



A.N.P.P.E. V.V.F.

REPORT EMILIA ROMAGNA : CRONACA DI UNA TRAGEDIA ANNUNCIATA

a cura di Lorenzo AITA Componente CTS ANPPE Vigili del Fuoco

Mentre si è risposto con ordinarie tempistiche ad una condizione emergenziale che ha colpito l'Emilia Romagna, oggi assistiamo alle solite reazioni collettive che puntano il dito sulla mancata prevenzione; una situazione di cristallizzato immobilismo decisionale mossa solo dopo che avvengono le disgrazie, anche quelle che erano già state sposte come i 600 ettari di territorio allagati dalla tracimazione dell'*Idice* (lunga circa 150 metri, vicino al ponte crollato della Motta, tra i comuni di Budrio e Molinella), da cui nel massimo della piena sono usciti oltre 7.000 litri d'acqua al secondo.

Accade così dalla prima metà di Maggio dove la situazione dell'*Idice* riassume in pieno il quadro di questa alluvione che ha interessato diversi bacini idrici, e proprio da questo fiume che si possono fare i primi studi, quando il cedimento dell'argine provocò l'inondazione di circa 2000 ettari, poi parzialmente ridotta dall'azione del reticolo idraulico di bonifica, devastato comunque dalla grande massa d'acqua e fango. Non solo: a monte della rotta ci sono stati oltre 3 chilometri d'argine in precaria sicurezza con evidente pericolo per alcuni centri abitati ed è proprio il timore per i rischi collegati ad un possibile aumento della pressione spondale che fù sconsigliato la chiusura dell'argine, senza procedere ai necessari rinforzi a monte, per i quali la Regione Emilia Romagna ad oggi non dispone da sola delle necessarie risorse (si parla di centinaia di milioni di euro).

*"La rotta dell'*Idice* è l'immagine di un dramma, che rischia di essere troppo velocemente dimenticato. I mesi passano e, senza adeguati stanziamenti nonchè normative finalizzati alla sistemazione e ricostruzione del reticolo idraulico, le zone alluvionate arriveranno all'autunno idraulicamente fragili: ogni evento meteo rischierà di avere l'effetto dello sciame sismico su territori colpiti da un terremoto"*: a lanciare l'allarme è Francesco Vincenzi, Presidente dell'Associazione Nazionale dei Consorzi per la Gestione e la Tutela del Territorio e delle Acque Irrigue¹.

Intanto, nell'ambito dell'esame del disegno di legge sugli interventi urgenti atti a fronteggiare l'emergenza provocata dagli eventi alluvionali in Romagna, l'VIII Commissione Ambiente, Territorio e Lavori Pubblici della Camera dei Deputati ha svolto a Roma alcune audizioni, aperte da quella con il Consorzio C.E.R. - Canale Emiliano-Romagnolo, in cui il Presidente, Nicola Dalmonte, ha relazionato in merito alle operazioni straordinarie, implementate durante l'emergenza e sui relativi danni subiti dall'infrastruttura.

¹ ANBI

Durante gli eventi alluvionali di Maggio, infatti, dato il perdurare della drammatica situazione alimentata dalle piogge, sono state effettuate operazioni di natura eccezionale, volte a scaricare i tratti invasi dalla tracimazione dei torrenti appenninici verso il Cavo Napoleonico e quindi nel fiume Po: sezionando il canale, grazie alle paratoie ed attraverso la regolazione dei flussi, è stato possibile allontanare dalle aree alluvionate volumi d'acqua, pari ad oltre 7 milioni di metri cubi. L'eccezionalità di tali operazioni, però, mostra ora i danni subiti dalle strutture del C.E.R., stimabili in circa 360.000 euro con criticità all'impianto del Savio e per la rottura arginale in corrispondenza del fiume Montone. Il Canale Emiliano Romagnolo si presenta, infatti, come un unicum multifunzionale, progettato per portare le acque dal fiume Po fino in Romagna, dove costituisce una risorsa essenziale per attività agricole, civili, industriali e ambientali, grazie alle sue finalità di adduttore di acque, non di canale di scolo.

"L'eccezionale inversione di flusso, operata nel canale C.E.R. grazie ad una riconosciuta perizia idraulica, è stata l'esempio di un sistema, quello dei Consorzi di bonifica, messosi senza remore al servizio del territorio. Il grazie, ribadito anche in sede di Commissione parlamentare, deve però essere sostanziato da adeguati finanziamenti statali per ricostruire la rete idraulica. I Consorzi di bonifica, i cui bilanci sono tarati sulla gestione ordinaria, non hanno risorse sufficienti e le mancate riparazioni metterebbero in ulteriore pericolo territori già duramente provati" – conclude Massimo Gargano, Direttore Generale di ANBI.

ANALISI

Come purtroppo già sappiamo, una seconda ondata di precipitazioni estremamente intense colpì nuovamente buona parte delle regioni Emilia-Romagna e Marche, nelle giornate del 15, 16 e 17 maggio. Le conseguenze su questi territori già provati dalle recenti alluvioni del 2 e 3 maggio sono state molto gravi e su larga scala.

Da una prima analisi, è evidente come gli impatti disastrosi siano frutto di una combinazione fra precipitazioni abbondanti e stato dei suoli umidi a causa delle precipitazioni precedenti.

L'evento era stato previsto, così com'era stata emessa correttamente l'allerta rossa per rischio idraulico ed idrogeologico, sulle zone che sono state poi effettivamente colpite. Il Sistema di Protezione Civile e le istituzioni competenti erano pronte ad agire e molte azioni erano state preventivamente messe in atto, quali ad esempio la chiusura delle scuole, il presidio dei corsi d'acqua, e l'evacuazione preventiva di numerose persone.

La magnitudo del fenomeno è stata quindi causata da un fenomeno idro-meteorologico estremo. Un susseguirsi di piogge persistenti e continuative che hanno concentrato nella prima metà del mese una massa d'acqua ben al di sopra delle medie registrate, che ha fatto sì che in poco tempo i suoli esaurissero la capacità di saturazione pur provvedendo da un periodo estremamente siccioso per cui a fine Aprile quegli stessi suoli erano molto secchi.

Fondazione CIMA ha effettuato una speditiva comparazione tra la precipitazione osservata nel periodo 1-18 maggio con la media climatologica mensile, calcolata a partire dal downscaling sull'area europea del prodotto Copernicus ERA5 (30 km circa, periodo 1981-2022), mediante il modello WRF a 3 km. L'analisi mostra come la pioggia osservata nei due eventi (1-4 maggio, 15-17 maggio) sia risultata in una vasta area della Emilia-Romagna pari anche a 7-8 volte la media climatologica di riferimento dello stesso mese.

L'alternanza di questi fenomeni estremi di segno opposto, quali siccità e alluvioni, sono il tratto distintivo e più evidente del cambiamento climatico che osserviamo in questi anni.

CRONACA DI UN EVENTO ANNUNCIATO: LE CONDIZIONI METEO E IDRO

Nella giornata di lunedì 15 maggio è presente sull'Italia una vasta saccatura (cioè un'area di bassa pressione atmosferica) che interessa tutto il bacino centrale del Mediterraneo fino alle coste nordafricane, convogliando masse di aria cariche di umidità verso la nostra penisola. Alle 12UTC si osserva dalle carte di analisi sinottiche del ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) un minimo depressionario chiuso in quota che si isola tra le coste tunisine e la Sicilia occidentale. Nelle ore successive la circolazione ciclonica, che si era appena formata, risale velocemente verso nord, e si va a posizionare sul Tirreno meridionale tra la Campania e la Sardegna. Questa configurazione determina un'intensa circolazione di venti e masse d'aria cariche di umidità da sudest, che vanno ad interessare nuovamente l'Emilia-Romagna. Nella giornata successiva, martedì 16 maggio la struttura ciclonica risale ancora verso nord e si posiziona nel centro dell'Italia determinando il persistere delle precipitazioni particolarmente intense sulle zone romagnole.

Le precipitazioni risultano essere così forti e persistenti proprio per la presenza della circolazione ciclonica, la cui posizione rimane stazionaria per l'intera giornata sul centro Italia.

Come pubblicato anche dal sito ARPAE dell'Emilia- Romagna, si sono verificate delle precipitazioni da record, che hanno causato allagamenti e esondazioni di 21 fiumi in diversi comuni tra la Romagna e il bolognese, altresì frane consistenti tra Reggio Emilia e Rimini. Il 16 e il 18 maggio si sono registrati picchi di 300 millimetri sui bacini del crinale e della collina forlivese. Sulla stessa area, sulle colline e montagna ravennate e sul settore orientale del bolognese sono in media caduti tra i 150 e i 200 millimetri. Sulla pianura cesenate forlivese fino a 150 millimetri².

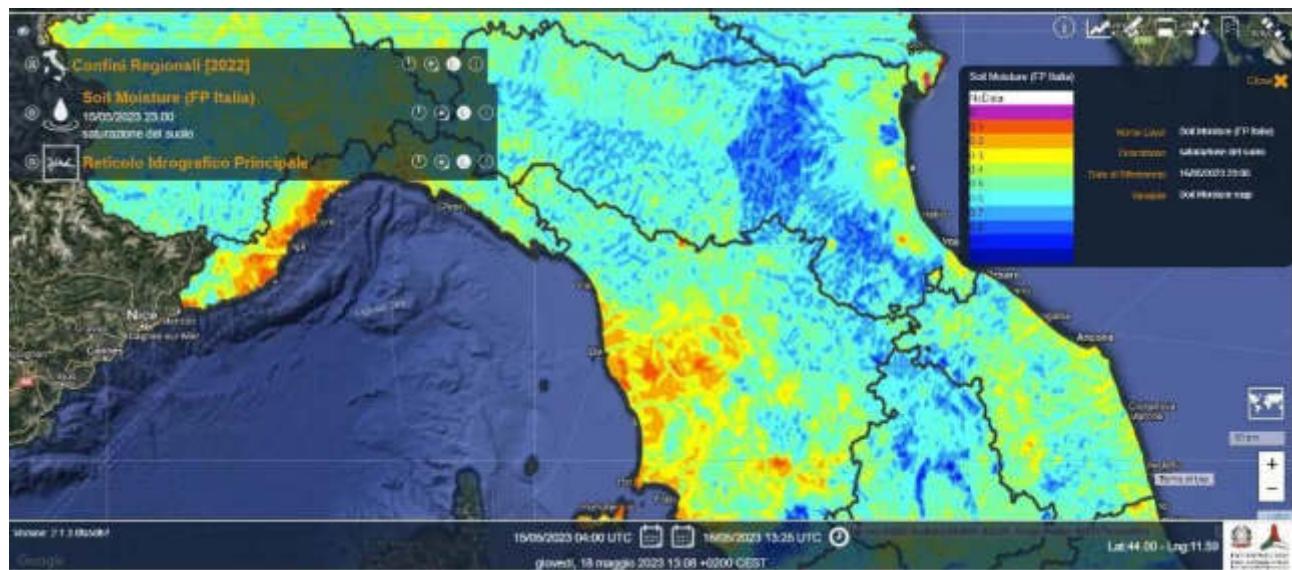


Figura 1. Immagini satellitari dell'umidità del suolo (15 Maggio).

La mappa nella Figura 1 mostra le condizioni di umidità del suolo nei giorni precedenti l'evento di precipitazione (15 maggio 2023, stimate da modellistica idrologica). Come si può osservare, vaste zone dell'Emilia-Romagna e delle Marche sono caratterizzate da

² Previsioni meteo regionali Arpae

valori di umidità di livello medio o elevato, che riducono la capacità del territorio di “assorbire” nuove precipitazioni.

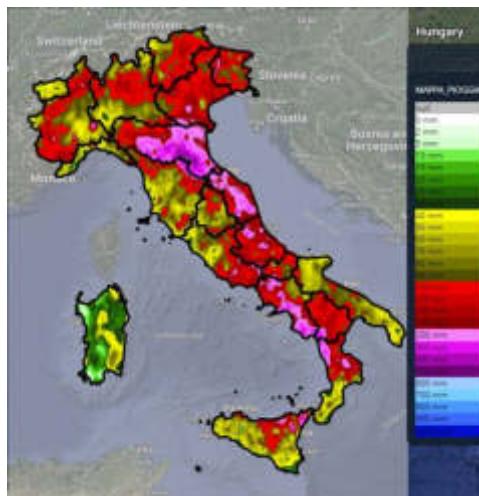


Figura 2. Mappa delle piogge registrate dalla rete pluviometrica di tutta la penisola.

Nella Figura 2 osserviamo infatti la mappa delle piogge registrate dalla rete pluviometrica delle regioni dal 1 maggio fino al 18 maggio compreso. Tra le zone maggiormente colpite ci sono proprio le regioni Emilia-Romagna e Marche, dove gli accumuli di precipitazione hanno, in alcuni casi, raggiunto anche i 600 mm. Si pensi che secondo le elaborazioni di IRPI CNR, Maggio 2023 è già adesso uno dei più piovosi dal 1951, nonostante si sia ancora a metà mese.

L'ESTREMA INTENSITÀ DELLE PRECIPITAZIONI

Come vediamo dalla mappa della pioggia caduta durante l'evento (Figura 3), la fascia più colpita risulta essere quella della Romagna e delle Marche, dove i picchi massimi di precipitazione registrati hanno superato i 200 mm nelle 48 ore.



Figura 3. La mappa delle precipitazioni dalle 00UTC del 16 maggio alle 11:00UTC del 18 maggio (le 13 ora italiana), da cui risulta evidente che le zone maggiormente colpite siano il modenese, il bolognese e le zone di Imola, Faenza e Forlì.

Le aree color magenta indicano una precipitazione cumulata superiore a 200 millimetri, caduta principalmente sulle parti montane dei bacini. L'immagine evidenzia come le precipitazioni siano cadute in modo abbondante solo sul versante adriatico delle due regioni, così com'era successo il 2 e il 3 maggio.



Figura 4. I dati registrati dal pluviometro a Casola Valsenio, uno dei comuni più colpiti (dalle 00UTC del 16 maggio alle 00UTC del 18 maggio)

A dimostrazione della natura stratiforme delle precipitazioni, osserviamo i dati registrati dal pluviometro “Casola Valsenio” (Figura 4), che mostra chiaramente come le precipitazioni non siano ad altissima intensità ma molto persistenti, stazionando in modo prolungato sugli stessi bacini. Le misure massime orarie registrate nelle zone colpite si attestano intorno a circa 10-20 mm/h. Qualche intensità più elevata di questi valori si è registrata nelle Marche, specie nella giornata del 16 maggio. La persistenza nello spazio e nel tempo ha dato luogo alle piene consistenti nei bacini.

LE CONSEGUENZE: LE ESONDAZIONI

L'evento ha colpito principalmente il settore orientale della Regione Emilia-Romagna e quello appenninico delle Marche. Tra i molti bacini interessati citiamo ad esempio il Reno e i suoi vari affluenti, il Ronco (590 km²), il Savio (670 km²), il Lamone (500 km²), e del Montone (750 km²), il Metauro (1300 km²), il Foglia (700 km²), l'Esino (1100 km²), nonché affluenti e rii minori. Dalle serie idrometriche e le simulazioni idrologiche vediamo due o tre picchi su molti corsi d'acqua nell'arco delle circa 48 ore di durata.

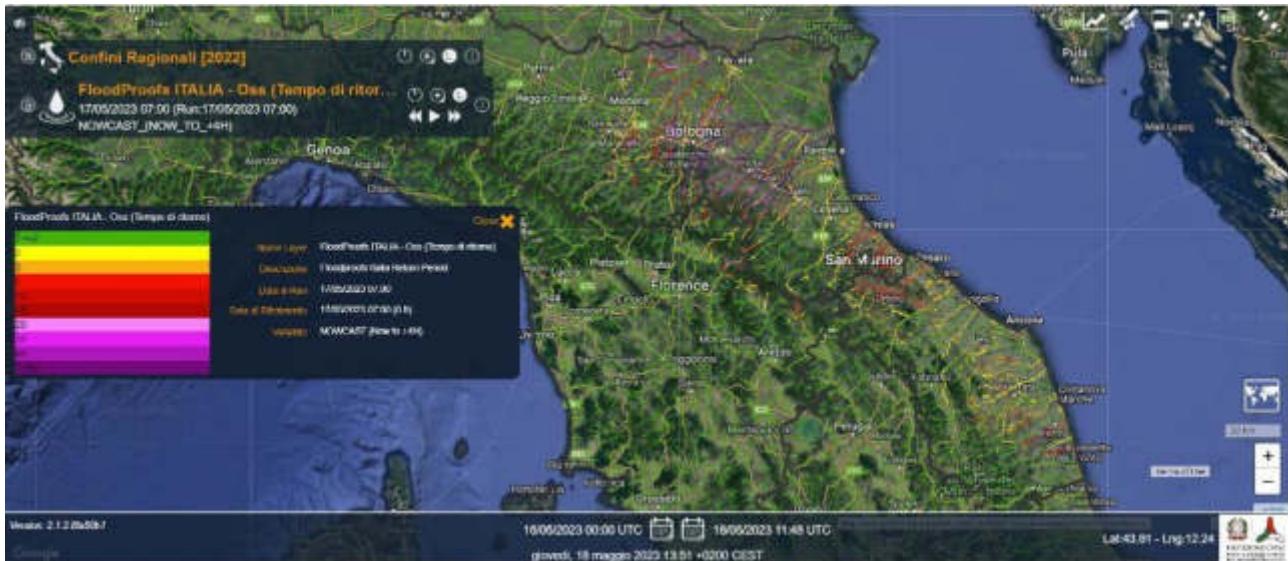


Figura 5. La figura mostra la severità dell'evento in riferimento al 17 Maggio 2023 ore 7 come modellata dalla catena idrometeorologica [FloodPROOFs](#).

I tratti di fiume viola e rossi sono quelli dove le portate sono state più critiche, con valori elevati e meno frequenti secondo la climatologia disponibile, e che in vari casi hanno tragicamente provocato esondazioni degli stessi fiumi in più punti.

La Figura 6 mostra la mappa dei fiumi che, secondo le cognizioni disponibili al momento, sono effettivamente esondati o hanno raggiunto livelli di allarme³.

³ Arpa Emilia Romagna



Figura 6. La figura mostra in nero i fiumi effettivamente esondati in Emilia e in rosso quelli che hanno raggiunto livelli di allarme (Fonte: ARPA Emilia-Romagna)

L'AIUTO DALLO SPAZIO

Come abbiamo analizzato in precedenza per l'alluvione che, ancora una volta, ha colpito le Marche a settembre 2022, avere a disposizione il quadro sinottico delle aree colpite in tempo emergenziale è di fondamentale aiuto.

Così come lo scorso 2 maggio, i nostri ricercatori sono stati attivati per la mappatura delle aree allagate attraverso i dati satellitari.

Le aree allagate sono indicate in azzurro, mentre i corpi d'acqua permanente in blu, mentre la parte in trasparenza delimita la copertura dell'immagine satellitare.

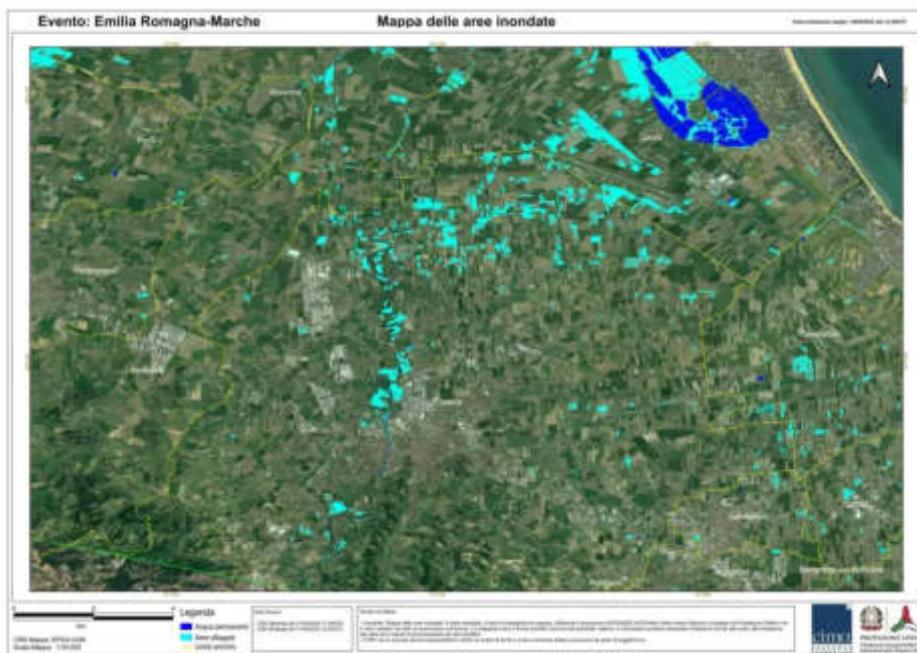


Figura 7. L'immagine satellitare delle aree inondate di Cesena, fra le città più colpite.

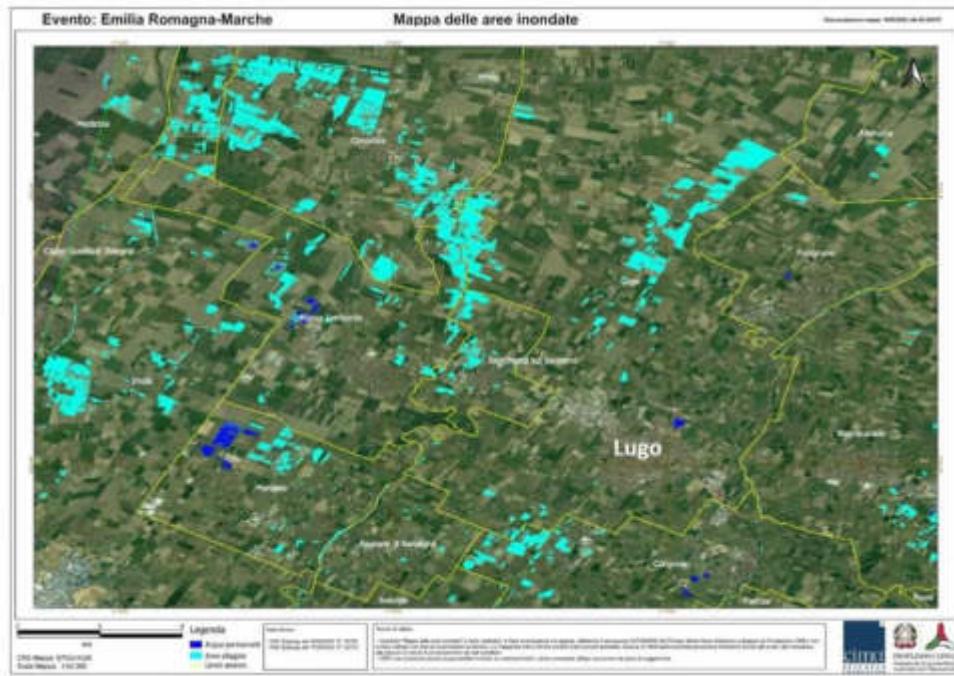


Figura 8. L'immagine satellitare delle aree inondate di Lugo.

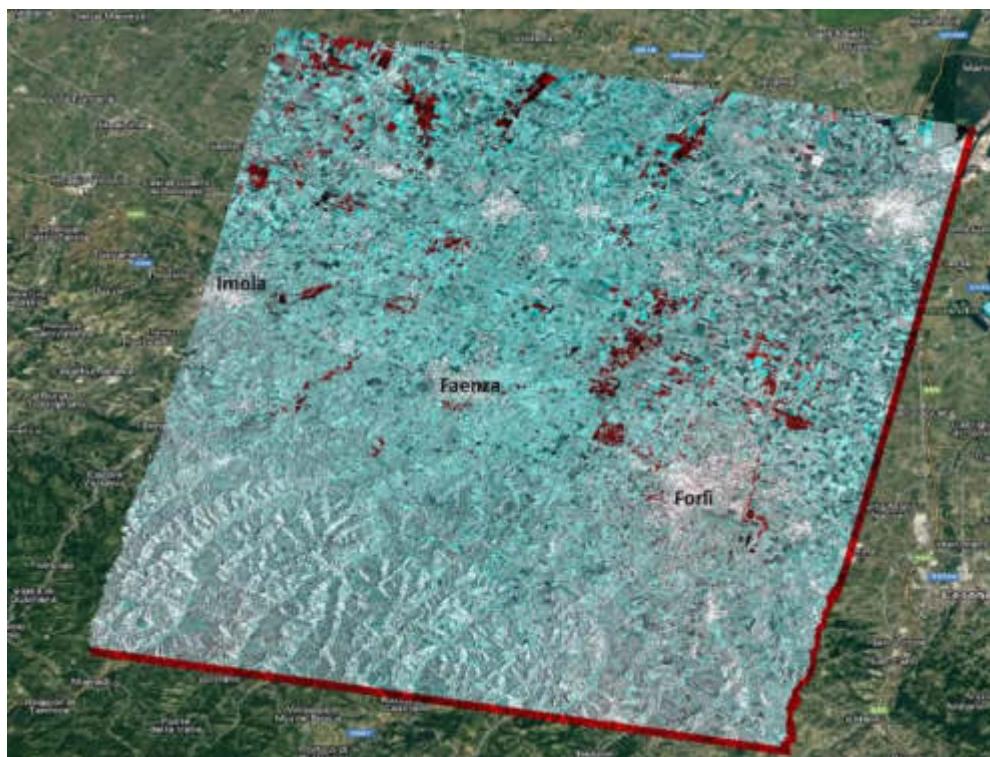


Figura 9. Un'immagine satellitare “multitemporale”, ottenuta mettendo insieme due immagini, rispettivamente acquisite il 16 aprile ed il 17 maggio 2023. Si possono distinguere le aree allagate dalle esondazioni dei fiumi, in rosso, e le aree urbane in bianco.

La mappa delle profondità di inondazione, che aggiunge una terza dimensione e quindi fotografa la situazione reale, è stata generata utilizzando come input la mappa di aree allagate prodotta da Fondazione CIMA e il modello digitale del terreno (DTM) della Regione Emilia-Romagna, con una risoluzione spaziale di 5 metri. Su un totale di circa 58 km² di area inondata, l'altezza media di inondazione è stata stimata pari a 11 cm, mentre il 10% dell'area, ossia quasi 6 km², presenta altezze di inondazione superiori a 68 cm. Le profondità maggiori sono localizzate nelle immediate vicinanze della rete idrografica lungo i fiumi Ronco a est di Forlì e Savio a nord di Cesena, mentre le zone di maggior estensione dell'inondazione sono localizzate nelle aree più pianeggianti, dove le profondità si attestano principalmente inferiori al metro.

Il volume complessivamente esondato è stimato a circa 6 milioni di m³. Le Figure 10 e 11 mostrano le mappe delle profondità di inondazione stimate nelle zone più colpite e due ingrandimenti per le zone di Forlì (Zoom 1) e Cervia (Zoom 2).

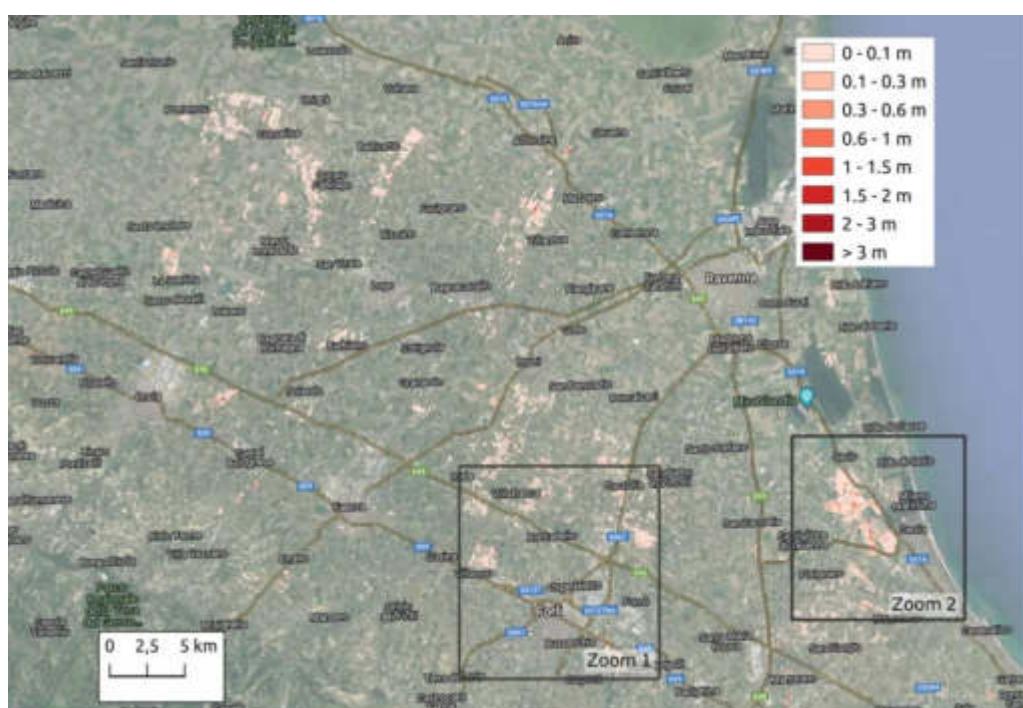


Figura 10. Profondità di inondazione stimate nelle zone colpite. Quadro d'insieme.

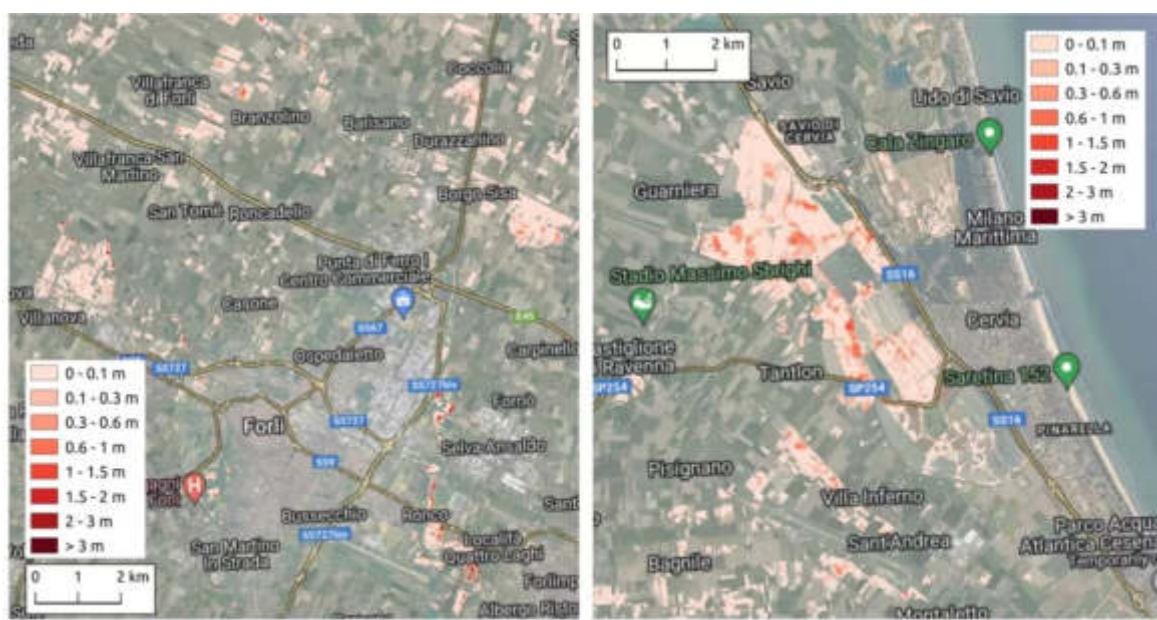


Figura 11. Profondità di inondazione stimate nelle zone colpite. Dettaglio per la zona di Forlì (Zoom 1) e Cervia (Zoom 2).

Queste mappe, elaborate a partire dai dati satellitari che abbiamo visto in precedenza, con l'aggiunta del dato sulla profondità forniscono un'istantanea molto dettagliata della gravità delle inondazioni: nelle zone della provincia di Forlì – Cesena (così come altrove) permettono di capire dove dare priorità agli interventi e come calibrare con maggiore efficacia e precisione le attività di ricostruzione e recupero, immediate e future.

POST ALLUVIONE, I RISULTATI DELLE ANALISI ARPA E SUI CORSI D'ACQUA

Il dilavamento del terreno e delle aree urbane ha temporaneamente influito sulla qualità di fiumi e torrenti nel ravennate

Resta alta l'attenzione sulle conseguenze ambientali dell'alluvione di maggio 2023, con l'attività di controllo di Arpaie sui corsi d'acqua dell'area interessata, particolarmente nel ravennate. I primi dati sono stati resi disponibili con esiti analitici di campionamento il 30 maggio ed i secondi il 14 giugno.

Il dilavamento del terreno e delle aree urbane, i danni che si sono verificati nei sistemi di fognatura e depurazione e la presenza nel comune di Conselice di estese zone con la permanenza di acque alluvionali hanno influenzato le condizioni ambientali dei corsi d'acqua rispetto allo stato preesistente.

In sintesi, il monitoraggio ha evidenziato situazioni diversificate, con alcune criticità localizzate, legate al forte aumento di carico organico e all'elevata presenza di solidi sospesi, che ha causato una scarsa ossigenazione nei fiumi e nei canali. Non c'è invece evidenza di una contaminazione persistente di sostanze inquinanti pericolose di origine antropica.

Le azioni di controllo ambientale e monitoraggio nell'area est della regione e in particolare nella provincia di Ravenna si sono orientate in due direzioni. Da un lato, sono stati intensificati i monitoraggi routinari nelle stazioni appartenenti alla rete della qualità ambientale regionale, potendo in questo modo operare il confronto con i dati acquisiti nel corso degli anni e valutare la modificazione intervenuta nello stato chimico e microbiologico.

Dall'altro si è provveduto ad attività di campionamento e monitoraggio per caratterizzare i fenomeni che si sono verificati, come la moria di pesci e le modificazioni delle colorazioni delle acque superficiali. Relativamente all'attività di monitoraggio, sono state eseguite due campagne straordinarie su 12 stazioni dei principali corsi d'acqua e loro affluenti nell'Adriatico: Santerno (due stazioni), Reno, canale Destra Reno e affluente canale Zaniolo, Lamone, Candiano, Fiumi Uniti, Fosso Ghiaia, Bevano e Savio. Sono state poi oggetto di monitoraggio le stazioni Reno a Volta Scirocco e Lamone al ponte cento Metri in corrispondenza delle stazioni della Rete qualità ambientale e potabilizzazione, e la stazione Ponte Zanzi sul canale Destra Reno.

Gli esiti del monitoraggio

Per quanto riguarda le due stazioni di campionamento di acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile (Reno a Volta Scirocco e Lamone al ponte cento Metri) tutti i parametri analizzati sono risultati in linea con i valori dei monitoraggi eseguiti negli anni precedenti (2010-2021), così come quelli rilevati nelle stazioni del Lamone e del Bevano.

Nella zona a nord di Ravenna (fiume Reno, canale destra Reno, canale di Via Cupa e Candiano) gli esiti analitici mostrano invece valori dei parametri indicatori dello stato di ossigenazione delle acque e della presenza di sostanza organica che si discostano dall'andamento dei valori relativi al monitoraggio della qualità ambientale degli anni precedenti. In particolare, l'incremento del carico organico e di solidi sospesi nei corsi d'acqua Zaniolo, Reno e canale Destra Reno ha determinato una forte riduzione dell'ossigeno disponibile.

Il dilavamento del terreno e delle aree urbane conseguente l'alluvione ha determinato la presenza di idrocarburi totali sui corsi d'acqua Zaniolo, canale Destra Reno, Candiano e Fiumi Uniti, con valori comunque contenuti, compresi tra 0,1 e 0,2 mg/l, nella maggior parte dei campioni (0,2 mg/l è il limite tabellare relativo all'idoneità delle acque dolci superficiali alla vita dei pesci). Unica eccezione il campione prelevato nel canale Destra Reno a ponte Zanzi, che ha dato un valore di idrocarburi totali pari a 0,4 mg/l.

È stata condotta anche la ricerca di residui di prodotti fitosanitari. Per riferimento, i dati puntuali sono stati confrontati con la media annuale del triennio precedente. In alcuni punti (Zaniolo e Fosso Ghiaia), la sommatoria dei fitofarmaci mostra un valore più elevato rispetto agli anni precedenti, mentre per il canale Destra Reno i valori risultano in linea con quelli medi dell'ultimo triennio. In ogni caso, si tratta di corsi d'acqua in cui anche in precedenza si evidenziava la presenza di fitofarmaci e per una valutazione più complessiva occorre attendere i campionamenti successivi.

I metalli risultano in concentrazioni inferiori rispetto a quanto previsto dal Dlgs 152/06 per lo standard di qualità ambientale nella colonna d'acqua (tabella 1/A e tabella 1/B).

Colorazione anomala

Per quanto concerne la colorazione anomala (rosacea-purpurea) delle acque osservate nel canale Zaniolo che si è verificata il 6 giugno, gli esiti delle analisi chimiche microbiologiche condotte da Arpae confermano le ipotesi iniziali: la colorazione anomala (rosacea/purpurea), sulla base dell'esame microscopico, è da ricondursi alla presenza di batteri purpurei appartenenti probabilmente alla famiglia delle Chromatiaceae e di alghe unicellulari del genere Euglena. Si tratta di organismi che possono proliferare nelle acque dolci poco mobili o stagnanti, con scarsità di ossigeno e con una grande quantità di nutrienti. La caratteristica di questa tipologia di eventi è quella di evolvere rapidamente: a conferma di ciò, l'ispezione eseguita dai tecnici Arpae già il giorno successivo ha rivelato una colorazione decisamente attenuata e l'analisi chimica ha restituito un aumento della concentrazione di ossigeno dissolto (2,8 mg/l il 6 giugno, 10,1 mg/l il 7 giugno).

Moria di pesci

Dal canale Destra Reno sono confluite a mare le acque scure provenienti dall'area alluvionata di Conselice. Già dal pomeriggio del 5 giugno era stata segnalata la presenza di acqua scura maleodorante con un'ingente quantità di pesci morti. I due campioni di acqua superficiale prelevati dai tecnici di Arpae il 6 giugno a Mandriole e Casalborsetti, a valle della via Romea, hanno confermato una condizione di forte anossia (valori di ossigeno inferiori a 1 mg/l, limite della metodica analitica) incompatibili con la vita dei pesci, con concentrazioni di solfuri di 1,2 e 1,7 mg/l e di *Escherichia coli* pari a 14.000 UFC/100 ml (nel campione a valle della Via Romea). La presenza di solfuri dà conto del forte odore percepito nell'aria presso il canale.

Le stesse condizioni di anossia, con valori di ossigeno dissolto misurato tramite sonda multiparametrica decisamente inferiori a 1 mg/l, si sono riscontrate anche il 9 giugno in tutto il tratto ispezionato del canale Destra Reno, per circa 14 km, dall'ingresso del canale consorziale Fosso Vecchio a 2,4 km a monte della foce in Adriatico, nel punto campionato nei giorni precedenti.

A distanza di circa una settimana, il 15 giugno, si è proceduto a ispezionare 14 punti lungo circa 35 km del canale Destra Reno per verificarne le condizioni di ossigenazione, sia tramite misure automatiche con una sonda multiparametrica sia tramite campionamenti per la ricerca dell'ossigeno dissolto e della carica batterica (*Escherichia coli*). Sono state rilevate acque di colore scuro e maleodorante caratterizzate da bassi valori di ossigeno dissolto in particolare nel tratto ricompreso fra l'idrovora Sabbadina e il ponte della Bastia a Frascata e per il tratto successivo di circa 2 km fino al ponte sul Destra Reno in corrispondenza dell'incrocio tra via Aia del Vescovo e via Buonacquisto di Sinistra.

Le acque sono risultate anossiche (ossigeno dissolto misurato in campo e in laboratorio pari a 1 mg/l) ancora almeno fino all'ingresso del Fosso Vecchio nel canale Destra Reno per mostrare un netto miglioramento sia visivo sia nelle condizioni di ossigenazione da Sant'Alberto verso la foce (ossigeno dissolto misurato in laboratorio pari a 10,3 mg/l a Ponte Zanzi e 12,6 mg/l a Porto Reno).

Controlli presso aziende

Per monitorare il potenziale impatto sulla qualità delle acque alluvionali, Arpa ha effettuato campionamenti nei pressi degli stabilimenti produttivi del comune di Conselice che sono stati coinvolti dagli allagamenti (in particolare delle ditte Officina dell'Ambiente e Unigrà). Le indagini sui campioni di acqua prelevati, in linea con i primi risultati ottenuti, non hanno evidenziato condizioni di particolare contaminazione relativamente ai parametri idrocarburi e metalli pesanti.

La situazione del mare

Per quanto riguarda il mare Adriatico, oltre alle acque di balneazione che nel giro di una decina di giorni sonotornate tutte entro i limiti, i vari bolletti della Struttura oceanografica Daphne hanno evidenziato sempre un miglioramento della qualità ambientale dell'ecosistema, sia in prossimità della riva che al largo. La salinità in superficie è risultata in aumento, conseguentemente alla diminuzione di afflussi di acque dolci. Migliorano la trasparenza e le concentrazioni di ossigeno dissolto (rimane una situazione di carenza di ossigeno solo in alcuni punti a livello del fondale).

L'allarme inascoltato degli esperti, cambiamento climatico o colpe umane.

Schedato da anni come "allagabile" il 45 per cento del territorio regionale, dove vivono tre abitanti su cinque. Ma la cementificazione continua, come in tutta Italia. E il cambiamento climatico aumenta i rischi di siccità con successive piogge "cicloniche"⁴

Due alluvioni disastrose in meno di quindici giorni, con troppe vittime e migliaia di sfollati, in una regione ad altissimo rischio idrogeologico. Le tragiche inondazioni che hanno colpito l'Emilia Romagna, all'inizio di maggio e poi in questi giorni, hanno avuto come cause scatenanti due ondate di piogge senza dubbio eccezionali, per intensità e durata. Ma in questa, come in altre regioni italiane, i disastri idrogeologici non si possono considerare eventi imprevedibili. Sono amplificati e aggravati da anni di malgoverno del territorio.

Quasi metà dell'intera superficie dell'Emilia Romagna è da tempo classificata dagli esperti come «allagabile». Poco meno del 10 per cento della popolazione vive in aree esposte a un rischio «elevato» di inondazioni. Le zone a «media pericolosità di alluvioni» coprono oltre il 45 per cento del territorio, dove vive più del 60 per cento della popolazione. Sono dati ufficiali, aggiornati ogni anno dai tecnici dell'Istituto superiore per la protezione e

⁴ Paolo Biondani

ricerca ambientale (Ispra). L'ultimo rapporto datato 2022 segnala che nella provincia di Ferrara è a rischio medio o alto di allagamenti quasi il 100 per cento del territorio, in quella di Ravenna l'80 per cento. Anche a Modena e Bologna più di metà dei residenti abitano in case costruite in aree già schedate come «allagabili». Tra Forlì e Cesena la popolazione esposta a un livello di rischio «medio o alto» sale al 64 per cento.

Le aree a rischio di alluvioni

I rischi di dissesto idrogeologico sono aggravati dagli effetti disastrosi del cambiamento climatico, che provoca in tutto il mondo eventi estremi sempre più gravi e ravvicinati, anche di segno opposto. L'attuale ondata di alluvioni in Emilia è iniziata nella notte del primo maggio scorso, dopo quattro mesi di siccità straordinaria. Dall'1 al 4 maggio la prima ondata di forti precipitazioni ha colpito tutta la regione, con accumuli di piogge per oltre 200 millimetri in sole 48 ore in particolare tra Bologna, Forlì e Cesena. Sono state le piogge più intense registrate nella regione dal 1961 fino a quei giorni. Già quella prima alluvione ha provocato anche una serie di frane e smottamenti, con una prima vittima per il crollo di una casa tra Fontanelice e Casola Valsenio.

La seconda ondata alluvionale, iniziata nella notte del 15 e proseguita senza interruzioni fino al 17 maggio, ha avuto effetti ancora più gravi, provocando l'esondazione di 21 fiumi e vastissimi allagamenti in 42 comuni. Sulle colline di Forlì si sono abbattuti 300 millimetri di pioggia, tra i 150 e i 200 nel Bolognese. In quei tre giorni le prefetture emiliane hanno registrato altre tredici vittime (ma il bilancio finale rischia purtroppo di aggravarsi ancora con il passare delle ore) e oltre 13 mila evacuati e sfollati.

Popolazione residente in aree a «media pericolosità» di alluvioni

In tutta Italia, negli ultimi 15 anni, si contano a migliaia le località colpite dalle frane e alluvioni più disastrose, quelle «improvvide, rapidissime e a elevata distruttività», come le classificano gli esperti dell'Ispra. Il dissesto idrogeologico è una cronica emergenza nazionale, che con il cambiamento climatico diventa sempre più grave. L'Italia è per natura una nazione ad alto rischio di smottamenti (con più di un quarto del totale delle frane censite in Europa), inondazioni, terremoti, erosioni costiere, eruzioni vulcaniche, ma da più di mezzo secolo è anche la più devastata dalla speculazione edilizia.

Dal 1971 al 2021 frane e alluvioni hanno provocato 1.630 morti accertati, 48 dispersi, 1.871 feriti, oltre 320 mila senzatetto. Eppure nel nostro Paese si continua a cementificare, ogni anno, più di 60 chilometri quadrati di campagne, prati, boschi, sponde dei fiumi e coste dei mari. Una crosta artificiale di asfalto e calcestruzzo, impermeabile, che cancella le difese naturali e favorisce il dissesto.

«Si continua a costruire in tutte le regioni perfino su terreni censiti ufficialmente come pericolosi», denuncia il professor Paolo Pileri, che insegna pianificazione territoriale e ambientale al Politecnico di Milano. «L'Ispra pubblica sul sito Ecoatlante le mappe dettagliate di tutte le aree di rischio, con i diversi gradi di pericolosità per frane, alluvioni, terremoti e altro. Ma troppi enti locali ignorano questi dati e autorizzano nuove opere che aggravano il dissesto. Poi, dopo i disastri, si contano le vittime. Di questi problemi dovremmo ragionare prima, non piangere dopo».

E cosa si potrebbe fare subito? «Basterebbe applicare in tutta Italia una regola semplice: nelle aree a rischio, il consumo di suolo dev'essere zero. In tutti i Paesi più civili nessuno può costruire niente su terreni pericolosi», risponde il professor Pileri, che

precisa: «Le questioni ambientali sono di una scala di grandezza tale da non essere più gestibile dal singolo ente locale. Per questo sono fondamentali istituti come l'Ispra. Occorre un'autorità centrale, un organo tecnico qualificato e indipendente, per censire e perimetrire tutte le zone a rischio e quindi imporre vincoli assoluti, inderogabili in tutto il territorio nazionale».

Perché l'alluvione in Emilia-Romagna era una tragedia annunciata

È la terza regione d'Italia in cui si è avuto il maggiore incremento netto di suolo consumato nel 2021. La prima per superficie esposta a pericolosità idraulica rilevante⁵

La tragedia che si è consumata in Emilia-Romagna suscita – come è giusto – interrogativi. L'eccezionalità degli eventi atmosferici richiede grande cautela ma impone di prendere in seria considerazione i moniti sugli scenari climatici profondamente mutati. Solo in Italia, come evidenziato dall'Osservatorio nazionale città clima di Legambiente, sono ormai centinaia ogni anno gli eventi estremi che causano danni. Se per eccezionale si intende qualcosa di unico, sono maturi i tempi per l'abbandono dell'aggettivo.

È giusto allora chiedersi come mai un vastissimo territorio sia stato flagellato per effetto dell'esondazione di un numero elevato di corsi d'acqua sconosciuti ai più. Ogni territorio, specchio di quel che accade nell'intero globo, vive di equilibri. La loro rottura è l'effetto di strategie omesse o scellerate. Se ci si sofferma sugli accadimenti degli ultimi dieci mesi emerge la drammatica situazione in cui versa il Paese. Per limitarsi a quelli maggiormente eclatanti: agli inizi di luglio dell'anno scorso la Marmolada, a settembre le Marche, a novembre Ischia e, adesso, l'Emilia-Romagna e ancora le Marche.

L'inarrestabile consumo del suolo è una delle cause della sconfitta che la natura ci sta infliggendo. Il fenomeno di impermeabilizzazione, attraverso l'immissione di materiali artificiali (asfalto, calcestruzzo), come racconta il rapporto 2022 "Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente", è la principale causa 99+

del degrado ambientale che si sta verificando in Europa.

L'utilizzo artificiale dei territori accresce il rischio di inondazioni, costituisce una minaccia per l'ecosistema e la biodiversità, è uno dei fattori determinanti del cambiamento climatico. Ora, di fronte agli allarmi lanciati da istituzioni di comprovata credibilità come è possibile che il suolo italiano, vada incontro annualmente a consumi (violenze) crescenti? Lo stesso rapporto parla di nuovi utilizzi di 2,2 m² al secondo, con la scomparsa irreversibile di aree naturali e agricole.

L'Emilia-Romagna, dopo la Lombardia e il Veneto e subito prima del Piemonte, è la regione in cui si è avuto il maggiore incremento netto di suolo consumato nel 2021 (+ 658 ettari). In queste quattro regioni, con la maggiore concentrazione di attività produttive si dà prevalenza assoluta, a scapito della tutela dell'ambiente e della sicurezza, all'espansione di aree industriali e commerciali. Un paradosso se si pensa che la Costituzione è stata di recente modificata agli articoli 9 e 41. Si è stabilito che è compito della Repubblica provvedere alla tutela dell'ambiente anche nell'interesse delle future generazioni. E si è sancito che l'iniziativa economica non può svolgersi in modo da recare pregiudizio all'ambiente. Parafrasando Norberto Bobbio, il vero problema non consiste nell'affermazione – pur sacrosanta – dei principi, ma nella loro effettiva e concreta attuazione.

⁵ Luigi Balestra

Quanto consumatosi in Emilia-Romagna costituisce allora una tragedia annunciata? Forse sì.

Sulla scorta di un dossier pubblicato da Legambiente sui rischi del futuro, si afferma che l'EmiliaRomagna è la Regione con la maggiore superficie esposta a pericolosità idraulica rilevante. Così come sostenuto dal rapporto Ispra sul rischio alluvioni.

All'indomani della inondazione di Faenza dei primi di maggio la Regione ha dovuto restituire i 55 milioni dei circa 70 complessivi di un finanziamento a fondo perduto destinato a realizzare interventi con riguardo al sistema idrogeologico. La polemica poggiava su quanto affermato qualche anno prima dalla sezione Emilia-Romagna della Corte dei conti nella relazione sul rendiconto generale, esercizio 2020.

La Regione, in sede di interlocuzione con la Corte dei conti si era difesa adducendo che la mancata fruizione di quei fondi fosse «collegata per lo più alle dinamiche del Patto di stabilità». Alcuni esponenti del Pd, scesi in campo in questi giorni a difesa dell'operato della Regione, hanno sostenuto che i 55 milioni nulla avrebbero a che vedere con la prevenzione del dissesto idrogeologico, riguardando l'idrovia ferrarese. Resta però quanto sentenziato dalla Corte dei conti: «Le giustificazioni prodotte non escludono tuttavia la obiettiva constatazione da parte della Sezione della mancata realizzazione da parte dell'Amministrazione regionale, in un arco di tempo durato oltre un decennio, dell'opera di sistemazione idrogeologica per l'importo di circa 55 milioni di euro, oltretutto finanziato interamente dallo Stato e che, per via di quanto emerso, ha determinato la restituzione di detta somma al bilancio del Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili».

Al di là di quale fosse l'effettiva destinazione dei fondi, la lapidaria presa di posizione della Corte dei conti mette emblematicamente in luce uno dei difetti storici del sistema Paese: l'incapacità di spesa. Un difetto che agita i sonni di tutti coloro i quali, nell'attuale contingenza storica, si stanno adoperando per la messa in cantiere del monumentale lavoro racchiuso nel Pnrr.

I recentissimi eventi cataclismatici in Emilia Romagna hanno riportato in primo piano, se mai ce ne fosse bisogno, la scottante questione del cambiamento climatico di origine antropica.⁶

L'ALLUVIONE SPIEGATA DALLA SCIENZA – POLITECNICO DI TORINO

Pierluigi Claps è esperto di eventi estremi, di adattamento ai cambiamenti climatici, di valutazione probabilistica del rischio, di sicurezza delle dighe, di idrologia delle piene e di risorse idriche. Insegna al Politecnico presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture dove ha creato, con il suo gruppo di lavoro, la prima banca dati in Italia che raccoglie tutti gli eventi estremi di pioggia avvenuti dal 1920 a oggi. Si tratta di una risorsa preziosa per effettuare valutazioni proprio nei casi di alluvioni come quella che si è verificata in Emilia-Romagna.

I dati servono per evidenziare le caratteristiche di eccezionalità e severità degli eventi piovosi e capire se ci sono dei luoghi in Italia in cui le piogge intense sono in aumento. Nella carta geografica qui riportata si possono osservare le zone, indicate dai triangoli

⁶ Paolo Maddalena

rossi, in cui è stato rilevato un incremento del valore massimo assoluto di precipitazioni in *d* ore. Tra queste zone c'è proprio tutta l'area da Bologna alla Romagna, dove si è verificata l'alluvione degli scorsi giorni. I ricercatori del Politecnico sono al lavoro sullo storico delle misure per esaminare la rarità complessiva dell'importante evento pluviometrico che ha colpito la Romagna.

Anche nelle Marche solo pochi mesi fa, il 15 settembre 2022, si è verificato un nubifragio, definito temporale autorigenerante, con caratteristiche fuori dall'ordinario, tanto che i meteorologi e gli esperti di idrologia statistica lo stanno ancora analizzando e lo analizzeranno per molto tempo. Ma perché se in Emilia-Romagna le piogge hanno avuto intensità minore rispetto alle Marche l'ampiezza delle aree coinvolte è stata maggiore?

L'alluvione in Emilia-Romagna ha avuto un'estensione che si avvicina alle più grandi alluvioni d'Italia e il numero di vittime, quattordici attestate, è davvero elevato considerando che l'evento era stato ampliamente previsto. In particolare, ci saranno due aspetti tecnici da indagare: come prevenire il collasso di un argine e come rivedere i criteri di progettazione.

Per prevenire il collasso di un argine quando il livello idrico non lo supera sarà necessaria una manutenzione onerosa ma assolutamente necessaria; soprattutto in Emilia-Romagna dove si sono rotti diversi argini negli ultimi anni.

Il secondo aspetto che rende questo evento straordinario riguarda le caratteristiche delle precipitazioni. Nonostante abbia piovuto meno intensamente rispetto alle Marche, la precipitazione è però stata persistente e ha interessato contemporaneamente delle aree molto vaste. Dalle prime analisi dei dati storici emerge che l'entità della precipitazione in 36 ore su quelle aree potrebbe non avere precedenti in tutto il periodo di osservazione, iniziato nel 1920.

L'evento è stato causato infatti da una configurazione meteorologica particolare, nella quale la circolazione di aria arrivata da sud-est ha interessato proprio il mar Adriatico, dove ha incontrato un'alta pressione che ha impedito ai flussi di allontanarsi. Questo fenomeno di circolazione bloccata tecnicamente è chiamato 'Stau'. Casi del genere si sono già presentati, anche su una scala più grande, come nell'alluvione del Po nel 2000, ma con la presenza delle Alpi a sostenere il blocco meteorologico, mentre nelle zone degli Appennini sono stati osservati più raramente.

Al blocco descritto sopra e al mar Adriatico agitato, che ha reso più lenta la restituzione in mare delle portate fluviali, si è aggiunto un ulteriore fattore: le conseguenze delle abbondanti piogge cadute dall'1 al 3 maggio. Avere due episodi piovosi molto significativi a così breve distanza di tempo ha comportato che i bacini e i versanti fossero ancora saturi d'acqua, con poca o nulla capacità di assorbimento. Per questo si sono verificati numerosi fenomeni franosi e straripamento dei fiumi.

Questa rapida successione di eventi rari ha colto di sorpresa anche gli esperti. Ecco perché durante l'alluvione in Emilia-Romagna sono stati superati i valori di riferimento sulla base dei quali si progettano le opere. *"Nessuno progetta pensando che possa avvenire un evento così grave in concomitanza con un grado così elevato di saturazione dei suoli; sarebbe una progettazione all'estremo della prudenza, insostenibile dal punto di vista economico* – spiega il professor **Pierluigi Claps** – *la colpa non è quindi dei progettisti. Per contrastare questi eventi si deve invece rafforzare la Protezione Civile. Bisogna fare i conti con il fatto che le difese possano essere superate, ma non ci devono essere vittime* – prosegue – *è molto grave che a causa di un evento previsto con tanto dettaglio ci siano stati così tanti morti. Bisogna utilizzare la descrizione di ciò che è accaduto per spiegare*

alle persone che certi comportamenti vanno evitati. Per esempio, quando gli allarmi vengono diramati non bisogna mettersi in macchina e non bisogna utilizzare locali sotto il livello stradale, perché gli allagamenti dei piani interrati sono rapidissimi e la spinta dell'acqua non lascia scampo. Bisogna lavorare con i comuni e la Protezione Civile affinché le persone assumano comportamenti più prudenti.

Nella direzione di rafforzare la resilienza dei territori va anche il progetto finanziato dal piano Nazionale di Ripresa e Resilienza RETURN, una rete nazionale che unisce dodici università, tra cui il Politecnico di Torino, cinque enti di ricerca e centri di competenza, sei privati, due enti territoriali e il Dipartimento di Protezione Civile con il fine di contrastare i rischi naturali, ambientali e antropici. È una grandissima novità per l'Italia, che dovrà far crescere la risposta del Paese a eventi come quello dell'alluvione degli scorsi giorni.

Durante questa epoca di cambiamenti inequivocabili stanno succedendo fenomeni particolarmente gravi e inaspettati, ma secondo il professor **Claps** per l'alluvione in Emilia-Romagna non siamo in grado di dare la colpa unicamente al cambiamento climatico, perché servirebbe una quantità di dati di cui ancora non disponiamo. Che questi eventi straordinari stiano avvenendo più frequentemente, però, è un fatto. *"Dobbiamo allora prepararci sia per gli eccessi sia per le carenze. Un mese fa si parlava della carenza idrica, ma anche in questo caso non si può dare la colpa a chi ha pianificato e progettato perché nel Po non si erano mai viste grandi siccità. Anche qui bisogna lavorare sulla manutenzione e la programmazione degli interventi, questioni entrambe trascurate per le risorse idriche negli ultimi vent'anni in Italia."*

*"Stanno capitando – conclude il professor Claps – molti eventi che vanno oltre l'ordinario. Per contrastarli è necessario prepararsi. Prepararsi meglio. Sul lungo periodo migliorando la manutenzione e accelerando la realizzazione delle infrastrutture, sul breve periodo intensificando l'azione della Protezione Civile ed educando i cittadini a seguire le norme di auto-protezione indicate nei piani comunali di emergenza."*⁷

REPORT Cambiamento climatico, situazioni contrastanti.

Il report uscito sul legame che la recente alluvione ha colpito l'Emilia-Romagna potrebbe avere dei legami con gli effetti prodotti sul tempo meteorologico dal cambiamento climatico. In gergo si parla di *Attribution Science*, quella branca della climatologia che ha come obiettivo verificare le connessioni tra eventi meteorologici, in particolari quelli estremi, e il cambiamento climatico.

Il titolo del report, pubblicato da *World Weather Attribution*, è molto netto e non lascia spazio a incertezze: *"Sul ruolo limitato del cambiamento climatico nelle forti precipitazioni primaverili in Emilia-Romagna"*. Inaspettatamente sembrerebbe quindi che il cambiamento climatico abbia poco a che fare con quanto successo

Per arrivare a tale conclusione gli autori hanno verificato i seguenti punti:

- Le precipitazioni cumulate nei primi 21 giorni di maggio non mostrano nessun trend significativo negli ultimi 60 anni in Emilia-Romagna. La quantità di pioggia che cade in quella regione in questo periodo è più o meno sempre la stessa.
- Facendo girare i modelli considerando il cambiamento climatico e trascurandolo, la quantità totale di pioggia caduta nel periodo non cambia significativamente.

⁷ Politecnico di Torino

- L'evento è stato statisticamente assai poco probabile, con un tempo di ritorno stimato in circa 200 anni. Ciò significa che ogni anno la possibilità che si verifichi un evento di tale portata è dello 0.5%, molto bassa.

Bisogna specificare che il report in questione non è un semplice commento o una nota esplicativa, ma è un vero lavoro scientifico, con premesse, tesi da verificare e una metodologia scientifica ben definita. L'unico fattore degno di nota è che non è stato soggetto alla peer-review, ovvero revisione rigorosa da parte di esperti qualificati esterni. Per cui dobbiamo differenziare un report scientifico da un report di studio scientifico di processo.

I dati ad ogni modo sono chiari ed i report mostrano le precipitazioni accumulate cadute in Emilia-Romagna nei primi 21 giorni di Maggio che corrispondono all'incirca alla metà delle precipitazioni annue totali che cadono nella stessa regione. Lo studio però non specifica la loro distribuzione analitica tra pioggia debole oppure pioggia forte, il che cambierebbe le carte in tavola sulla caratterizzazione totale dell'evento.

La siccità, che però non viene menzionata sui modelli utilizzati, è stata di fondamentale importanza tenendo in conto del drastico passaggio da una condizione di forte deficit idrico a eventi di precipitazione tanto intensa. Potrebbe essere stata questa situazione a rendere l'evento catastrofico. Suoli induriti dalla siccità prolungata sono meno efficienti nell'assorbire l'umidità.

Se climatologicamente le precipitazioni che hanno colpito l'Emilia-Romagna sono poco probabili, mi chiedo quanto sia probabile che cadano dopo a una siccità durata quasi due anni. Anche qui il cambiamento climatico non può esser messo da parte, perché gli eventi estremi anche opposti seguono tendenze al di fuori della normalità.

Il report del 2022 di World Weather Attribution che riconosceva una connessione tra il cambiamento climatico e l'alluvione che colpì la Germania proprio nell'estate 2021.

Lo stesso World Weather Attribution nel 2019 aveva pubblicato un report simile riguardo alla devastante alluvione che colpì l'Europa centro-settentrionale, facendo quasi 200 morti. In quel caso gli esperti conclusero che sì, il cambiamento climatico aveva avuto un ruolo nel provocare l'ondata di maltempo. Fu stabilito che il cambiamento climatico aveva aumentato la probabilità di un evento simile di un fattore compreso tra 2 e 9. In questo primo studio, dalle conclusioni diametralmente opposte al report più recente, i numeri furono presentati come intervalli, dotati quindi di un'incertezza che è fisiologica quando si utilizzando dei modelli. In questo nuovo report sull'alluvione dell'Emilia-Romagna no, tutto è sicuro e non c'è spazio per l'incertezza.

L'importanza della comunicazione nella Scienza del Cambiamento Climatico

All'epoca del cambiamento climatico, sostenere che un evento metereologico estremo non abbia nulla a che fare con il cambiamento climatico è un'arma a doppio taglio. Da una parte è lecito comunicare i risultati di una rigorosa ricerca scientifica, dall'altro ci sono orde che non aspettano altro che di appropriarsi di evidenze simili per condire con una bella innaffiata di negazionismo la narrazione sul cambiamento climatico.

Questo cambiamento non per forza deve essere attribuito come un qualcosa di negativo dove l'Uomo non può nulla, anzi, deve esser di spunto per una migliore difesa e vivibilità per tutti di fronte a questi agenti estremi che paradossalmente possono anche esser resi a favore del fabbisogno energetico naturale oppure favorire accumulo di acque pulite.

Davvero non abbiamo bisogno di alimentare l'insicurezza e la confusione su temi così delicati. Quando si parla di cambiamento climatico non è solo necessario il più stringente rigore scientifico. Anche l'aspetto comunicativo è essenziale. Bisogna sempre valutare attentamente la strategia di comunicazione migliore, che massimizzi la comunicazione dei contenuti e minimizzi il grado di confusione.⁸

INSPRA – CONSORSIO BONIFICA ROMAGNA – ILMESSAGGERO.IT – WORLD WEATHER ATTRIBUTION – LEGAMBIENTE – PROGETTO CORALINE – ILBOLIVE.UNIPD.IT – NATURE.COM – ALTRAECONOMIA.IT – ILPOST.IT (LUDOVICA LUIGI) – MICHELE ARGENTA “CI SARA’ UN BEL CLIMA” – PAOLO BIONDANI – POLITECNICO DI TORINO – BLOG.PAOLO MADDALENA – BLOG.LUIGI BALESTRA – STORIEMINERALI.IT/WPCONTENT

⁸ Ci sarà un bel clima