

Geologia dell'Ambiente

Periodico trimestrale della SIGEA
Società Italiana di Geologia Ambientale - APS



1/2023

ISSN 1591-5352

Poste Italiane S.p.a. - Spedizione in Abbonamento Postale - D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n° 46) art. 1 comma 1 - DCB Roma





con il Patrocinio



COMUNE DI SAVONA



GEOVIEWS 2023

International Geotechnical Workshop

Savona, 16-17-18 Maggio/May 2023

**INDAGINI GEOGNOSTICHE: UNA COMPARAZIONE
TRA DIFFERENTI APPROCCI INTERNAZIONALI PER LA CREAZIONE
DI MODELLI GEOLOGICI E GEOTECNICI AFFIDABILI**

**GROUND INVESTIGATION: A COMPARISON AMONG
DIFFERENT INTERNATIONAL APPROACHES TO CREATE RELIABLE
GEOLOGICAL AND GEOTECHNICAL MODELS**

Saranno richiesti crediti formativi per i geologi per le singole giornate
È prevista la traduzione simultanea

1° CIRCOLARE E PROGRAMMA PROVVISORIO - 1ST ANNOUNCEMENT

Martedì 16 Maggio sessione mattutina

Presentazione del Workshop e relazioni di apertura
Modelli geologici vs. modelli geotecnici: la necessità di
una comune prospettiva nella programmazione delle
indagini geotecniche

Tuesday May16 morning session

*Geological vs. Geotechnical Models: the need for a
common geological and geotechnical perspective when
scoping geotechnical investigations*

Martedì 16 Maggio sessione pomeridiana

Standards internazionali nella pianificazione ed
esecuzione di indagini geotecniche: uno sguardo sul
mondo

Tuesday 16 afternoon session

*International standards in scoping and carrying out
geotechnical investigations : a look at the world*

Mercoledì 17 Maggio sessione mattutina

Problematiche relative alla pianificazione e alla
attuazione di indagini in ambienti differenti: grandi
aree urbane, aree remote e tutto ciò che sta in mezzo

Wednesday 17 morning session

*Scoping and implementation issues related to
investigations in different environments: large urban
areas, remote areas and everything in between*

Mercoledì 17 Maggio sessione pomeridiana

Approcci nell'affidamento di indagini geotecniche nel mondo
Wednesday 17 afternoon session
*Procurement approaches to geotechnical investigations in
the world*

Giovedì 18 Maggio sessione mattutina

Quando qualcosa va storto e qualcosa funziona:
i vincoli tecnici e finanziari che determinano l'efficacia
delle attività di indagine

Thursday 18 morning session

*When something goes wrong and something goes right:
the financial and technical constraints that determine the
effectiveness of the GI activities*

Giovedì 18 Maggio sessione pomeridiana

Tavola Rotonda
Thursday 18 afternoon session
Final discussion

Comitato organizzatore/ Organizing committee:

**Antonello Fiore - Oronzo A. Longo - Diego Minuto
Fabio Oliva - Guido Paliaga - Livia Soliani**

per informazioni/for information

<https://www.formazione.abeo.it/>

email eventi@sigeaweb.it

Aderenti e sostenitori dell'iniziativa / sponsorships:



Società Italiana di Geologia Ambientale - APS

Associazione di protezione ambientale a carattere nazionale riconosciuta dal Ministero dell'ambiente, della tutela del territorio e del mare con D.M. 24/5/2007 e con successivo D.M. 11/10/2017

PRESIDENTE
Antonello Fiore

CONSIGLIO DIRETTIVO NAZIONALE
Lorenzo Cadrobbi, Daria Duranti, Antonello Fiore (*Presidente*), Adele Garzarella, Giuseppe Gisotti (*Presidente Onorario*), Marianna Morabito, Stefania Nisio, Fabio Oliva, Michele Orifici (*Vice Presidente*), Vincent Ottaviani (*Vice Presidente*), Paola Pino d'Astora (*Tesoriere*), Luciano Masciocco, Sabina Porfido, Livia Soliani, Salvatore Valletta (*Segretario*)

Geologia dell'Ambiente
Periodico trimestrale della SIGEA - APS

N. 1/2023

Anno XXXI • gennaio-marzo 2023

Iscritto al Registro Nazionale della Stampa n. 06352
Autorizzazione del Tribunale di Roma n. 229
del 31 maggio 1994

DIRETTORE RESPONSABILE
Giuseppe Gisotti

CONDIRETTORE RESPONSABILE
Eugenio Di Loreto

COMITATO SCIENTIFICO
Mario Bentivenga, Aldino Bondesan, Francesco Cancellieri, Rachele Castro, Massimiliano Fazzini, Giuseppe Gisotti, Giancarlo Guado, Salvatore Lucente, Fabio Luino, Endro Martini, Luciano Masciocco, Davide Mastroianni, Antonio Paglionico, Mario Parise, Giacomo Prosser, Giuseppe Spilotro, Vito Uricchio, Gianluca Valensise

COMITATO DI REDAZIONE
Fatima Alagna, Federico Boccalaro, Valeria De Gennaro, Eugenio Di Loreto, Sara Frumento, Fabio Garbin, Michele Orifici, Vincent Ottaviani, Maurizio Scardella

REDAZIONE
SIGEA - APS c/o Fidad - Via Livenza, 6 00198 Roma
tel. 06 5943344
info@sigeaweb.it

PROCEDURA PER L'ACCETTAZIONE DEGLI ARTICOLI

I lavori sottomessi alla rivista dell'Associazione, dopo che sia stata verificata la loro pertinenza con i temi di interesse della Rivista, saranno sottoposti a un giudizio di uno o più referees

UFFICIO GRAFICO
Pino Zarbo (Fralerighe Book Farm)
www.fralerighe.it

PUBBLICITÀ
SIGEA - APS

STAMPA
Industria grafica Sagraf Srl, Capurso (BA)

La quota di iscrizione alla SIGEA-APS per il 2023 è di € 30 e da diritto a ricevere la rivista "Geologia dell'Ambiente".
Per ulteriori informazioni consulta il sito web all'indirizzo www.sigeaweb.it

Sommario

Editoriale

ANTONELLO FIORE 2

La gestione dell'emergenza nell'ultimo miglio: il caso dell'alluvione nelle Marche del 15 settembre 2022

**ENRICO GENNARI, FEDERICO BIAGIOTTI,
DONATO MENGARELLI, GIULIA STRIGLIO, CARLA CRISTALLO** 3

Analisi preliminare dei dati climatici e del dissesto geo-idrologico che ha interessato l'Isola Ischia il 26 novembre 2022

**MASSIMILIANO FAZZINI, ANTONELLO FIORE,
GAETANO SAMMARTINO** 12

Le colate di fango del 10 novembre 2009 di Casamicciola Terme (Ischia). Il Monte Epomeo ha retto. Hanno ceduto i versanti dei valloni pedemontani

FRANCO ORTOLANI (†) 26

In copertina: La casa sul burrone, una delle foto simbolo della tragedia annunciata che ha travolto Casamicciola Terme (Isola di Ischia) il 26 novembre 2022. Due piani affacciati sul mare, ancora con i panni stesi, la prova provata che chi ci abitava non si aspettava questo torrente di fango sotto i piedi. Ph: **Ciro Fusco / FU**. Ringraziamenti: ANSA. Copyright: ANSA

Un anno intenso e significativo è stato il 2022, che ci ha visti impegnati in molteplici attività di disseminazione per promuovere la cultura geologica. Un anno caratterizzato da una grave siccità che ha colpito le regioni del centro nord e da dissesti con vittime che hanno scosso l'opinione pubblica: il crollo del fronte del ghiacciaio della Marmolada, l'alluvione nelle Marche, la colata di fango a Ischia.

Questo scenario ha fatto sì che sulla rivista "Geologia dell'Ambiente" sia iniziata una linea editoriale specifica di approfondimento, per gli anni 2022 e 2023, che ponesse l'attenzione sull'acqua, nella sua duplice veste di risorsa e fonte di pericolosità.

Anno conclusosi, il 2022, con le due giornate di convegno dedicate ai 30 anni di attività della nostra associazione. In questi 30 anni la SIGEA-APS è cresciuta sostenuta intellettualmente dalla conoscenza dei temi affrontati con rigore scientifico, dalla libera critica nelle discussioni senza censura alcuna, dal confronto tra più esperiti di estrazioni e con saperi diversi. La voglia di condivisione è crescita collettiva nell'ambito del sodalizio insieme alla comunicazione utile: far sapere quello che si sta facendo e come lo si sta facendo, ci hanno accompagnato nella nostra crescita.

Tra i tanti momenti voglio ricordare il concorso fotografico rivolto agli studenti "Scopri e fotografa i geositi delle regioni italiane" organizzato di concerto con l'ISPRA, la cui presentazione si è svolta presso la Sala Nassirya del Senato e la premiazione, il 6 ottobre a Roma, in occasione della 1ª Giornata Internazionale della Geodiversità. Tema quello del patrimonio geologico affrontato anche dalla Sezione Lombardia con l'evento "La geodiversità del territorio lombardo e la sua tutela: i siti di interesse geologico della provincia di Pavia" e dalla Sezione Calabria con "Escursione geologica, naturalistica e paesaggistica nel Parco Nazionale del Pollino (Pollino UNESCO Global Geopark)" e dal Gruppo di lavoro voluto e coordinato dalla Sezione Marche con Ordine geologi Marche, UNIURB e UNICAM che ha organizzato il workshop "I Geositi delle Marche - Un patrimonio di geodiversità di eccezionale valore". Eventi questi volti a far conoscere il patrimonio geologico in chiave non solo scientifica ma anche in

un'ottica di gestione e fruizione sostenibile da parte dei cittadini.

L'8 aprile nella "Nuova Aula dei Gruppi Parlamentari" abbiamo presentato il volume "Considerazioni geologiche, economiche e sociali nella gestione e prevenzione del rischio sismico. L'esperienza AVUS 6 APRILE 2009". Una parte di questo evento è stata riservata alla commemorazione delle giovani vittime del terremoto di L'Aquila, gli studenti che per gli effetti di quel terremoto persero la vita, con la testimonianza emozionante di Sergio Bianchi, Presidente dell'AVUS 6 aprile 2009.

Dal 18 al 22 maggio si è svolto il nostro "Geological Day" dedicato alle coste, un'iniziativa che ha visto il coinvolgimento attivo di soci e non soci. Durante questi giorni sono state organizzate escursioni di approfondimento geologico ambientale, con sopralluoghi e rilievi delle spiagge.

Il tema delle coste è stato al centro di un ciclo di webinar organizzati da Francesco Stragapede durante i quali sono state analizzate le diverse realtà regionali. Sempre online è stato organizzato da Francesco Brunelli un forum sulle fonti di energia rinnovabili.

Sono state diverse le presentazioni del volume "Le bonifiche ambientali nell'ambito della transizione ecologica" a cura di Daniele Baldi e Vito F. Uricchio, una per tutte quella del 28 marzo presso il palazzo Giustiniani del Senato.

Con Fabio Luino abbiamo organizzato il 25 maggio a Torino il workshop "L'evento alluvionale del 2-3 ottobre 2020 in Piemonte". L'attività editoriale dedicata al Piemonte è continuata con "Geologia Ambientale in Piemonte e Valle d'Aosta" a cura di Annalisa Bove, Luciano Masciocco e Paolo Sassone.

Tra le attività editoriali ci tengo a evidenziare la pubblicazione del volume "Geologia nel bicchiere. i paesaggi del vino" a cura di Eugenio Di Loreto, Francesco Stragapede e Federico Toffoletto, come supplemento al n. 1/2022 di "Geologia dell'Ambiente". Questo volume è il frutto di vari convegni svoltisi tra il 2017 e 2019.

Il 15 dicembre si è concluso il secondo ciclo di convegni dedicati alla "Geologia e Storia". Un grande progetto divulgativo, ideato con Stefania Nisio, nell'ambito del quale sono stati organizzati 12 eventi.

Il premio SIGEA-APS "Salvaguardia dell'ambiente naturale e antropizzato, gestione responsabile del territorio e delle sue risorse e prevenzione e mitigazione dei pericoli naturali" 2022 è stato assegnato a Francesca Bozzano, Professoressa ordinaria del Dipartimento di Scienze della Terra della Sapienza Università di Roma, per il costante impegno nelle attività formative, di ricerca scientifica e nella divulgazione scientifica e a Erasmo D'Angelis, giornalista e manager pubblico, per il costante impegno nel favorire il confronto interculturale tra sapere umanistico e sapere scientifico.

Ritornando al convegno dei 30 anni di attività, durante i lavori sono stati esposti numerosi temi che rappresentano le sfide che le Scienze, fra cui la Geologia, dovranno affrontare nei prossimi anni, come i cambiamenti climatici e la crescente scarsità e il degrado delle risorse naturali.

Gli scienziati e i tecnici conoscono già queste verità, bisogna fare in modo che le conoscenze siano trasferite ai decisori, all'opinione pubblica; tale consapevolezza in Italia è ancora particolarmente debole.

È difficile accettare come, in un periodo storico e climatico in cui assistiamo in tutto il Paese a sistematici eventi di dissesto geo-idrologico oltre che di ripetuti eventi sismici, si registri da diversi anni una crescente riduzione delle immatricolazioni nel corso di laurea in Scienze Geologiche, con un conseguente calo del numero di laureati e di professionisti. È necessaria una serena e attenta riflessione sulle principali cause di questa mancanza di attenzione allo studio del territorio e alle sue trasformazioni.

Sicuramente si rende necessaria un'azione più incisiva di orientamento nelle scuole di ogni ordine e grado con la promozione, nell'ambito dell'educazione ambientale, di una maggiore diffusione della cultura geologica per la tutela e il risanamento dei territori. Per questo la SIGEA-APS sosterrà con le sue Aree Tematiche le iniziative, rivolte anche ai docenti, finalizzate a favorire la conoscenza dei rischi geologici e le corrette azioni per la tutela del territorio.

Vanno costruite azioni sinergiche di tutta la comunità geologica, e non solo, per porre al centro l'attenzione verso la difesa del territorio e la valorizzazione delle aree d'interesse geologico. La SIGEA-APS è pronta a dare il proprio contributo.

La gestione dell'emergenza nell'ultimo miglio: il caso dell'alluvione nelle Marche del 15 settembre 2022

The management of the emergency in the last mile: the case of the flood in the Marche of 15 September 2022

Parole chiave: rischio idrogeologico, alluvione, PAI, interventi di mitigazione, antropizzazione dei fiumi, previsioni meteo

Keywords: hydrogeological risk, flash flood, Hydrogeological Management Plan, mitigation measures, river anthropization, nowcasting

Enrico Gennari

SIGEA - Consulenza & Progetto

E-mail: e.gennari@consulenzaeprogetto.it

Federico Biagiotti

Consulenza & Progetto

E-mail: f.biagiotti@consulenzaeprogetto.it

Donato Mengarelli

Consulenza & Progetto

E-mail: d.mengarelli@consulenzaeprogetto.it

Giulia Striglio

E-mail: giuliastriglio@gmail.com

Carla Cristallo

E-mail: carlacristallo13@gmail.com

ABSTRACT

Il territorio italiano è sempre più colpito da eventi meteorologici intensi che, amplificati dagli attuali cambiamenti climatici e dalla profonda antropizzazione ed artificializzazione dei reticoli idrografici, specie in zone dalla complessa orografia come quelle in questione, possono determinare inusitati incrementi dei livelli di rischio idrogeologico. Nel caso dell'alluvione del 15 settembre 2022 gli effetti che si sono avuti sul territorio marchigiano sono stati catastrofici con ingentissimi danni e 12 morti. Questo articolo individua i limiti e le lacune nella catena di previsione, prevenzione e gestione dell'emergenza,

tentando di fornire proposte concrete all'interno della modellazione idrogeologica-idraulica per la gestione dell'emergenza dell'*ultimo miglio*, in quanto strumento essenziale per affrontare la caratterizzazione e l'evoluzione dei corsi d'acqua, attraverso il monitoraggio degli afflussi-deflussi, in tempo reale, ed un efficace funzionamento dei Presidi Territoriali Idraulici.

1. ANALISI DELL'EVENTO PLUVIOMETRICO

Tra il 15 ed il 16 settembre 2022 la Regione Marche è stata interessata da un evento alluvionale di portata eccezionale, in statistica definito come un "outlier".

Un sistema convettivo generato da una bassa pressione sull'Atlantico e da un'alta pressione sull'Africa settentrionale ha determinato, transitando da ovest verso est sul Tirreno settentrionale, la formazione di un temporale stazionario ed autorigenerante (*V-shaped storm*) che ha colpito, in particolare dalle prime ore del mattino alla mezzanotte della stessa giornata del 15/09, il territorio marchigiano. L'intensità dell'evento, associata alle condizioni di scarsa umidità del suolo al momento presenti, ha provocato esondazioni diffuse con danni a viabilità, edificati ed infrastrutture, ma sopra ogni cosa ha causato la perdita di vite umane. A partire dai dati pluviometrici e grazie alla funzione "merging radar" della piattaforma Dewetra del DPC (Dipartimento Nazionale della Protezione Civile) è stato possibile ricostruire l'evoluzione della precipitazione (espressa come cumulata in mm) in relazione al territorio regionale; da questa si evince che la precipitazione ha interessato dapprima la parte montana ed alto collinare marchigiana, attraversando la fascia collinare arrivando infine a quella costiera.

Sul territorio marchigiano si riconoscono 13 bacini idrografici principali, all'interno dei quali il reticolo risulta orientato in direzione SO-NE con un andamento a pettine ortogonale alla costa, a sua volta imposto dall'assetto orografico del territorio stesso. I bacini idrografici interessati dall'evento pluviometrico sono stati quelli del Metauro (Comune di Cantiano), Cesano (Comuni di Serra Sant' Abbondio e Pergola), Misa (Arcevia, Serra de' Conti, Barbara, Pianello d'Ostra, Passo Ripe, Trecastelli, Ostra, Brugnetto, Bettolle, Senigallia) ed Esino (Sassoferrato). È stato avviato dal Dipartimento della Protezione Civile, in coordinazione con



Figura 1. Sassoferrato dopo l'alluvione

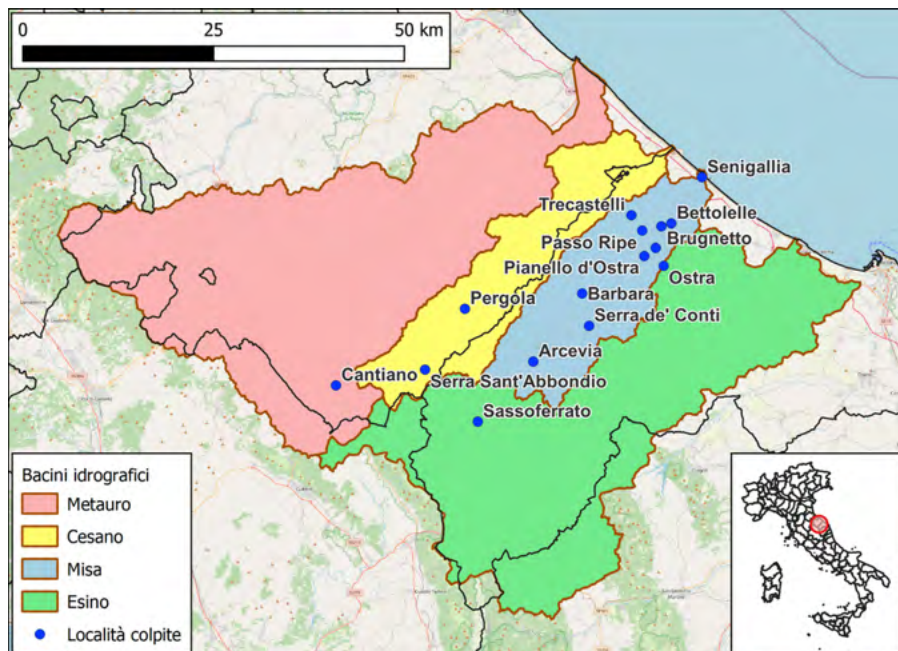


Figura 2. Mappa con localizzazione dei bacini idrografici colpiti dall'alluvione del 15/09 e relative località danneggiate

la Fondazione CIMA (Centro Internazionale in Monitoraggio Ambientale) e l'Agenzia Spaziale Italiana, un progetto di mappatura dell'estensione delle aree allagate che prevede l'acquisizione di immagini da sensori radar ad apertura sintetica (SAR), in particolare attraverso Cosmo-SkyMed-ASI e Cosmo Second Generation. I bacini più colpiti risultano quelli del Cesano e Misa-Nevola, in particolare nel tratto medio-alto.

I valori massimi di precipitazione cumulata registrati dai pluviometri presenti sul territorio sulle 3h, 6h, e 12h sono associati alla stazione "Cantiano" del bacino del Cesano, dove sono stati raggiunti valori rispettivamente di 256.6 mm, 384 mm, e 419 mm (la pioggia media annua nella medesima area è di 1300 mm/anno). Le precipitazioni cadute nel corso dell'evento hanno generato fenomeni di piena con significativi incrementi di livello dei corsi d'acqua, con la massima altezza idrometrica registrata in corrispondenza della stazione "Ponte Garibaldi" di Senigallia sul Misa, pari ad un innalzamento di 5 m tra le 22.00 del 15/09 e le 24.00 del 16/09. In alcuni casi, come accaduto per la stazione di Pergola, l'innalzamento ha causato l'interruzione dell'acquisizione dei dati durante il ramo ascendente dell'idrogramma e la sua ripresa durante il ramo discendente con la conseguente incertezza del massimo livello raggiunto dalle acque. Non è la prima volta che l'area è colpita da un evento alluvionale, si ricorda l'alluvione del 2014 del Misa a Senigallia (valori di picco sulle 6h pari a 65.6 mm sulla stazione Montecchio). → dal rapporto preliminare di evento

http://scaloni.it/popinga/wp-content/uploads/2014/06/Rapporto_Evento_20140502.pdf

Una misura della rarità statistica dell'evento è stata fornita da uno studio condotto dal Politecnico di Torino che, attraverso le analisi climatologiche ottenute dai modelli idrologici proposti, ha definito l'evento alluvionale del 15 settembre come estremamente raro in termini di severità relativa rispetto ai record storici di eventi estremi italiani. Rispetto al panorama nazionale, infatti, l'alluvione del 15 settembre non costituisce in sé un record in termini di massimi pluviometrici; difatti valori superiori sono stati registrati, ad esempio, sulle 6h nell'evento di precipitazione estrema sull'Appennino ligure del 2021 a Rossiglione (419 mm), Montenotte Inferiore (496 mm)

e Urbe Vara Superiore (415.4 mm). L'analisi condotta dal Polito ha previsto la compilazione e l'utilizzo del database I²-RED, Italian Rainfall Extreme Dataset, e la definizione dei valori di Severità Relativa: l'indicatore è ottenuto rapportando la media dei massimi valori storici osservati con la massima altezza di pioggia osservata nell'evento (sulla stessa area e per la stessa durata temporale). È stata in tal modo fornita una misura comparativa dell'evento delle Marche; è emerso che, rispetto ai record italiani su 1, 3 e 6 ore, la probabilità di superamento dei valori osservati nell'evento delle Marche è maggiore rispetto a quella che caratterizza i record (SR=6.81 sulle 3 ore a Cantiano, SR=3.31 sulle 3 ore a Urbe-Vara Superiore). Le caratteristiche di rarità dell'evento affiorano anche dall'analisi statistica dell'evento pluviometrico, condotta dalla Regione Lazio sui dati di Cantiano mediante 3 diversi approcci: costruzione di relazioni HDF (altezza-durata-frequenza), metodo della regionalizzazione dei dati e metodo VAPI (Valutazione delle Piene). Ne risulta, anche in base alle nostre analisi (Fig. 4), che l'evento abbia un tempo di ritorno decisamente eccezionale, superiore ai 1000 anni per le durate di 3,6,12, e 24 ore.

2. STRUMENTI DI GESTIONE DELL'EMERGENZA: PUNTI DI FORZA E DEBOLEZZA

2.1. I SISTEMI DI ALLERTA IDROLOGICO-IDRAULICI

Il sistema di gestione e prevenzione dell'emergenza della Regione Marche, è soggetto ad aggiornamento dal 3 aprile 2017 (DPGR 160 del 19 dicembre

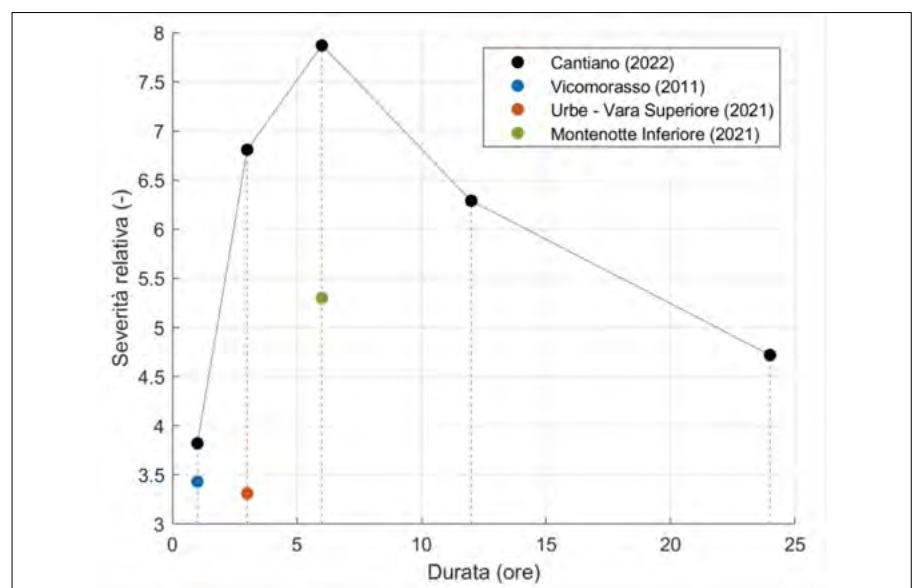


Figura 3. Severità relative dell'evento di Cantiano, Vicomorasso, Urbe-Vara Superiore, Montenotte inferiore (da sezione "avvisi" - sito web Gruppo di Idrologia Politecnico di Torino)

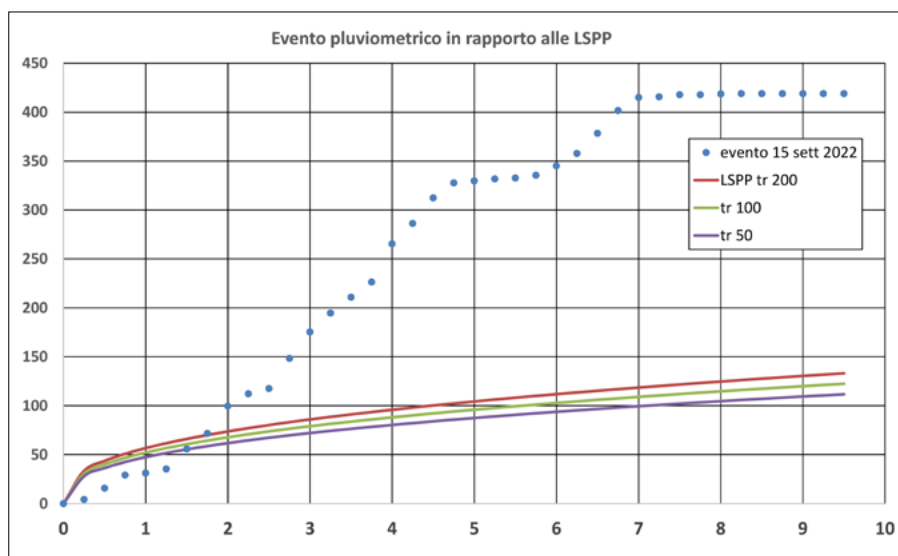


Figura 4. Evento pluviometrico del 15/9/2022 in rapporto alle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSPP 50, 100 e 200 anni), risultato eccezionale >1000 anni

2016; PDGR 63 del 20 marzo 2017; DPGR 302 del 8 novembre 2018 e Decreto dirigente Servizio Protezione Civile n. 136 del 28 giugno 2019) di cui si riportano alcuni estratti.

La previsione, gestita dal Centro Funzionale, è articolata secondo la catena operativa previsionale, le cui fasi si possono sintetizzare come segue:

- acquisizione ed elaborazione dei dati meteo-idrologici, attraverso i vari sistemi di osservazione e rilevazione in dotazione al Centro Funzionale (Rete MIR);
- previsione circa la natura e l'intensità dei fenomeni meteorologici attesi, anche attraverso l'utilizzo e la post-elaborazione di dati provenienti da sistemi modellistici previsionali;
- previsione degli effetti al suolo associati ai fenomeni previsti e dei possibili scenari d'evento, che vengono valutati attraverso opportuni livelli di criticità per le porzioni del territorio interessate.

Alla base della catena è presente la rete di acquisizione dei dati idrologici, costituita da una serie di idrometri cosiddetti significativi che, come anche nel caso in esame, non riesce a rappresentare la tipologia e gravità di eventi estremi che si susseguono con progressiva diffusione e ripetitività. Nei bacini maggiormente colpiti sono presenti 3 stazioni, ricadenti nelle porzioni medio-basse dei bacini (i danni maggiori si sono verificati a monte di questi): 106-Acqualagna per la valle del Metauro, 18-San Michele al Fiume per il Cesano e 26-Bettolelle per il bacino del Misa. I dati vengono acquisiti dalla rete MIR (rete meteo idropluviometrica regionale), il cui compito principale è quello di assicurare h24 e senza alcuna soluzione di continuità il rilevamento di dati (meteorologici, idrologici e nivometrici) e la loro immediata restituzione attraverso elaborazioni grafiche e tabellari. Essa dovrebbe anche svolgere la funzione di sistema di prima allerta

idrogeologica. Questo è reso possibile dalla capacità delle stazioni di lanciare, in maniera autonoma, degli allarmi verso il centro di controllo (S.O.U.P.) al superamento di determinati valori di soglia, instaurando immediatamente una comunicazione con il centro di controllo, il quale, di conseguenza, intensificherà automaticamente le chiamate verso la stazione interessata.

Il sistema di allertamento è basato sulla individuazione, per diverse categorie di rischio, di determinati livelli di criticità, ciascuno associato ad uno scenario atteso o in atto. A ciascun livello di criticità corrisponde un livello di allerta.

Il livello di criticità è discretizzato omogeneamente per un'intera zona di allerta, senza alcun dettaglio territoriale maggiore. A seguito della sua definizione da parte del Centro Funzionale e del conseguente livello di allerta, viene attivata una fase operativa da parte dei soggetti responsabili delle pianificazioni e delle procedure ai diversi livelli territoriali, anche sulla base della situazione contingente, secondo una corrispondenza codificata tra livelli di allerta e fasi operative. Per quanto riguarda le strutture regionali, la fase operativa è in capo al responsabile della Struttura Regionale di Protezione civile, che emette un messaggio di allertamento in cui comunica al territorio il livello di allerta e la fase operativa dichiarata per le strutture regionali.

Le attività di allertamento non si esauriscono con la fase previsionale, ma continuano durante l'evento che viene monitorato per tutta la sua durata. In particolare, al superamento della soglia di allarme in corrispondenza di uno degli "idrometri significativi" della Rete MIR, la SOUP (Fig. 3.1), dopo aver verificato la qualità del dato, informa del superamento delle soglie il responsabile del Presidio Territoriale Idraulico competente per il tratto d'alveo ed i Comuni di riferimento dell'idrometro.

Eventi estremi come quello del 15 settembre 2022, che si ripropongono nelle Marche e all'interno del territorio nazionale, devono indurre ad una seria riflessione riguardo quelli che sono i criteri di suddivisione delle zone di allerta in relazione alla conformazione del territorio.

Peraltro il sistema costituito dalle stazioni equipaggiate con sensoristica di tipo pluviometrico e/o idrometrico restituisce dei valori che, rappresentando rispettivamente le soglie pluviometriche e idrometriche in fase di evento, dovrebbero fornire informazioni estremamente utili - ed in tempo reale - per ciascuna delle stazioni della Rete MIR.



Figura 5. Schema della catena operativa previsionale (Dal Sito Protezione Civile Regionale Marche)

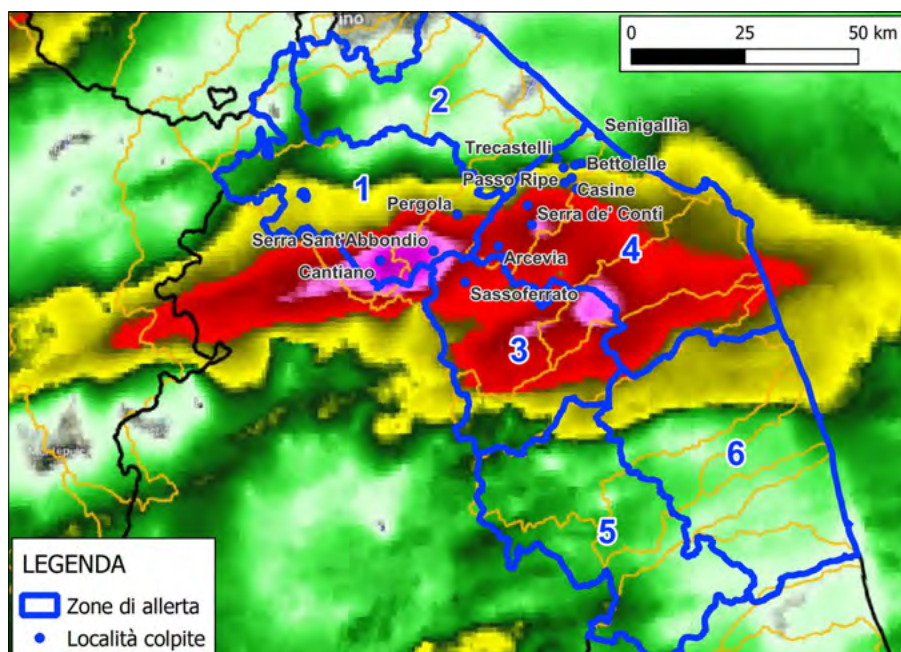


Figura 6. Rappresentazione dell'evoluzione della meteora ottenuta da dato radar, in sovrapposizione alle zone di allerta (1,2,3...) ed alle località dove si sono verificati i danni maggiori durante l'alluvione del 15/09/2022

Al superamento di uno dei valori soglia di uno dei parametri monitorati, fosse esso valore di attenzione o di allarme, la stazione avrebbe dovuto instaurare immediatamente una comunicazione con il Centro di Controllo, inviando un segnale di allarme alle postazioni collegate in quel momento al sistema e quindi alla rete periferica di "gestione dell'emergenza dell'ultimo miglio" (COC, Presidi Idraulici). Il centro ed i soggetti coinvolti nella Rete di Allerta, Previsione e Prevenzione della Protezione Civile, al ricevimento dell'allarme per il superamento dei valori soglia, avrebbero potuto (o dovuto) intensificare automaticamente le chiamate verso le stazioni interessate.

La catena di comando, all'atto pratico, non sempre riesce a rispettare gli obiettivi che si propone. Del resto, le regioni come nel caso delle Marche, facendo riferimento alle "Procedure di allertamento del Sistema regionale Marche di Protezione civile per il Rischio idrogeologico ed il governo delle piene" di cui alla D.G.R. n° 160/PRES del 19/12/2016 in attuazione della Direttiva PCM 27/02/2004, con il concorso, se del caso, del Dipartimento della protezione civile, devono assolvere ad un adeguato governo delle piene; oltre alle attività di previsione, monitoraggio e sorveglianza fin qui descritte, devono concorrere anche i Presidi Territoriali Idraulici, individuati nelle amministrazioni comunali (secondo quanto riportato nella DGR n. 800 del 04/06/12), i quali hanno una valenza strategica sull'"ultimo miglio", attraverso la previsione e la prevenzione del rischio, in termini di riduzione delle perdite per danni e vite umane.

2.2. LIMITI DEGLI STRUMENTI DI PREVISIONE, PREVENZIONE E PIANIFICAZIONE DEL RISCHIO

A partire dalla legge 183/89 per la Difesa del Suolo, sono stati sviluppati con il D.Lgs. 152/1999 i Piani di Bacino, espressi attraverso gli strumenti di pianificazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) e dei Piani di Tutela delle Acque (PTA); successivamente, come necessaria evoluzione dei PAI, viene emanata la Direttiva Alluvioni 2007/60/CE, recepita a livello nazionale con il D.Lgs. 49/2010, che comprende tutte le azioni rivolte alla mitigazione dei potenziali impatti associati al rischio alluvioni, per salvaguardare in primo luogo la salute umana, ma anche l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche. Tra le diverse misure previste, oltre a valutazioni preliminari del rischio di alluvioni e a mappe di pericolosità e di rischio, vi è l'attuazione dei Piani di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), che sono volti alla prevenzione, preparazione, protezione e risposta-ripristino. Gli strumenti di pianificazione, previsione e prevenzione (PGRA e PAI), perimetrano le aree inondabili da piene fluviali assegnando una classe di rischio rispetto a tempi di ritorno $T_r=200$ anni. In particolare, il PAI perimetra solo le aste principali dei corsi d'acqua; *pur troppo, però, i decessi e i danni maggiori si sono avuti anche sulle aste secondarie e nel reticolo minore.* Ad esempio, il tratto del fiume Nevola (affluente del Misa in località Barbara e Ostra Vetere) in cui si sono verificati alcuni decessi, non risulta né perimetrato né classificato dal PAI. La distribuzione

della perdita di vite umane si è concentrata soprattutto nella parte medio-alta del bacino del Misa, mentre più a valle, verso Senigallia, non si sono verificati morti: oltre al maggior tempo per la percezione dell'allerta, va sottolineato che la comunità risulta reduce da un evento alluvionale analogo nel 2014 e, quindi, più preparata a gestire l'emergenza.

Del resto, però, la "D.G.R. 160/2016, in attuazione della DPCM 27/02/2004" estenderebbe le attività di piena e pronto intervento idraulico (eseguite dai Presidi Territoriali Idraulici) a tutti i corsi d'acqua di qualsiasi categoria che presentano criticità tali da originare aree a rischio elevato o molto elevato, quindi, anche a quei corsi d'acqua secondari non interessati dalla normativa PAI.

Per l'alluvione del 15 settembre 2022 emerge inoltre una certa corrispondenza tra le aree maggiormente colpite dall'alluvione e quelle che sono state, nel tempo, condizionate da intense attività di antropizzazione e di artificializzazione dei corsi d'acqua.

La presenza di interferenze tra la viabilità, le infrastrutture e la rete idrografica costituisce un elemento di pericolosità e quindi potenzialmente critico che deve essere considerato con grande attenzione nella pianificazione della gestione del territorio e dell'emergenza, in relazione al rischio idrogeologico a cui questo espone la popolazione. Dal raffronto tra il PAI, il PGRA e la cartografia storica delle aree colpite dall'alluvione (caso Cantiano - PU) emergono, più che evidenti, le modifiche attuate sull'andamento dell'idrografia in relazione allo sviluppo dei borghi. Nell'area del M. Catria, ad esempio, si conta una compromissione della viabilità dell'80%.

2.3. LA GESTIONE DELL'EMERGENZA ATTRAVERSO GLI STRUMENTI DI MODELLAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA

La crescita della popolazione e la continua espansione attraverso insediamenti su aree pericolose stanno aumentando l'impatto dei disastri naturali sia nel mondo sviluppato che in quello in via di sviluppo, entrambi soggetti da eventi estremi i quali avvengono con una frequenza sempre maggiore rispetto alla nostra abilità di riprenderci da disastri naturali precedenti (Guzzetti *et al.*, 1997; 2003; Ronsfeld, 1994; Alexander, 1995).

Dall'esame dei Bollettini Meteo emerge la sottovalutazione del fenomeno, essendo state previste situazioni di allerta gialla per temporali, quando nei fatti si è verificato un evento estremo - cata-

strofico –, con tempi di ritorno del tutto eccezionali (sia per le piovosità che, conseguentemente, per i livelli idrometrici) che superano i Tr di 500-1000 anni. Dal Rapporto di Evento è ben visibile l'evolversi della meteora (in termini di precipitazione cumulata) al di sopra della Regione Marche nella giornata del 15-09-2022.

Le statistiche e i modelli attualmente utilizzati non rispecchiano l'evoluzione dei fenomeni meteorologici estremi in considerazione degli attuali cambiamenti climatici. In una regione orograficamente ed idrologicamente particolare come le Marche, tenuto conto dell'estremizzazione dei fenomeni atmosferici, sarebbe auspicabile l'utilizzo del "nowcasting" per una previsione a brevissimo termine. L'osservazione in tempo reale di un determinato fenomeno, mediante dati radar, permette infatti di seguirne l'evoluzione e quindi di individuare le aree di maggiore criticità sul territorio; ciò, associato ad analisi di previsione idrologiche già mediante la rete MIR in corso d'evento, potrebbe certamente limitare o evitare i danni e la perdita di vite umane.

La modellazione idraulica è un metodo importante per comprendere le dinamiche afflussi/deflussi dei fiumi e per prevenire i rischi legati a eventi meteorologici intensi, in quanto capace di fornire una buona risposta a situazioni reali (Knight & Shamseldin, 2005; Fronzi & Tazioli, 2019). La determinazione delle portate di piena, in particolare, costituisce un tema di rilevanza estrema, ma che necessita, data la complessità e l'incertezza dei modelli, di "essere maneggiata con cura", attraverso una attenta cono-

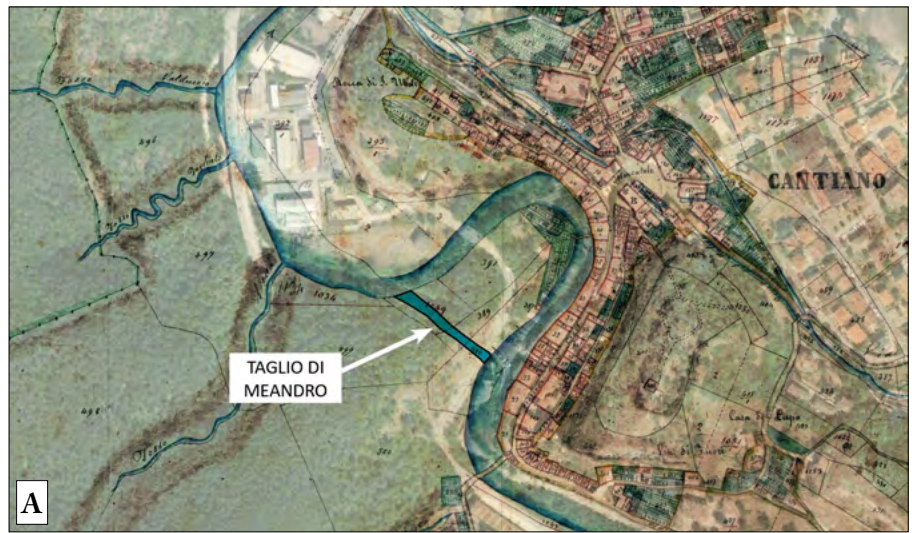


Figura 7 A/B. In alto: sovrapposizione della cartografia storica dell'area di Cantiano (Catasto Pontificio 1825) su foto satellitare; è evidenziato il taglio di meandro che rappresenta l'attuale andamento del corso d'acqua. In basso: reticolo idrografico e relativo livello di rischio PAI del fiume Burano (Cantiano) che tra il 1938-40 è stato sottoposto a forte artificializzazione mediante sbarramento e deviazione dello stesso in galleria artificiale; l'immagine mostra la deviazione del fiume (taglio meandro), dove si è poi verificata l'esondazione con ingenti danni



Figura 8 A/B/C. Rappresentazione del reticolo idrografico in relazione al livello di rischio PGRA 2021 a Pergola con focus del livello idrometrico raggiunto dal colmo di piena (fiume Cesano) in corrispondenza della Chiesa di S. Maria delle Tinte gravemente danneggiata con altre immagini nell'intorno del ponte (interferenza reticolo/infrastruttura)



Figura 9. Limiti degli strumenti di prevenzione e gestione dell'emergenza: confronto tra il livello di piena previsto dalla perimetrazione PAI basata sul Tr200 (361,5m s.l.m. stimato) e l'effettivo livello idrometrico raggiunto dall'ondata di piena durante l'evento alluvionale del 15/09/22 (Tr=1.000 anni? 364,5m stimato), nel tratto del F. Burano (Cantiano) prima di entrare in galleria con un "taglio di meandro", come già evidenziato in Fig. 7a/b

scienza dei parametri idrologici, idraulici, geomorfologici, di uso del suolo, ecc., correttamente utilizzati da tecnici competenti ed all'uopo specializzati.

Attraverso gli idrometri gestiti dalla rete MIR, preziosi per la gestione dell'emergenza monitorando in tempo reale i dati forniti dagli stessi strumenti, è stato possibile tarare, al momento in via preliminare un modello idrologico/idraulico per il bacino del fiume Cesano, con il fine di verificare la possibilità di previsione e prevenzione dell'emergenza.

Particolarmente significativa è la ricostruzione della precipitazione di Cantiano, M. Acuto e Fonte Avellana (in blu nel grafico riportato in Fig. 10), in rapporto al passare delle ore, se messa a confronto con le curve di possibilità pluviometrica, in particolare con la curva del Tr=200. Nel punto in cui la curva estratta dal modello idrogeologico supera il Tr=200, ovvero nel momento (ore 16.15) in cui la precipitazione superava quella prevista con tempi di ritorno di 200 anni, erano già prevedibili scenari drammatici come i danni e la piena che si sono poi verificati nelle ore seguenti.

3. SCENARI FUTURI DELLA GESTIONE DEL RISCHIO IN ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Gli interventi antropici attuati sui reticoli idrografici, specialmente quelli legati agli argini e all'alveo fluviale o ancora allo sbarramento e alla costruzione di dighe, ne condizionano il flusso, mo-

dificandolo (Kondolf e Matthews, 1993). Ciò può risultare particolarmente problematico lungo i "fiumi urbani", laddove i corsi d'acqua vengono deviati, tombati o subiscono altre forti opere di artificializzazione, che determinano, tra le altre conseguenze, una riduzione della normale sezione fluviale (Magdaleno e Fernández, 2011). Quando un corso d'acqua diviene, in toto o in parte, un canale sotterraneo, la popolazione perde memoria dell'esistenza dello stesso; questa memoria può riemergere in maniera inattesa e repentina durante un'alluvione, come accaduto nel caso delle Marche (Cantiano, Pergola, Pianello d'Ostra, Senigallia ecc.).

Eventi come quello purtroppo verificatosi non devono solo restare a memoria, ma rappresentare nuovi punti di partenza per attuare un approccio alla mitigazione del rischio che sia integrato, basato sulla conoscenza scientifica e sulla pianificazione di bacino, e che tenga conto della stretta connessione presente tra uomo e territorio, permettendo di raggiungere una gestione ottimale anche rispetto alle mutate condizioni imposte dai cambiamenti climatici. Essendo stretta la connessione tra il *climate change* e la maggiore incidenza di fenomeni meteorologici estremi, che a loro volta aumentano la probabilità del verificarsi di fenomeni di dissesto idrogeologico, di rischio di inondazione, di erosione delle zone costiere, ecc., andrebbero adottati dei piani di adattamento ai cambiamenti climatici, per lo meno alla scala di bacino e di Contratti di Fiume, soprattutto nelle aree appenniniche, note per essere maggiormente vulnerabili al rischio idrogeologico, poiché maggiore è la probabilità di frane, colate di fango e detriti, crolli di roccia ed alluvioni lampo.

Vi è la necessità d'implementare la pianificazione e la gestione dell'emergenza, anche attraverso un aggiornamento degli studi di modellazione idrologica e idraulica che tenga conto dell'estremizzazione dei fenomeni meteorologici, per poter affrontare eventi eccezionali in maniera cosciente e preparata, con nuovi strumenti ed azioni per meglio gestire tali eventi.

Tra le soluzioni che devono essere meglio organizzate e attuate nel breve e brevissimo termine vi è certamen-

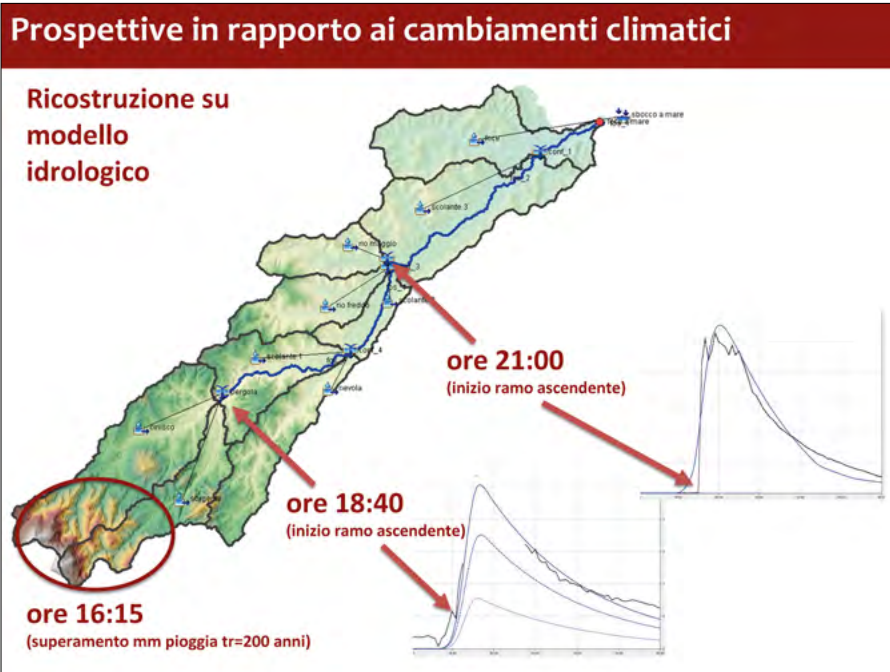


Figura 10. Ricostruzione da modello dell'andamento delle precipitazioni sul F. Cesano

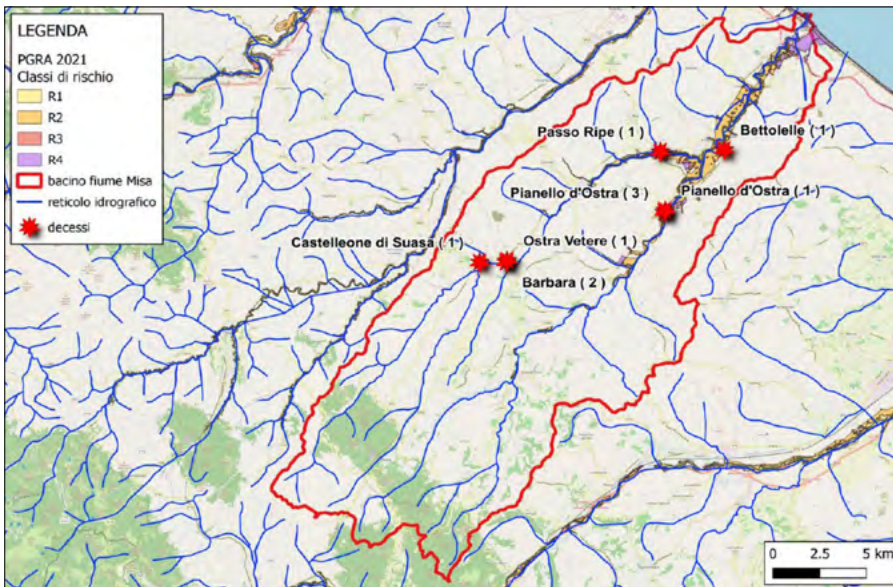


Figura 11. Localizzazione dei decessi in relazione alla zonazione del rischio individuata dal PAI e PGRA per il bacino idrografico del Misa

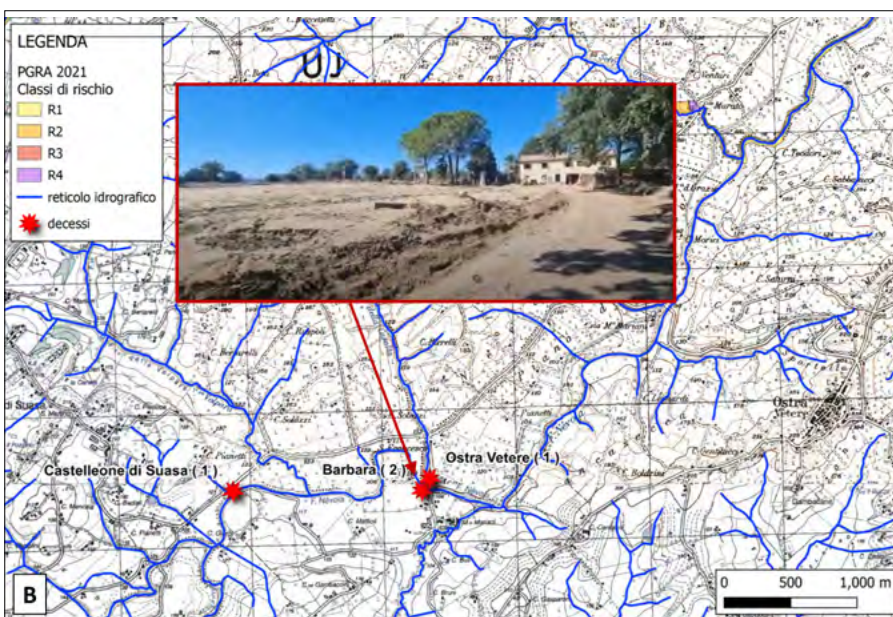
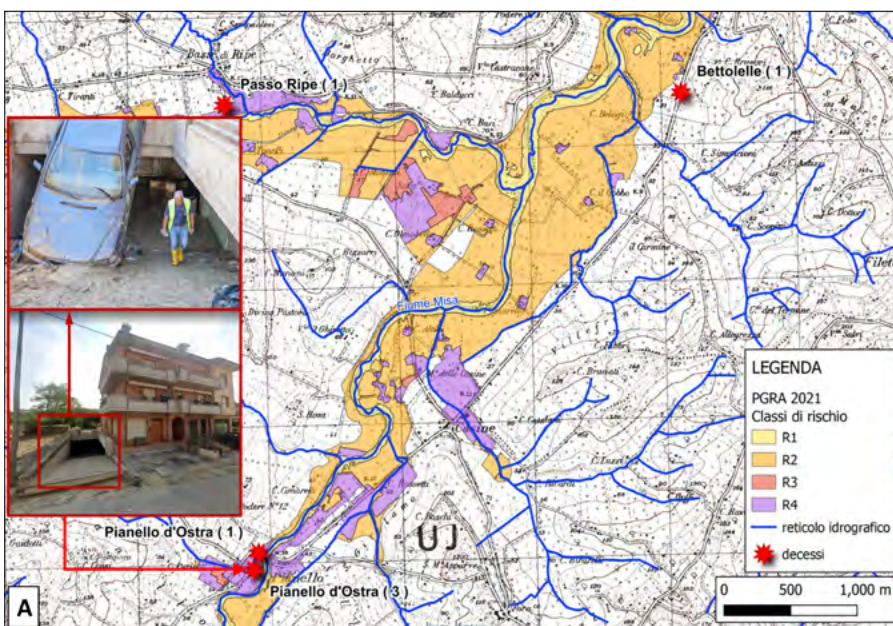


Figura 12A/B. Localizzazione dei decessi in località Pianello d'Ostra e Barbara, in relazione alle classi di rischio individuate dal PAI/PGRA 2021. Da notare l'assenza di perimetrazione PAI nel caso di Barbara/Ostra - F. Nevola; la perdita di vite umane è sempre in corrispondenza dei punti di intersezione tra il corso d'acqua e le infrastrutture, luoghi dove attivare o rendere effettivamente funzionali i PTI.

te l'attivazione dei Presidi Territoriali Idraulici (PTI), previsti dalle normative vigenti, in conformità con la DGR n.800 del 4/6/12 e Art.17 della DGR Marche n°160/PRES del 19/12/2016, che ne predispone il funzionamento in capo alla Protezione Civile Regionale e ai Comuni, in accordo con il DPCM 27/2/2004, il quale estende l'efficacia dei PTI a tutti i corsi d'acqua, di qualsiasi categoria. I PTI sono quindi delle "strutture gestionali dell'ultimo miglio", particolarmente significative per quelle aree già dichiarate esondabili dal PAI e PGRA, sulle quali va posta la massima attenzione, in particolare su quei punti nevralgici di interferenza tra viabilità, infrastrutture e rete idrografica che, come verificatosi nel tragico evento del 15/set/22, sono risultati luoghi di estrema pericolosità e di rischio per cose e persone; in prossimità di questi, infatti, si sono purtroppo verificati intensi danni e inaccettabili perdite di vite umane.

Per quanto concerne le procedure di allertamento, i limiti emersi suggeriscono la necessità di predisporre una rete più fitta degli "idrometri significativi", con particolare concentrazione nelle aree medio alte dei bacini del reticolo minore, per poter beneficiare sull'anticoipo e sulla precisione del riconoscimento di situazioni di eccezionale gravità. Il rafforzamento della rete idrometeorologica, inoltre, dovrebbe essere concentrato in prossimità di siti interessati da movimenti di versante, colate, eventi alluvionali e valanghivi, appunto lungo le aste dei corsi d'acqua. A tal proposito, sarebbe necessario rivedere i valori soglia di attenzione e di allarme preimpostati all'interno delle stazioni pluviometriche ed idrometriche, al fine di limitare danni aggiuntivi. Nel caso specifico della regione Marche, implementando la zonazione con aree di maggior dettaglio e tarandola sulla conformazione dei bacini, (che hanno un andamento a pettine ortogonale alla linea di costa), si potrebbe seguire la dinamica e l'evoluzione degli afflussi-deflussi in maniera più dettagliata, definendo adeguatamente i valori delle portate di piena e consentendo in ultimo di contestualizzare le informazioni con la pubblicazione di "bollettini meteo dell'ultima ora". Infine, una maggiore conoscenza delle variabili idrologico-idrauliche (tempi di corrivazione, scala dei deflussi, portate, livelli idrometrici ecc.) consentirebbe di stimare in maniera più efficiente i "tempi di ritardo" lungo l'asse vallivo principale, con vantaggi significativi sulla puntuale previsione, prevenzione e ge-

stione dell'emergenza (*nowcasting*). Alla luce delle incertezze e delle complessità legate ai modelli afflussi-deflussi per la valutazione delle portate di piena, questi non devono essere considerati in senso prescrittivo, ma i loro risultati devono essere sempre interpretati correttamente *iuxta casus* sulla base dell'esperienza e di considerazioni basate sulle effettive condizioni e la risposta idrologica del bacino, valutate anche le modifiche al territorio, alla rete idrografica, e non ultimo per importanza, del clima.

Vi sono poi ulteriori aggiornamenti che richiederebbero tempistiche maggiori, a scala di medio e lungo termine, ma che non possono essere escluse dagli interventi necessari alla mitigazione del rischio; anzitutto l'implementazione dei Presidi Territoriali Idraulici (dove mancanti o non funzionanti), sottolineando ancora l'importanza della loro presenza in corrispondenza degli elementi di interferenza tra reticolo idrografico e artificializzazione/ antropizzazione. Per poter fornire maggiore chiarezza e congruenza di informazioni e con la finalità di rendere più fruibili le stesse, ma soprattutto per agevolare la gestione e la pianificazione degli interventi sul territorio legati alla mitigazione del rischio idrogeologico, è certamente urgente la ripermimetrazione delle aree PAI, estendendo la classificazione anche al reticolo minore, ancora privo di una distinzione dei livelli di rischio (esempio: affluente del Misa, il Nevola, in corrispondenza del quale sono stati registrati i decessi). Troppo spesso gli interventi non strutturali e strutturali di mitigazione vengono concentrati prevalentemente

sulle aste principali; sarebbe auspicabile considerare nella programmazione e nello stanziamento dei fondi, anche le porzioni medio-alte del bacino e i tratti di reticolo minore, in quanto interessati da criticità diffuse e con perdite di vite umane durante l'alluvione.

Val la pena poi notare che anche in Regione Marche solo i Contratti di Fiume (CdF), tra gli strumenti di Pianificazione e Programmazione dell'ultimo decennio, si sono attivati in questa direzione con una visione olistica e virtuosa, in cui spesso al centro dei Programmi di Azione approvati, come nel caso del CdF Misa, è stata posta proprio la prevenzione, previsione e gestione dei rischi geoidrogeologici; purtroppo le importanti e benefiche azioni di concertazione pubblico privata messe in campo dal CdF Misa sono state vanificate! I lavori per la realizzazione delle Casse di Espansione di Bettollele, avviati con inaccettabile ritardo a gennaio 2022 (progettazione iniziata con fondi FIO1985!), erano in corso al momento in cui l'alluvione si è verificata, vanificando l'efficacia di questa importante opera.

Anche in relazione a questi fatti si pone l'urgenza di una profonda revisione dei processi, metodi e norme per la progettazione e pianificazione, come ad esempio la scelta dei tempi di ritorno per il dimensionamento delle opere (sistemi fognari, ponti, attraversamenti, argini, ecc.) che dovranno, oltre ad una più dettagliata caratterizzazione del bacino idrografico sotteso, essere adattati alle portate di eventi eccezionali, che purtroppo si ripetono ormai a cadenza stagionale/mensile anche in Italia. In

tale ambito, deve crescere la consapevolezza da parte di tecnici ed amministratori che, attraverso piani d'intervento idraulici e urbanistici in adattamento ai cambiamenti climatici, si possano meglio gestire i deflussi (drenaggio urbano sostenibile, invarianza idrologica-idraulica, zero consumo di suolo, ecc.); tale consapevolezza deve discernere l'urbanizzazione dall'incremento di portate e volumi, ed essere in accordo con la natura e non forzando ed agendo contro la stessa. Perciò la riduzione dei deflussi va operata «a monte», allontanandosi dall'idea che il controllo possa essere fatto gestendo i deflussi meteorici unicamente «a valle» della loro formazione, mediante potenziamenti dei reticoli di drenaggio e/o con laminazioni. Ancora, occorre rivedere e migliorare la «catena di trasmissione» che porta alla divulgazione dei bollettini meteo di allerta; l'ipotesi di snellimento e semplificazione dei passaggi, dall'acquisizione del dato fino alla reale ricezione da parte delle figure competenti, potrebbe fornire un supporto maggiore e più immediato nella comprensione di quella che è la reale entità del fenomeno in corso d'evento, associata ad una migliorata analisi *nowcasting*, permetterebbe il riconoscimento del livello di pericolosità e l'indirizzamento verso una pronta e corretta gestione dell'emergenza, coinvolgendo figure davvero esperte in materia. Difatti, la formazione ed il coinvolgimento, almeno alla scala di bacino, di tecnici specializzati in *nowcasting* permetterebbe una immediata applicazione del piano di protezione civile e della corretta gestione dell'emergenza, in relazione alle diverse allerte emesse dai Centri Funzionali regionali. Rispetto all'emissione dei Bollettini di Allerta Meteo ed Idrogeologica, sarebbe opportuno implementare le modellazioni ed i report sulle aree inondabili in corso d'evento, per anticipare l'emissione d'allerta, in quanto anche solo poche ore possono essere un tempo utile per ridurre l'effettivo rischio per la popolazione.

Ma soprattutto, in attesa di interventi ed azioni che richiedono tempi medio/lunghi, occorre urgentemente mettere in campo una massiccia e capillare attività di formazione/informazione/comunicazione/sensibilizzazione, per accrescere nella popolazione una maggiore percezione e consapevolezza delle effettive condizioni di pericolosità e di rischio in cui viviamo. L'Italia è un Paese meraviglioso ma fragilissimo, interessato da una moltitudine di rischi (sismico, vulcanico, geo-idrogeologico per farne



Figura 13. I segni dell'alluvione che si porta via cose, affetti e persone



Figura 14. Obiettivi climatici ed ambientali della tassonomia verde

ed alluvioni, ecc.) in cui i cambiamenti climatici hanno accresciuto enormemente la probabilità di accadimento di eventi di criticità estremi: partendo dalle scuole e dalle associazioni di cittadinanza attiva, occorre rapidamente ripartire dai più elementari principi della “autoprotezione” da pericoli che occorre conoscere bene per potersi difendere, rinnovando antichi stili di vita basati sulla cura e sul valore sociale del prendersi cura dell’ambiente e del territorio in cui viviamo, del bene comune che va preservato e tutelato a partire dall’impegno personale, prima di pretenderlo dal pubblico e dalle istituzioni.

In ultimo, risulta indispensabile l’attribuzione del “valore etico e morale” legato alla conoscenza; una conoscenza fondata sui principi scientifici che effettivamente permettono di comprendere la potenza, la nascita e l’evolversi dei fenomeni naturali, nella fattispecie quelli legati al rischio idrogeologico-idraulico. La creazione di una “rete di informazione trasparente e comprensibile” a tutti, consentirebbe la divulgazione di quelle che sono le azioni da attuare prontamente (le buone pratiche) e quelle che invece sono da evitare o da dimenticare (come il pensiero di voler salvare la propria automobile, la propria casa, ecc.), per evitare le conseguenze più gravi di questi fenomeni.

Bisognerebbe seguire una visione slegata dall’allarmismo e che, in tempo di pace, deve rappresentare una interconnessione efficiente (che parta dall’amministrazione o anche dal cittadino, sviluppando il concetto di “autoprotezione”) che sia finalizzata alla gestione ed alla mitigazione delle conseguenze indotte da tali fenomeni, che in futuro saranno purtroppo tanto frequenti quanto disastrosi.

È urgente a questo punto che “Scienza e Tecnica”, oltre all’Accademia», av-

viino una rapida e profonda revisione dei metodi e delle scelte nella programmazione, progettazione e realizzazione degli interventi: il mondo è cambiato e sta cambiando ad una velocità sorprendente alla quale è difficile e molto complesso adeguarsi. Eventi estremi e cambiamento climatico come nel caso delle Marche, stanno evidenziando l’inadeguatezza degli strumenti di programmazione, progettazione e gestione territoriale; i PAI, con tutti i loro limiti, sono obsoleti e si dovrà urgentemente procedere in una rapida e più efficace attuazione dei PGRA che da tempo hanno segnato la rotta di dove e come indirizzare gli sforzi. Tenendo ben presente che i soggetti che in qualche modo possono concorrere alla revisione dei nostri criteri e sistemi di mitigazione e adattamento, lo dovranno fare in attuazione del Regolamento Comunitario sulla Tassonomia delle attività eco-compatibili (UE 2020/852), che individua sei obiettivi ambientali e climatici. Per essere eco-compatibile, un’attività deve contribuire positivamente ad almeno uno dei sei obiettivi ambientali-climatici, non produrre impatti negativi su nessun altro obiettivo (Do No Significant Harm - DNSH), ed essere svolta nel rispetto di garanzie sociali minime (per esempio, quelle previste dalle linee guida dell’OCSE e dai documenti delle Nazioni Unite).

Appare chiaro in questo periodo storico, e con tali eventi estremi, di come la natura si riappropri degli spazi che anticamente le appartenevano (il fiume non vende!); dovremmo cercare un modo per conciliare gli interventi attuati sul territorio (soprattutto su ecosistemi danneggiati), finalizzandoli non solo alla protezione ed alla prevenzione dei rischi sull’uomo e sul territorio, ma attuando tali interventi in maniera integrata, puntando più che sulla resistenza, sulla

resilienza, in concreta attuazione delle misure peraltro previste nei PGRA, sempre più sintonizzate sugli obiettivi dell’Agenda 2030 di Sviluppo Sostenibile (SDGs - Sustainable Development Goals): la rotta è da tempo segnata (Direttiva 2000/60/CE e poi 2007/60/CE), ma la strada è ancora tanto, troppo lunga ed il tempo non ci consente più d’indugiare e tanto meno di sbagliare.

BIBLIOGRAFIA

- ALEXANDER, E.D. *et al.* (1995), *A survey of the field of natural hazards and disaster studies. Geographical Information System in Assessing Natural Hazards*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, The Netherlands, pp. 1-19.
- FRONZI D., TAZIOLI A. (2019), *Groundwater and flood events in different hydrogeological periods: a case study in the aspio river (Marche Region)*. Italian Journal of Engineering Geology and Environment, 1 (DOI: 10.4408/IJEGE.2019-01.O-01)
- GUGLIELMO G., VERDICCHIO D. (2022), *Analisi statistica dell’evento pluviometrico del 15 settembre 2022 nella regione Marche*, 5 ottobre 2022.
- GUZZETTI *et al.* (1999), *Landslide hazard evaluation: a review of current techniques and their application in a multi-scale study, Central Italy*. *Geomorphology* 31, 181-216.
- KNIGHT D. & SHAMSELDIN A. (Eds.) (2005), *River basin modelling for flood risk mitigation*. CRC Press.
- KONDOLF G.M., MATTHEWS W.V.G. (1993), *Management of coarse sediment on regulated rivers*. University of California Water Resources Center, Report No.80, pp.128.
- MAGDALENO F., FERNÁNDEZ J.A. (2011), *Hydromorphological alteration of a large Mediterranean river: relative role of high and low flows on the evolution of riparian forests and channel morphology*. *River Research and Applications*, 27(3): 374-387.
- MAZZOGLIO P., BUTERA I., PIERLUIGI P. (2020), *P-RED: A Massive Update and Quality Control of the Italian Annual Extreme Rainfall Dataset*, *Water* 2020, 12(12), 3308.
- ROSENFELD, C.L. (1994), *The geomorphological dimension of natural disaster*. *Geomorphology* 10, 27-36.

SITOGRAFIA

- <http://www.idrologia.polito.it/web2/2022/09/levento-pluviometrico-del-15-settembre-2022-nelle-marche-e-eccezionale/>
- <https://www.meteoregionelazio.it/wp-content/uploads/2022/10/Analisi-statistica-Marche.pdf>
- <https://www.mdpi.com/2073-4441/12/12/3308>
- https://www.regione.marche.it/Portals/0/Protezione_Civile/Manuali%20e%20Studi/Studi_clima_precipitazioni_relazione.pdf?ver=2016-04-19-105631-193
- http://scaloni.it/popinga/wp-content/uploads/2014/06/Rapporto_Evento_20140502.pdf

Analisi preliminare dei dati climatici e del dissesto geo-idrologico che ha interessato l'Isola Ischia il 26 novembre 2022

Massimiliano Fazzini
SIGEA- APS
E-mail: rischioclimatico@sigeaweb.it

Antonello Fiore
Presidente SIGEA- APS
E-mail: presidente@sigeaweb.it

Gaetano Sammartino
SIGEA- APS
E-mail: campaniamolise@sigeaweb.it

Preliminary analysis of climate data and geo-hydrological instability that affected the island of Ischia on November 26, 2022

Parole chiave: Ischia, dissesto geo-idrologico, drebisflow, suscettibilità da frana
Keywords: Ischia, geo-hydrological instability, drebisflow, landslide susceptibility

PREMESSA

L'estremizzazione meteorologica particolarmente significativa nel bacino Mediterraneo nell'ultimo ventennio è uno dei principali effetti del cambiamento climatico in atto; esso risulta essere più evidente ed esteso relativamente al quadro termico caratterizzato da un incremento delle temperatura dell'ultimo quarantennio, quantificato alla scala nazionale, in circa 1.08°C, e da una decisa maggiore irregolarità delle precipitazioni cumulate annuali che, pur non subendo variazioni significative, sono distribuite in un numero di giorni mediamente inferiore del 10% rispetto alle medie climatiche più recenti, con conseguente aumento della loro intensità media (CNR-ISAC 2022).

L'estate 2022 è stata caratterizzata da una forte anomalia termica estesa a tutto il territorio nazionale ed è risultata la seconda più calda da quando esistono i rilevamenti omogenei e continui del segnale climatico, ovvero sia da almeno 150 anni. In particolare il bacino mediterraneo è stato caratterizzato tra la terza decade di luglio e la seconda decade di agosto da anomalie delle Sea Surface Temperature (SST) localmente anche superiori ai 4°C e, al fine del 2022 nell'area del Tirreno centro meridionale, con anomalia positiva di circa 1°C. Ciò evidentemente ha determinato un notevole surplus termico che ha inciso sul sistema complesso terra – mare – atmosfera e sulle associate ciclo genesi mediterranee aventi alcune caratteristiche di tipo subtropicale e identificabili con i termini Tropical Like Cyclone o Medicane. Essi tendono a formarsi in particolare tra la fine dell'estate meteorologica e il tardo autunno; tale stagione, infatti, è il periodo che vede le SST maggiori con le prime avvezioni di aria fredda provenienti dal latitudini boreali (aria artica marittima), che determinano

condizioni termodinamiche favorevoli alla genesi di queste ciclogenesi aventi caratteristiche tropicali e che si formano principalmente con SST superiori ai 26°C. Più frequentemente, sul bacino del Mare Nostrum si formano strutture temporalesche meno complesse ma sempre causate da una marcata instabilità atmosferica; negli ultimi anni, in particolare si evidenzia una maggiore genesi di strutture a forte energia quali sistemi convettivi alla mesoscala (MSC – MCC) o strutture V-shaped storm, caratterizzate da precipitazioni molto abbondanti e con elevati picchi di intensità dello scroscio principale. In particolare, le strutture V-Shaped. Le “v-shaped storm” sono dei potenti sistemi temporaleschi a mesoscala, di tipo lineare. La caratteristica di questi temporali, che assumono un carattere auto-rigeneranti quando transitano sopra un ampio tratto di mare con temperature delle acque superficiali elevate, è quella che nella parte più meridionale, lungo la punta della “V”, lì dove si verificano le precipitazioni più forti, si possono presentare pure degli elementi “supercellulari” (Fazzini & Giuffrida, 2005). Una di queste strutture temporalesche ha interessato l'Isola di Ischia innescando all'alba del 26 novembre, lungo il versante nord dell'isola, una colata rapida di fango che ha interessato 218 edifici dell'abitato di Casamicciola Terme, distruggendone 27 e causando 12 vittime, oltre feriti e disagi per i residenti delle abitazioni interessate dal rischio residuo.

INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL VERSANTE SOTTESO DALL'ABITATO DI CASAMICCIOLA TERME

L'abitato di Casamicciola Terme alle prime ore dell'alba della mattina del 26 novembre 2022 è stato interessato da

una frana a sviluppo rapido formatasi nella parte alta del versante settentrionale dell'Isola di Ischia che dal Monte Epomeo alto 787 metri degrada verso il mare. Questo stesso versante era già stato interessato da un evento molto simile il 24 ottobre 1910 (Donzelli E., 1910) e da uno di minore entità nel 2009 (Ortolani F., 2023). La storicità di eventi analoghi sottolinea come Ischia per la sua conformazione geologica e geomorfologica non sia affatto nuova a eventi di questo tipo associati o a eventi sismici o a eventi meteorologici come documentato da Sossio Del Prete e Rita Mele nel loro lavoro “*Il contributo delle informazioni storiche per la valutazione della propensione al dissesto nell'Isola d'Ischia (Campania)*”.

Il versante settentrionale compreso tra il crinale del Monte Epomeo e il litorale ischitano, vede al margine NNO l'urbanizzazione dei comuni di Casamicciola Terme e Lacco Ameno. Tutta l'area è caratterizzata da una morfologia molto accentuata, che raffigura un profilo costituito da pareti molto acclivi nella parte alta del versante e morfologie terrazzate che si dislocano a varie quote. Nel settore che intercorre tra il crinale del Monte Epomeo e la fascia pedemontana, si rinvengono le faglie subverticali legate al sollevamento tettonico che ha interessato nel passato il Monte Epomeo (Sbrana A. & Toccaceli R. M., 2011).

Lungo il versante si rinvengono depositi vulcanici ed epiclastici, rocce di tipo clastico i cui componenti sono stati trasportati dalle acque, nonché alcuni depositi sedimentari. I depositi si presentano fortemente alterati a causate dall'azione idrotermale che determina un decadimento delle caratteristiche fisico-meccaniche. A seguito dei ripetuti eventi gravitativi, i depositi superficiali

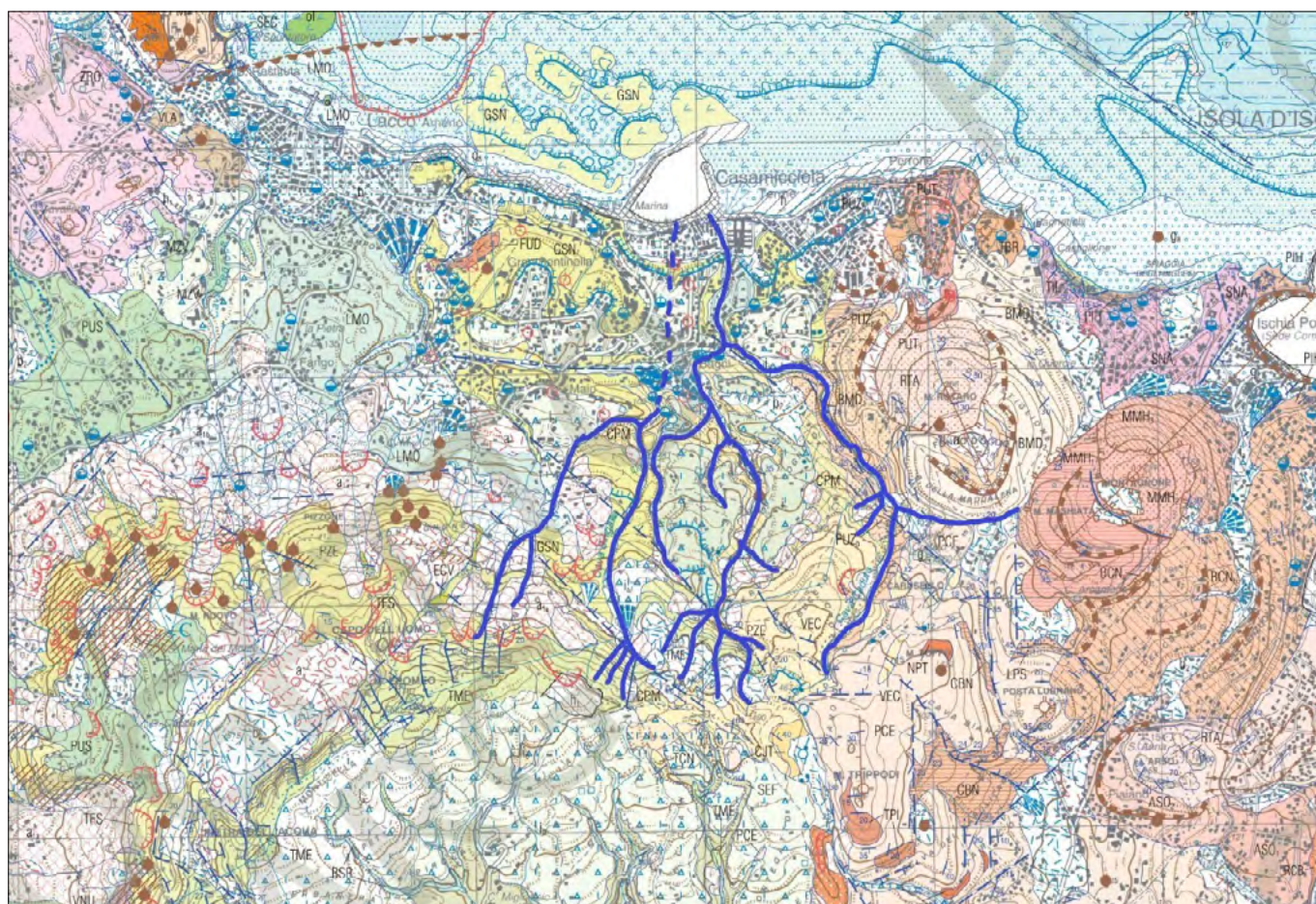


Figura 1. Reticolo idrografico sotteso al porto di Casamiccio su stralcio foglio Carg "464 - Isola d'Ischia"

di copertura spesso sono dissecati in più punti tanto da denudare il substrato.

Le unità tufacee che formano la struttura del Monte Epomeo, risultano essere molto fratturate e spesso tali fatturazioni determinano la formazione di blocchi isolati che risultano potenzialmente instabili lungo tutto il versante (Mele & Del Prete, 1998; Del Prete & Mele, 1999 e 2006).

Proprio queste situazioni di instabilità diffusa lungo la parte alta del versante, in concomitanza di eventi di precipitazione intensa e concentrata, favoriscono l'innescò di fenomeni di crollo lungo le pendici rocciose e il conseguente rotolamento e/o trasporto verso le aree pedemontane fino al piede del versante. A supporto delle dinamiche descritte, in corrispondenza della fascia di raccordo con l'attuale linea di costa, si possono osservare forme caratteristiche di precedenti depositi, anche sovrapposti, formati a seguito dei movimenti franosi che si sono susseguiti nel corso degli anni e che evidenziano una morfologia tipica di accumulo di corpi detritici da debris-flow a colamenti/colate (Della Seta M. *et al.*, 2011).

Lungo il versante si possono osservare, talora coperti dalla vegetazione o inglobati nell'urbanizzazione, grossi blocchi di tufo verde a testimoniare di una continua evoluzione morfologica gravitativa associata

a singoli blocchi e/o processi di alluvionamento intenso con trasporto di materiale solido di notevoli dimensioni come per l'evento del 24 ottobre 1910 (Donzelli E., 1910) e del 10 novembre 2009 (Ortolani F., 2023) che hanno interessato l'abitato di Casamiccio Terme.

Il sistema drenante lungo tutto il versante, vista la limitata estensione del bacino idrografico, si presenta poco sviluppato gerarchicamente e profondamente inciso con evidenze di instabilità dei fianchi delle incisioni (Fig. 1).

GLI EVENTI STORICI CHE HANNO INTERESSATO L'ISOLA DI ISCHIA NELL'ULTIMO SECOLO

Quanto accaduto sembra ripercorrere i fatti avvenuti il 24 ottobre 1910 e certamente non può stupire che allora come adesso la massa di fango e detriti che ha travolto tutto abbia avuto origine dal Monte Epomeo nei cui confronti l'attenzione dell'uomo è stata largamente insufficiente nel corso di questi ultimi anni. Una disattenzione difficile da comprendere viste le caratteristiche geologiche e geomorfologiche dell'Isola di Ischia e i tanti fenomeni osservati. Dopo l'evento del 1910 fu istituita una Commissione che indicò diverse motivazioni come causa del dissesto: la costi-

tuzione geologica dell'isola che sovrappone al substrato roccioso una coltre di terreni sciolti di origine piroclastica che si trovano in forte disequilibrio lungo il pendio, la mancata regimentazione idraulica e l'assoluta inesistenza di opere di difesa idraulica assieme a un eccessivo disboscamento. Quindi, 112 anni fa la Commissione descrisse la vulnerabilità e la fragilità dell'isola in maniera assolutamente identica all'attualità.

Nel 1935, dopo 25 anni dall'evento, il Governo stanziò dei fondi per gli interventi di messa in sicurezza utilizzando le risultanze di quanto indicato dalla Commissione (Militanza Nazionale Foreste - Lavori di sistemazione idraulico-forestale dei territori dell'Isola di Ischia, anno 1935-1936). Furono realizzati interventi di regimentazione idraulica con lo scopo di evitare l'insorgere dei fenomeni franosi; opere di presidio idraulico, sbarramenti per contrastare le colate di fango, terrazzamenti e opere di canalizzazione nelle quali far confluire il deflusso delle acque di scorrimento, onde evitare che il flusso potesse investire le abitazioni.

Nelle foto d'epoca (Fig. A-B-C) si vedono infatti i canali, e le opere di regimentazione idraulica idonee a convogliare tutte le acque, e numerosi terrazzamenti per diminuire la velocità di scorrimento delle acque lungo i versanti.



Figura A



Figura B



Figura C

L'abbandono progressivo dei territori collinari ha fatto sì che queste opere non venissero più mantenute e di conseguenza interrante e inglobate nella vegetazione spontanea, andando così a perdere la loro funzionalità di regimazione delle acque. Con la perdita progressiva di efficacia delle opere idraulico forestali sono aumentati i fenomeni di dissesto come crolli di blocchi e colate di fango. Del Prete e Mele, nel loro lavoro del 2006, nella sola Casamicciola Terme ricostruiscono la cronologia di diversi eventi: il 31 dicembre 1978 il crollo di depositi piroclastici e lave ha interessato la località P. La Scrofa; il 23 marzo 1987 il crollo di detriti ha interessato la località P. Perrone danneggiando il ristorante Maonà e causando con una vittima; il 6 novembre del 1988 il crollo di detriti ha interessato ancora la località P. La Scrofa; il 9-10 gennaio 1997 la colata di fango e crollo di detriti ha interessato diverse località di Casamicciola Terme causando danni ad abitazioni e alla viabilità; il 24-25 luglio 1999 la colata di fango e detriti ha interessato alcune località di Casamicciola Terme; nel giugno del 2000 la colata detritiche ha interessato la falesia in località Castiglione; il 14-15 settembre 2001 l'alluvione con abbondante trasporto solido ha interessato la località Cave alla confluenza con la località La Rita causando danni alle abitazioni.

Per l'evento del 10 novembre 2009, che ha causato danni e una giovane vittima, si rimanda alla nota inedita di Franco Ortolani pubblicata in questo stesso numero.

Dall'analisi della cronologia degli eventi appare evidente che dopo l'evento del 1910, e la realizzazione delle opere di presidio realizzate nel 1935-1936, trascor-

rono diversi anni senza registrare eventi con danni alle infrastrutture. La ripresa delle segnalazioni a partire dal 1978 si può associare anche alla mancata manutenzione delle opere idraulico forestali esistenti, oltre che alla mancata realizzazione di nuove opere a presidio del territorio, e alla progressiva urbanizzazione verso l'area pedemontana e verso le aree destinate al transito delle acque e dei debrisflow potenzialmente generabili lungo il versante.

ANALISI PRELIMINARE SULLA CLIMATOLOGIA STATISTICA E DINAMICA

L'Isola di Ischia, per la sua conformazione orografica e la sua posizione geografica presenta un regime pluviometrico di tipo nettamente mediterraneo con una seconda parte di autunno e una prima parte dell'inverno decisamente piovose e un deciso minimo nel trimestre estivo. Le precipitazioni medie annuali risultano esser piuttosto abbondanti, pari a 995 mm distribuiti in 86

giorni, questo valore è determinato da reanalisi sull'ultimo trentennio visto che sull'isola non vi sono stazioni di misura attive alla data dell'evento del 26 novembre che annoverano una serie estesa per più di 20 anni. È fondamentale in tal senso che, per comprendere appieno i fenomeni alluvionali occorsi storicamente a più riprese sull'isola, occorra condurre studi di approfondimento sull'interazione tra sistemi atmosferici di varia tipologia e condizioni morfologiche locali soprattutto mediante un raffittimento della rete di monitoraggio meteo-climatologico, peraltro priva di serie storiche estese nel tempo e tali da poter produrre una casistica di tali fenomenologie statisticamente valida.

Il clima ischitano è tipicamente mediterraneo, o meglio ancora temperato umido subtropicale a estate calda e secca e con inverni molto miti e decisamente piovosi (Csa). La particolare conformazione orografica dell'isola determina zone di diversa piovosità provocando un'inver-

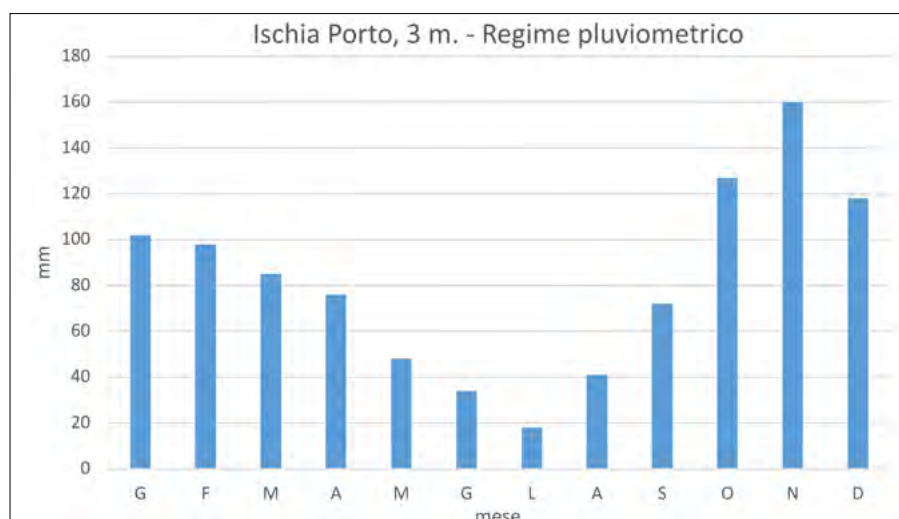


Figura 2. Regime meteorico mensile da reanalisi per la città di Ischia

sione delle precipitazioni, più abbondanti nel versante sottovento Nord, Nord-Est. Il rilievo del Monte Epomeo non è tale da contrastare il libero corso delle correnti aeree, quindi influisce solo sul loro innalzamento che inizia al largo dell'isola, mentre il processo di condensazione raggiunge il pieno sviluppo sulla verticale dell'isola stessa. Le avvezioni di aria più umida sono quelle provenienti dai quadranti meridionali - scirocco e libeccio, tipici delle stagioni equinoziali. I venti predominanti in estate e primavera sono la tramontana e il grecale. Come i venti anche l'umidità varia in base alla stagione: in inverno, in presenza di libeccio e scirocco e quindi con piogge frequenti l'umidità media è del 72% con escursioni da 63%, nelle giornate con venti dei quadranti settentrionali fino a 85% con i venti dei quadranti meridionali. Il regime pluviometrico dell'isola è particolare. In particolare, il versante meridionale dell'isola, e precisamente quello di SW, risulta come media delle cumulate annue inferiore di un terzo circa a quella del versante di NE, a ridosso del rilievo orografico rispetto ai venti dei quadranti meridionali. Inoltre il Porto d'Ischia risulta avere la media quantità annua più elevata di tutte le località costiere del golfo di Napoli». La media annua di Casamicciola assomma a circa 859 millimetri, mentre quella rilevata ad Ischia Porto di circa 982 millimetri. In Fig. 2 viene riportato il regime pluviometrico di Ischia Porto.

Di seguito verrà approfonditamente descritta la situazione meteorologica occorsa nell'alba di sabato 26 novembre 2022, mettendola in relazione con i più recenti eventi altrettanto disastrosi occorsi nell'isola negli ultimi 20 anni, sia in tema di cumulate precipitative, sia dal punto di vista della circolazione alla scala di bacino mediterraneo.

EVENTO METEOROLOGICO DEL 26 NOVEMBRE

Nella notte tra il 25 ed il 26 novembre, il quadro alla scala di bacino mediterraneo era caratterizzato dalla presenza di una bassa pressione centrata al suolo sul Tirreno centro - meridionale e più precisamente tra Campania e Sardegna e associata in quota a saccatura colma di aria fredda di origine polare, in fase di graduale cut-off al geopotenziale 500 hPa (Figg. 3 e 4).

La pur modesta instabilità termodinamica, evidenziata dal radiosondaggio relativo alla stazione di Decimomannu (Fig. 5), ha favorito la formazione di nubi a forte sviluppo verticale, amplifi-

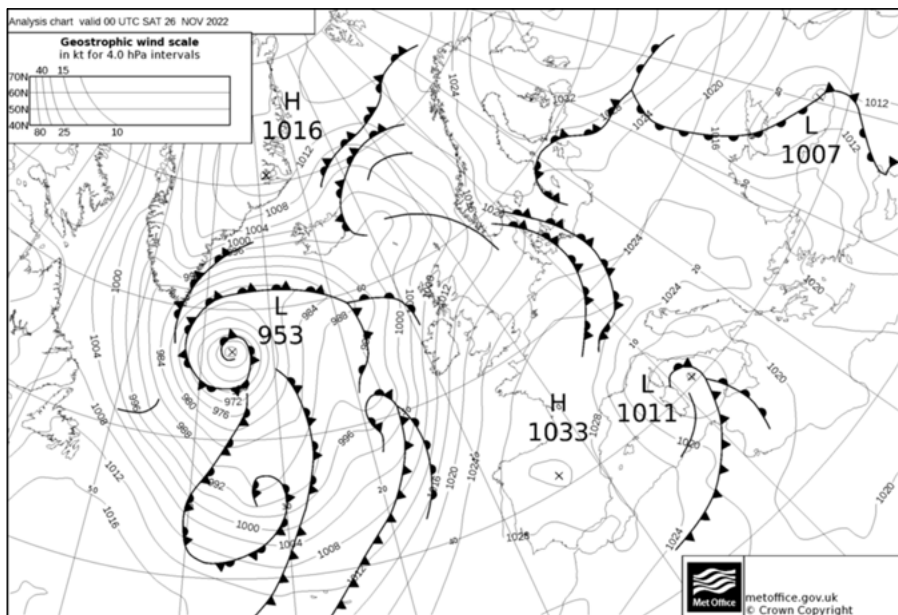


Figura 3. Carta della pressione al suolo con associati fronti relativa alle ore 01 LT del 26 novembre 2022

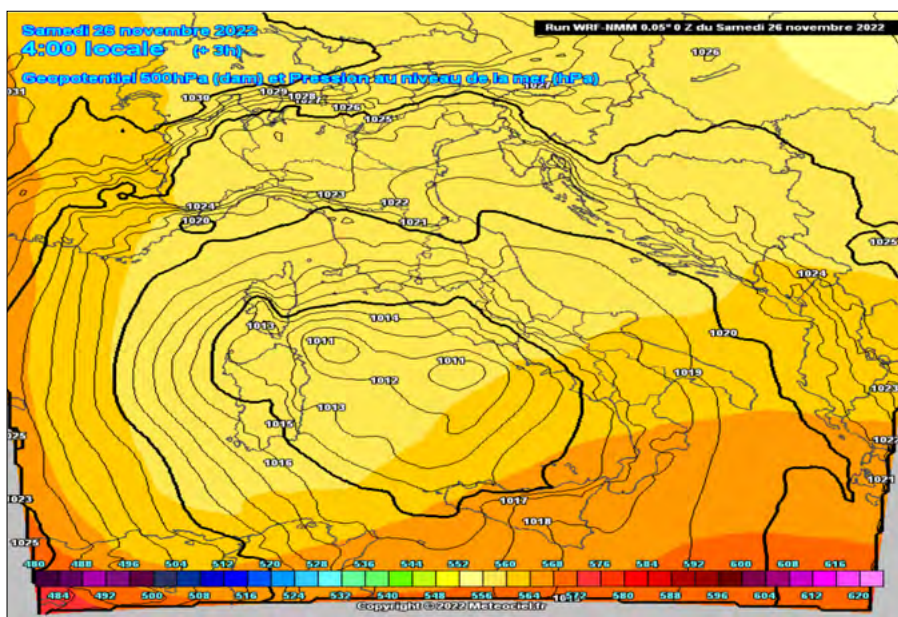


Figura 4. Carta della pressione al suolo e del geopotenziale 500 hPa relativa alle ore 04 LT del 26 novembre 2022

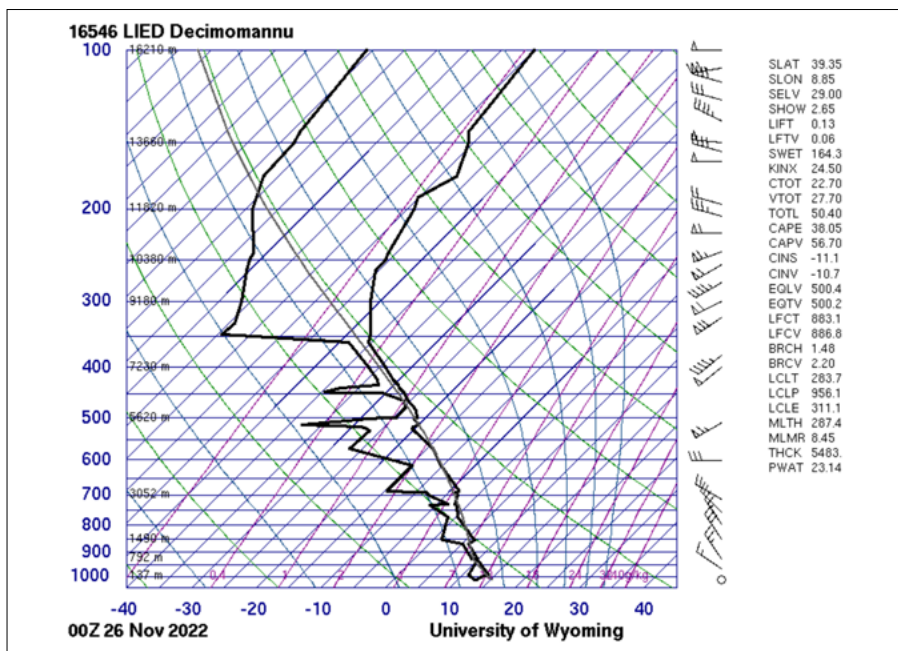


Figura 5. Diagramma skew-T relativo al radiosondaggio relativo alla stazione di Decimomannu (CA) effettuato alle ore 00 LT del 26 novembre

cata dalla forzante orografica del Monte Epomeo, con associate precipitazioni a prevalente carattere di rovescio, particolarmente intensi tra le ore 4 LT e 5 LT. Nel corso della giornata e in particolare dal primo pomeriggio del 26 novembre, la depressione si sposta piuttosto rapidamente verso la Sicilia e successivamente verso il mare Jonio meridionale, favorendo un graduale miglioramento delle condizioni atmosferiche.

ANALISI DEL DATO METEORICO

Le quattro stazioni di misura attualmente attive sull'Isola di Ischia (Tab. 1) e gestite dal Centro Funzionale Regionale (CFR) della Protezione Civile – Regione Campania hanno evidenziato le seguenti cumulate meteoriche tra la mezzanotte e le 6 AM del 26 novembre. Le cumulate derivano dalla somma dei valori ragguagliati con passo temporale di 10 minuti.

Dalla disamina della Tab. 2 si evince che le cumulate di precipitazione più significative, in termini di intensità, sono

Da un primo rapporto d'evento prodotto dal CFR della Regione Campania si evince che per le durate meteoriche superiori a un'ora e sino a 24 ore, i valori relativamente al pluviometro di Forio sono stati i più elevati a partire dal 2006, cioè da quando esiste la stazione di misura. Integrando i dati relativi alla stazione dell'ex Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN) e ubicata a poca distanza da quella installata presso il Porto di Ischia nel 2006, si dispone di una serie purtroppo estremamente frammentata che debuta nel 1975 e termina nel 2021 e dunque non esaustiva per effettuare elaborazioni statistiche secondo normativa del World Meteorological Organization (WMO).

Tuttavia, da tale analisi si deduce che almeno localmente l'evento meteorico del 10 novembre 2009 fu più intenso di quello oggetto del presente studio. Se ne potrebbe dedurre che considerando la forzante orografica del monte Epomeo, anche nelle restanti stazioni di misura il segnale potrebbe

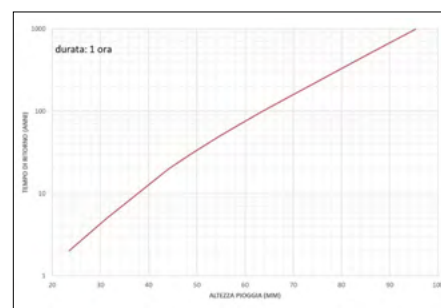


Figura 6. Stazione di Forio. Tempi di ritorno (TR) per pioggia di durata 1 ora con metodologia Valutazione delle Piene in Italia (VAPI)

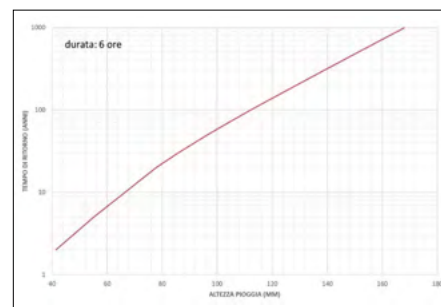


Figura 7. Stazione di Forio. Tempi di ritorno (TR) per pioggia di durata 6 ore con metodologia Valutazione delle Piene in Italia (VAPI)

Tabella 1. Caratteristiche geografiche delle stazioni attualmente attive nell'Isola d'Ischia

Denominazione	Tipo	Latitudine	Longitudine	Prov.	m.s.m.
Forio	Pe	40° 43' 55"	13° 52' 45"	NA	340
Ischia	Pe	40° 44' 25"	13° 56' 50"	NA	25
Monte Epomeo	Pe	40° 43' 18"	13° 53' 56"	NA	390
Piano Liguori	Pe	40° 42' 39"	13° 56' 60"	NA	320

Fonte: CFR Regione Campania

state registrate presso i pluviometri di Forio e Monte Epomeo, le più vicine all'area di distacco delle differenti colte detritiche avvenute, pur essendo situate su pendii differenti da quello interessato dalle colate stesse. L'intensità massima assoluta di precipitazione in 10 minuti - 13,4 mm - è stata registrata tra le ore 04:50 e le ore 05:00, al pluviometro di Monte Epomeo. Per i passi temporali compresi tra 30 minuti e 24 ore, le intensità massime assolute di precipitazione sono state registrate presso il pluviometro di Forio, dove la massima precipitazione oraria è stata rilevata tra le ore 04:20 e le ore 05:20 - 57,6 mm - mentre la cumulata giornaliera è risultata di 176,8 mm.

essere simile. Si è poi tentata in maniera preliminare, in collaborazione con il Prof. Tito Aronica del Dipartimento di Ingegneria dell'Università di Messina una prima quantificazione dei tempi di ritorno (TR) per la stazione di Forio utilizzando la metodologia Valutazione delle Piene in Italia (VAPI) del CNR Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche per la Regione Campania (distribuzione modello probabilistico Two component extreme value - TCEV), ottenendo i seguenti risultati (Figg. 6 e 7).

Come si può osservare, mentre per passo temporale orario, il tempo di ritorno del fenomeno analizzato sembrerebbe

essere prossimo ai 100 anni, per quanto concerne la precipitazione esaoraria, si passa a tempi di ritorno probabilmente doppi (almeno 200 anni), evidenza questa che la precipitazione è stata reiterata e con ogni probabilità autorigenerante, in virtù della notevole energia disponibile nel sistema frontale s.l..

ALTRE SITUAZIONI SINOTTICHE FORIERE DI FENOMENI METEORICI INNESCANTI

Per tentare di comprendere se le fenomenologie oggetto del presente analisi preliminare derivasse da un determinato "pattern meteorologico" ovvero sia un tipo di tempo tipico "classico" e storicamente foriero di precipitazioni eccezionali, lo si è raffrontato con quello di altre tre situazioni sinottiche recenti che hanno apportato sull'isola effetti al suolo di simile magnitudo, anche con perdite di vita umane

EVENTO DEL 30 APRILE 2006

Il mese di aprile del 2006 è stata caratterizzato da frequenti passaggi instabili e perturbati in seno a sistemi frontali complessi che hanno determinato copiose precipitazioni, in particolare nell'ultima settimana del mese. In particolare nelle giornate del 25 e 27 aprile 2006 sono evidenti due passaggi frontali, in primo di origine africana, il secondo di derivazione artico-marittima, apportatrici di precipitazioni cospicue. Il giorno 28 la saccatura evolve in un cuf-off, e

Tabella 2. Precipitazioni ragguagliate per prefissati intervalli di tempo e relativi al giorno 26 novembre

Stazione	10'	20'	30'	1h	3h	6h	12h	24h	Totale
Forio	11,2	20,6	31,6	57,6	97,6	131,4	168,0	176,8	176,8
Ischia	12,0	19,4	26,8	40,6	62,8	118,6	156,0	162,4	162,4
Monte Epomeo	13,4	19,6	30,0	50,4	82,6	109,4	137,8	145,4	145,4
Piano Liguori	9,8	18,4	27,4	43,6	63,4	93,4	142,8	149,8	149,8

Fonte: CFR Regione Campania

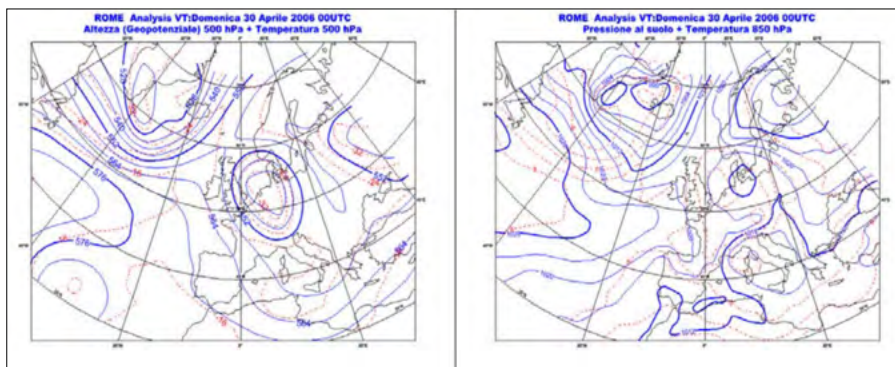


Figura 8. Analisi della distribuzione del livello geopotenziale hPa (a sx) e pressione al suolo (a dx) relativa alle ore 01 LT del 30 aprile

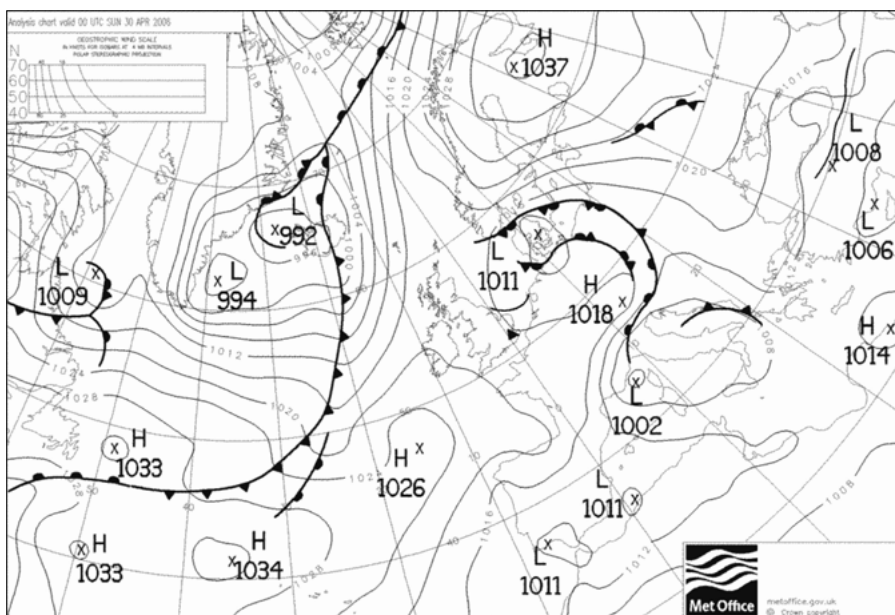


Figura 9. Carta della pressione al suolo con fronti relativa alle ore 1 LT del 30 aprile 2006

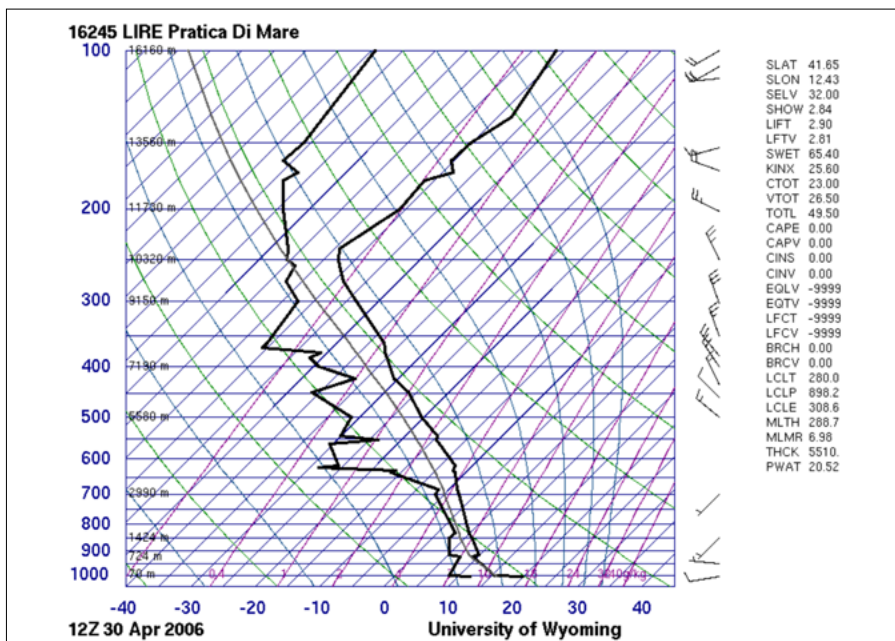


Figura 10. Diagramma termodinamico relativo alla stazione di Pratica di Mare alle ore 12 LT del 30 aprile 2006

Tabella 3. Caratteristiche geografiche delle stazioni attive nell'Isola d'Ischia nell'aprile 2006

Denominazione	Tipo	Latitudine	Longitudine	Prov.	m.s.m.	???	???
Ischia Porto	Pr	40° 44' 31,8"	13° 56' 48,6"	NA	8	attiva	30
Monte Epomeo	Pe	40° 43' 18"	13° 53' 56"	NA	390	attiva	5

Fonte: CFR Regione Campania)

si isola un minimo colmo di aria fredda ben evidente oltre i geopotenziali 700 hPa collegato ad un minimo depressionario al suolo localizzato sul basso Tirreno, dunque con struttura quasi barotropica. Nelle successive giornate del 29 e 30 aprile, un impulso di aria fredda di derivazione polare raggiunge il Mediterraneo centrale, destabilizzando notevolmente la bassa troposfera sull'intero bacino mediterraneo. Sia le immagini satellitari che quelle radar (fonte CFR Campania) evidenziano come la giornata del 29 aprile sia stata caratterizzata da impulsi temporaleschi localizzati lungo la parte settentrionale della fascia costiera campana, coinvolgendo anche l'Isola d'Ischia. Già nella serata del 29 aprile questi impulsi sembrano diminuire di frequenza, spostandosi, nella tarda mattinata del 30 aprile, verso levante. Il giorno 30 (Figg. 8 e 9) si nota che in quota permane ancora aria fredda ed instabile mentre al suolo si evidenzia la presenza di una depressione centrata sulla Corsica mentre il fronte freddo è già esteso sulle coste occidentali della penisola balcanica.

L'analisi del diagramma termodinamico riferito alle 12 LT del 30 aprile e relativo alla stazione di radiosondaggio di Pratica di Mare (Fig. 10) evidenzia un comportamento della colonna d'aria per nulla instabile, (CAPE pari a 0 e LI positivo) con scarso *shear* verticale dei venti.

L'analisi pluviometrica dell'evento è stata condotta con riferimento alle due stazioni di misura al momento attive sull'isola, peraltro caratterizzate da una quasi totale assenza di serie storiche, visto che il debutto delle osservazioni derivanti dalle stazioni automatiche risale all'anno solare 2000 (Tab. 3)

L'analisi dei valori della precipitazione rilevati nelle due stazioni di misura evidenzia immediatamente la disomogeneità spazio - altitudinale delle cumulate (Tab. 4); in particolare, nella stazione di Ischia Porto la massima precipitazione oraria rilevata è stata di 23,0 mm/h, registrata tra le ore 18:00 e le ore 19:00 del 29 aprile mentre quella di Monte Epomeo è stata di 12,4 mm/h caduti tra le ore 02:00 e le ore 03:00 AM del 30 aprile. All'interno di tale fascia oraria è stata raggiunta anche l'intensità massima di precipitazione in 10 minuti, pari a 6,8 mm, tra le ore 02:00 e le ore 02:10.

In relazione alle precipitazioni giornaliere, per la stazione di Ischia Porto la precipitazione cumulata registrata tra le ore 09:00 del 29 aprile e le ore 09:00 del 30 aprile è stata pari a 113 mm (Fig. 11) mentre per quella di Monte Epomeo la

Tabella 4. Cumulate meteoriche calcolate su rilevamenti con passo temporale di 10 minuti

Pluviometro	P _{10',max}	P _{1h,max}	P _{3h,max}	P _{6h,max}	P _{12h,max}	P _{24h,max}
Ischia Porto	-	23,0	46,0	49,4	89,6	113,0
Monte Epomeo	6,8	12,4	20,0	20,8	33,6	38,4

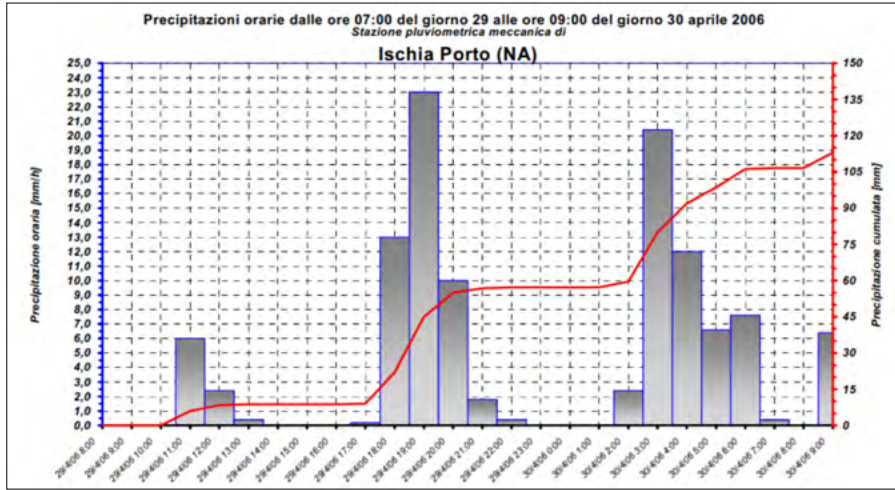


Figura 11. Precipitazioni orarie relative al timespan 7.00 AM del 29 aprile e le ore 9.00 AM del 30 aprile - pluviometro di Ischia porto (fonte CFR Campania)

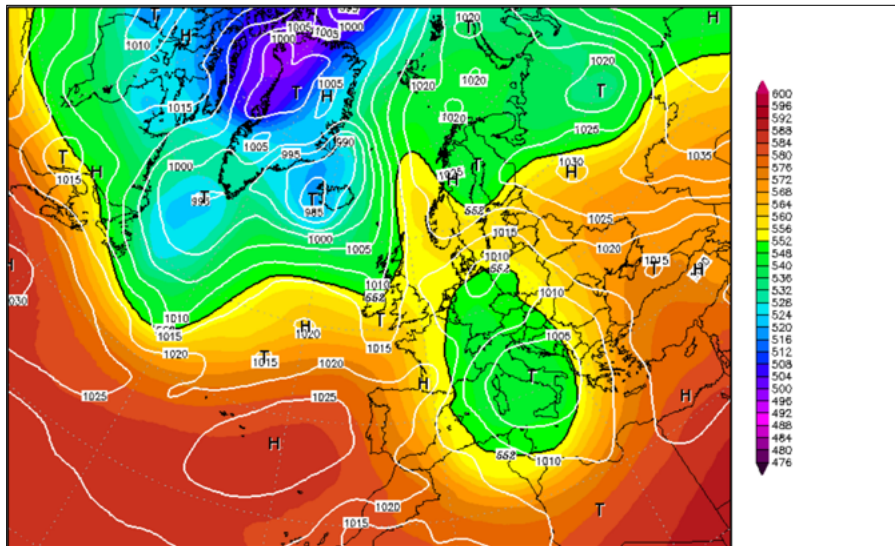


Figura 12. Analisi della distribuzione del livello geopotenziale hPa relativo alle ore 01 LT del 10 novembre 2009

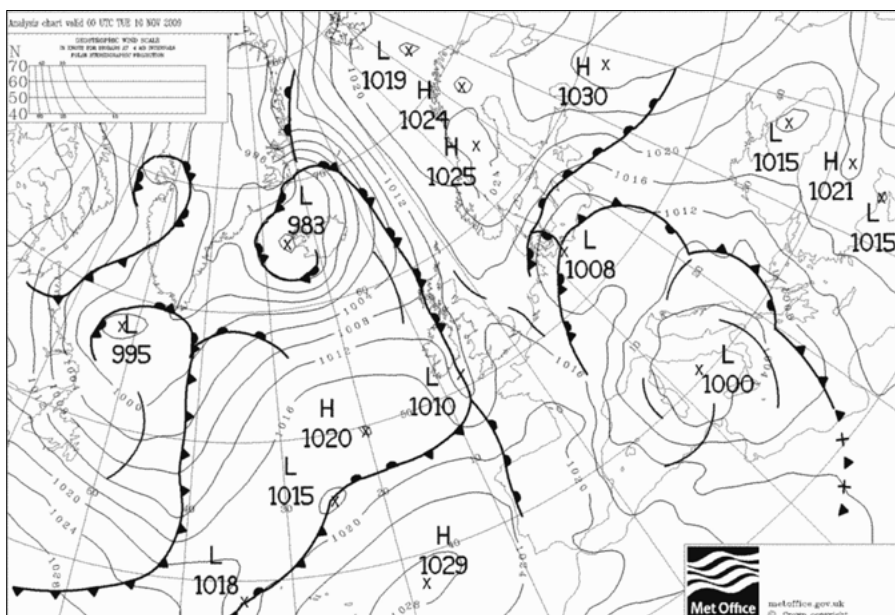


Figura 13. Analisi della pressione al suolo con fronti relativa alla ore 01 LT del 10 novembre 2009

precipitazione cumulata registrata nello stesso intervallo temporale è stata pari a 27 mm.

Nessuno dei valori cumulati per i differenti periodi temporali esaminati sono risultati essere massimi assoluti relativamente alla stazione di Ischia Porto SIMN - estesa temporalmente seppur in maniera non continuativa dal 1975 al 1999. Il tempo di ritorno relativo alle cumulate di 24 ore, calcolato sempre per la stazione di Ischia Porto è di 12-13 anni a seconda delle distribuzioni di probabilità utilizzate per il calcolo (Gumbel e TCEV - fonte CFR Campania)

EVENTO DEL 10 NOVEMBRE 2009

Tra l'8 ed il 10 novembre 2009 precipitazioni intense, a carattere di rovescio anche temporalesco, hanno interessato l'Isola. La prima decade del mese è stata caratterizzata dalla persistenza in quota di una saccatura di origine artica, rapidamente evoluta in depressione barotropica chiusa, presente a tutte le quote della bassa e media troposfera, ed estesa dalla Danimarca alle coste libiche (Fig. 12).

Più in dettaglio, in Fig. 13, si evidenzia la presenza al suolo, di un minimo di pressione sul Mar Tirreno centrale, proprio al largo delle coste campane, "circondato" da numerose linee di instabilità. Tale situazione ha determinato, nella tarda nottata e nella mattinata del 10 novembre, un continuo susseguirsi di passaggi di strutture nuvolose di tipo cumuliforme sull'isola d'Ischia.

Il diagramma termodinamico relativo alla stazione di Pratica di Mare (Fig. 14) non sembrerebbe però rappresentativo delle condizioni termodinamiche presenti sull'Isola d'Ischia, visto che gli indici termodinamici evidenziano condizioni di non instabilità, con un accenno di inversione termica al suolo.

L'analisi pluviometrica dell'evento è stata condotta sulla base dei dati delle stazioni di monitoraggio, al momento attive, che coincidono con quelle oggetto del presente studio.

In questo evento le precipitazioni relative al periodo dall'8 al 10 novembre sono state particolarmente abbondanti con fenomeni reiterati tipico dei sistemi temporaleschi complessi, decisamente eterogenee nel territorio sia dal punto di vista spaziale che temporale. Il valore della cumulata relativa alla stazione di Monte Epomeo (86 mm in 24 ore) sembrerebbe sottostimato, forse, a causa dei forti venti che hanno accompagnato i rovesci; risulta altresì evidente il dato estremamente elevato rilevato registrato a Ischia Porto, con valori giornalieri di

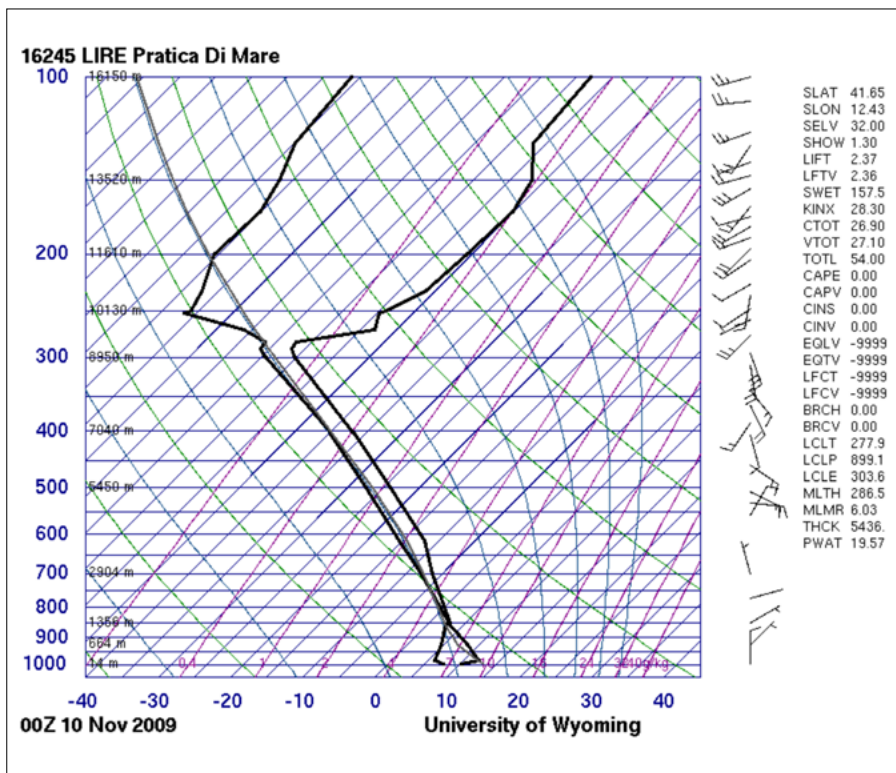


Figura 14. Diagramma termodinamico relativo alla stazione di Pratica di Mare alle ore 00 LT del 10 novembre 2009

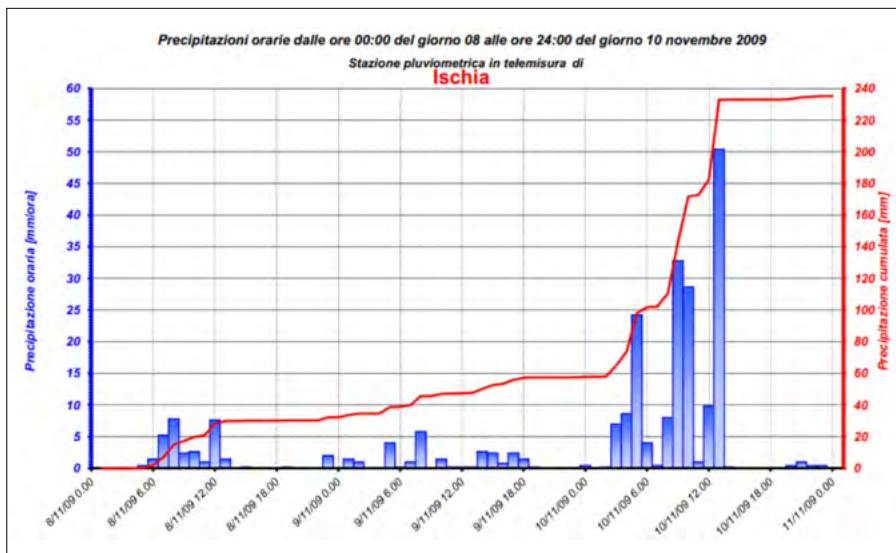


Figura 15. Precipitazioni orarie relative al timespan 00 AM del giorno 8 novembre 2009 alle 24 del giorno 10 novembre 2009 – pluviometro di Ischia porto (fonte CFR Campania)

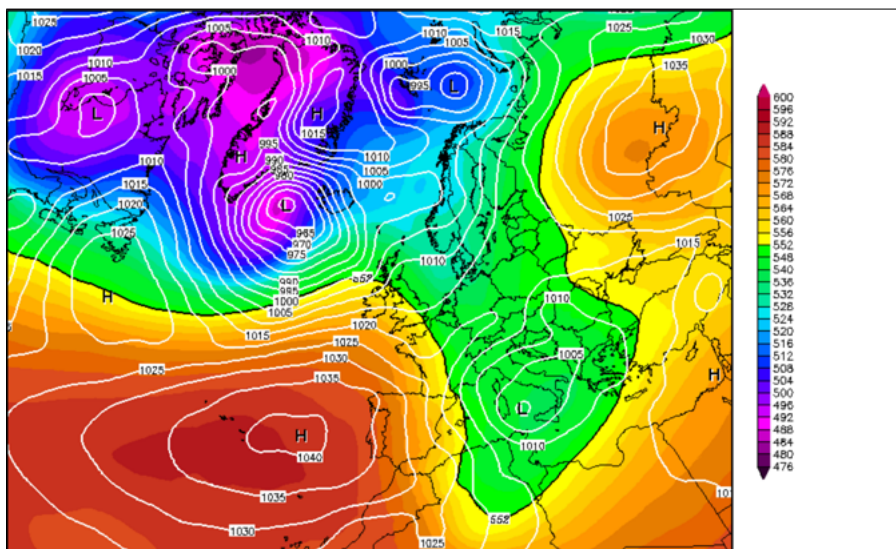


Figura 16. Campi di pressione al suolo e al geopotenziale 500 hPa relativa alle ore 12 LT del 25 febbraio 2015

ben 235 mm e massimo assoluto orario di ben 50 mm rilevato nelle ore centrali del 10 novembre, valore molto simile a quello verificatosi nel novembre 2022 (Tab. 4 e Fig. 15).

Se si vanno ad analizzare i dati in 24 ore (Tab. 4), si evince che ad Ischia Porto sono caduti 185 mm di pioggia tra le ore 13 del 9 novembre e le ore 13 del 10 dicembre mentre la cumulata totale relativa a quest'ultima data è di 177 mm.

I Tempi di ritorno per i massimi annui giornalieri calcolati sulle distribuzioni teoriche TCEV (metodo L-moments) e Gumbel (metodo dei momenti e degli L-moments) evidenziano TR di almeno 130 anni.

Relativamente alle precipitazioni orarie (distribuzione TCEV), i TR variano dagli 8 anni delle precipitazioni ad un'ora e i 90 anni circa di quelle a 6 ore.

EVENTO DEL 25 FEBBRAIO 2015

L'evento pluviometrico del 25 febbraio 2015 non è risultato essere particolarmente intenso ma giunge al termine di un lungo periodo caratterizzato da tempo perturbato, con continue ciclogenesi mediterranee al suolo e saccature estese in quota dalla Scandinavia sino al Sahara algerino (Fig. 16).

Le cumulate più significative dall'inizio del mese di febbraio 2015 sono risultate essere di 185 mm a Piano Liguori - con un massimo giornaliero di 45 mm il giorno 16 - e di 217 mm a Ischia Porto dopo una cumulata nel mese di gennaio di ben 217 mm.

La situazione sinottica del giorno 25 evidenzia un sistema frontale ben strutturato al suolo che contrasta termicamente con aria fredda di estrazione polare al geopotenziale 500 hPa. Tale strutturazione della colonna d'aria causa precipitazioni moderate - comprese tra 20 e 30 mm circa senza outlayers precipitativi di breve durata.

L'analisi del diagramma termodinamico (Fig. 17) mostra una colonna d'aria sostanzialmente stabile ma molto umida - addirittura satura in un tickness molto esteso verticalmente - tra i geopotenziali 900 e 600 hPa circa. La massa d'aria presenta peraltro una Precipitable Water molto contenuta, di circa 18 mm.

L'analisi climatologica e sinottica dell'evento meteorico occorso nelle prime ore di sabato 26 novembre 2022 ha mostrato caratteri di eccezionalità pluviometrica. Il confronto con i tre eventi meteorici più recenti - forieri di effetti al suolo di notevole magnitudo e purtroppo di vittime (eventi del 2006, 2009 e 2015) hanno mostrato cumulate pluviometriche

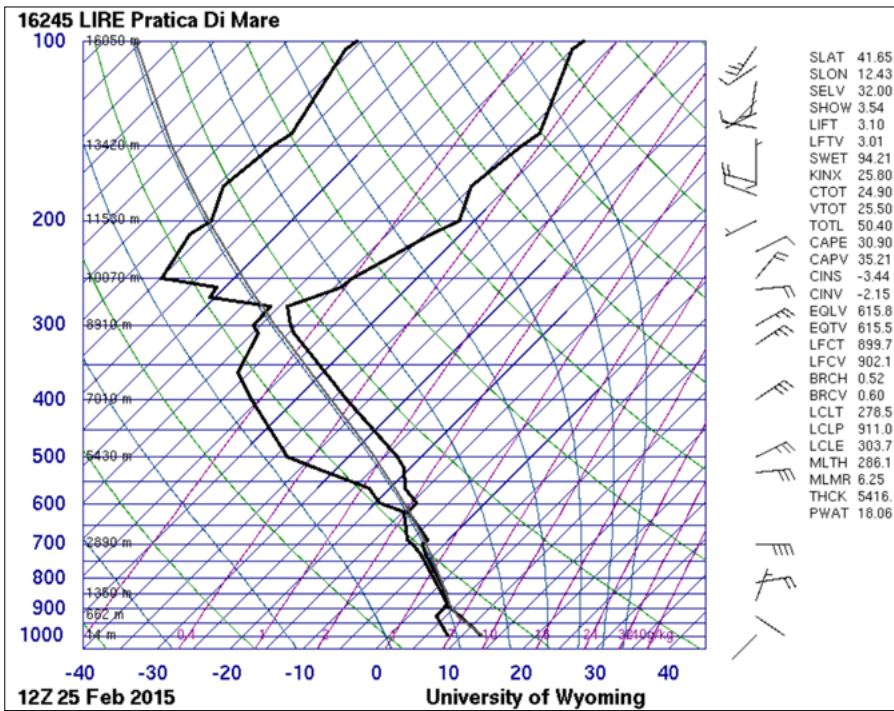


Figura 17. Diagramma termodinamico relativo alla stazione di Pratica di Mare alle ore 12 LT del 25 febbraio

metriche molto diversificate tra di loro, con valori paragonabili se non lievemente superiori a quelle oggetto dello studio nel 2009. L'evento del 2015 è stato invece distribuito su molti giorni e non evidenzia fenomenologie di tipo convettivo, essendo oltretutto verificatosi al termine della stagione meteorologica invernale.

I tempi di ritorno degli eventi del 2009 e del 2022 sono complessivamente e mediamente centenari o bicentenari e dunque statisticamente eccezionali ma con la crisi climatica in atto – caratterizzata tra l'altro da un continuo incremento delle SST al termine dell'estate e per l'intero trimestre autunnale, è pro-

babile che tali cumulate possano essere raggiunte più frequentemente, specie in occasione di formazioni di V-shaped storm o persino TLC.

Dal punto di vista sinottico, la presenza di una depressione dinamica centrata sul medio – basso tirreno associata ad una saccatura di origine polare intermedia alle medie quote troposferiche sembrerebbe essere un *pattern* di notevole importanza, in quanto caratteristico di tutti gli eventi analizzati sommariamente.

LA MAPPATURA DELLA COLATA DI FANGO A POCHE ORE DALL'EVENTO

La Protezione Civile italiana subito dopo l'evento del 26 novembre ha attivato il servizio di Rapid Mapping di Copernicus, il programma dell'UE volto a sviluppare servizi di informazione europei basati sull'osservazione satellitare della Terra e dati in situ (non spaziali). Sono state richieste informazioni geospaziali tempestive per supportare le operazioni di soccorso e aiutare a quantificare i danni. È una delle prime volte che si riesce ad avere una mappatura di un evento franoso in tempi molto rapidi.

Alle ore 11:22 Coordinated Universal Time (UTC) del 26 novembre



Figura 18. Copernico - Servizio di gestione delle emergenze. Mappatura CASAMICCIOLA - ITALY Mass movement - Situation as of 27/11/2022 Delineation - Overview map 01

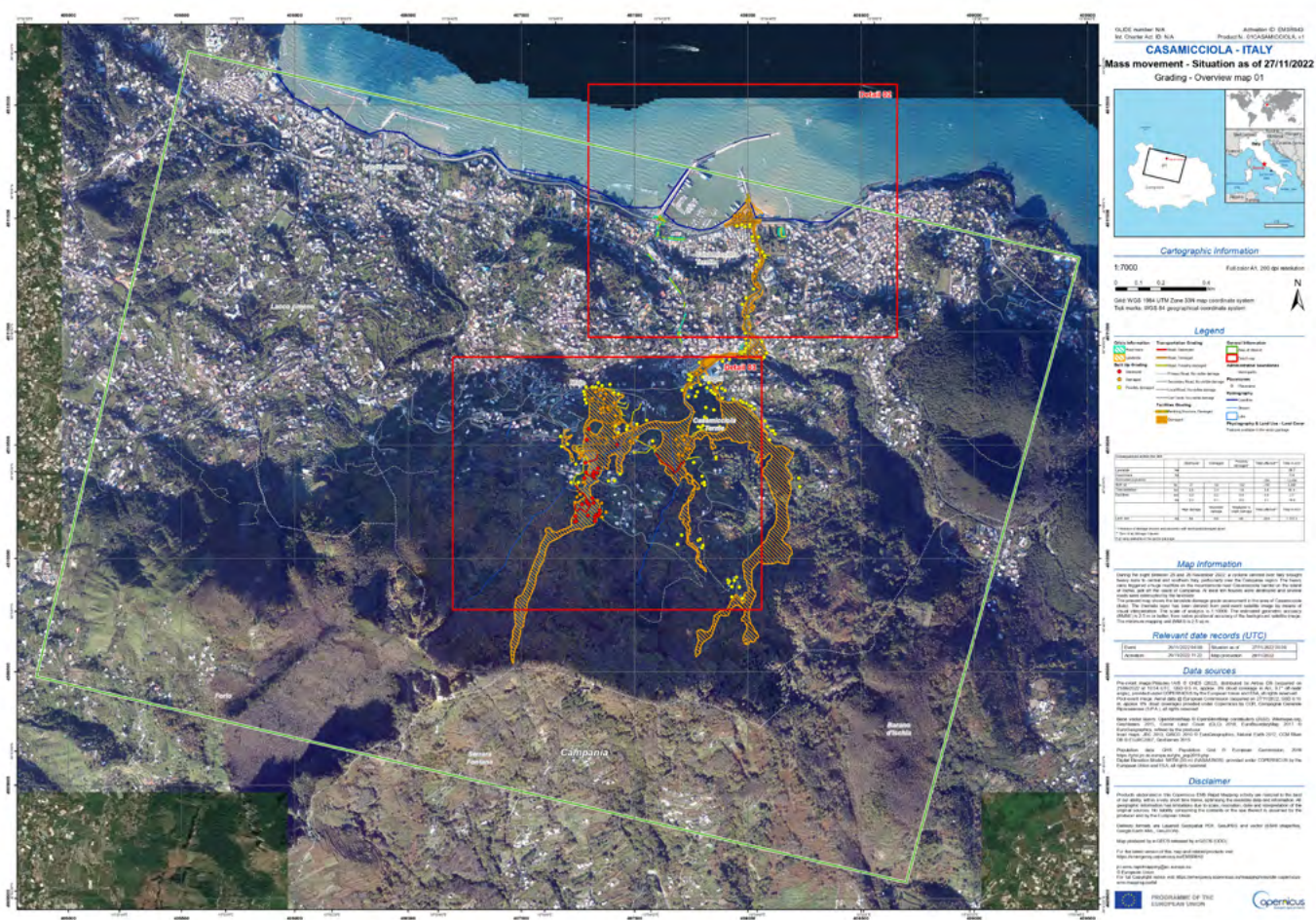


Figura 19. Copernico - Servizio di gestione delle emergenze. CASAMICCIOLA - ITALY Mass movement - Situation as of 27/11/2022 Grading - Overview map 01



Figura 20. Copernico - Servizio di gestione delle emergenze. CASAMICCIOLA - ITALY Mass movement - Situation as of 27/11/2022 Grading - Detail map 02

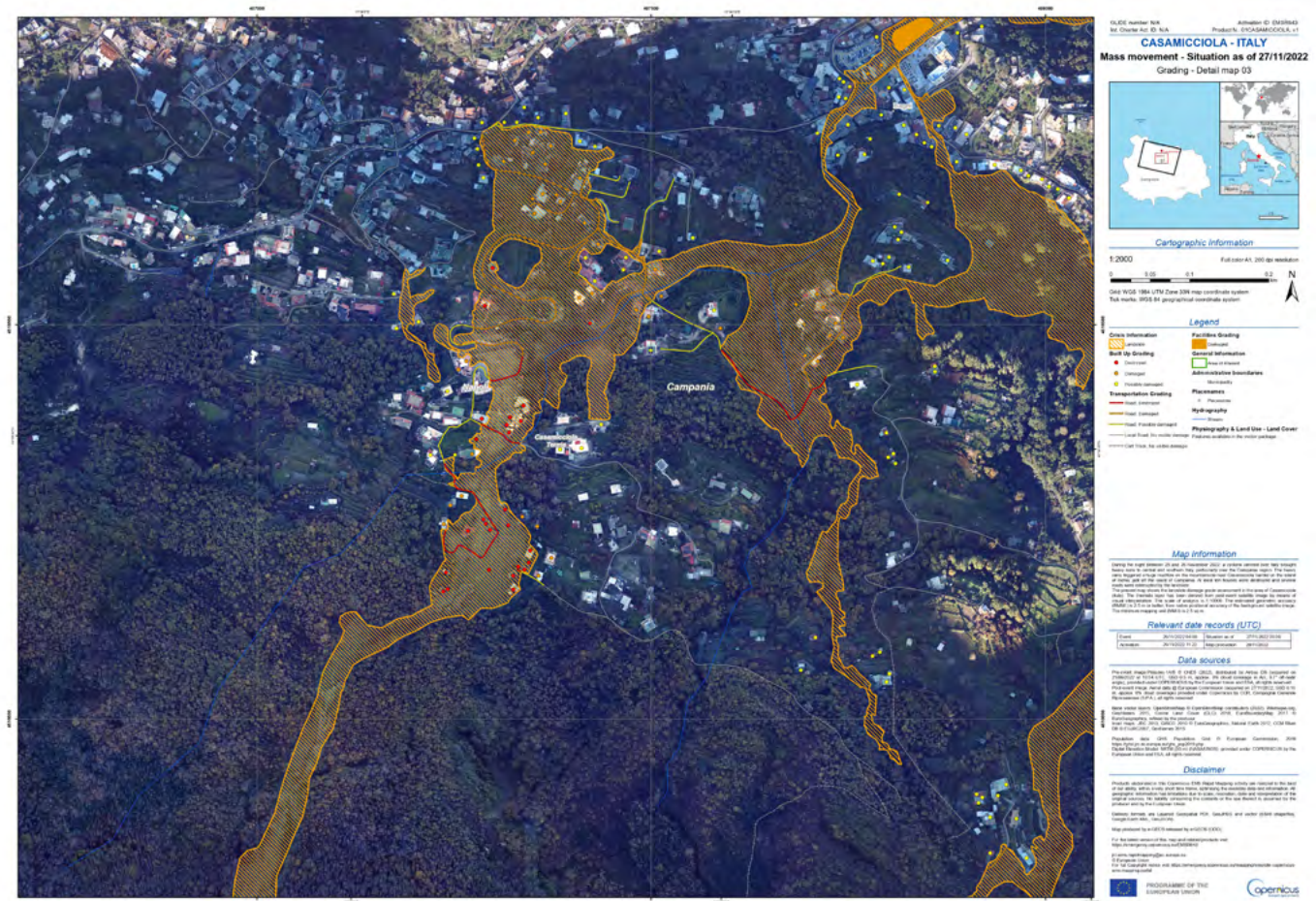


Figura 21. Copernicus - Servizio di gestione delle emergenze. CASAMICCIOLA - ITALY Mass movement - Situation as of 27/11/2022 Grading - Detail map 03

è stata attivata anche la nuova Componente Aerea del Copernicus Emergency Management Service (CEMS), la componente di mappatura del servizio di gestione delle emergenze di Copernicus, consegnando un primo prodotto di delineazione basato sull'acquisizione del satellite Airbus Pléiades del 27 novembre alle 09:42 UTC, inoltre sono state acquisite immagini a risoluzione più elevata con risoluzione spaziale fino a 5 cm. A queste immagini si sono aggiunte quelle acquisite dalla Compagnia Generale Riprese aeree (CGR) con aeroplani con equipaggio con una risoluzione spaziale di 10 cm e dati Lidar. L'aereo ha sorvolato l'isola il 27 novembre in condizioni meteorologiche ottimali.

Il 29 novembre era possibile delineare e valutare i danni causati dalla colata di fango con precisione e dettaglio molto elevati. I dati forniti e disponibili includono: Ortofoto RGB a risoluzione spaziale di 10 cm; Nuvole di punti classificate LIDAR, 8-10 punti/m²; Un modello digitale del terreno (DTM) e un modello digitale della superficie (DSM).

Grazie a questa rapida e precisa ricognizione si è potuto definire che la colata di fango copriva un totale di 28,2 ettari; su un totale di 218 edifici interessati dalla colata di fango ben 27 sono stati

distrutti dalla frana; sono state stimate oltre 300 le persone colpite dall'evento.

Questa prima ricognizione è servita per le fasi successive di valutazione del rischio residuo e per la progettazione del sistema di allentamento.

Tutte le mappe prodotte e i dati vettoriali sono disponibili per la visualizzazione e il download sul sito web di Copernicus EMS: <https://emergency.copernicus.eu/EMSR643>.

Nell'evento del 26 novembre 2022 i detriti staccatisi dalla parte alta del versante, nel riversarsi a valle hanno acquistato sempre di più massa e velocità, con le conseguenze di avere prodotto una colata di fango e detriti. Le vecchie opere idrauliche di presidio e di regimentazione assieme alle opere atte alla protezione degli alvei poco mantenute non hanno potuto evitare il formarsi e l'evolversi della colata di fango. Questi sono episodi che si verificano quando si sviluppa, attraverso la stessa frana, una autoalimentazione dei volumi e la formazione di una massa che precipita a valle. Quando questa massa raggiunge gli alvei che scorrono lungo il pendio, gli stessi sono insufficienti ad assorbire questa enorme massa di detriti. Per un territorio che è soggetto per la sua conformazione a eventi del genere, occorre

fare in modo che il versante abbia tutta la capacità di far scorrere le acque di precipitazione e le acque di deflusso e tenere bassa le piezometriche delle acque delle falde superficiali. L'acqua in sostanza, deve essere lasciata libera di defluire liberamente e libera di incanalarsi nei canali e nelle linee di impluvio fino al suo livello di base rappresentato dal mare.

STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

Le condizioni morfologiche e idrauliche di forte instabilità presenti lungo tutto il versante settentrionale del Monte Epomeo, che afferiscono allo stesso una forte propensione a franare, assieme ai precedenti tragici avvenimenti, che hanno interessato la stessa area, non hanno portato all'adozione di adeguate contromisure preventive. I fattori predisponenti il dissesto geo-idrologico sono gli stessi di quanto accaduto dal 1910 e al 2009, ovvero la natura geologica del territorio e la sua evoluzione morfologica che lo predispone a generare processi franosi tipo colata detritica e colate di fango con attivazione lungo tutto il versante fino al mare che lo sottende di un trasporto in massa di terreni sciolti di natura piroclastica e lapidea (*debris flow*).

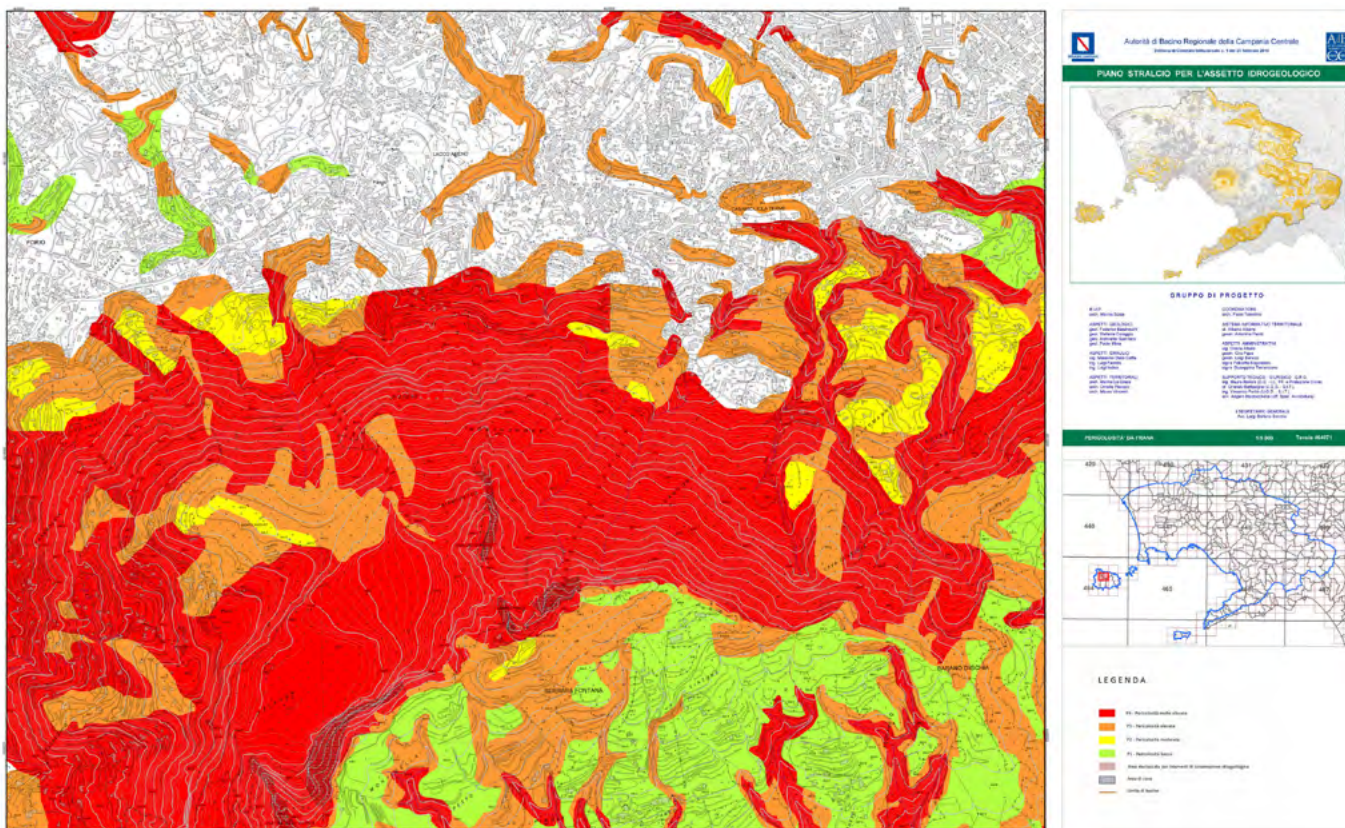


Figura 22. Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico Stralcio della Carta Tecnica Regionale 1:5.000 Tav. n. 464071 "Carta della Pericolosità da Frana"

Questi fenomeni franosi, a sviluppo rapido, quando si innescano hanno un alto potere distruttivo perché mobilitano grossi quantitativi di sedimenti e detriti che possono anche incanalarsi in incisione preesistenti fluendo ad alta velocità verso valle. La predisposizione a franare è legata alla pendenza elevata del versante,

alla presenza di depositi sciolti fortemente erodibili, alla presenza di un substrato sottostante i depositi sciolti impermeabile o poco permeabile che ne facilita la saturazione e alla stessa costituzione dei versanti che risultano essere incisi da aste fluviali corte e molto acclivi. Pertanto, in tale contesto geologico e geomorfologico,

esistono tutti i fattori che concorrono alla determinazione di una classe di pericolosità molto elevata, classe dove si inquadra l'area teatro della frana del 1910, del 2009 e del 26 novembre 2022. Infatti, l'area in esame, a seguito della pubblicazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PSAI), dei territori dell'ex Autorità di

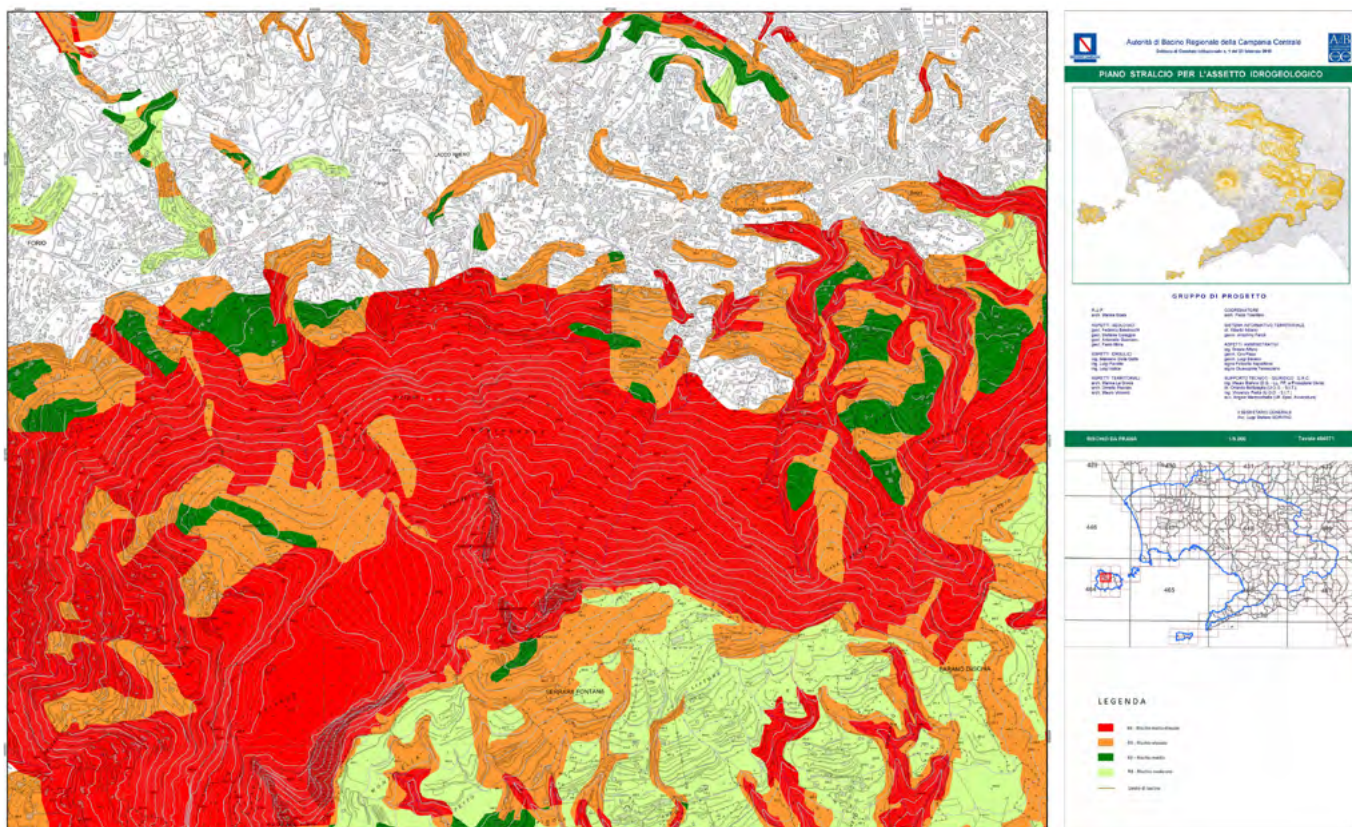


Figura 23. Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico Stralcio della Carta Tecnica Regionale 1:5.000 Tav. n. 464071 "Carta del Rischio da Frana"

Bacino Campania Centrale, aggiornato nel 2015, adottato con delibera di Comitato Istituzionale n. 1 del 23 febbraio 2015, B.U.R.C. n. 20 del 23.03.2015, è stata classificata a pericolosità da frana molto elevata ed elevata, "P4" e "P3", rispettivamente campitura rossa e arancione, e a Rischio da frana molto elevato ed elevato "R4" ed "R3", rispettivamente campitura rossa e arancione (Fig. 22 e Fig. 23).

Dal punto di vista idraulico la stessa area risulta ricadente in una classe di pericolosità elevata "P3" per elevato trasporto solido dovuto a fenomeni alluvionali caratterizzati da elevato trasporto solido (flussi iperconcentrati, colate detritiche, debris-flow, etc), campitura tratteggiata in rosso, e sempre in classe "P3" per Aree di Attenzione a causa di aree ad elevata suscettibilità di allagamento ubicate al piede di valloni, punti/fasce di possibile crisi idraulica localizzata/diffusa, o per la presenza di alvei strada, campitura puntinata in rosso. La stessa area infine ricade in una classe di Rischio Molto elevato "R4" e "R3", rispettivamente campitura rossa e arancione (Fig. 24 e Fig. 25).

Conseguentemente, per dette aree, sono state pubblicate, sul B.U.R.C. n. 20 del 23 marzo 2015, le Norme di Attuazione. Alla Classe di Pericolosità "P4" e "P3" da frana si applicano, tra l'altro, le disposizioni delle Norme di Attuazione di cui al Titolo IV Capo I, "Disposizioni per la Tutela dal pericolo e per l'assetto idrogeologico", relativamente agli articoli, 25, 26, 27, e 28.

Mentre per una classe di Rischio da frana "R4" ed "R3" si applicano le disposizioni di cui al Titolo III Capo I, "Disposizioni generali per le aree a rischio da frana e per gli interventi ammissibili", relativamente all'articolo 16 e agli articoli 18, 19, 20, 21, 22 e 23 del Capo III.

Nel caso specifico, nella considerazione che l'area risulta interessata sia dal rischio da frana e sia dal rischio idraulico, occorre far riferimento al comma 2 dell'art. 16 delle Norme di Attuazione che tra l'altro recita: "Nelle aree perimetrate a rischio frana ed anche a rischio idraulico le prescrizioni relative si applicano contemporaneamente, ciascuna operando in funzione della rispettiva finalità; le disposizioni più restrittive prevalgono sempre su quelle meno restrittive".

Appare evidente che la presenza di attività antropiche che si sovrappongono alle aree ad elevata pericolosità, sia da frana e sia idrauliche, determina alle stesse aree, un rischio geo-idrologico molto elevato R3 ed R4.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'Italia è un paese dove la pericolosità geo-idrologica per la conformazione geologica e per le dinamiche geomorfologiche è estremamente elevata, esplicandosi sovente soprattutto con l'accadimento di frequenti fenomeni franosi ed esondazione di corsi d'acqua. Avendo trascurato una pianificazione attenta alle evoluzioni

geologica e geomorfologica del territorio si è fatto sì che di pari passo con l'urbanizzazione e l'infrastrutturazione del territorio aumentasse il rischio. Abitazioni e infrastrutture quasi mai sono in grado di fronteggiare le forze sviluppate da una frana o da una colata di fango.

Nelle aree urbanizzate ad accertata pericolosità da frana, per mitigare gli effetti di eventi franosi, risulta necessario attivare prima di tutto gli interventi non strutturali. La pianificazione territoriale deve basarsi sulla definizione degli scenari evolutivi delle potenziali frane tenendo in conto le quantità di materiale mobilizzato, le traiettorie, e le forze in gioco. Risulta altrettanto necessario avviare un monitoraggio dei versanti e la definizione dei meccanismi di rottura e le soglie pluviometriche di innesco dei fenomeni gravitativi. Questi studi dovrebbero aggiornare i Piani di assetto idrogeologico in modo da rendere più attuali gli strumenti urbanistici comunali. Inoltre è necessaria una manutenzione delle opere di presidio già realizzate e l'eventuale implementazione con nuove opere strutturali se quelle esistenti non sono ritenute sufficienti a garantire una adeguata mitigazione del rischio. Dove gli interventi non strutturali non trovano una specifica applicazione e gli interventi strutturali presentano un eccessivo costo o una bassa affidabilità di mitigazione, bisogna avere il coraggio di delocalizzare gli elementi vulnerabili a partire dalle strutture pubbliche e di

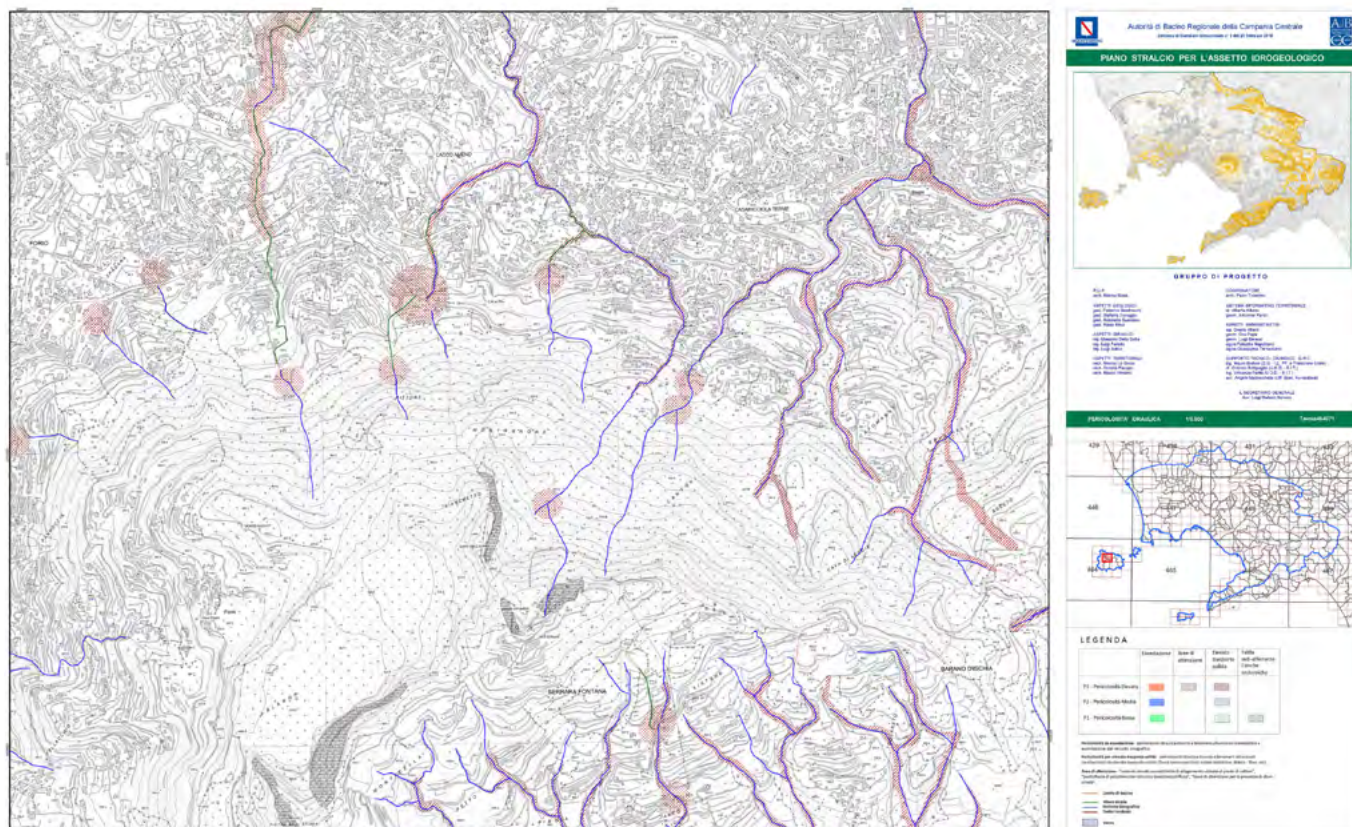


Figura 24. Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico Stralcio della Carta Tecnica Regionale 1:5.000 Tav. n. 464071 "Carta della Pericolosità Idraulica"

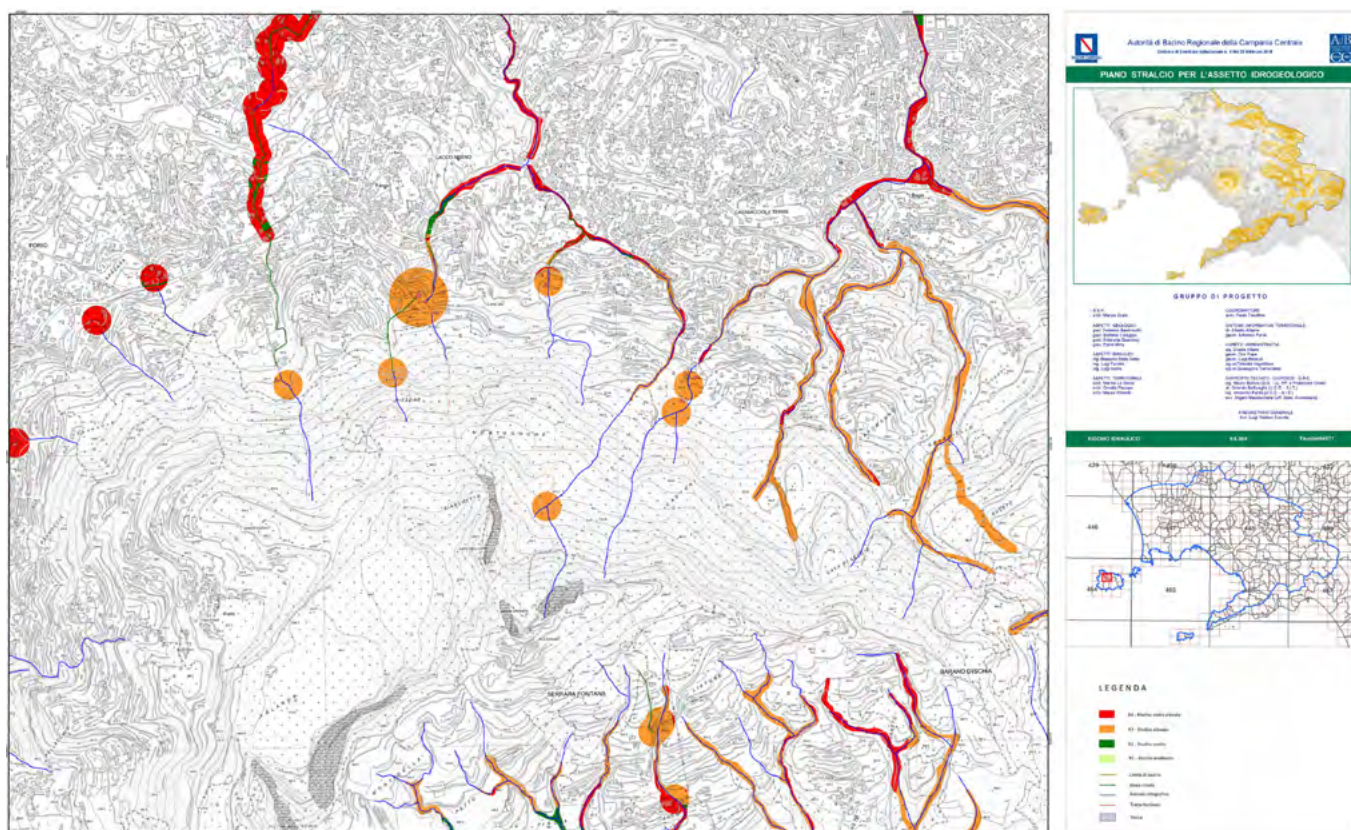


Figura 25. Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico Stralcio della Carta Tecnica Regionale 1:5.000 Tav. n. 464071 "Carta del Rischio Idraulico"

intesse pubblico. Per gli edifici privati si dovrà prevedere un fondo di solidarietà per rendere possibile i trasferimenti e non rischiare la propria vita e propri beni. La collettività deve farsi carico di questo trasferimento considerato che la stessa attraverso, gli organi di governo del territorio, ha concesso la possibilità di edificare in zone pericolose. Sulle pericolosità medie e basse potrebbe essere efficace un sistema di copertura assicurativo partecipato dallo Stato. In fine è necessaria una ricostruzione, o costruzione, culturale sulla prevenzione e auto tutela dai pericoli naturali rivolta ai più giovani, a partire dalle scuole primarie, e anche agli adulti attraverso l'incentivazione di comunità educanti per la prevenzione del rischio geo-idrologico.

La recente frana verificatasi nel comune di Casamicciola Terme, che ha causato 12 vittime e ha colpito centinaia di edifici, ha avuto come causa scatenante diretta un fenomeno meteorico molto intenso e persistente che ha interessato l'isola campana a partire dalla mezzanotte di venerdì 25 novembre; in soli sei ore, sono precipitati 126 millimetri di pioggia, il dato più alto registrato negli ultimi vent'anni, con uno scroscio orario principale di circa 50 mm.

Gli effetti al suolo del nubifragio, in primis la colata di blocchi rocciosi, detriti e fango, sarebbero potuti essere meno distruttivi se il territorio fosse stato nel tempo diligentemente man-

tenuto e correttamente presidiato. Un ruolo non secondario potevano rivestire le opere di regimentazione idrauliche che sono indispensabili per mantenere il corretto e naturale delicato equilibrio geo-idrologico e idrogeologico dell'intero versante. In queste condizioni, già al limite dell'equilibrio, l'aggravante di avere urbanizzato aree senza un'attenta pianificazione in termini di evoluzione geomorfologica dei versanti, ha incrementato fortemente il fattore di rischio. In regime di cambiamento climatico, quale il periodo attuale, risulta evidente che il completo abbandono e degrado del territorio privo di cura e di manutenzione, la mancata sistemazione idraulico forestale, e la mancata cura della vegetazione, accelerano i processi morfologici.

Dopo l'alluvione che ha interessato la stessa Casamicciola Terme nel 2009, e di cui in questo stesso numero è pubblicato un rapporto inedito del compianto Franco Ortolani, dovevano essere realizzati diversi interventi, occorreva realizzare studi che definivano gli scenari evolutivi dei versanti e gli interventi di messa in sicurezza. Nei 13 anni trascorsi si sarebbe potuto intervenire per mitigare i rischi e utilizzare al meglio i fondi stanziati per la realizzazione degli interventi, fondi mai spesi.

BIBLIOGRAFIA

CNR-ISAC (2022), https://www.isac.cnr.it/climstor/DPC/climate_news.html

DEL PRETE S. & MELE R. (1999), *L'influenza dei fenomeni d'instabilità di versante nel quadro morfo-evolutivo della costa dell'Isola d'Ischia*. Boll. Soc. Geol. It., 118, 339-360.

DEL PRETE S. & MELE R. (2006), *Il contributo delle informazioni storiche per la valutazione della propensione al dissesto nell'Isola d'Ischia (Campania)*. Boll. Soc. Geol. It., 2, 29-47.

DELLA SETA M., MAROTTA E., ORSI G., DE VITA S., SANSIVERO F. & FREDI P. (2011), *Slope instability induced by volcano-tectonics as an additional source of hazard in active volcanic areas: The case of Ischia island (Italy)*. January 2011 Bulletin of Volcanology 74(1):79-106.

DONZELLI E. (1910), *L'alluvione del 24 ottobre 1910 nell'Isola d'Ischia e l'opera della squadra napoletana di soccorso*. Tip. Lubrano, Napoli, 24, pp.301.

FAZZINI M. & GIUFFRIDA A. (2005), *Une nouvelle proposition quantitative des regimes pluviométriques dans le territoire de l'Italie: premiers résultats*. In «Climat Urbain, Ville et Architecture» Actes XVIII Colloque Internationale de Climatologie - Gènes - 362-365.

MELE R. & DEL PRETE S. (1998), *Fenomeni di instabilità dei versanti in Tufo Verde del Monte Epomeo (Isola d'Ischia-Campania)*. Boll. Soc. Geol. It., 117 (1), 93-112.

ORTOLANI F. (2023), *Le colate di fango del 10 novembre 2009 di Casamicciola Terme (Ischia). Il Monte Epomeo ha retto. Hanno ceduto i versanti dei valloni pedemontani*, Geologia dell'Ambiente n. 1/2023.

SBRANA A. & TOCCACELI R. M. (2011), *Note illustrative alla Carta Geologica 1:10.000 Foglio 464 Isola d'Ischia*. Progetto CAR.G. Assessorato alla Difesa Suolo Regione Campania. L.A.C. Firenze.

Le colate di fango del 10 novembre 2009 di Casamicciola Terme (Ischia). Il Monte Epomeo ha retto. Hanno ceduto i versanti dei valloni pedemontani

The mudflows of 10 November 2009 at Casamicciola Terme (Ischia). The m. Epomeo resistance and the slope of piedmont failure

Parole chiave: Casamicciola, frana, pericolosità da frana, rischio, colata di fango, cenere vulcanica, urbanizzazione

Keywords: Casamicciola, landslide, landslide hazard, risk, mudflow, volcanic ash, urbanization

Franco Ortolani (†)

Già Ordinario di Geologia e Direttore del Dipartimento di Pianificazione e Scienza del Territorio dell'Università di Napoli Federico II

14 novembre 2009

Pubblichiamo questo lavoro inedito del compianto amico prof. Franco Ortolani, già senatore della Repubblica, che lo scrisse il 14 novembre 2009, all'indomani della frana che colpì Casamicciola Terme la mattina del 10 novembre 2009, nello stesso sito di Casamicciola Terme che è stato colpito da una frana della stessa tipologia e dimensioni il 26 novembre 2022, come viene descritto nell'articolo che precede questo. Le piogge che hanno causato il disastro del 2022 sono state intense ma non eccezionali. Ma questi fenomeni non sono isolati a Casamicciola Terme. Altri simili si manifestarono anche nel 1910 la colata di fango e detriti si manifestò sul versante nord del monte Epomeo, scendendo lungo il vallone che occupa tale versante, colpendo le abitazioni e le infrastrutture incontrate ai piedi del ripido versante, incanalandosi lungo le strade dell'abitato, per scaricarsi quindi nel mare.

Le strade attraversate dal flusso di fango non erano altro che i primitivi canali e incisioni vallive naturali, quindi si parlò di "strade-alveo", a significare che gli alvei naturali avevano ripreso il loro antico percorso. Sempre nello stesso sito e con analoghe manifestazioni, cause e danni, si erano verificati gli stessi fenomeni calamitosi: il primo di cui abbiamo notizia accadde nell'ottobre 1910, altri il 30 aprile 2006 e il 10 novembre 2009 appunto. Le cause naturali innescanti sono state le piogge intense, però i materiali dotati di scadenti caratteristiche geomeccaniche e i brevi e ripidi versanti incombenti sulla fascia costiera, la diffusa antropizzazione e urbanizzazione del territorio, spesso abusiva, ha trasformato questi eventi naturali in catastrofi.

Non sembra che nel frattempo si sia messo in sicurezza il versante nord nel M. Epomeo o si siano realizzate opere strutturali della fascia urbanizzata.

(A cura della Redazione)

PREMESSA

La mattina del 10 novembre 2009 intorno alle ore 8,00, in concomitanza con intense precipitazioni piovose che già dalle prime ore del giorno interessavano il versante settentrionale del Monte Epomeo, le strade che dalla zona alta di Casamicciola Terme scendono verso il Porto sono state improvvisamente invase da flussi fangosi veloci che hanno travolto autovetture e persone provocando una giovane vittima e vari feriti oltre a diffusi danni. Tronchi d'albero, detriti vari tra cui rifiuti, autovetture e anche persone sono state violentemente trascinate fino al mare.

Il territorio di Casamicciola Terme è ubicato sul versante settentrionale del Monte Epomeo (Figg. 1 e 2) ed è caratterizzato da una parte molto inclinata e boscata dalla cresta del rilievo fino a circa quota 200 m (zona A di Figg. 1 e 2)



Figura 1. Principali caratteristiche morfologiche e idrologiche del territorio di Casamicciola Terme

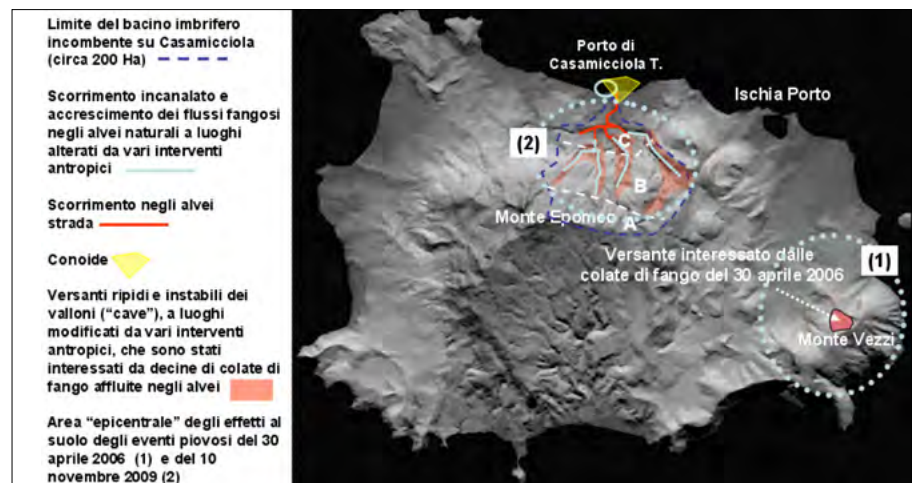


Figura 2. Schema delle aree interessate dai flussi fangosi del 10 novembre 2009 e del 30 aprile 2006

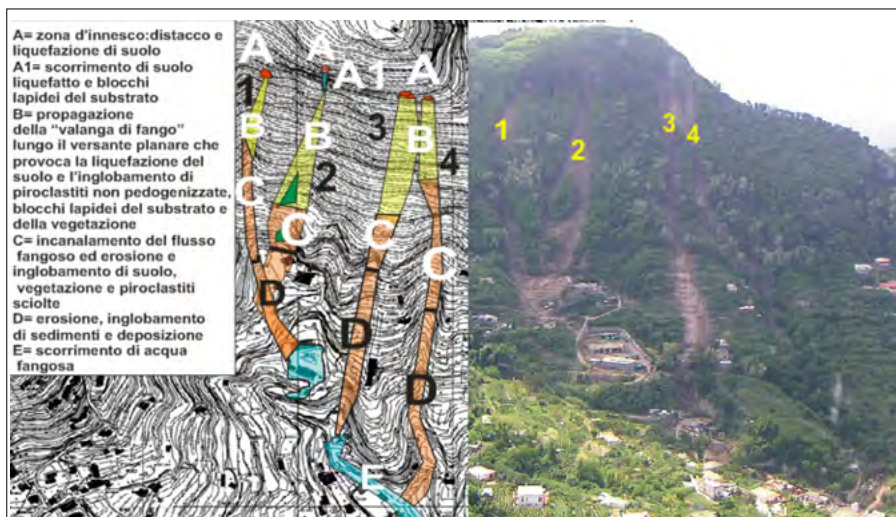


Figura 3. Le colate di fango che il 30 aprile 2006 interessarono il versante nord di Monte Vezzi



Figura 4. Cumulonembi ripresi dalla Pianura Campana al di sopra dell'Isola d'Ischia (la cui ubicazione è schematicamente indicata dalla linea gialla)

dove inizia una fascia pedemontana con ampi ripiani poco inclinati verso mare interrotti da strette e profonde incisioni vallive orientate nord-sud (zona B di Figg. 1 e 2) che poco a monte dell'area urbana costiera (zona C di Figg. 1 e 2) convergono in una unica valle che consente il deflusso delle acque verso mare

nei pressi del porto. Su gran parte dell'abitato incombe un bacino imbrifero di circa 200 ettari.

I valloni, chiamati "cave" dagli abitanti di Casamicciola, hanno versanti molto inclinati incisi in sedimenti piroclastici; in superficie si trova il suolo avente spessore compreso tra 30 cm

circa e 1 m circa. Gli alvei e i versanti sono interessati da continue modificazioni naturali e causate dalle attività antropiche. L'instabilità dei versanti delle cave è nota in quanto periodicamente si verificano scollamenti dei sedimenti superficiali (suolo e parte alterata dei sedimenti piroclastici) in seguito a forte imbibizione idrica o saturazione in connessione ad eventi piovosi significativi. Tali dissesti si trasformano in colate di fango che di solito provocano il trasferimento di centinaia di metri cubi di sedimenti liquefatti dai versanti verso la base della depressione valliva. Spesso si realizzano sversamenti incontrollati di acqua, terreni e materiali di risulta lungo i cigli delle scarpate, lungo i versanti e lungo gli alvei, come è facile rilevare in loco, che incrementano l'instabilità e aumentano il volume del materiale che può essere coinvolto da eventuali flussi fangosi rapidi incanalati.

In relazione all'evento piovoso i dati finora trapelati evidenziano che nella prima parte del giorno, in poco più di 10 ore, sarebbero precipitati, nella zona di Casamicciola, circa 70 mm di pioggia; tra ottobre e novembre sarebbero precipitati circa 450 mm (Carlo Migliore, *MeteoGiornale* del 13 Novembre 2009).

L'Isola d'Ischia per le sue caratteristiche fisiche è interessata spesso da eventi piovosi in aree ristrette attribuibili allo sviluppo locale di "torri temporalesche" (cumulonembi) (comunicazione dell'ing. Alberto Fortelli autore dell'immagine riprodotta nella Fig. 4). Tre anni fa, il 30 aprile 2006, si verificò un evento simile nella zona di Monte Vezzi, dove si innescarono alcune colate rapide di fango che provocarono vittime e seri danni alle abitazioni e alle strade (Fig. 3).



Figura 5. Esempi della devastazione causata dalle colate rapide di fango e detriti dell'ottobre 1910

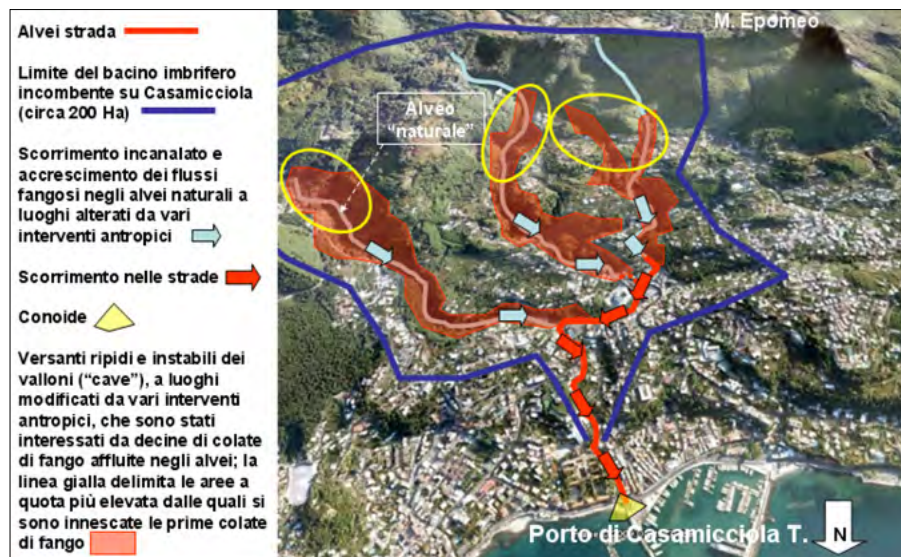


Figura 6. Rappresentazione schematica, su foto satellitare, dei più significativi effetti ambientali causati dalla pioggia del 10 novembre 2009

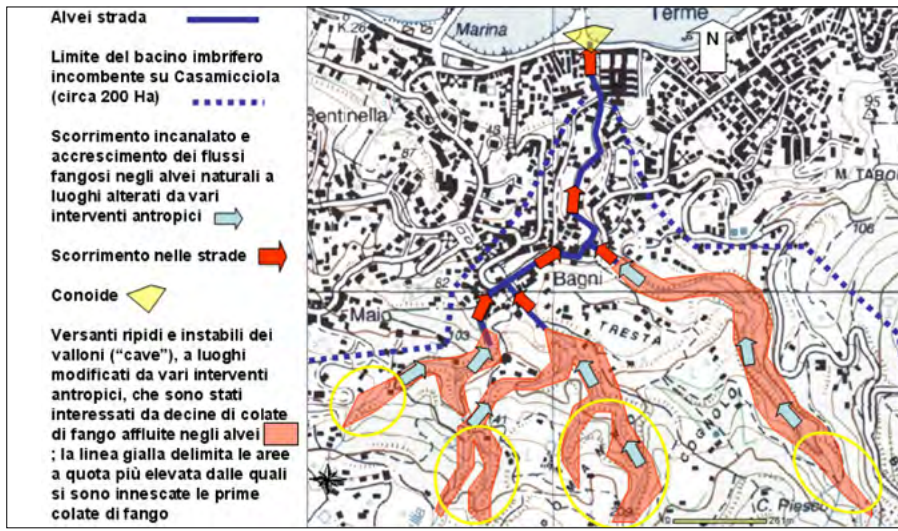


Figura 7. Rappresentazione schematica, su carta topografica IGM del 1954-55, dei più significativi effetti ambientali causati dalla pioggia del 10 novembre 2009



Figura 8. Esempi di colate rapide di fango causate, dalla pioggia del 10 novembre 2009, lungo i ripidi versanti dei valloni pedemontani. La foto in alto a destra evidenzia alcune colate di fango originatesi in seguito alle piogge del 30 aprile 2006



Figura 9. Esempi di dissesti che hanno interessato i versanti terrazzati. Le colate di fango si sono prevalentemente accumulate nell'alveo dopo il transito di flussi fangosi

L'assetto morfostrutturale conseguente il sollevamento recente del Monte Epomeo ha determinato un controllo sul reticolo idrografico del versante settentrionale determinando la convergenza di tutte le incisioni vallive in un'unica valle che canalizza le acque verso mare proprio in corrispondenza dell'area maggiormente urbanizzata di Casamicciola.

Gli alvei in seguito all'urbanizzazione sono stati ricoperti e trasformati, in gran parte, in alvei-strada. Le sezioni fognarie possono essere idonee a fare defluire l'acqua di ruscellamento ma certamente non sono sufficienti a raccogliere e incanalare eventuali colate rapide di fango sviluppatesi negli alvei pedemontani in quanto i flussi fangosi sono caratterizzati da portate consistenti (alcune centinaia di mc/sec) e dal trasporto di materiale ingombrante quale alberi d'alto fusto, massi di roccia, eventuali materiali scaricati abusivamente in alveo.

In sintesi, come da anni è stato verificato, il sistema di smaltimento dei flussi fangosi provenienti dalla zona pedemontana non può garantire la sicurezza dell'abitato e dei cittadini.

Nell'ottobre 1910 Casamicciola fu già devastata da potenti colate rapide di fango e detrito incanalatesi nelle "cave" pedemontane che invasero l'abitato e le strade seminando distruzione e morte (Fig. 5).



Figura 10. Esempi di terrazzamenti agricoli nella fascia pedemontana a monte dell'abitato di Casamicciola. In occasione di intensi eventi piovosi, se le sistemazioni idraulico-agrarie e lo smaltimento delle acque di ruscellamento non sono realizzati bene, tali aree sono interessate da attivi e rapidi fenomeni erosivi che determinano diffusi dissesti e l'afflusso di notevoli volumi di acqua fangosa negli alvei che possono causare l'innescio di flussi fangosi rapidi incanalati

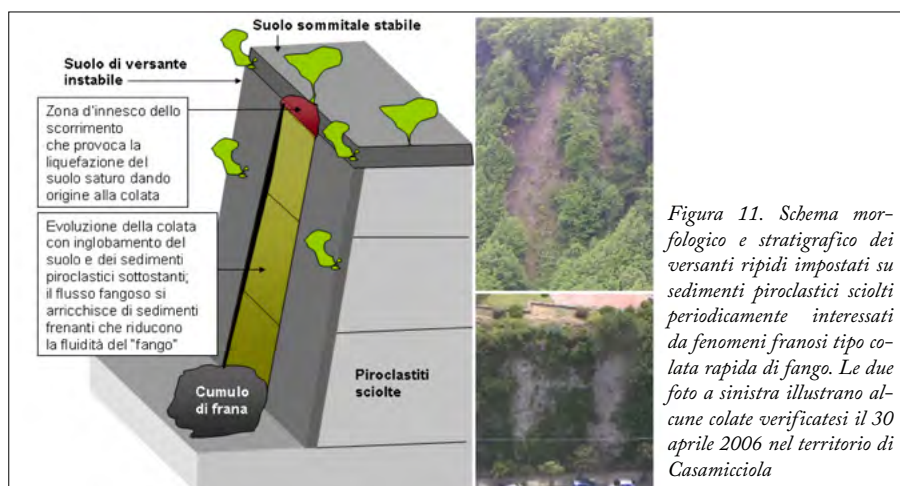


Figura 11. Schema morfologico e stratigrafico dei versanti ripidi impostati su sedimenti piroclastici sciolti da fenomeni franosi tipo colata rapida di fango. Le due foto a sinistra illustrano alcune colate verificatesi il 30 aprile 2006 nel territorio di Casamicciola

quali precedentemente erano stati accumulati abusivamente detriti vari.

In questa fase devono essere verificate attentamente le diffuse sistemazioni idraulico-agrarie attuate nelle aree sub pianeggianti incombenti sui valloni della fascia pedemontana. Tali sistemazioni, infatti, hanno un ruolo di difesa idrogeologica dell'area urbana.

Le evidenze del passaggio dei flussi fangosi dagli alvei naturali a quelli trasformati in alvei-strada consente di valutare le portate delle colate rapide che risultano notevolmente superiori (alcune centinaia di mc/sec) a quelle che la sezione fognaria potrebbe recepire (Fig. 14).

Inevitabilmente, le strade allo sbocco dei valloni sono state utilizzate dai flussi fangosi come alvei, come accadeva prima dell'urbanizzazione. Le case hanno funzionato come argini artificiali, le strade laterali come canali di derivazione, gli slarghi e le piazze come vasche di accumulo dei detriti.



Figura 12. Esempi di colate rapide di fango, causate dalla pioggia del 10 novembre 2009, lungo i ripidi versanti dei valloni pedemontani (in alto). La fascia pedemontana nelle ultime decine di anni è stata sensibilmente interessata dalla realizzazione di nuovi edifici, strade, modellamenti del terreno, scarico di materiale lungo i versanti e nei valloni. Lo smaltimento delle acque superficiali è avvenuto mediante interventi "spontanei" non coordinati in maniera da garantire la sicurezza ambientale. In basso, esempi delle tracce lasciate dai flussi fangosi lungo le strade urbane trasformate in alvei-strada



Figura 13. Esempio di colate rapide di fango causate dalla pioggia del 30 aprile 2006, lungo i ripidi versanti dei valloni pedemontani. Si nota che alla base del versante il fango non era molto fluido e non ha raggiunto l'alveo come invece è avvenuto per quasi tutte le colate di fango del 10 novembre 2009

EFFETTI SULL'AMBIENTE DELL'EVENTO PIOVOSO DEL 10 NOVEMBRE 2009

Nelle Figg. 6 e 7 sono sintetizzati i più significativi effetti causati dalle piogge del 10 novembre 2009. I dati finora conseguiti evidenziano che i versanti boscati del Monte Epomeo (area A di Figg. 1 e 2) non sono stati interessati da dissesti significativi che invece si concentrano (diverse decine di colate di fango) lungo i ripidi versanti dei valloni della fascia pedemontana (area B di Figg. 1 e 2) dove, nelle aree sub pianeggianti sommitali, nelle ultime decine di anni si è intensificata l'antropizzazione e l'urbanizzazione (Figg. da 8 a 13). Par-

te delle scarpate presenti nell'area C di Figg. 1 e 2 sono stati interessati da dissesti che hanno coinvolto anche manufatti e strade, come già avvenuto il 30 aprile 2006 (Fig. 11).

In base ai rilievi finora eseguiti è stato stimato che diverse migliaia di metri cubi di fango, complessivamente, hanno invaso gli alvei in un breve lasso di tempo. In base a quanto osservato sembra che flussi fangosi fossero già transitati negli alvei della parte bassa della fascia B prima che si innescasse la maggior parte delle colate di fango sviluppatesi dai versanti dei valloni.

Un consistente volume di fango è attualmente accumulato negli alvei nei



Figura 14. Ricostruzione della morfologia di una colata di fango e detriti al passaggio tra vallone naturale e vallone urbanizzato. In base alle tracce e alla stima della velocità si valuta che la portata massima della parte frontale del flusso potesse essere compresa tra i 200 e 300 mc/sec, di gran lunga superiore a quella che poteva essere smaltita dalla fognatura per cui il flusso ha continuato la sua rapida discesa lungo la strada. È evidente il materiale che era stato scaricato abusivamente nella valle a monte (es. il pneumatico)



Figura 15. Ricostruzione della morfologia di una colata di fango e detriti nei pressi di Piazza Bagni. In base alle tracce e alla stima della velocità si valuta che la portata massima della parte frontale del flusso potesse essere compresa tra i 200 e 300 mc/sec. Il fango ha trasportato enormi massi lapidei, autovetture, tubi metallici di impalcature, tronchi d'albero e rifiuti accumulati lungo le valli a monte



Figura 16. In alto, fango, detriti, alberi e auto accatastati sul piazzale del porto e sulla sottostante spiaggia nella zona di conoide costruita dai flussi fangosi del 10 novembre 2009. In basso, scenario analogo nella zona della foce del Torrente Racinazzo di Scaletta Zanclea (Messina) dove il 1° ottobre 2009 si è riversata una potente colata detritico-fangosa la cui portata è stata stimata di varie centinaia di mc/sec (Ortolani e Spizuoco, ottobre 2009)

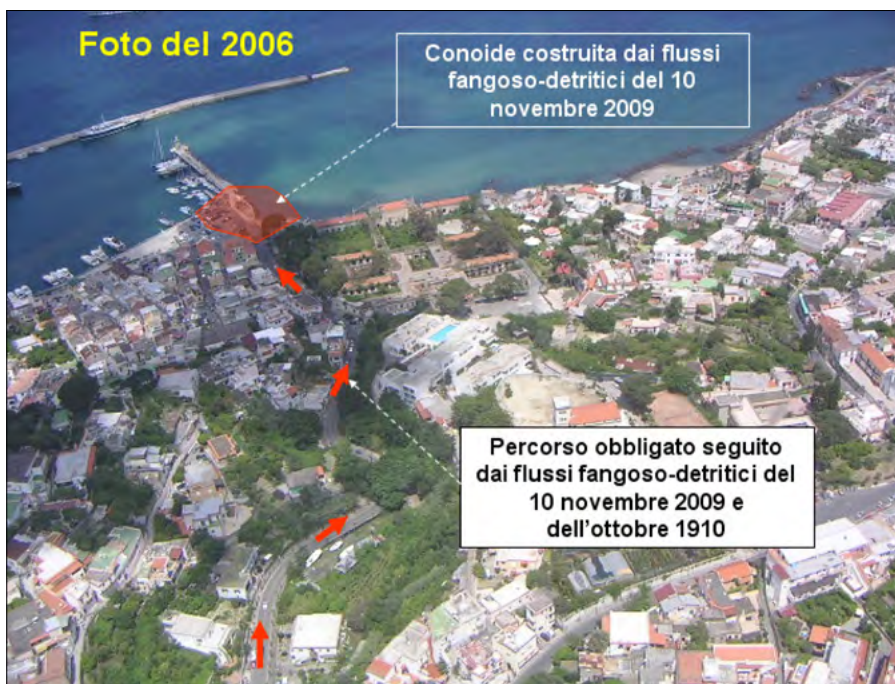


Figura 17. Sovrapposizione, su una foto dell'aprile 2006 del porto di Casamicciola Terme, della conoide costruita dai flussi fangosi del 10 novembre 2009

Nei pressi di Piazza Bagni, in base alle tracce lasciate dal passaggio dei flussi fangosi che trasportavano enormi massi lapidei, è stata valutata una portata di alcune centinaia di mc/sec (Fig. 15).

I flussi hanno percorso la strada che si immette sulla litoranea, all'inizio del porto, trasportando molte auto fino sulla spiaggia; in base ad alcuni video amatoriali si è stimata una velocità di circa 30 km/h nella zona della conoide (Fig. 17).

CONCLUSIONI

L'evento piovoso del 10 novembre ha "certificato", ancora una volta il pericolo idrogeologico incombente naturalmente su gran parte di Casamicciola Terme; pericolo che è incrementato da interventi antropici stratificati eseguiti, sembra senza efficaci contrasti, nelle aree coltivate, lungo i versanti dei ripidi valloni e negli alvei. Le diffuse situazioni di pericolo idrogeologico danno corpo ad un notevole e diffuso rischio idrogeologico in seguito alla diffusa urbanizzazione, avvenuta e stratificatasi senza preventivamente realizzare una adeguata e duratura sistemazione idrogeologica ed idraulica separando dalle strade i canali per garantire il deflusso delle acque e delle colate rapide di fango.

Gli eventi piovosi del 30 aprile 2006, che avevano marginalmente interessato Casamicciola, avevano messo in evidenza che le aree più sensibili al dissesto erano rappresentate dai ripidi versanti dei valloni che solcano la fascia pedemontana e dalle ripide scarpate che incombono su aree urbane e sulle strade anche nella fascia urbanizzata.

Le piogge del 10 novembre 2009 hanno esaltato i dissesti tipo colata rapida di fango nelle stesse aree ed hanno innescato i flussi fangosi rapidi che hanno invaso l'area urbana.

Eventuali eventi piovosi più consistenti, sommati alle eventuali precipitazioni dei mesi precedenti, potrebbero in futuro determinare anche la messa in crisi dei versanti del Monte Epomeo con l'innescare di colate rapide molto più voluminose e pericolose che percorrendo velocemente gli alvei potrebbero mobilizzare le varie migliaia di metri cubi di detriti presenti nel fondo valle. Lo scenario che si prospetterebbe sarebbe simile alla devastazione causata dalle colate di fango nell'ottobre 1910.

Che fare?

Prima di tutto si devono immediatamente dotare Casamicciola e tutti gli altri comuni di Ischia di adeguati e sperimentati piani di protezione dei cittadini, elaborati utilizzando tutti gli indizi

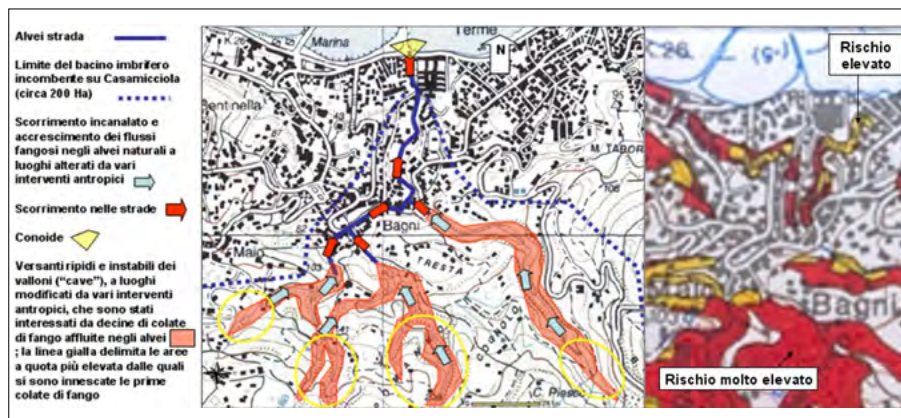


Figura 18. A sinistra, principali effetti ambientali conseguenti alle precipitazioni piovose del 10 novembre 2009 con evidenziazione del percorso delle colate di fango all'interno dell'area urbana lungo le strade. A destra la carta del rischio da frana elaborata nell'ambito del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Nord Occidentale della Campania. Come si può notare i percorsi dei flussi fangosi nell'area abitata non sono previsti e conseguentemente l'area devastata è rappresentata senza rischi

forniti dalla tragica sperimentazione del 10 novembre 2009 (impatto delle colate di fango sull'ambiente, sugli edifici nelle diverse condizioni).

Alla base dei piani, considerando la predisposizione morfologica dell'isola per l'attivazione e sviluppo locale di "torri temporalesche" (cumulonembi) e di altri eventi piovosi che possono interessare anche solo una parte del territorio isolano, deve essere attivato un moderno sistema di monitoraggio in rete delle precipitazioni. I piani di protezione dei cittadini messi a punto per fare fronte al pericolo di flussi fangosi veloci che si possono innescare ed evolvere dopo eventuali incendi dei versanti boscati del Monte Epomeo o in concomitanza di eventi piovosi significativi, costruiti con la partecipazione attiva della popolazione, devono essere sperimentati ripetutamente con tutti i cittadini, piccoli, grandi e anziani.

Le Amministrazioni Comunali che non metteranno a punto quanto sopra indicato devono essere sciolte d'autorità perché incapaci di garantire la sicurezza dei cittadini o, almeno, di avere tentato in tempi brevissimi di attivare le misure che possano contenere i danni ai cittadini.

È chiaro che si deve progettare la realizzazione di una rete di canali che consentano lo smaltimento in mare di eventuali flussi fangoso-detritici al fine di mettere in sicurezza l'abitato; va valutata, inoltre, la realizzazione di interventi che senza manutenzione possano garantire l'intercettazione dei detriti ingombranti (massi, tronchi d'albero) prima che gli alvei si immettano nei canali.

Altra ovvia considerazione riguarda l'efficace controllo del territorio che deve impedire manomissioni ai versanti e agli alvei che possano determinare o aggravare il pericolo idrogeologico; così pure vanno adeguatamente realizzate

e controllate le sistemazioni idraulico-agrarie nelle aree terrazzate e coltivate in quanto eventuali dissesti potrebbero rappresentare l'innescio di fenomeni idrogeologici che potrebbero, a catena, innescare colate fangose incanalate.

Quest'ultimo evento luttuoso di Casamicciola evidenzia che un ruolo determinante nel controllare l'origine delle colate di fango è rappresentato dal contenuto idrico dei suoli nel momento in cui inizia un evento piovoso. Tale circostanza evidenzia anche l'importanza della pedogenesi che risulta particolarmente attiva nell'attuale periodo di transizione climatica, come verificato lungo i versanti del sarnese dopo i denudamenti provocati dalle colate del 5 e 6 maggio 1998 determinando continue modificazioni fisiche del suolo.

L'ennesimo luttuoso evento di Ischia pone all'attenzione un altro aspetto importante della difesa ambientale rappresentato dal numero eccezionalmente elevato di persone esposte al rischio idrogeologico derivante da colate rapide di fango: si tratta di un problema di "dimensioni vesuviane" dal momento che interessa circa

500.000 persone distribuite in gran parte della Campania.

È evidente che la recente redazione dei piani stralcio del rischio idrogeologico da parte delle Autorità di Bacino non serve a difendere le persone dal rischio idrogeologico dal momento che già nel periodo di elaborazione dei piani vi erano circa 500.000 persone in zone a rischio idrogeologico.

Dal momento che è praticamente impossibile risanare tale situazione, l'unica soluzione, per non contare nuove vittime delle colate di fango (il 4 marzo del 2005 vi furono altre vittime a Nocera Inferiore), è individuabile nella responsabilizzazione e nell'auto organizzazione delle popolazioni in sinergia con le Istituzioni comunali, provinciali e regionali.

Mentre in altre carte tematiche elaborate nel 1985 per il Comune di Casamicciola sono correttamente individuate le aree a rischio idrogeologico nell'abitato lungo gli alvei-strada che realmente sono stati devastati dai flussi fangosi veloci, si osserva (Figg. 18 e 19) che le carte del vigente Piano Stralcio (Rischio da frana e Rischio idraulico) per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Nord Occidentale della Campania non sembrano, stranamente, rappresentare adeguatamente le reali situazioni di rischio e devono essere modificate.



Figura 19. Stralcio della carta del rischio idraulico elaborata nell'ambito del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Nord Occidentale della Campania. Come si può notare solo una parte delle strade che sono state percorse dai flussi fangosi nell'area abitata sono stati cartografati come aree a rischio idraulico medio. Parte degli alvei strada devastati dai flussi fangosi non sono a rischio idraulico

Rotary

DISTRETTO 2101 - Italia
Alessandro CASTAGNARO DG 22/23

Commissione Distrettuale
AMBIENTE



**IMMAGINA IL
ROTARY**



Con il patrocinio di:



CITTÀ METROPOLITANA
DI NAPOLI

Questa iniziativa
è contro il sistema
della camorra



CALENDARIO EVENTI dicembre 2022 - giugno 2023

**Ciascuno misuri il peso
dell'orma del proprio
passo sulla terra**

Prendersi cura del territorio

1 Dicembre 2022 – ore 19.30 (modalità telematica)

Ciascuno misuri il peso dell'orma del proprio passo sulla terra. Prendersi cura del territorio. Partnership per gli obiettivi dello sviluppo sostenibile

10 Gennaio 2023 – ore 19.30 (modalità telematica)

Pianeta: garantire una gestione sostenibile delle risorse naturali, contrastando la perdita di biodiversità

31 Gennaio 2023 – ore 19.30 (modalità telematica)

Lotta al cambiamento climatico

20 Febbraio 2023 – ore 19.30 (modalità telematica)

Città e comunità sostenibili. Governo del territorio e insediamenti umani sicuri, inclusivi, resilienti Rigenerazione urbana

7 Marzo 2023 – ore 19.30 (modalità telematica)

Modelli sostenibili di produzione e consumo. Energia pulita e accessibile

18 Aprile 2023 – ore 19.30 (modalità telematica)

Superamento delle disuguaglianze economiche, ambientali e sociali. Salute e benessere per uno sviluppo sostenibile equilibrato ed inclusivo

10 giugno 2023 – ore 19.30 (in presenza)

Forum dello sviluppo sostenibile

MONOGRAFIE DI GEOLOGIA AMBIENTALE

Geologia Ambientale in Piemonte e Valle d'Aosta

A cura di
Annalisa Bove, Luciano Masciocco, Paolo Sassone



Titolo: Geologia Ambientale in Piemonte e Valle d'Aosta

Autori: Annalisa Bove, Luciano Masciocco, Paolo Sassone

ISBN: 979-12-80811-01-1

Prezzo: € 30,00

Rilegatura: broccura

Numero pagine: 192

Dimensioni: 21 x 29,7

Il secondo volume che Edizioni SIGEA pubblica nella collana "Monografie di Geologia Ambientale" è stato realizzato in vista della prossima costituzione della nuova Sezione interregionale Piemonte – Valle d'Aosta e pertanto è stato opportunamente intitolato Geologia Ambientale in Piemonte e Valle d'Aosta. In linea generale, si è cercato di coprire, con esempi presi nelle due regioni, gli argomenti contemplati nelle Aree tematiche della SIGEA – APS: Geoarcheologia, Rischio geoidrologico, Patrimonio geologico e geodiversità, Bonifica siti inquinati, Educazione Ambientale, Aree protette ed ecoregioni, Rischio climatico, Contratti di fiume, Sviluppo sostenibile. È stato comunque accettato per il referaggio qualsiasi altro tema riguardante la Geologia Ambientale. Ad esempio, in uno degli articoli pubblicati si descrive il progetto di Public Engagement di UniTO "Percorsi sostenibili", che ha finanziato anche la pubblicazione del presente volume.

Titolo: Raccontiamo la Sicilia

La Geologia a servizio dell'Ambiente per una Pianificazione Territoriale di qualità

Autore: Emanuele Siragusa

ISBN: 979-12-80811-03-5

Prezzo: € 30,00

Rilegatura: broccura

Numero pagine: 64

Dimensioni: 21 x 29,7



MONOGRAFIE DI GEOLOGIA AMBIENTALE

Raccontiamo la Sicilia

La Geologia a servizio dell'Ambiente per una Pianificazione Territoriale di qualità

Emanuele Siragusa

Il lavoro, dopo una narrazione della storia geologica di Sicilia dal Paleozoico al Quaternario, dà il giusto rilievo alle rocce in senso generale caratterizzandole per la loro straordinaria geodiversità litologica e petrografica complice un ineguale processo genetico, una storia geologica varia e originale per accadimenti tettonici complessi, vicissitudini sedimentarie particolari e raffreddamenti bruschi di masse fuse. Si racconta della tettonica dell'Isola, strutturalmente complicata a motivo di traslazioni, scorrimenti e scivolamenti imponenti su ampie aree con spostamenti orizzontali su ampie distanze, cui si aggiungono sovrapposizioni e accavallamenti di falde di ricoprimento su depositi autoctoni. Si descrive la reale situazione geomorfologica dei diversi ambiti provinciali con riferimenti specifici alle criticità idrogeologiche, sismiche e vulcaniche che nell'Isola impattano diffusamente in conseguenza anche di un antropocentrismo eccessivo e di una urbanizzazione irresponsabile.

INSIEME PER PROMUOVERE LA CULTURA
GEOLOGICA E LA TUTELA DELL'AMBIENTE

RICORDA DI
RINNOVARE
L'ISCRIZIONE
PER IL 2023



ALLA SIGEA - APS



www.sigeaweb.it

Sostieni la SOCIETÀ ITALIANA DI GEOLOGIA AMBIENTALE - APS

Iscriviti o rinnova la tua adesione. Per aderire alla SIGEA - APS è sufficiente compilare la scheda di iscrizione, scaricabile dal sito web www.sigeaweb.it e versare la quota associativa, pari ad un importo di euro 30.00, a mezzo bonifico bancario Banco Posta, IBAN: IT 87 N 07601 03200000086235009, intestato a Società Italiana di Geologia Ambientale