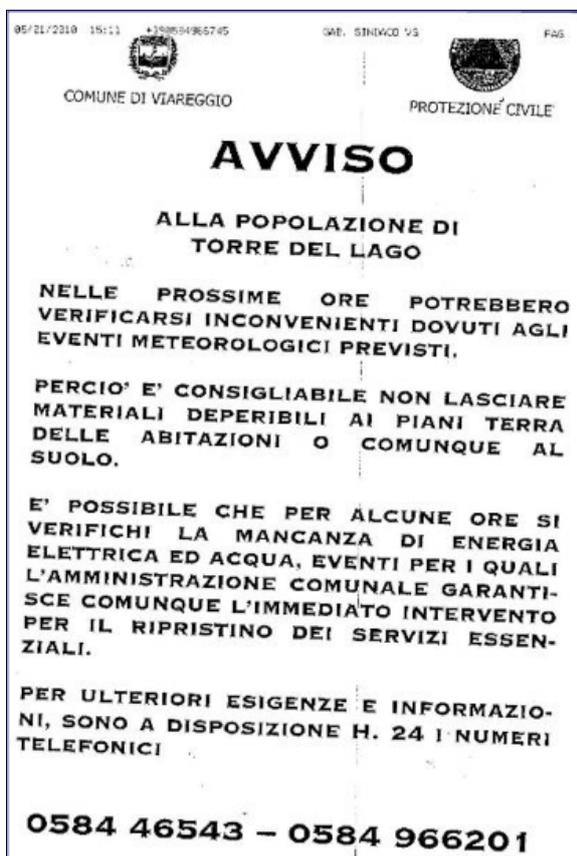


Figura 5. Esempio di avviso comunale rivolto alla popolazione



Figura 6. Esempio di struttura di prima assistenza per la popolazione



Figura 7. Esempio di cartellonistica allestita dal Comune per la popolazione

## Mappa dei piani di emergenza comunali

[http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/piani\\_di\\_emergenza\\_comuna.wp](http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/piani_di_emergenza_comuna.wp)

## LA COMUNICAZIONE DEL RISCHIO ALLUVIONE a cura di Sandro Campanini, Alessandra De Savino

I numerosi e disastrosi eventi alluvionali che si sono verificati in Italia nel recentissimo passato (per citare solo i più significativi, mentre viene scritto questo contributo: Cinque Terre, 25 Ottobre 2011; Genova, 4 Novembre 2011; Catania, 21 febbraio 2013; Sardegna 18 novembre 2013; bassa modenese, 20 gennaio 2014; Senigallia, 3 maggio 2014; ...) hanno evidenziato non solo la vulnerabilità del nostro Paese rispetto al verificarsi di precipitazioni forti o talvolta violente, che fanno peraltro parte del clima mediterraneo, ma anche l'importanza della comunicazione sia nella fase di prevenzione sia al momento dell'emergenza in corso.

Conoscere il rischio alluvionale nel proprio territorio, sapere come comportarsi in caso di alluvione ed essere allertati tempestivamente e in modo corretto in caso di un possibile imminente evento alluvionale può salvarci la vita. Le cosiddette "vittime del maltempo" (o delle alluvioni) spesso sono in realtà la drammatica conseguenza di una cultura del rischio molto immatura, della mancanza di consapevolezza delle norme di comportamento da parte dei cittadini oppure dell'inadeguatezza, in alcuni casi, nelle azioni di mitigazione e di informazione da parte degli amministratori/autorità di protezione civile, certamente senza sottovalutare gli effetti di politiche di colpevole distruzione e sfruttamento del suolo che hanno favorito il dissesto idrogeologico.

### LA COMUNICAZIONE PREVENTIVA IN "TEMPO DI QUIETE"

La comunicazione del rischio alluvionale in "tempo di quiete" o normalità è un prerequisi-

to indispensabile per sviluppare una comunicazione dell'emergenza efficace, con modalità che sono, necessariamente, qualitativamente diverse.

In situazione ordinaria, quando il tempo a disposizione è maggiore e le condizioni psicologiche delle persone rendono più favorevole l'apprendimento (rispetto allo stress indotto da un'emergenza) è opportuno diffondere tra i cittadini le conoscenze su:

- la storia di lungo periodo e le caratteristiche del proprio territorio, le aree più a rischio, le caratteristiche dei corsi d'acqua e delle strutture di difesa idraulica presenti (riferimenti: Piani di emergenza, Piani di Assetto Idrogeologico, Piani di gestione del rischio di alluvioni, da adottare entro la fine del 2015);
- le modalità di comunicazione e di allertamento degli enti preposti alla gestione del territorio, alle previsioni meteo, alla protezione civile, alla difesa idraulica;
- le norme di comportamento da tenere, a seconda del livello di allerta e di criticità comunicato dagli enti preposti.

Il rischio alluvione presenta caratteristiche generali che possono essere valide per qualsiasi contesto, ma anche specificità locali che dipendono dalla conformazione del territorio e dai bacini idrografici presenti e dalle istituzioni di riferimento del sistema di allertamento per il rischio idraulico. La formazione dei cittadini nella fase di prevenzione può pertanto essere promossa attraverso diversi canali, per esempio:

- siti web di livello nazionale/locale

- social network
- campagne informative specifiche sul rischio alluvionale (spot, brochure, incontri pubblici ecc.)
- piazze virtuali (forum) o reali (manifestazioni)
- percorsi didattici e informativi nelle scuole.

Sicuramente un ruolo fondamentale in questo processo di diffusione di conoscenze sul rischio e di preparazione dei cittadini è svolto (o dovrebbe essere svolto) dai Comuni, singolarmente o meglio ancora e dove possibile creando una rete per “il rischio alluvioni condiviso”, che si realizzerà probabilmente con maggior facilità attraverso le unioni di Comuni. I Sindaci, che sono identificati come autorità di protezione civile dalla legge, hanno il dovere di gestire anche il rischio alluvionale e quindi di adottare i Piani di emergenza e farli conoscere alla popolazione, mettendo a disposizione dei cittadini tutti gli strumenti utili per auto-protegersi e contribuire efficacemente alla mitigazione del rischio. Ovviamente anche i Sindaci vanno supportati in questo compito difficile sia dai loro collaboratori (uffici tecnici e polizia municipale), sia dalle altre strutture che fanno parte del sistema locale di protezione civile (i volontari, gli enti tecnici ecc.).

Pur riconoscendo l'importanza della dimensione locale e le peculiarità del rischio alluvionale legate ai diversi territori, non bisogna dimenticare che viviamo in una società in continuo movimento, in cui si viaggia per la scuola o per il lavoro, oppure per turismo e divertimento, e che i nostri luoghi sono popolati sempre più da cittadini stranieri o non residenti e dunque la pianificazione ideale delle

strategie comunicative dovrebbe contemplare una realtà così complessa. Sarebbe auspicabile che chiunque si muova da un posto all'altro possa essere preparato sui rischi del luogo da cui parte ma anche su quelli della sua destinazione.

### **IL SISTEMA DI ALLERTAMENTO PER LE ALLUVIONI: PREVISIONE**

A differenza dei terremoti, le alluvioni sono eventi che, in linea di principio, consentono un certo margine di previsione (anche se in alcuni casi tale margine è estremamente ridotto a causa della rapidità dei fenomeni) attraverso la modellistica previsionale e i sistemi di monitoraggio, che consentono di attivare azioni di prevenzione per la salvaguardia della popolazione e dei beni.

Le allerte di protezione civile rappresentano lo strumento tecnico e organizzativo che trasforma la previsione di un evento in una comunicazione dei relativi effetti e delle misure da adottare per ridurre e contrastare il rischio previsto.

È importante che i cittadini sappiano che esiste un sistema di allertamento, sempre in funzione (non solo in vista o nel corso di emergenze) nel quale operano professionalità specifiche di alto livello. Il fatto che purtroppo continuano ad accadere eventi gravi, addirittura tragici, con la perdita di vite umane, deve certamente spronare ad affrontare i problemi irrisolti dell'assetto idrogeologico e ad aumentare la cultura della prevenzione nel nostro Paese, ma non deve far dimenticare che esiste ormai da diversi anni un sistema di aller-

tamento. Anche se il web ha stimolato una crescita esponenziale delle informazioni diffuse dai più svariati soggetti, la voce ufficiale del sistema di allertamento è rappresentata solo dagli enti che lo compongono e che condividono la responsabilità civile e penale del loro operato e delle comunicazioni interne e verso l'esterno.

Tutti i giorni i Centri Funzionali elaborano le previsioni meteorologiche a fini di protezione civile, ovvero previsioni utilizzate come base per la valutazione del rischio, che consiste nella combinazione tra la pericolosità degli eventuali fenomeni meteo previsti e i probabili effetti al suolo, tenuto conto della specificità dei territori. Non è l'evento previsto ma l'impatto previsto sul territorio a portare all'emissione di un'allerta e alle azioni contemplate dal modello d'intervento. Proprio per questo motivo, e non solo, è opportuno diffidare dei siti meteo che lanciano allarmi diretti alla popolazione: non sono riconosciuti dalla legge (e quindi non hanno alcuna responsabilità in caso di falsi o mancati allarmi), non si attengono al sistema di soglie codificate, non sono in grado di fare una valutazione del rischio al suolo e non seguono l'evoluzione dei fenomeni con gli strumenti di monitoraggio.

### **CHE FUNZIONE HA UN'ALLERTA PER IL RISCHIO ALLUVIONE?**

Una volta compreso che in caso di rischio alluvionale solo le componenti nazionali e locali del sistema di allertamento possono diramare un'allerta, cerchiamo di capire quali informazioni possiamo ricevere e con quanto preavviso.

È opportuno sottolineare che quando si parla di allerta si è ancora in una fase di previsione degli eventi e che le allerte servono appunto a preparare la risposta del sistema di protezione civile (a tutti i livelli) sulla base della previsione, che presenta margini di incertezza. Questo vuol dire che non sempre gli eventi si verificheranno esattamente come sono stati previsti e che qualche volta l'allerta potrà risolversi solo nell'attivazione di misure che poi non sarà necessario adottare.

Nel fare riferimento al generico rischio alluvionale bisogna tener conto del fatto che ci sono forti differenze tra la piena di un grande fiume, come il Po, i cui i tempi di evoluzione consentono un certo margine di valutazione, e quelle di torrenti o corsi d'acqua minori, spesso caratterizzate da tempi brevissimi di sviluppo. Così come hanno caratteristiche peculiari i temporali localizzati di forte intensità con conseguenti possibili allagamenti, che possono verificarsi in tempi rapidissimi e in zone circoscritte che non è possibile individuare puntualmente in anticipo.

Un'allerta quindi segnala (prima di tutto alle Prefetture, ai Sindaci e agli enti tecnici che si occupano della sorveglianza e della difesa idraulica) che in alcune zone, definite con un dettaglio variabile, e in particolare su determinati bacini idrografici, potrebbero verificarsi innalzamenti significativi dei livelli idrometrici (di fiumi e torrenti) per esempio per temporali molto intensi e localizzati oppure per piogge persistenti e diffuse.

Di conseguenza, saranno attivate le misure

previste dai Piani di emergenza. È molto importante stabilire delle procedure ben definite e articolate che facciano corrispondere delle azioni precise a ogni livello di criticità/codice colore e che anche le tipologie e i contenuti delle comunicazioni relative alle allerte vengano individuate preventivamente e non improvvisate al momento dell'emergenza. Tutti i Comuni a rischio dovrebbero (anzi, devono) avere quindi un Piano di emergenza dettagliato e aggiornato che preveda anche gli aspetti comunicativi e anche tutte le scuole, gli ospedali e le aziende localizzate in zone a rischio di alluvione dovrebbero (devono) dotarsi di un loro Piano di emergenza. Solo se ognuno fa la sua parte è possibile reagire in modo resiliente, cioè sempre più resistente e sempre meno vulnerabile.

In alcune località della Liguria, per esempio, si è sperimentata la costruzione del Piano di emergenza partecipato - elaborato con il coinvolgimento attivo della popolazione - un'ottima iniziativa che permette agli amministratori di far tesoro dell'esperienza di chi conosce e vive il territorio e che può così aggiungere elementi preziosi per il Piano.

E anche sul Pgra- Piano di gestione del rischio alluvioni (richiesto dalla Direttiva europea entro il 2015) sono in corso processi partecipati, per esempio in Emilia-Romagna, che vedono il coinvolgimento diretto dei cittadini e delle imprese. L'aspetto interessante del Pgra è l'integrazione delle misure da predisporre per la gestione in "tempo reale" dell'evento e delle azioni concrete da attuare in corso d'evento: un importante elemento di novità che mira a

legare strettamente la pianificazione del tempo differito (mappe di pericolosità e di rischio, interventi strutturali) con quella di protezione civile (*early warning system*, sorveglianza idraulica, soccorso).

### **Cosa può fare un Sindaco allertato per rischio alluvione?**

Il Comune è il livello a cui compete la comunicazione alla popolazione, pertanto il Sindaco ha la responsabilità di informare la sua cittadinanza e di metterla in sicurezza. In caso di allerta quindi, i Sindaci sono i primi a dover essere informati – non solo "formalmente e ufficialmente" attraverso il fax o la posta certificata – ma con qualsiasi sistema possa garantire la ricezione del messaggio di allerta.

In caso di possibili esondazioni di fiumi e torrenti, il Sindaco potrebbe aver disposto (sempre in base alla criticità e al modello d'intervento) di chiudere l'accesso ai ponti e ai sottopassaggi, di attivare delle squadre di presidi idraulici territoriali per monitorare la situazione dei corsi d'acqua a rischio e altre misure operative. E contemporaneamente, sotto l'aspetto comunicativo, deve diffondere in maniera coerente – e con tutti i mezzi e i canali possibili – i messaggi di allerta. Potrebbe ad esempio far partire un servizio di "sms alert" per i cittadini delle zone a rischio, inserire una notizia sul sito web del proprio Comune o diffondere l'allerta con *account* ufficiali sui social network (alcuni Comuni e Province sono molto attivi sui social anche su temi di protezione civile). Tra i destinatari delle allerte possono esserci anche le agenzie e gli organi di stampa, utili strumenti di diffusione e amplifica-

zione del messaggio. Dal punto di vista della comunicazione, la sfida di oggi è conciliare la rapidità e la tempestività con l'accuratezza delle informazioni, che deve essere assolutamente garantita dalle istituzioni.

Le allerte possono contenere anche consigli generali per i cittadini (verificare, consultando le allerte della propria regione di appartenenza), ma in linea di massima le norme di comportamento dovrebbero essere già state assimilate in tempo di quiete e in ogni caso dovrebbero essere disponibili su siti e materiali informativi per una facile e immediata consultazione e preferibilmente essere testate e sperimentate attraverso le esercitazioni di protezione civile, che facilitano molto l'apprendimento attraverso l'esperienza diretta di un evento simulato.

Norme di comportamento e numeri utili devono essere predisposti da tutti i Comuni in un formato facilmente fruibile.

La comunicazione del rischio ha proprio la peculiarità di essere uno strumento di supporto all'azione, non raggiunge il suo obiettivo se al "sapere" non si associa il "saper fare". Per questo è importantissimo che tutti, tanto i Sindaci quanto i cittadini (seppur con le loro diverse competenze e responsabilità), siano formati e preparati a "non rischiare", soprattutto quando l'evento alluvionale si verifica davvero e si passa a una situazione di emergenza.

### **DALLA PREVISIONE ALL'EMERGENZA**

Assumendo che tutto quello che si poteva fare prima dell'evento sia stato fatto (interventi strutturali, preparazione e formazione, previsione e allertamento) ipotizziamo di essere

in un contesto di emergenza per alluvione. Durante l'emergenza:

- gli amministratori locali hanno la responsabilità di informare e mettere in sicurezza la popolazione e devono farlo con tutti i mezzi possibili, preferibilmente individuati e dettagliati nei Piani di emergenza. Per raggiungere tutta la popolazione a rischio, spesso i sindaci devono ricorrere ad una varietà di canali, da quelli "storici" (come le sirene, la fonica, il porta a porta, la radio) ai mezzi più "moderni" (come i siti internet, i social network e le app, ma anche telefonate e sms, pannelli stradali e monitor turistici). La valutazione dei sindaci rispetto a quali canali utilizzare dipende anche dall'età della popolazione. Nel contesto dell'emergenza alcuni canali potrebbero non essere utilizzabili e per questo bisogna pianificare con attenzione e con cura la comunicazione in emergenza, tenendo conto delle variabili in gioco e dell'incertezza che caratterizza le situazioni di crisi.
- gli enti tecnici (es. le Arpa-Centri Funzionali, le Autorità di bacino, AIPo, ecc.) forniscono informazioni sui livelli di fiumi e torrenti, sull'evoluzione delle piene osservate e previste, sulle previsioni meteorologiche e li comunicano alle altre componenti del sistema che hanno il compito di gestire il rischio, ma anche, con modalità che variano da Regione a Regione, direttamente alla popolazione (per esempio, attraverso bollettini di monitoraggio pubblicati sul web o sui social network) oppure ai media, che li consultano in quanto fonti attendibili di dati.

- le Agenzie regionali di protezione civile e/o il Dipartimento nazionale – in caso di eventi di rilievo regionale o nazionale – coordinano gli interventi sul territorio e i soccorsi, seguono l'evoluzione dell'evento nei luoghi colpiti, ricevono le segnalazioni di criticità e di danni e lavorano in stretto raccordo con gli enti tecnici e con le amministrazioni locali in un rapporto reciproco di comunicazione continua e costante. Anche la protezione civile “parla” direttamente con i cittadini, attraverso i comunicati stampa, i siti web, ma anche attraverso gli operatori che vengono mandati sul campo.

Ovviamente anche nelle situazioni di emergenza, anzi forse soprattutto nelle emergenze, si assiste a un proliferare di informazioni non sempre vere e non sempre utili e non è facile per un cittadino che si trova a fronteggiare un'alluvione (con lo stato di ansia che si può generare) orientarsi tra i vari messag-

gi, a volte anche incoerenti e quindi causa di ulteriore stress.

Delle indicazioni utili e sempre valide per i cittadini sono:

- mantenersi costantemente informati tramite fonti attendibili (istituzionali) sulle previsioni meteo e sugli eventi critici in corso e previsti. A tale proposito va ricordato che le previsioni, con le tecnologie attuali, non possono arrivare a stabilire dove e in che momento si produrranno fenomeni localizzati su una scala “micro” di pochi chilometri quadrati e dunque la regola deve essere quella della prudenza massima;
- adottare le misure di prevenzione e di sicurezza necessarie, evitando di esporsi inutilmente ai rischi e di ostacolare il lavoro delle autorità e dei soccorritori, che hanno bisogno della collaborazione di tutti;
- segnalare alle autorità situazioni critiche di cui si venga a diretta conoscenza.

## IL CATALOGO DEGLI EVENTI, LA STORIA DELLE ALLUVIONI IN ITALIA a cura di Martina

Bussetтини, Barbara Lastoria, Stefano Mariani, Francesca Piva, Paola Salvati

L'art. 4 della Direttiva Alluvioni 2007/60/CE stabilisce che gli Stati membri della Comunità Europea redigano una valutazione preliminare del rischio al fine di individuare le aree che possono essere soggette a rischio significativo di inondazione. Tale valutazione in effetti è detta preliminare perché costituisce la base conoscitiva per la successiva redazione delle mappe di pericolosità e del rischio di alluvioni, e si realizza essenzialmente utilizzando informazioni già disponibili presso gli Stati membri, anche se in formato diverso rispetto a quello richiesto dalla Direttiva.

La valutazione preliminare del rischio, così come stabilito dalla Direttiva, prevede tra l'altro la creazione di un catalogo degli eventi alluvionali "significativi" che in passato hanno interessato una determinata area. L'area in questione è il bacino idrografico, che la Direttiva denomina come unità di gestione (*Unit of Management* – UoM) o un insieme di bacini, detto distretto idrografico.

Per eventi alluvionali "significativi" la Direttiva intende quegli eventi che si sono verificati in passato, provocando gravi conseguenze negative sulla salute umana, l'ambiente, il patrimonio storico-culturale e archeologico, ma anche eventi che, pur non essendo stati particolarmente gravosi potrebbero, allo stato attuale, provocare ingenti danni qualora si ripetessero. Ciò a causa dei cambiamenti che il territorio ha subito nel corso degli anni, quali ad esempio l'urbanizzazione intensiva di aree un tempo disabitate o scarsamente popolate. Possiamo quindi riassumere dicendo che un

evento alluvionale è significativo nella misura in cui ha provocato o può provocare ingenti danni a persone e cose.

### IL CATALOGO DEGLI EVENTI: STRUTTURA E CONTENUTI

Il catalogo degli eventi alluvionali previsto dalla Direttiva Alluvioni è un archivio elettronico in cui si possono trovare una serie di informazioni standardizzate sugli eventi alluvionali significativi, così come sopra definiti.

L'utilità di uno strumento di questo genere è duplice: oltre all'ovvia possibilità di disporre di informazioni strutturate, fruibili in più modalità (compresa la pubblicazione in appositi siti web), e confrontabili tra loro, vi è quella di poter utilizzare tali informazioni per individuare le aree che storicamente sono soggette a inondazioni.

Il catalogo degli eventi è strutturato in una serie di tabelle che attraverso codici identificativi assegnati agli eventi alluvionali e ai luoghi colpiti, assicurano la corrispondenza biunivoca tra gli eventi e i luoghi da essi interessati.

Tali tabelle consentono di fornire, per ciascun evento, informazioni riguardanti le caratteristiche proprie dell'evento stesso e, per ciascuna area colpita, le conseguenze che su di essa ha avuto l'evento dato. Le principali caratteristiche attraverso cui viene descritto un evento sono: (i) la categoria di evento; (ii) la data di inizio e la durata; (iii) il tipo di alluvione; (iv) l'estensione spaziale che ha avuto l'evento; (v) la frequenza di accadimento o il tempo di ritorno (che indicano quanto spesso si verificano eventi simili o di intensità maggiore). Le informazioni sulle conseguenze avverse di un

evento sono differenziate per tipo di elemento esposto: salute umana, attività economiche, beni culturali e ambiente. Inoltre l'entità delle conseguenze può essere fornita sia in termini quantitativi (numero di morti, danno economico determinato come percentuale sul Pil) sia qualitativi (il grado di danneggiamento è espresso mediante delle classi: da insignificante a molto alto).

### **IL CATALOGO DEGLI EVENTI: LE FONTI**

Per compilare il catalogo degli eventi si possono analizzare varie fonti di informazione come, per esempio, documenti d'archivio, studi tecnico-scientifici pregressi, registrazioni di dati tecnici, relazioni d'evento ecc. È chiaro che fonti diverse possono avere un grado di attendibilità e un livello di dettaglio anche piuttosto differenti, ma allo stesso tempo consentono una sorta di "controllo incrociato" sulle informazioni disponibili in relazione a un determinato evento. È possibile che, in alcuni casi, le informazioni disponibili su un evento storico possano non essere complete rispetto a quanto richiesto dalla Direttiva, ma per gli eventi successivi al 22 dicembre 2011, data fissata per l'ultimazione della prima valutazione preliminare, i dati sugli eventi dovranno essere raccolti e archiviati in modo coerente con quanto richiesto.

In Italia già da prima dell'entrata in vigore della Direttiva Alluvioni erano previsti strumenti normativi per la difesa del suolo, pertanto era già stata realizzata un'intensa attività di analisi e valutazione del rischio idrogeologico (frane e alluvioni). Ciò ha consentito di disporre, per la realizzazione del catalogo degli eventi alluvio-

nali, di una base informativa di partenza piuttosto ampia e consolidata.

Uno dei prodotti più significativi in questo ambito è il progetto Avi - Aree vulnerate italiane, commissionato nel 1989 dal Ministro per il coordinamento della protezione civile al Gndci - Gruppo nazionale per la difesa dalle catastrofi idrogeologiche del Cnr - Consiglio nazionale delle ricerche. Il progetto aveva come obiettivo iniziale la realizzazione di un censimento delle aree storicamente colpite da eventi di inondazione e di frana in Italia (Guzzetti et al., 1994) nel periodo 1918-1991. Tale periodo è stato successivamente ampliato fino al 2001. Il censimento è consistito nella raccolta di notizie inerenti frane e inondazioni reperite attraverso la sistematica consultazione di varie fonti, fra le quali quotidiani locali e nazionali, elaborati tecnico-scientifici, rapporti d'evento, e la realizzazione di interviste a esperti e tecnici del settore. I dati storici raccolti sono stati organizzati in un archivio cartaceo e in un corrispondente archivio digitale, che a tutt'oggi rappresentano la più ampia fonte di informazioni relative a eventi idrogeologici calamitosi occorsi in Italia nel XX secolo. Alcuni di questi dati, tuttavia, presentano delle generalizzazioni e approssimazioni, in gran parte legate alla scarsa accessibilità ai dati geografici e al limitato impiego degli strumenti software per la localizzazione e georeferenziazione presenti al tempo del censimento.

Oltre al progetto Avi, in Italia è disponibile un altro catalogo di eventi storici idrogeologici, esteso a tutto il territorio nazionale e con una copertura temporale molto ampia (dal 589 a

oggi), che è stato utilizzato quale fonte di dati per il catalogo degli eventi. Si tratta del Catalogo storico degli eventi di inondazione e frana con danni alle persone, realizzato dal Cnr-Irpi - Istituto di ricerca per la protezione idrogeologica di Perugia, che ha consentito di colmare la lacuna per il periodo dal 2002 al 2012, per il quale non esistono più dati del Progetto Avi. Gli eventi alluvionali censiti nel Catalogo storico sono solo quelli noti per aver causato danni diretti alla popolazione (morti, dispersi, feriti, sfollati e senzatetto), e non comprendono quindi eventi che, sebbene non abbiano avuto un impatto diretto sulla salute umana, hanno ad esempio danneggiato gravemente le attività economiche. Pertanto l'estensione al 2012 del catalogo è da ritenersi parziale.

Recentemente il Cnr-Irpi di Perugia, su incarico del Dipartimento della Protezione Civile e col supporto di Ispra, ha provveduto a riadattare le informazioni presenti nelle due fonti sopra citate ai formati richiesti dalla Commissione Europea per il catalogo degli eventi. Ciò ha consentito di realizzare e mettere a disposizione delle autorità competenti (*Competent Authorities-CA*) per la valutazione e gestione del rischio di alluvioni nelle singole UoM, una base dati di riferimento, omogenea su tutto il territorio nazionale, contenente informazioni sugli eventi accaduti fino al 2012. Le autorità competenti possono quindi partire da tale riferimento per la compilazione del catalogo relativo alla/e propria/e Unità di gestione, provvedendo a integrarne le informazioni con quelle a propria disposizione, così da completare e mantenere costantemente aggiornati i contenuti.

Il paragrafo successivo può considerarsi una sorta di racconto storico delle principali alluvioni che hanno interessato varie parti d'Italia a partire dalla seconda metà del XX secolo. Sebbene ci sia ormai una certa abitudine a sentire parlare di eventi alluvionali e dissesto idrogeologico, è bene mantenere vivo il ricordo di questi fatti, in modo che la consapevolezza dei loro possibili tragici effetti sostenga la pretesa di una corretta gestione del territorio in cui viviamo.

## **LE PRINCIPALI ALLUVIONI IN ITALIA A PARTIRE DALLA SECONDA METÀ DEL XX SECOLO**

### **Ottobre 1951**

Tra il 12 e il 18 ottobre 1951 un evento alluvionale interessò la Calabria, causando morte e distruzione. Notevole fu la quantità di acqua massima di caduta in poco più di cento ore: 1770 mm di pioggia, un valore superiore alle medie annuali. La giornata più critica fu quella del 16 ottobre, quando le precipitazioni furono più intense e a Santa Cristina d'Aspromonte si registrarono più di 535 mm d'acqua in sole 24 ore. Anche nei giorni a seguire la quantità di acqua caduta risultò essere elevata con conseguenze disastrose per i territori compresi fra l'Aspromonte e la Serra di San Bruno. Molti torrenti esondarono, inondando vari centri del litorale ionico e dell'entroterra da Reggio Calabria a Catanzaro. Le comunicazioni stradali vennero interrotte in oltre quindici località, mentre per i vari centri situati sulla fascia costiera e i collegamenti potevano avvenire solo via mare. Agrumeti e coltivazioni di cotone vennero distrutti. Tutto ciò causò il collasso dell'economia locale e la perdita di migliaia di

posti di lavoro. Il bilancio conclusivo dell'evento fu di 70 vittime, oltre 9mila tra sfollati e senzatetto<sup>1</sup>, circa 1.700 abitazioni crollate o rese inabitabili, 67 comuni colpiti. Il bilancio conclusivo di questa inondazione, così come riportato dal rapporto ufficiale del Governo, parla di 26 ponti crollati e 77 acquedotti lesionati. Per la sola provincia di Reggio Calabria i danni ammontarono a 30 miliardi.

### **Novembre 1951**

Il 14 Novembre 1951, a seguito di piogge prolungate in ampi settori delle Alpi e dell'Appennino settentrionale, il Fiume Po ruppe gli argini in sinistra idrografica a Occhiobello, Malcantone e Paviole di Canaro, in Provincia di Rovigo. Le acque inondarono la città di Rovigo e paesi quali Adria, Loreo e Cavarzere. Le inondazioni, che trasformarono il Polesine in un lago di 70 km per 20 km, causarono 100

vittime (84 delle quali annegati a Frassinelle mentre tentavano di mettersi in salvo su un camion, che si impantanò e venne sommerso) e oltre 180mila fra sfollati e senzatetto, 80mila dei quali abbandonarono definitivamente il Polesine con un impatto sociale ed economico negativo di lungo periodo in un'area geografica già economicamente depressa (Sorcinelli e Tchaprassian, 2011). I danni ai beni privati e collettivi furono ingenti, e fra questi: oltre 60 km di argini e oltre 950 km di strade distrutti o danneggiati, 52 ponti crollati o danneggiati, 4.100 abitazioni, 13.800 aziende agricole, 5mila fabbricati e 2.500 macchinari agricoli distrutti o danneggiati. Furono allagati 113mila ettari di terreno agricolo, e andarono persi oltre 16mila capi di bestiame e due milioni di quintali di derrate alimentari (Guzzetti e Tonelli, 2004).



**Figura 1. Complessivamente i danni causati dall'alluvione del Polesine del 1951 furono stimati (ex-post) in 400 miliardi di lire (Botta, 1977).  
Fonte- Istituto Luce**

(1) Fonti: Avi, Catenacci 1992, banca dati UniCal

### **Ottobre 1953**

Il 21 ottobre 1953 una violenta alluvione interessò la Calabria centro-meridionale. La pioggia cominciò nel pomeriggio con modeste intensità orarie che aumentarono molto rapidamente e raggiunsero valori notevoli nella notte del 22 ottobre, con un valore puntuale di pioggia di 82,6 mm/1h. Le massime precipitazioni giornaliere relative all'evento furono registrate alle ore 9.00 del 22 a Badolato (362,1 mm), Stilo (315,2 mm), Montebello Ionico (292,2 mm), Ferdinanda (288,4 mm), Motta S. Giovanni (281,4 mm), Strongoli (268 mm), e Punta Stilo (262,1 mm). Particolarmente significativi i valori di precipitazioni orarie registrati a Stilo (138 mm), Cittanova (90 mm) e Maida (82 mm).

La disastrosa azione del nubifragio causò frane e la piena di tutti i corsi d'acqua calabresi, con conseguenti gravissimi danni all'agricoltura, al patrimonio zootecnico, ai centri abitati e alle infrastrutture; la ferrovia ionica subì interruzioni in venti punti.

Complessivamente si registrarono oltre 100 morti, 57 dei quali nel solo territorio di Reggio Calabria<sup>2</sup>, centinaia di feriti e circa 4mila tra sfollati e senzatetto.

### **Ottobre 1954**

A partire dal pomeriggio del 25 ottobre 1954 una vasta area intorno alla città di Salerno venne interessata da precipitazioni sempre più intense che, in meno di 24 ore, superarono i 500 mm.

La zona maggiormente colpita fu quella della

costiera amalfitana, e più precisamente le città di Vietri sul Mare, Cava de' Tirreni, Salerno, Maiori, Minori, Tramonti. Le devastazioni furono immense: frane, voragini, ponti crollati, strade e ferrovie distrutte in più punti, case spazzate via, scantinati allagati. I danni si calcolarono superiori ai 45 miliardi.

La furia delle acque causò estese colate di fango, una delle quali, staccatasi dal pendio di un monte da poco disboscato, spazzò via la frazione Molina del Comune di Vietri sul Mare. I due torrenti Bonea e Cavaiola provenienti da Cava trascinarono a mare una tale quantità di detriti da creare l'attuale spiaggia di Vietri. Tutta la costa del salernitano cambiò il suo aspetto, risultando in numerosi punti più avanzata a causa dell'apporto di detriti.

Complessivamente si contarono 325 morti, di cui circa 100 a Salerno e altrettanti a Vietri sul Mare, oltre 150 feriti, e almeno 8mila senzatetto<sup>3</sup>.

### **Novembre 1966**

L'autunno del 1966 fu contraddistinto da piogge intense e prolungate che si abbatterono su gran parte del territorio nazionale. Le regioni più colpite furono quelle del centro (Toscana, e più limitatamente Emilia-Romagna e Umbria) e del nord-est (Trentino-Alto Adige, Veneto, Friuli-Venezia Giulia) dove avvennero estese inondazioni e numerose frane. Nelle regioni settentrionali i morti furono 87 in nove Province (6 a Bolzano, 26 a Trento, 26 a Belluno, 2 a Treviso, 3 a Venezia, 5 a Vicenza, 14 a Udine, 4 a Pordenone e 1 a Brescia). Gli

(2) Fonti: Avi

(3) Fonte: Esposito E., Porfido S. e Violante C. (curatori) 2004

sfollati furono oltre 42mila, di cui 25.800 in Veneto, 15.800 in Friuli-Venezia Giulia, 800 in Emilia-Romagna e 410 in Trentino-Alto Adige. A Trento – tra i centri abitati più colpiti – l’Adige, dopo aver sfondato gli argini in numerosi punti inondò con particolare violenza la zona nord della città, nelle immediate vicinanze dell’area industriale. In quest’area l’acqua, entrando in contatto con notevoli quantitativi di sodio, provocò esplosioni e incendi.

In alcuni quartieri della città, l’acqua arrivò a oltrepassare i due metri di profondità, sommergendo completamente cantine, negozi, esercizi pubblici e tutte le abitazioni poste al piano terra. La pressione esercitata dall’onda di piena provocò il rigurgito delle fognature, unitamente alla distruzione dei cavi elettrici e telefonici sotterranei e delle tubature dell’acqua potabile, mentre nelle strade si ammassarono detriti e ingenti quantità di nafta, uscita dalle vasche appena riempite. Centinaia di persone rimasero bloccate all’interno delle proprie abitazioni, prive di viveri e di acqua potabile, ricevendo soccorso con rifornimenti dai tetti ed evacuazioni con mezzi di fortuna.

Nella Pianura Padana e in quella Veneta furono inondati almeno 137 km<sup>2</sup> di territorio, e furono riportati danni in almeno 209 comuni. Solo in Provincia di Belluno furono danneggiati o distrutti 4.300 edifici, 528 ponti e 1.346 strade (Catenacci, 1992). A Venezia, il 4 novembre 1966 l’acqua alta raggiunse il livello record di 194 cm (Comerlati et al., 2003). Parte della città fu allagata per più di 15 ore da oltre un metro d’acqua causando danni a beni privati e pubblici.

I danni più rilevanti si ebbero tuttavia in Toscana, e in particolare a Firenze. Fra la tarda serata del 3 novembre e quella del 4 novembre 1966, la città fu inondata dalle acque dell’Arno in piena a causa delle forti precipitazioni avvenute in tutto l’Appennino Tosco-Emiliano. I morti furono 47, in cinque Province, di cui 34 nella sola città di Firenze. Gli sfollati e i senzatetto ammontarono a 43mila. A Firenze furono distrutti o danneggiati 9.752 negozi, 8.548 botteghe, 248 alberghi, 600 insediamenti produttivi e 13.943 abitazioni. L’evento lasciò oltre 30mila persone disoccupate. Il bilancio dei danni fu aggravato dalla perdita del patrimonio artistico e culturale. L’inondazione danneggiò molti capolavori dell’arte rinascimentale, fra i quali la Chiesa di Santa Croce e la sua piazza, il Cristo di Cimabue, dipinti di Botticelli, Paolo Uccello e Vasari, oltre ad altre 1.500 opere d’arte e 1.300.000 volumi della Biblioteca Nazionale (Becchi, 1999).

L’impatto emotivo dei danni provocati dall’alluvione al patrimonio artistico e culturale di Firenze fece scattare una mobilitazione generale: da più parti vennero raccolti fondi per gli aiuti immediati, mentre centinaia di giovani, italiani e non, poi soprannominati “angeli del fango”, si precipitarono a Firenze per contribuire alla salvezza dei beni conservati nei musei e per salvare migliaia di volumi danneggiati dalle acque nella Biblioteca Nazionale.

Il costo complessivo dei danni causati dagli eventi alluvionali del 1966 (Botta, 1977) fu stimato in circa 1.000 miliardi di lire dei quali poco meno della metà (400 miliardi) imputabili all’inondazione dell’Arno a Firenze.



Figura 2. Lungarno Acciaioi - Fonte: Ricostruzioni fotografiche fatte dall'Autorità di bacino del fiume Arno [www.adbarno.it](http://www.adbarno.it)

### **Novembre 1968**

Tra il 2 e il 3 novembre del 1968 abbondanti e diffuse precipitazioni interessarono l'Italia nord occidentale, e in particolare il Piemonte. Esondarono il Tanaro che allagò la periferia di Asti e sommerse Castello d'Annone con oltre mezzo metro di fango, i suoi affluenti, tra cui il Belbo (che allagò Santo Stefano, Nizza Monferrato, Incisa Scapaccino, Castelnuovo Balbo e le campagne di Rocchetta per oltre duecento ettari), il Tinella, il Borbore e il Cherasca, il Sesia con i suoi affluenti e subaffluenti (Elvo, Sessera e Cervo tra i principali) e gli affluenti del Toce.

La zona del Biellese fu la più colpita dall'alluvione: a nord e a est della città, infatti, molte industrie e vari opifici subirono pesanti danni a causa della distruzione di interi fabbricati. Ventimila addetti all'industria rimasero senza lavoro, mentre il 50% della produzione restò fermo per mesi.

Il bilancio complessivo di questo evento fu di 83 morti e 162 feriti, con danni complessivi pari a circa 300 miliardi di lire.

### **Ottobre 1970**

Tra il 7 e l'8 ottobre del 1970, precipitazioni abbondanti e prolungate si verificarono su Genova e il suo entroterra montuoso. Esondarono il Bisagno, il Polcevera e il Leira.

Le vittime furono 35 e oltre 1.000 i senzatetto. Le aziende danneggiate furono quasi 300, con una conseguente perdita di 50mila posti di lavoro. La stima dei danni fu valutata superiore ai 130 miliardi di lire.

### **Dicembre 1972 - Gennaio 1973**

In Calabria e in altre regioni centro-meridionali si registrarono precipitazioni di ingente entità che provocarono alluvioni e frane. Gravemente colpite furono, oltre alla Calabria, la Sicilia, l'Abruzzo, la Campania, le Marche e la Basilicata. Complessivamente, nella vasta area coinvolta, si contarono circa 7mila case distrutte e 10mila inagibili, 50mila furono i senzatetto e almeno 30 i morti. I danni economici furono stimati in circa 900 miliardi di lire.

### **Ottobre 1981**

Tra il 2 e il 3 ottobre un nubifragio colpì il Lazio a nord di Roma e, in particolare, Santa

Marinella, località balneare ai piedi dei monti della Tolfa. I corsi d'acqua che si alimentano da questi monti, ingrossati dalle piogge e costretti a scorrere in sezioni artificiali troppo strette nel tratto in cui attraversavano il centro abitato, strariparono inondandolo di acqua, fango e detriti. Vennero interrotte la ferrovia e la via Aurelia. Ci furono sei vittime e i danni economici ammontarono ad alcune centinaia di miliardi di lire.

### **Novembre 1994**

Nel novembre del 1994 l'Italia nord-occidentale fu colpita da uno dei più violenti eventi alluvionali del XX secolo, causato da precipitazioni particolarmente intense e prolungate nell'arco Alpino dalla Lombardia alla Liguria, e nell'Appennino settentrionale. Il Piemonte fu tra le regioni maggiormente colpite, e in particolare le provincie di Alessandria, Asti e Cuneo. I comuni interessati furono almeno 496, in molti dei quali avvennero danni. Le estese inondazioni e le numerosissime colate di detrito e frane causarono 77 morti, 98 feriti, almeno 2.200 senzatetto, e oltre 10mila disoccupati temporanei in Piemonte, Liguria e Lombardia (Guzzetti e Tonelli, 2004). Molto gravi furono i danni alle infrastrutture, e in particolare alle reti di comunicazione e ai ponti (Regione Piemonte, 1998). I danni maggiori si registrarono lungo le valli del Tanaro, del Belbo e del Bormida di Millesimo. I danni rilevati nel bacino del Tanaro rappresentarono il 60% dei danni totali prodotti dall'evento, percentuale che sale a 80% se si considerano anche le perdite a edifici privati (Cellerino, 2004).

A seguito dell'evento, il Ministero dell'Interno

istituì una "Unità di ricostruzione", con compiti di raccordo e coordinamento delle azioni intraprese. Le stime fornite da tale Unità indicarono in 3,85 miliardi di euro i danni complessivi. I danni furono maggiori al settore produttivo (1,8 miliardi di euro) e alle opere pubbliche (1,2 miliardi), i danni alle abitazioni private ammontarono a circa 600 milioni di euro, quelli ai beni mobili privati furono 290 milioni di euro, mentre i beni culturali subirono danni per 17 milioni. Per la prima volta furono ammessi a risarcimento i beni mobili, incluse le autovetture (Cellerino, 2004). Per finanziare la ricostruzione, lo Stato intervenne con quattro leggi con cui furono erogati una serie di stanziamenti per interventi urgenti volti a consentire la ricostruzione e la ripresa delle attività produttive: (i) Legge 22/1995; (ii) Legge 35/1995; (iii) Legge 265/1995 e (iv) Legge 438/1995. La Regione Piemonte ha stimato in 1.158 miliardi di euro il totale dei fondi erogati dallo Stato per l'evento alluvionale in Piemonte.

### **Giugno 1996**

Nella mattinata del 19 giugno 1996 una cella temporalesca stazionaria interessò una zona circoscritta delle Alpi Apuane, provocando intense precipitazioni che raggiunsero una punta massima di 157 mm in un'ora e 440 mm in otto ore a Pomezzana, e che causarono una piena eccezionale del fiume Verza-Versilia e centinaia di frane di versante in un bacino idrografico molto ristretto, con esiti devastanti per il fondovalle e l'allagamento di ampie zone della pianura.

L'onda di piena attraversò il territorio di Staz-

zema (LU), devastando la frazione di Cardoso e il centro di Ponte Stazzemesse (dove arrivò al secondo piano delle abitazioni, facendo in parzialmente crollare un albergo), per poi raggiungere Ruosina (LU) dove sommerse l'intero abitato, cancellando quasi completamente la strada di fondovalle. Anche la cittadina di Seravezza (LU) venne per gran parte sommersa da 2-3 metri d'acqua. Allo sbocco nella zona di pianura, il fiume (canalizzato e deviato nei secoli passati in un alveo artificiale che sfocia nel pressi di Cinquale di Montignoso, LU) esondò presso San Bartolomeo di Pietrasanta (LU) e recuperando l'antico tracciato del suo vecchio alveo di scorrimento, causò un'estesa inondazione che interessò parte dei comuni di Pietrasanta, Forte dei Marmi (LU) e Montignoso (MC). L'evento causò 15 vittime, di cui 13 nella sola Cardoso<sup>4</sup>, e 1.500 senzatetto.

### **Maggio 1998**

Il 5 maggio 1998, un evento piovoso interessò il massiccio del Pizzo d'Alvano, a est di Napoli. Le piogge, non particolarmente intense, innescarono numerose colate di detrito che interessarono i suoli vulcanici non consolidati e furono particolarmente distruttive. Gli abitati di Episcopio (frazione di Sarno), Siano, Bra-

cigliano, Quindici e San Felice a Castello (CE) vennero inondati da ripetute ondate di fango e detriti. Si contarono 157 morti, 5 dispersi e 70 feriti, in almeno 13 diverse località. Gli sfollati e i senzatetto furono centinaia. Le ordinanze di protezione civile emanate a seguito dell'alluvione hanno portato a un piano degli interventi, più volte rimodulato, per un totale di circa 550 milioni di euro. L'evento produsse un notevole impatto in tutta l'Italia e all'estero, trasformandosi in un inedito evento mediatico e motivando l'emanazione di una nuova legislazione sulle procedure per la valutazione del rischio da frana e d'inondazione in Italia. Fu in seguito a questo evento che si iniziò a lavorare alla costruzione di un sistema di allertamento per rischio idrogeologico e idraulico.

**Figura 3. Sarno, 5 maggio 1998 (Foto: Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco)**



(4) Fonti: Rosso R. e Serva L. (curatori) 1998, AVI, cronache

### Settembre - Ottobre 2000

Tra l'8 e il 10 settembre un'ondata di maltempo eccezionale interessò la Calabria con totali di pioggia misurati fino a 561 mm in tre giorni. Tali piogge portarono alla piena del torrente Beltrame, una fiumara che si origina dall'Aspromonte. I detriti e i resti degli innumerevoli incendi che si erano succeduti durante l'estate, trascinati dalle acque del Beltrame, crearono una sorta di sbarramento a una decina di chilometri a nord di Soverato, nel comune di Petrizzi. Quando lo sbarramento cedette, un'onda di migliaia di metri cubi d'acqua e fango si riversò verso valle travolgendo, nella notte tra il 9 e il 10 settembre, il campeggio "Le Giare" di Soverato, realizzato nell'area golenale del torrente, uccidendo tredici persone quasi tutte disabili e accompagnatori dell'Unitalsi.



Figura 4. Foto di archivio (fonte Ansa) del 10 settembre 2000 dell'area devastata dall'alluvione nel Camping "Le Giare" a Soverato

Nelle giornate tra venerdì 13 e lunedì 16 ottobre 2.000 precipitazioni d'elevata intensità interessarono ampi settori dell'Italia nord-occidentale e in particolare Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta. In Piemonte, le precipitazioni colpirono in misura maggiore i settori alpini e

prealpini del Piemonte settentrionale e occidentale tra il Verbano-Cusio-Ossola e la Valle Po (con valori massimi complessivi di pioggia caduta misurati al pluviometro di Bognanco Pizzanco di 740 mm) e in misura minore la restante parte della regione, in particolare l'Alto Tanaro (con valori massimi complessivi di pioggia caduta misurati al pluviometro di Briga Alta-Piaggia di 284 mm).



Figura 5. L'alluvione del Po nell'Area industriale di Ivrea  
Fonte: Regione Piemonte - Rapporto sull'evento alluvionale del 13 - 16 ottobre 2000

Molte furono le esondazioni di fiumi e torrenti, ma i danni maggiori ci furono per le esondazioni di Dora Baltea, Dora Riparia, Orco, Sangone, Stura, Tanaro, e Po. Alla fine dell'evento il bilancio fu disastroso: 25 morti, 50mila sfollati, strade interrotte, ponti crollati, abitazioni e aziende allagate, paesi isolati, raccolti persi. La Valle d'Aosta fu la regione che pagò il prezzo più alto: 17 vittime, fra cui un bambino di due anni e danni per 800 milioni di euro.

### Ottobre 2008

Nella mattina del 22 ottobre un violento nubifragio si abbatté sul sud della Sardegna nel settore di Capoterra e dell'*hinterland* cagliari-

tano, dove una tromba d'aria colpì il porto. Sui bacini del Rio San Girolamo e del Rio Santa Lucia, le precipitazioni raggiunsero il massimo di intensità. Il pluviometro di Capoterra registrò il picco di precipitazione, pari a 148 mm di pioggia, tra le 7 e le 8 del mattino del 22 ottobre e un totale di 372 mm di pioggia caduti durante tutto l'evento, di cui 351mm in tre ore. Le precipitazioni interessarono aree la cui stabilità era già fortemente compromessa dagli incendi degli anni precedenti che avevano fortemente ridotto la copertura vegetale. Fu così che si innescarono intensi fenomeni erosivi a monte della diga di Poggio dei Pini. Il canale sfioratore della diga in terra non più sufficiente a far defluire a valle l'imponente massa d'acqua trasportata dal Rio San Gerolamo, comportò l'innalzamento del livello dell'invaso fino a provocare l'esondazione nelle aree limitrofe. La massa di acqua che defluì a valle seguì l'area di naturale esondazione del Rio San Gerolamo, profondamente alterata dalle opere di urbanizzazione realizzate nel tempo. Anche i numerosi canali a monte dell'abitato, ostruiti dai detriti e per lunghi tratti interrati, non riuscirono a convogliare nel Rio Santa Lucia l'acqua che scendeva dalle alture vicine causando l'allagamento di aree densamente popolate.

Gravi furono gli allagamenti a Capoterra (Poggio dei Pini, Frutti d'Oro II, Su Loi), Pirri e Monserrato. Allagamenti si registrarono anche nelle campagne di Sestu ed Elmas.

Nel territorio di Capoterra le vittime furono quattro (una a San Gerolamo, località che prende il nome dall'omonimo rio, due a Pog-

gio dei Pini e una a Frutti d'Oro II). Un'altra vittima si registrò a Sestu. Furono danneggiati diversi edifici, abitazioni, serre, strade, ponti, linee elettriche, reti idriche e fognarie, beni mobili. Il Comune di Capoterra stimò in 118 milioni di euro l'entità dei danni causati dall'alluvione.

### **Ottobre 2009**

Il primo ottobre 2009, la Sicilia nord-orientale fu colpita da un violento nubifragio. Piogge localizzate di elevata intensità colpirono la parte meridionale del comune di Messina e i comuni di Scaletta Zanclea e Itala, provocando numerosissime frane superficiali, colate di detrito, erosioni e inondazioni (Ardizzone et al., 2012). Sulla base del "Rapporto sull'Evento Meteo del 01/10/2009" redatto dal Servizio Regionale Rischi Idrogeologici e Ambientali della Regione Siciliana, si evince che le precipitazioni massime furono registrate nelle stazioni di Fiumedinisi (ME) con 115 mm/3h e 146mm/6h e di Santo Stefano di Briga con 115 mm/3h. Nel periodo 15 settembre - 01 ottobre 2009, nella stessa zona, furono registrati circa 500 mm di pioggia, valore più di cinque volte superiore alla media storica mensile. Nel complesso, i fenomeni di dissesto causarono 31 morti, 6 dispersi, 122 feriti e 2.019 tra sfollati e senzatetto. A un mese dall'evento, un migliaio di persone erano ancora sfollate. Gli edifici privati che fu necessario "accertare e valutare" furono oltre 3.300, di cui circa l'80% nel comune di Messina dove vennero colpite anche sette scuole. I danni alle reti stradale e ferroviaria furono anch'essi ingenti. La linea ferroviaria Messina - Catania fu danneggiata

in più punti in particolare dal trasporto solido lungo i canali. Oltre 9 km dell'autostrada A18 furono coinvolti da frane e inondazioni, con danneggiamenti al piano stradale, ai sottopassi, all'impianto elettrico e ai pannelli di segnalazione. Danni rilevanti si ebbero anche lungo la rete stradale minore (vari tratti di strade statali, provinciali e comunali). Danni gravi si registrarono anche alle infrastrutture di servizio quali acquedotti, reti fognaria, elettrica, del gas e telefonica. La Regione Siciliana ha stimato (ex post) in 433 milioni di euro i danni pubblici e privati nei tre comuni colpiti, di cui la metà nel comune di Messina. Se si includono i danni subiti dai gestori delle infrastrutture (Rfi - Rete ferroviaria italiana, Anas, Consorzio autostrade siciliane, Enel, Società di telecomunicazione) la cifra sale a 550 milioni di euro. I finanziamenti erogati nelle aree colpite ammontarono a oltre 70 milioni nell'anno 2010 e a un totale di 227 milioni di euro nell'arco temporale 2009-2011.

### **Settembre 2010**

La regione Campania tra il 9 e il 10 Settembre, e in particolare il comune di Atrani, è stata interessata da abbondanti precipitazioni con cumulate massime di circa 110 mm in 4-5 ore, con valori massimi di 70 mm in un'ora nella stazione di Ravello.

Dall'analisi dei dati pluviometrici emerge la natura impulsiva e localizzata delle precipitazioni massime. In particolare, per le stazioni di Agerola e Ravello, dai valori di precipitazione registrati in un'ora si deducono tempi di ritorno compresi tra i 100 e i 200 anni.

I danni più rilevanti furono registrati nel co-

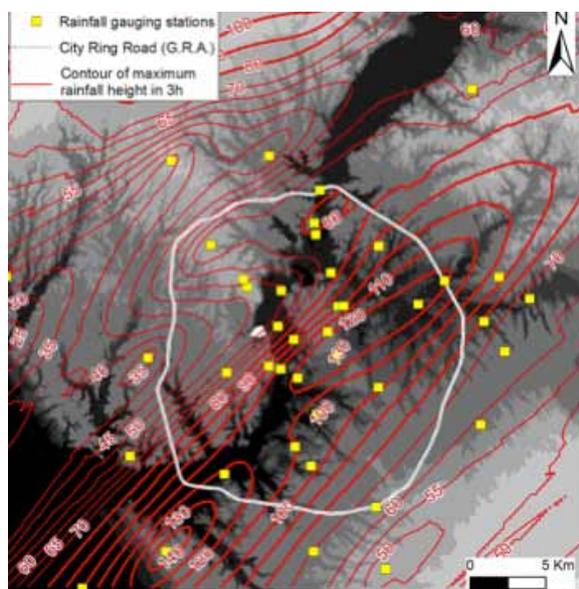
mune di Atrani (SA) dove il torrente Dragone, il cui alveo attraversa in sotterranea il centro abitato, è esondato invadendo con detriti parte del paese e travolgendo una donna che morì trascinata dalla corrente.

### **Ottobre - Novembre 2011**

Il 20 ottobre 2011 un evento pluviometrico di caratteristiche eccezionali per intensità delle piogge cadute, ha interessato tutta l'area urbana di Roma determinando pesanti impatti sul territorio in termini di danno economico, stimato in circa 8 milioni di euro, al patrimonio culturale e artistico, pubblico e privato, alle infrastrutture e alla rete di trasporti, alle attività produttive, nonché una vittima, rimasta intrappolata in uno scantinato nella zona dell'Infernetto.

La fase più intensa dei fenomeni ha avuto luogo nella prima parte della mattina, e si è sviluppata nell'arco di tre ore. Si è trattato di uno degli eventi più intensi di *urban flood* che hanno interessato la città di Roma, con sempre maggiore frequenza, al pari di quelli del 28 ottobre e 11 dicembre 2008, o del 31 gennaio 2014. La crescente urbanizzazione che ha interessato l'intero territorio nazionale, unita ai problemi di smaltimento delle reti di drenaggio, ha reso le grandi aree urbane italiane particolarmente vulnerabili a fenomeni pluviometrici critici, in considerazione del coinvolgimento diretto di un elevato numero di esposti. In merito ai quantitativi di pioggia caduti, si segnalano i 53,4 mm in mezz'ora osservati a Roma Macao; i 91,2 mm in un'ora; 152,0 mm in due ore e 158,6 mm caduti ad Acilia. Questi ultimi valori di pioggia misurata, rispet-

tivamente per gli intervalli orari fino a due e tre ore, costituiscono i massimi pluviometrici mai registrati a Roma per l'intera serie di dati disponibili per tutte le stazioni presenti sul territorio cittadino. Durante l'evento è stata superata la soglia di nubifragio per intervalli orari da 30 minuti a tre ore nella metà delle numerose stazioni pluviometriche cittadine; mediamente, sono caduti quantitativi di pioggia intorno ai 100 mm in tutta l'area compresa all'interno del Grande Raccordo Anulare.



**Figura 6.** Mappa delle isoiete, per un intervallo di tre ore, ed effetti del fenomeno nell'area archeologica del Foro Romano. Fonte: Cnr-Igag "Progetto UrbiSIT"

Nelle giornate del 25 - 26 ottobre 2011 un'intensa perturbazione atlantica interessò un'area compresa fra Levante ligure e alta Toscana, investendo in modo significativo le Cinque Terre, la Val di Vara (SP) e la Lunigiana (MS). In Liguria l'evento riguardò prevalentemente la provincia di La Spezia interessando un'area di circa 1.460 km<sup>2</sup>. Nel corso dell'evento, durato circa 30 ore, nel bacino del Vara si registrarono valori di pioggia superiori ai 500 mm (Brugnato - SP: 539 mm/24h pari a più di 1/3 del valore che mediamente cade in un intero anno (fonte del dato: Rapporto d'evento Centro Funzionale Regione Liguria).

In Toscana, l'evento colpì prevalentemente il settore nord occidentale della regione. Le piogge più intense si verificarono in Lunigiana, nel bacino del Fiume Magra con cumulate massime che nelle 24 ore superarono abbondantemente i 300 mm, corrispondenti a tempi di ritorno ultracentenari (fonte: Rapporto d'evento Centro Funzionale Regione Toscana).

Le precipitazioni innescarono forti fenomeni erosivi a carattere diffuso e colate detritiche che rimobilitarono ingenti quantità di detrito precedentemente accumulato in alveo. Tali masse fluide raggiunsero velocemente i centri abitati ubicati nelle valli del Vara e del Magra provocando diffuse distruzioni di manufatti e la perdita di vite umane. Nell'area delle Cinque Terre e in particolare nei centri di Monterosso al Mare e Vernazza, si verificarono accumuli di detrito superiori ai 2-3 m. Il bilancio finale fu di tredici vittime (sette a Borghetto di Vara, due ad Aulla, tre a Vernazza e una a Monterosso) e 1.200 sfollati. Pesanti furono i

danni alle reti di distribuzione di acqua, elettricità, gas, telefonia, in particolare nei comuni di Monterosso e Vernazza e in Val di Vara, e alla viabilità con entrambe le autostrade che attraversavano l'area interessata dall'evento, l'A12 Livorno-Genova e la A15 Parma-La Spezia, interrotte a causa di frane e allagamenti. Numerose furono le strade provinciali, ponti compresi, compromesse.

Le risorse stanziare per la ricostruzione in Toscana e Liguria sono state pari rispettivamente a circa 120 e 49,5 milioni di euro.

Il 4 Novembre del 2011 un evento meteorologico interessò una ristretta area della Liguria, concentrando gli effetti più dannosi sulla città di Genova, dove a seguito di fortissime precipitazioni, che raggiunsero punte superiori ai 500 mm nelle 24 ore, si verificò l'esondazione dei torrenti Bisagno e Fereggiano e la piena dei torrenti Sturla, Scrivia e Entella. L'alluvione causò sei vittime, tutte nella città di Genova, in Via Fereggiano, e almeno 150 sfollati.

### **Novembre 2012**

Una fase di tempo perturbato investì il centro-nord nei giorni dal 9 al 13 novembre 2012, interessando in successione il Levante ligure, il nord-ovest della Toscana, il Veneto, il Friuli-Venezia Giulia, l'Umbria e l'alto Lazio. La Toscana fu investita da un intenso sistema temporalesco proveniente dal golfo ligure e dalla costa tirrenica che in rapida successione colpì dapprima il settore nord-occidentale (province di Massa-Carrara e Lucca) e successivamente quello sud-orientale (provincia di Grosseto). Nell'area settentrionale della Toscana le intense precipitazioni (circa 250 mm/12h) deter-

minarono, nelle prime ore dell'11 novembre 2012, rapidi innalzamenti dei livelli dei fiumi Frigido e Carrione, dove si verificarono fenomeni di rottura arginale. Pesanti allagamenti si verificarono nel comune di Massa per l'esondazione del torrente Ricortola e in quello di Carrara a causa del Parmignola che ruppe gli argini per una cinquantina di metri nella zona di Battilana. Le aree del grossetano furono colpite da persistenti precipitazioni che raggiunsero i 400 mm durante l'intero evento e che causarono rotture arginali lungo i fiumi Bruna e Osa e in più punti lungo l'Albegna, dove crollò il ponte di San Donato nei pressi di Marsiliana. In Liguria il torrente Aulella provocò il crollo di un ponte e l'inondazione di parte della città di Aulla.

Intense precipitazioni, anche superiori a 200 mm, si abbattono a partire dalle prime ore dell'11 novembre su tutta la fascia prealpina e pedemontana tra Veneto e Friuli Venezia Giulia e l'azione combinata lungo il Mar Adriatico di persistenti venti di scirocco e di una forte differenza di pressione atmosferica generò, inoltre, un evento di marea eccezionale in alto Adriatico con l'inondazione di diverse aree di Venezia compresa piazza S. Marco.

La regione Umbria fu interessata da persistenti precipitazioni dal mattino dell'11 novembre 2012 alle prime ore del pomeriggio del 13 novembre 2012. La zona più colpita fu quella dell'Orvietano, dove si registrarono 307 mm/72h ad Allerona (TR). I fiumi Tevere, Paglia, Nestore, Genna e Chiani esondarono con danni ingenti ad agricoltura, infrastrutture, beni pubblici e privati condizionando, in

alcune zone, l'erogazione di gas e corrente elettrica. Gli effetti più gravosi si verificarono nell'area di Orvieto Scalo per effetto dell'esondazione del fiume Paglia. A Roma gli allagamenti riguardarono per lo più la zona nord della città e un'area limitrofa alla confluenza del fiume Aniene con il Tevere. In Emilia-Romagna le esondazioni si verificarono in provincia di Modena nei pressi di Pievepelago a causa dell'ingrossamento del torrente Scoltenna. Solo in Toscana le perdite causate dall'alluvione ammontarono a oltre 500 milioni di euro. Le vittime accertate nel corso dell'evento furono sei, tutte nel grossetano. Gli sfollati furono oltre 2mila.

#### **6 - 8 Ottobre 2013**

Nei giorni tra il 6 e l'8 ottobre intense precipitazioni temporalesche colpirono la Puglia meridionale, interessando in particolare un'area compresa tra la zona ovest della provincia di Taranto e la penisola Salentina. Le province maggiormente interessate furono quelle di Taranto, in particolare il territorio di Ginosa e aree limitrofe, Lecce e Brindisi, con valori cumulati che localmente superarono i 200 mm (243 mm registrati alla stazione di Ginosa, 239 mm alla stazione di Corigliano d'Otranto) dando origine a fenomeni di dissesto idrogeologico. Nel comune di Ginosa, dove i valori cumulati di pioggia raggiunsero gli 87 mm in un'ora (il valore più alto registrato dall'inizio dei rilevamenti della stazione di Ginosa avvenuto nel 1932), si registrarono quattro morti, numerosi sfollati, ingenti danni alla viabilità comunale e all'agricoltura (fonte: Allegato alla Relazione tecnica istruttoria redatto dal Servi-

zio protezione civile della Regione Puglia). La Regione Puglia comunicò una stima dei danni pari a circa 70 milioni di euro al fine dell'istruttoria della richiesta dello stato di emergenza.

#### **Novembre 2013**

Nella giornata del 18 novembre, la Sardegna fu investita da una perturbazione caratterizzata da precipitazioni molto intense che interessarono in prevalenza i settori orientali e in particolare le province di Olbia-Tempio, Nuoro e Ogliastra. L'eccezionalità del fenomeno fu confermata dal fatto che, in un arco temporale di circa 12 ore, si registrarono, per la prima volta, quantitativi di pioggia superiori a 450 mm (455 mm/12h nel comune di Orgosolo - NU) in un'area in cui i valori medi annui sono inferiori a 1000 mm.

La provincia maggiormente colpita fu quella di Olbia-Tempio, dove si contarono tredici vittime, tra cui due bambini. Si registrarono altre quattro vittime, due nella provincia di Nuoro, una in quella di Oristano, e una in quella di Cagliari. Gli sfollati furono 2.700. Estremamente gravi furono i danni alle attività economiche, alla viabilità e all'agricoltura. In base alla relazione di ricognizione dei fabbisogni relativi al patrimonio pubblico, privato e alle attività produttive effettuata dall'Ufficio del Commissario Delegato per l'emergenza alluvione, gli importi necessari per gli interventi ammontavano a circa 496 milioni di euro per gli interventi sul patrimonio pubblico, 39 milioni per il ripristino del patrimonio immobiliare, 44 milioni per i danni alle attività economiche e produttive in generale e quasi 80 milioni per i danni al settore agricolo.

### **Agosto 2014**

Nella serata del 2 agosto 2014, un piccolo comune della Regione Veneto, Refrontolo in provincia di Treviso, è stato colpito da un evento meteorologico che ha interessato una limitata porzione di territorio. A seguito dell'evento si sono registrati quattro decessi e numerosi feriti, dovuti alla violenta esondazione e al materiale trasportato dalle acque del torrente Lierza e riversatosi sul piazzale del Mulino della Croda sito sulla sua sinistra orografica e nelle immediate vicinanze, dove aveva luogo una sagra di paese. Dai dati pluviometrici a disposizione, sono state registrate

cumulate areali per tutto l'evento dell'ordine di 58,6 mm in un'ora e trenta dalle 20.26 alle 22.00 con una cumulata nelle 12 ore di 78 mm. Tali apporti hanno messo in crisi principalmente il sistema idrografico secondario provocando incrementi significativi dei livelli idrometrici. L'esatta dinamica dell'evento sarà resa nota solamente quando le autorità competenti completeranno i relativi accertamenti (a oggi ancora in corso). In ogni caso, occorre segnalare che il pluviometro dal quale sono state rilevate le precipitazioni sopra indicate, è quello di Nogarolo di Tarzo (TV) che dista circa 7 km dalla zona dell'evento.

# GLOSSARIO

**Affluente:** corso d'acqua che si unisce a un altro corso d'acqua più importante in un punto chiamato confluenza.

**Alveo:** solco, naturale o artificiale, lungo il quale fluisce un corso d'acqua. È costituito dal fondo del letto e dalle pareti laterali.

**Argine:** rilevato in terra o muro in laterizi o calcstruzzo, che delimita l'alveo e ostacola l'espansione dell'acqua nel territorio circostante.

**Bacino idrografico (o bacino imbrifero):** porzione di territorio che raccoglie (drena) le acque superficiali e le fa confluire nel fiume stesso.

**Caditoia:** apertura praticata ai margini della strada per favorire il deflusso delle acque meteoriche nelle fognature.

**Centri di competenza:** centri che forniscono servizi, informazioni, dati, elaborazioni e contributi tecnico-scientifici in specifici ambiti. Possono coincidere con i Centri Funzionali o essere esterni, ma partecipare alla Rete dei Centri Funzionali attraverso la stipula di convenzioni che individuano gli ambiti di attività di ciascuna struttura. Tra i Centri di competenza che collaborano con la rete dei centri funzionali rientrano amministrazioni statali, agenzie, istituti di ricerca, università e autorità di bacino.

**Centro Funzionale:** centro di supporto alle decisioni delle autorità competenti per le allerte e per la gestione dell'emergenza. Ai fini delle funzioni e dei compiti valutativi, decisionali, e

delle conseguenti assunzioni di responsabilità, la Rete dei Centri Funzionali è costituita dai Centri Funzionali Regionali, o Decentrati e da un Centro Funzionale Statale o Centrale, presso il Dipartimento della Protezione Civile.

**Ciclo idrologico:** processo di circolazione dell'acqua tra le terre emerse, il mare e l'atmosfera senza soluzione di continuità.

**Deflusso o portata:** volume di acqua che passa attraverso una sezione di un corso d'acqua in un determinato intervallo di tempo.

**Fontanazzi:** fuoriuscita di acqua torbida dal piano campagna al di là di un argine dovuta a un fenomeno di sifonamento.

**Fosso:** corso d'acqua di piccola dimensione che può restare asciutto per lunghi periodi o canale artificiale scavato nel terreno per lo scolo o la distribuzione delle acque.

**Golena:** è la parte di alveo del fiume compresa tra l'alveo inciso e l'argine che è occupata dall'acqua solo in fase di piena.

**Piana alluvionale:** pianura formata per l'accumulazione nelle grandi vallate di materiale alluvionale trasportato dai corsi d'acqua.

**Presidi territoriali idraulici:** strutture tecniche regionali e/o provinciali che svolgono l'attività di sorveglianza dei corsi d'acqua che presentano criticità tali da originare aree a rischio elevato o molto elevato.

**Punto critico:** luoghi dove possono manifestarsi, con maggiore frequenza, fenomeni pericolosi per la pubblica incolumità. Sono costituiti principalmente da sottopassi, confluenze e attraversamenti di corsi d'acqua, restringimenti dell'alveo.

**Reticolo idrografico:** insieme dei corsi d'acqua di diversa natura, dimensione, portata che solca il territorio del bacino idrografico e ne drena le acque superficiali.

**Sezione:** intersezione tra l'alveo fluviale e un piano verticale perpendicolare alla direzione della corrente.

**Sifonamento:** nelle costruzioni idrauliche, infiltrazione di acqua al piede di un rilevato in terra o di altro manufatto, in particolare di un argine, con conseguente franamento locale di parte dell'opera. Può essere causa di rotture arginali.

**Sormonto:** evento che si verifica quando il livello dell'acqua nel fiume supera la sommità dell'argine

**Stazione meteoidro-pluviometrica:** strumento posizionato al suolo che può essere costituito da più sensori per la misura diretta di temperatura, pressione, velocità del vento, precipitazioni, altezza idrica e portata.



*Si ringraziano gli autori:*

<b>Paola Bertuccioli</b>	Dipartimento della Protezione Civile
<b>Fabio Brondi</b>	Dipartimento della Protezione Civile
<b>Marcello Brugioni</b>	AdBArno - Autorità di Bacino del Fiume Arno
<b>Martina Bussetini</b>	Ispra - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
<b>Sandro Campanini</b>	AlPo - Agenzia Interregionale per il fiume Po
<b>Giovanna Capparelli</b>	CAMILab - Laboratorio di Cartografia Ambientale e Modellistica Idrogeologica
<b>Veronica Casartelli</b>	Dipartimento della Protezione Civile
<b>Francesco Cruscomagno</b>	CAMILab - Laboratorio di Cartografia Ambientale e Modellistica Idrogeologica
<b>Alessandra De Savino</b>	Arpa Emilia-Romagna
<b>Luca Ferraris</b>	Fondazione CIMA - Centro Internazionale di Monitoraggio Ambientale
<b>Antonio Gioia</b>	Dipartimento della Protezione Civile
<b>Barbara Lastoria</b>	Ispra - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
<b>Luisa Madeo</b>	Dipartimento della Protezione Civile
<b>Stefano Mariani</b>	Ispra - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
<b>Bernardo Mazzanti</b>	AdBArno - Autorità di Bacino del Fiume Arno
<b>Marina Morando</b>	Fondazione CIMA - Centro Internazionale di Monitoraggio Ambientale
<b>Francesca Piva</b>	Ispra - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
<b>Paola Salvati</b>	Cnr-Irpi - Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica
<b>Franco Siccardi</b>	Fondazione CIMA - Centro Internazionale di Monitoraggio Ambientale
<b>Filippo Thiery</b>	Dipartimento della Protezione Civile
<b>Mirella Vergnani</b>	AlPo - Agenzia Interregionale per il fiume Po
<b>Pasquale Versace</b>	CAMILab - Laboratorio di Cartografia Ambientale e Modellistica Idrogeologica

*Alla realizzazione del manuale hanno collaborato, per il Dipartimento della Protezione Civile, anche:*

<b>Silvia Alessandrini</b>	<b>Micaela Nerucci</b>
<b>Valeria Bernabei</b>	<b>Riccardo Rita</b>
<b>Francesca Conte</b>	<b>Veronica Piacentini</b>
<b>Emilio Domingo Iannarelli</b>	<b>Cristina Spatola</b>
<b>Francesco Leone</b>	<b>Veronica Tretter</b>
<b>Elena Lombardo</b>	<b>Alessandra Trincia</b>

*Coordinamento editoriale del Dipartimento della Protezione Civile, a cura di:*

**Paola Pagliara**  
**Titti Postiglione**





