

**PROGRAMMA PER IL SUPPORTO
AL RAFFORZAMENTO DELLA GOVERNANCE
IN MATERIA DI RIDUZIONE DEL RISCHIO
AI FINI DI PROTEZIONE CIVILE:**

RISCHIO IDROGEOLOGICO E IDRAULICO

A32_LG1

Linee guida per la identificazione di scenari tipici di evento.

03.12.2021



CIMA
POLIMI
IRPI
CAMI lab
CiNiD

Azione

A32

Miglioramento della pianificazione di emergenza comunale e intercomunale: predisposizione di scenari di evento e di rischio e individuazione delle aree a minore sostenibilità del rischio

Partner

CAMILAB - Università della Calabria

Autori

Daniela Biondi

Graziella Emanuela Scarcella

Pasquale Versace

Note / Dettagli

Questo rapporto costituisce la versione ultima del prodotto A32_LG1 “Linee guida per la identificazione degli scenari tipici di evento”, redatta nell’ambito dell’affidamento di servizi per il “Programma per il supporto al rafforzamento della governance in materia di riduzione del rischio idrogeologico e idraulico ai fini di protezione civile” a valere sul PON Governance e Capacità istituzionale 2014-2020.

Le linee guida A32_LG1 sono uno dei prodotti da sviluppare all'interno della Linea A di intervento, Fase generale 3 “Analisi ed eventuale aggiornamento e implementazione dei Piani di emergenza comunali, intercomunali, sovracomunali e regionali”, Azione A32 “Miglioramento della pianificazione di emergenza comunale e intercomunale: predisposizione di scenari di evento e di rischio e individuazione delle aree a minore sostenibilità del rischio”.

Nelle precedenti fasi di sviluppo di questo prodotto sono stati conseguiti risultati interessanti che si basano parzialmente anche su attività sviluppate dal CAMILab, al di fuori del progetto PON, nell’ambito di altre attività sviluppate in Accordi di collaborazione con il Dipartimento. Questi risultati appaiono consolidati e sono quindi riportati, in larga misura, all’interno di questo documento che costituisce un ulteriore stato di avanzamento nello sviluppo delle attività previste dall’azione A32.

Rispetto alla precedente consegna, questo documento contiene delle integrazioni relative all’identificazione degli scenari tipici di evento, dei fenomeni elementari di riferimento e dei danni, finalizzate a semplificare la procedura di tipizzazione degli scenari di evento, definita nel corso della precedente consegna.

Introduzione	1
1. Scenari Tipici di Evento (STE).....	2
2. Nuovi Scenari Tipici di Evento (STE 2.0)	3
3. Esempi STE 2.0.....	4
4. Scenari Tipici di Evento (STE 2.0) – Fenomeni Elementari di Riferimento (FER 2.0) – Danni 2.0.....	15
4.1 Indicazioni Operative 10.02.2016.....	15
4.1.1 Scenari di evento	15
4.1.2 Danni.....	18
4.2 Metodologia di caratterizzazione degli scenari di evento.....	20
4.2.1 Fenomeni Elementari di Riferimento (FER)	20
4.2.2 Danni 2.0.....	22
4.2.3 Procedura caratterizzazione STE 2.0 – FER 2.0 – DANNI 2.0	23
5. Criteri di attribuzione di Scenari Tipici di Evento ai casi di studio.....	31
6. Punti Critici	34
6.1 Individuazione punti critici	34
6.1.1 Punti critici relativi a inondazioni	35
6.1.2 Punti critici relativi ad allagamento per inadeguato drenaggio	37
6.1.3 Punti critici relativi a fenomeni franosi	37
6.1.4 Punti critici relativi a fenomeni di sinkhole e fenomeni carsici.....	38
6.2 Punti critici associati agli scenari tipici di evento	38
7. Eventi storici e Scenari Tipici di Evento (STE 2.0)	42
8. Esempi di Carta degli Scenari Tipici di Evento (STE2.0).....	55
9. Conclusioni	59

Introduzione

Le Indicazioni Operative emanate dal Capo del Dipartimento di Protezione Civile il 10 febbraio 2016 recanti “Metodi e criteri per l’omogeneizzazione dei messaggi del Sistema di allertamento nazionale per il rischio meteo-idrogeologico e idraulico e della risposta del sistema di protezione civile” sono dettate dalla volontà di *“utilizzare linguaggi, tempistiche e procedure operative standard nei diversi territori regionali facilitando un efficace scambio di informazioni tra i livelli territoriali di protezione civile e la comunicazione ai cittadini”*.

Le Indicazioni Operative intendono *“promuovere un percorso di omogeneizzazione a scala nazionale degli strumenti e degli standard operativi sia in riferimento alle attività di allertamento, sia a quelle di pianificazione e gestione delle emergenze ad esso connesse”*.

In questa prospettiva, questo rapporto intende dare un contributo, proponendo una classificazione degli scenari di evento.

I contenuti di questo rapporto sono in larga misura derivati da attività di ricerca svolte nell’ambito di precedenti accordi di collaborazione tra il Dipartimento di Protezione Civile e il CAMILab. Tali risultati sono stati tuttavia riconsiderati alla luce dei risultati conseguiti nel PON producendo nuove elaborazioni (vada capitoli 6, 7, 8) o modificando alcuni risultati già acquisiti (capitoli 4 e 5).

In particolare, nel capitolo 1 si richiamano le principali tipologie di scenari tipici di evento individuati in una prima fase della ricerca.

Il capitolo 2 illustra l’aggiornamento della proposta di classificazione degli scenari tipici di evento.

Il capitolo 3 riporta alcuni esempi applicativi per ogni tipologia di scenario di evento.

Il capitolo 4 descrive la nuova metodologia semplificata di caratterizzazione degli scenari di evento che comprende la definizione delle relative conseguenze, espresse in termini fenomeni elementari e di danni, pienamente congruente con le Indicazioni Operative del 10 Febbraio 2016 e con FloodCat.

Il capitolo 5 definisce i criteri attraverso i quali è possibile attribuire un caso di studio ad uno scenario tipico (o a più scenari tipici).

Il capitolo 6, per ogni tipologia di scenario di evento, individua i punti critici corrispondenti, estratti tra quelli individuati nel rapporto A41_LG1.

Il capitolo 7 riporta i risultati di un’indagine specifica, condotta nel contesto PON Governance e finalizzata a collocare alcuni eventi accaduti negli ultimi anni nei più appropriati scenari tipici, anche al fine di verificare la plausibilità e la completezza della classificazione proposta.

Il capitolo 8 riporta alcuni esempi di una specifica carta degli scenari tipici di evento.

Il capitolo 9, infine, contiene una sintesi dei risultati ottenuti.

1. Scenari Tipici di Evento (STE)

Nell'ambito di accordi di collaborazione stipulati tra il Dipartimento di Protezione Civile e il CAMILab, sono stati individuati 9 Scenari Tipici di Evento (STE), riportati in Tabella 1, per la cui descrizione si rimanda ai precedenti stati di avanzamento.

Scenari Tipici di Evento (STE)	Codifica
Allagamento in aree urbane per inadeguato drenaggio	E01
Inondazioni in aree vaste incluse le grandi aree urbane	E02
Alluvioni repentine in piccoli bacini	E03
Frane diffuse in area vasta	E04
Colate di fango e di detrito	E05
Frane localizzate in aree urbane	E06
Frane che possono interessare corsi d'acqua	E07
Frane localizzate che interessano vie di comunicazione	E08
Sinkhole	E09

Tabella 1: Scenari Tipici di Evento individuati nel corso di attività DPC-CAMILab

2. Nuovi Scenari Tipici di Evento (STE 2.0)

Nel corso delle attività oggetto del progetto PON, si è ritenuto opportuno approfondire e ridefinire gli scenari tipici di evento elencati nel precedente capitolo, anche per tener conto delle indicazioni fornite da FloodCat, la piattaforma web-GIS realizzata dal Dipartimento della Protezione Civile, in collaborazione con ISPRA e con CIMA Research Foundation per la parte informatica, con la funzione di catalogo nazionale degli eventi alluvionali.

Nella nuova proposta di catalogazione degli scenari di evento, le alluvioni sono state distinte in base al tempo di corrivazione del bacino, in tre tipologie di scenari: “flash flood con tempo di corrivazione $\leq 3h$ ”, “alluvioni in piccoli bacini con tempo di corrivazione $< 12 h$ ” e “alluvioni in medi/grandi bacini con tempo di corrivazione $\geq 12 h$ ”. Per quanto concerne gli scenari relativi ai fenomeni franosi sono state distinte due tipologie di scenari in base alla profondità del fenomeno, “frane superficiali” e “frane profonde”, raggruppando così gli scenari E06 “frane localizzate in aree urbane” ed E08 “frane localizzate che interessano vie di comunicazione”, nell’unica categoria “Frane superficiali”; i due scenari “colate di fango e di detrito” e “frane che possono interferire con i corsi d’acqua” sono rimaste invariati.

Rispetto all’ultima versione oggetto della precedente consegna, in cui erano stati individuati 9 scenari tipici di evento, è stato inserito lo scenario “Effetti temporaleschi” (STE 10).

La Tabella 2 riporta i nuovi scenari tipici, indicati come STE 2.0.

Nuovi Scenari Tipici di Evento (STE 2.0)	Codifica
Flash Flood con tempo di corrivazione $\leq 3h$	STE 01
Alluvioni in piccoli bacini con tempo di corrivazione $< 12 h$	STE 02
Alluvioni in medi/grandi bacini con tempo di corrivazione $\geq 12h$	STE 03
Allagamento per inadeguato drenaggio	STE 04
Frane profonde	STE 05
Frane superficiali	STE 06
Frane che possono interferire con i corsi d’acqua	STE 07
Colate di fango e di detrito	STE 08
Sinkhole	STE 09
Effetti temporaleschi	STE 10

Tabella 2: Nuovi Scenari Tipici di Evento (STE 2.0)

3. Esempi STE 2.0

In questo capitolo per i diversi scenari sono riportati alcuni esempi di eventi accaduti in Italia negli ultimi anni, che consentono di chiarire il significato che si è inteso attribuire a ciascuno di essi.

SCENARIO TIPICO DI EVENTO:

Flash Flood con tempo di corrivazione $\leq 3h$ (STE 01)

EVENTO: Refrontolo (TV) - 02.08.2014

DESCRIZIONE EVENTO:

Il 2 agosto 2014, la parte settentrionale del Trevigiano è stata interessata da **precipitazioni intense, concentrate principalmente nell'arco di 1-2 ore della serata**. Nello specifico, le stazioni di Vittorio Veneto (TV) e Nogarolo di Tarzo (TV), hanno registrato rispettivamente 47.2 mm e 58.6 mm **in 2 ore**, tra le 20:00 e le 22:00. Intorno alle 21:00, le intense precipitazioni hanno causato una **piena improvvisa** nel bacino del torrente Lierza, avente un'estensione **estremamente limitata di circa 8 kmq**. Il torrente, presso il Molinetto della Croda, nel comune di Refrontolo (TV), è esondato travolgendo il capannone della Pro Loco di Refrontolo, dove era in corso una festa, trascinando 4 persone.

IMMAGINI:



SCENARIO TIPICO DI EVENTO:

Flash flood con tempo di corrivazione $\leq 3h$

EVENTO: Rossano (CS) - 12.08.2015

DESCRIZIONE EVENTO:

Il 12 agosto 2015, **precipitazioni eccezionali**, hanno interessato il territorio di Corigliano (CS) e di Rossano (CS), causando l'esondazione di corsi d'acqua e diffusi fenomeni franosi. Il pluviometro di Corigliano ha registrato complessivamente circa 230.6 mm, dalle 00:00 alle 23:00 del 12.08.2015, di cui 155 mm circa si sono scaricati in sole **5 ore**, dalle 3:00 alle 8:00 di mattina. Nel territorio di Rossano, "intorno alle ore 08:00", dopo avere oltrepassato con andamento rettilineo la Strada Statale 106 Jonica, in corrispondenza dell'improvviso cambio direzionale planimetrico, il **torrente Citrea (bacino di circa 11.4 kmq; $t_c \leq 3h$)** ha **improvvisamente rotto l'argine** in destra idraulica. Le acque hanno investito le case a tergo dell'argine stesso, danneggiando le strutture alberghiere e gli stabilimenti balneari situati nella zona del lungomare Sant'Angelo, trascinando decine di auto ed allagando pianterreni e piani rialzati. Anche la frazione di Momena è stata duramente colpita, a seguito dell'esondazione dei **torrenti Fellino (bacino di circa 2.62 kmq; $t_c \leq 3h$)** ed **Acqua Fosso del Fico (bacino di circa 5.27 kmq; $t_c \leq 3h$)**, a seguito del crollo improvviso di parte degli argini in destra e sinistra idraulica. Inoltre, sono stati registrati nella zona di Rossano Paese diffusi fenomeni franosi, in particolare sulla strada SP250 che conduce al Paese. L'evento non ha fatto registrare vittime, ma ha causato ingenti danni alle strutture turistiche e produttive, interruzione della circolazione viaria, gravi danni alle reti idrica e fognaria.

Concentrando l'attenzione sul principale scenario di evento che ha interessato il territorio di Rossano, e quindi la **flash flood nel bacino del Citrea**, e tralasciando le esondazioni degli altri due corsi d'acqua ed i fenomeni franosi, si precisa che questo è un caso particolare di flash flood (STE01) perché non è stato un fenomeno naturale, ma si è trattato di una flash flood generata dalla rottura dell'argine del Citrea, avvenuta in corrispondenza della deviazione del corso d'acqua.

IMMAGINI:



SCENARIO TIPICO DI EVENTO:

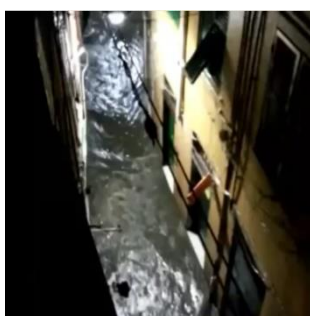
Alluvioni in piccoli bacini con tempo di corrivazione <12 h (STE02)

EVENTO: Genova - 09.10.2014

DESCRIZIONE EVENTO:

Nella giornata del 9 ottobre 2014, precipitazioni copiose hanno interessato la città di Genova, articolandosi in due momenti distinti, intervallati da una breve tregua di qualche ora: una prima fase temporalesca si è sviluppata tra la mattinata e le prime ore del pomeriggio; una seconda fase, più breve ma più intensa, tra la serata e le prime ore della notte successiva. Tra le 22.10 e le 23.10, è stato osservato il massimo valore cumulato orario che ha raggiunto i 141.2 mm al pluviometro di Genova – Geirato. Le intense precipitazioni della serata hanno portato **all'esondazione del torrente Bisagno (bacino di circa 93 Km²; 3h<t_c<12h)** e dei rii Fereggiano (bacino di circa 5.33 Km²; t_c≤3h), Sturla (superficie 13 Km²; t_c≤3h) e Vernazza (superficie 1.9 Km²; t_c≤3h) nella città di Genova. L'esondazione del Bisagno è iniziata intorno alle 23.15, circa 30 minuti prima del manifestarsi della massima portata prodotta dall'evento. Le acque del torrente in piena, fuoriuscite all'altezza del Ponte di S. Agata, dapprima in sponda destra (Borgo Incrociati) e poco dopo in sponda sinistra, hanno invaso la zona di Brignole, il quadrilatero (parte bassa di Via XX Settembre e le vie adiacenti) e il quartiere della Foce. Mentre era in atto l'esondazione del Bisagno, si è verificata anche quella del Fereggiano: dal punto di imbocco della copertura terminale del Fereggiano, la portata eccedente la capacità di smaltimento della galleria è defluita lungo Via Fereggiano, Piazza Galileo Ferraris e Corso Sardegna, mescolandosi con quella del Bisagno. Successivamente, si è verificata l'esondazione dei rii Vernazza e Sturla. Sono stati registrati ingenti danni e allagamenti ai piani terra o rialzati delle abitazioni e di esercizi commerciali, nonché a strutture pubbliche (ASL, ecc.) poste ai piani terra delle zone alluvionate. L'esondazione del Bisagno a Borgo Incrociati, ha causato la morte di una persona che si trovava nelle vicinanze del corso d'acqua.

IMMAGINI:



SCENARIO TIPICO DI EVENTO:

Alluvioni in medi/grandi bacini con tempo di corrivazione $\geq 12h$ (STE 03)

EVENTO: Emilia Romagna - 30.01.2019 - 02.02.2019

DESCRIZIONE EVENTO:

Nei giorni dal 30 gennaio al 2 febbraio 2019, la Regione Emilia-Romagna è stata interessata da un evento meteorologico articolato in due fasi: una prima fase dal 30 al 31 gennaio, caratterizzata da precipitazioni deboli e/o a carattere nevoso; la seconda fase dell'evento, dall'1 al 2 febbraio, è stata invece caratterizzata da piogge intense sul crinale appenninico centro-occidentale, che hanno generato **piene** su tutti i corsi d'acqua appenninici, su Reno, Panaro, Secchia ed Enza, parzialmente laminate nei tratti vallivi grazie all'azione di scolmatori e casse di espansione. Sull'alto bacino del Reno (**bacino montano di circa 1061 kmq; $tc \geq 12h$**), i valori massimi di **pioggia cumulata registrati nei giorni 1-2 febbraio, sono stati 268.6 mm/2gg a Treppio, 262.4 mm/2gg a Monteacuto delle Alpi e 253.8 mm/2gg a Pracchia**. Anche sulla restante parte del bacino montano del Reno, le piogge cumulate dell'evento sono state superiori ai 100 mm/48 ore. Il parziale scioglimento del manto nevoso presente al suolo ha accelerato il raggiungimento dello stato di saturazione dei suoli, favorendo un rapido accrescimento del fenomeno di piena. I colmi di piena sono stati raggiunti nella mattina del 2 febbraio. Nella sezione di Casalecchio Chiusa alle ore 10:00, è stato raggiunto un livello di piena al colmo di 2.33 m, con portata al colmo pari a 1280 mc/sec. A valle di Casalecchio, la piena si è propagata allagando le zone di espansione naturali prossime al corso d'acqua presenti nel territorio di Bologna, fino al tratto arginato a valle del ponte della ferrovia, dove ha completamente invasato le aree golenali. Intorno alle 13:30 del 2 febbraio, **in concomitanza con il passaggio del colmo di piena**, a circa 2 km a monte di Bonconvento, in destra idraulica in località Boschetto, si è verificato un **sormonto arginale, con conseguente rotta** in un punto adiacente a Via Lame, all'incrocio con Via Passo Pioppe, nel comune di Sala Bolognese (BO), che ha causato l'allagamento di un'area di circa **27 kmq** nei Comuni di Castel Maggiore (BO), Argelato (BO) e S. Giorgio di Piano (BO), a seguito di cui sono state evacuate 381 persone.

In questo caso, si è trattato di un evento alluvionale **che ha interessato un bacino di grandi dimensioni con tempo di corrivazione $\geq 12h$ (STE03)**, generato sia dal raggiungimento della piena del Reno che dalla rottura improvvisa di un tratto arginale, a seguito di cui si è avuta l'inondazione di un'area vasta.

IMMAGINI:



SCENARIO TIPICO DI EVENTO:

Allagamento per inadeguato drenaggio (STE 04)

EVENTO: Ravenna - 14-15.08.2018

DESCRIZIONE EVENTO:

Tra il 14 ed il 15 agosto 2018, precipitazioni da deboli a moderate hanno interessato la parte sud-orientale della Regione Emilia Romagna. La stazione di Marina di Ravenna (RA) ha registrato due cumulate orarie consecutive pari a 31.8 mm, alle 06:00 UTC del 15 agosto, e 49.7 mm alle 07:00 UTC del 15 agosto. Nelle prime 9 ore della giornata, tale stazione ha registrato la caduta di 103.1 mm di pioggia. Nelle frazioni di Ravenna, Marina Romea, Marina di Ravenna e Porto Corsini, la pioggia caduta ha generato **allagamenti localizzati** di molte strade, poiché i **sistemi di drenaggio non sono stati sufficienti a smaltire l'acqua caduta**. A Marina Romea, inoltre, sono caduti due alberi in viale Italia. Sono state coinvolte le auto di alcuni turisti, due delle quali danneggiate, ma per fortuna senza causare feriti. Inoltre, sono stati registrati disagi per allagamenti lungo la statale Adriatica.

IMMAGINI:



SCENARIO TIPICO DI EVENTO:

Frane profonde (STE 05)

EVENTO: Calabria - 01-15.02.2010

DESCRIZIONE EVENTO:

I primi 15 giorni di febbraio 2010, un evento pluviometrico ha causato numerosi fenomeni franosi, diffusi su gran parte del territorio calabrese, e in particolare nelle province di Catanzaro, Cosenza e Vibo Valentia con danni alla viabilità, agli edifici e l'isolamento di numerose famiglie. Gli eventi si sono conclusi il 15 febbraio, con l'**innesco di uno scivolamento roto-traslazionale di enormi dimensioni**, evoluto in colata, registrato a Maierato (VV), che ha imposto l'evacuazione di circa 2300 abitanti e ha causato la distruzione di alcune importanti vie di comunicazione. Fortunatamente, la preventiva evacuazione della zona ha scongiurato il coinvolgimento di persone nel movimento franoso. Le piogge sono cadute quasi in maniera ininterrotta sull'intero periodo 1-15 febbraio. I massimi valori di cumulata nei 15 giorni, sono stati registrati in provincia di Cosenza dalla stazione Montalto Uffugo, con 406.8 mm; in provincia di Vibo Valentia dalla stazione Serra San Bruno, con 338.6 mm; in provincia di Catanzaro, dalla stazione Cortale con 316.2 mm. Le stazioni Vibo Valentia e Monterosso Calabro, le più vicine al comune di Maierato, hanno registrato rispettivamente 190 mm e 199.6 mm nei 15 giorni.

Tra i principali eventi: *in provincia di Catanzaro*, il comune di Conflenti è stato quasi totalmente isolato a causa di smottamenti che hanno interessato 3 delle 4 strade di accesso. Nel comune di Martirano, in località Pianette, una frana ha isolato un intero nucleo familiare. A Martirano Lombardo, una frana in località Santa Croce ha isolato tre famiglie. Altri fenomeni franosi si sono registrati in località Pietrebianche-Bombarda e Fosso Immacolata. A San Mango d'Aquino una frana ha reso impraticabile la strada di accesso ai terreni agricoli. A Nocera Terinese uno smottamento ha interessato la strada che collega il centro a San Mango d'Aquino. Un vasto movimento franoso ha minacciato l'area compresa tra Janò e S. Elia. In particolare, in località Scala Rumbolotto, 15 famiglie sono state evacuate. Il traffico è rimasto bloccato sulle strade provinciali per smottamenti a Tiriolo, Soveria Simeri e Guardavalle. A Germaneto, un fronte franoso ha reso impraticabile una strada, minacciando le abitazioni di 30 famiglie.

In provincia di Cosenza, si sono registrate complessivamente 180 frane, con l'interessamento di 27 arterie tra strade provinciali ed ex statali.

In provincia di Vibo Valentia, a Pizzo una frana ha travolto una centrale Enel e ha bloccato l'ex statale 522 che collega il paese con Vibo.

IMMAGINI:



SCENARIO TIPICO DI EVENTO:

Frane superficiali (STE 06)

EVENTO: Cosenza – Gennaio 2009

DESCRIZIONE EVENTO:

In seguito alle piogge intense e persistenti occorse nel mese di Gennaio 2009, nel comune di Cosenza sono stati registrati numerosi fenomeni di dissesto idrogeologico in diverse località: Colle Mussano, Vallone di Rovito, Via Petrarca, S. Elia - Donnici, Donnici -Timpone degli Ulivi, Albo San Martino - Donnici, Via Romualdo Montagna.

Lo spigolo sud-ovest del cimitero di Colle Mussano è stato interessato da **frane superficiali** che hanno fatto crollare un muro, con conseguenti danni alle strutture delle cappelle. A valle di tale area, in località Vallone di Rovito, sono stati oggetto di sgombero diversi nuclei abitativi poiché sottostanti ad un pendio che ha manifestato diverse **colate superficiali**.

Su via Petrarca si sono verificati piccoli crolli di massi e **frane superficiali** che hanno interessato le ripide scarpate di controripa poste a monte dei muri di sostegno e per tutta la lunghezza della strada. In località S. Elia di Donnici si è verificato uno **scorrimento superficiale** che ha interessato un considerevole volume di terreno, fino a lambire un fabbricato di civile abitazione e un locale adibito a frantoio che sono stati sgomberati. Una massa di terriccio si è staccata dalla collina che sovrasta la SP 241, tra Donnici e Timpone degli Ulivi, con conseguente chiusura al traffico. In località Albo San Martino, un movimento franoso ha causato il crollo di un vecchio casolare e abbassamenti di circa 1-2 m e numerose contropendenze. Sono stati sgomberati tre edifici. In via Romualdo Montagna si è verificato il crollo di un muro di sostegno della strada di grande comunicazione in quanto serve numerosi paesi del circondario cosentino.

IMMAGINI:



SCENARIO TIPICO DI EVENTO:

Frane che possono interferire con i corsi d'acqua (STE 07)

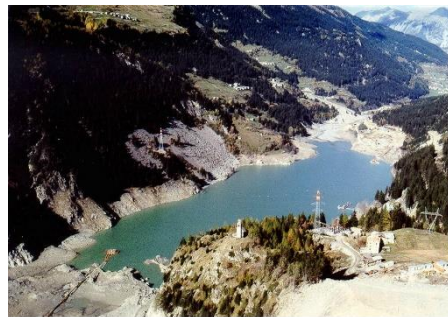
EVENTO: Valtellina 28.07.1987

DESCRIZIONE EVENTO:

Nei giorni dal 17 al 19 luglio del 1987, la Valtellina è stata interessata da intense precipitazioni che hanno superato, nei punti più colpiti della valle, i 600 mm, causando numerosi fenomeni di dissesto geo-idrologico, di cui la più gravosa sono stati la colata di fango occorsa a Tartano (SO) e l'esonazione dell'Adda a Berbenno (BG) e Talamona (SO).

Nelle prime ore del 28 luglio, dal monte Zandila in Val Pola, altra valle laterale della Valtellina, sito in destra idrografica pochi chilometri a valle di Bormio, si è staccata una **frana di 40 milioni di metri cubi, precipitando a valle, occludendo il corso dell'Adda e creando un lago della capacità di circa 20 milioni di metri cubi**. La frana ha distrutto le frazioni di Valdisotto (SO), Sant'Antonio di Morignone, evacuata preventivamente, e Aquilone. Sotto la frana è morta una squadra di operai impegnati in lavori di ripristino della SS 38 e alcuni abitanti della frazione Aquilone, non evacuata perché ritenuta fuori pericolo, per un totale di 29 vittime.

IMMAGINI:



SCENARIO TIPICO DI EVENTO:

Colate di fango e di detrito (STE 08)

EVENTO: Casamicciola Terme (NA) - 10.11.2009

DESCRIZIONE EVENTO:

Nei giorni 8 - 10 novembre 2009, precipitazioni intense, a prevalente carattere di rovescio e temporale, hanno interessato l'isola d'Ischia. I pluviometri di Forio, Ischia, Monte Epomeo e Piano Liguori hanno registrato una cumulata nei 3 giorni (dalle ore 00:00 del giorno 08 alle ore 24:00 del giorno 10 novembre 2009), rispettivamente pari a 160 mm, 240 mm, 85 mm, 110 mm. Le altezze di precipitazione più significative sono state registrate presso i pluviometri di Ischia e Forio, con valori di massima precipitazione oraria rispettivamente pari a 50.4 mm/h, registrata tra le ore 12:00 e le ore 13:00 del 10 novembre, e 37.4 mm/h, rilevata tra le ore 07:00 e le ore 08:00 del 10 novembre. A causa delle **piogge intense e di breve durata** che già dalle prime ore del 10 novembre hanno interessato il versante settentrionale del Monte Epomeo, poco dopo le 8.00, le strade che dalla zona alta di Casamicciola Terme (NA) scendono verso il Porto, sono state improvvisamente invase da **colate di fango e di detrito** 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 trascinate in mare.

IMMAGINI:



SCENARIO TIPICO DI EVENTO:

Sinkhole (STE 09)

EVENTO: Camaiole (LU) – 14-15.10.1995

DESCRIZIONE EVENTO:

Nella notte tra il 14 ed il 15 ottobre 1995, a Camaiole (LU), in Via F.lli Cervi, si è aperta una voragine del diametro di circa 30 metri e profondità, a ridosso del bordo, di circa 18 m. Al manifestarsi delle prime grosse lesioni sulle strade e sui fabbricati, è stato evacuato il quartiere compreso tra Via Fonda e Via Gramsci, con mobilitazione di circa 70 famiglie. All'alba del 15 ottobre, circa 6 ore dopo le prime lesioni, si è verificato un disastroso **spiondamento**, nel quale è stato parzialmente inghiottito un fabbricato quadrifamiliare, mentre altri 5 fabbricati circostanti sono stati gravemente lesionati, tanto da essere successivamente demoliti.

IMMAGINI:



SCENARIO TIPICO DI EVENTO:

EFFETTI TEMPORALESCHI (STE 10)

EVENTO: Emilia Romagna - 29-31.08.2020

DESCRIZIONE EVENTO:

A partire dal primo mattino del 29 agosto, la Regione Emilia-Romagna è stata interessata da un susseguirsi di **sistemi temporaleschi**, caratterizzati da pioggia, forti venti e fenomeni grandinigeni. Durante l'evento, i superamenti delle soglie critiche per cumulate orarie e sui 15 minuti registrati dalle stazioni pluviometriche della rete regionale sono stati molteplici e le zone più colpite sono state quelle appenniniche nel Modenese e il Reggiano. L'evento è stato caratterizzato inoltre da **fenomeni grandinigeni** che hanno interessato Parma nella giornata del 29 agosto, e da **vento forte** associato al transito dei **fenomeni temporaleschi** per quasi tutta la durata del 29 agosto a Rimini, Bologna e dintorni, mentre il 30 agosto anche nel Ravennate, Appennino piacentino e Parma.

Sono stati registrati danni da vento a Novafeltria (RN) e Riccione (RA); a Cervia (RA) l'area temporanea occupata dalla manifestazione Summer Social Time, nella frazione Pinarella, è stata distrutta dal forte vento e dalla pioggia. Il vento ha causato la caduta di rami, di alberi e di pali che hanno danneggiato alcune linee elettriche nel Riminese. Disagi sono stati registrati anche a Parma.

IMMAGINI:



4. Scenari Tipici di Evento (STE 2.0) – Fenomeni Elementari di Riferimento (FER 2.0) – Danni 2.0

4.1 Indicazioni Operative 10.02.2016

Il 10 febbraio del 2016 sono state pubblicate le Indicazioni Operative recanti “Metodi e criteri per l’omogeneizzazione dei messaggi del Sistema di allertamento nazionale per il rischio meteo-idrogeologico e idraulico e della risposta del sistema di protezione civile”, al fine di utilizzare linguaggi, tempistiche e procedure operative standard nei diversi territori regionali, facilitando un efficace scambio di informazioni tra i livelli territoriali di protezione civile e la comunicazione ai cittadini.

L’Allegato 1 delle Indicazioni Operative 2016, contiene la *Tabella delle allerte e delle criticità meteo-idrogeologiche ed idrauliche*. La Tabella è unica a livello nazionale e individua gli scenari di evento corrispondenti a ciascun livello di criticità e gli effetti e danni attesi.

I livelli di criticità si distinguono in ordinaria, moderata ed elevata; ad essi si associano in maniera univoca i codici colore allerta:

- ✓ al livello di criticità ordinaria corrisponde l’allerta gialla;
- ✓ al livello di criticità moderata corrisponde l’allerta arancione;
- ✓ al livello di criticità elevata corrisponde l’allerta rossa.

Le Indicazioni Operative distinguono tra criticità per rischio idraulico, che è il rischio derivante da piene e alluvioni che interessano i corsi d’acqua del reticolo maggiore, e criticità per rischio idrogeologico, che è derivante da fenomeni puntuali quali frane, ruscellamenti in area urbana, piene e alluvioni che interessano i corsi d’acqua minori per i quali non è possibile effettuare una previsione dell’evoluzione degli eventi sulla base del monitoraggio strumentale dei livelli idrici. Inoltre, le Indicazioni Operative introducono la criticità per rischio idrogeologico per fenomeni temporaleschi.

4.1.1 Scenari di evento

Ciascuna tipologia di evento si caratterizza per intensità ed estensione, in base alle quali si associa un codice colore allerta gialla, arancione o rossa. Nello specifico:

- un codice colore allerta giallo corrisponde ad un evento localizzato e di intensità minore (esempio: ruscellamenti superficiali);
- un codice colore allerta arancione corrisponde ad un evento diffuso e di intensità più significativa (esempio: significativi ruscellamenti superficiali);
- un codice colore allerta rosso corrisponde ad eventi numerosi e/o estesi e di intensità rilevante (esempio: ingenti ruscellamenti superficiali).

Di seguito, sono riportate le tipologie di scenario di evento indicate nella colonna “Scenari di Evento” della Tabella delle allerte e delle criticità meteo-idrogeologiche ed idrauliche (Tabella 3 per Rischio Idrogeologico; Tabella 4 per Rischio Idraulico).

GIALLA	ARANCIONE	ROSSA
RISCHIO IDROGEOLOGICO		
Fenomeni localizzati di:	Fenomeni diffusi di:	Fenomeni numerosi e/o estesi di:
	Instabilità di versante, localmente anche profonda, in contesti geologici particolarmente critici	Instabilità di versante, anche profonda, anche di grandi dimensioni
Erosione	Voragini per fenomeni di erosione	Voragini per fenomeni di erosione
Frane superficiali	Frane superficiali	Frane superficiali
Colate rapide di detriti o di fango in bacini di dimensioni limitate	Colate rapide di detriti o di fango	Colate rapide di detriti o di fango
Ruscamenti superficiali con possibili fenomeni di trasporto di materiale	Significativi ruscellamenti superficiali anche con trasporto di materiale	Ingenti ruscellamenti superficiali con diffusi fenomeni di trasporto di materiale
Innalzamento dei livelli idrometrici dei corsi d'acqua minori	Innalzamento dei livelli idrometrici dei corsi d'acqua minori	Rilevanti innalzamenti dei livelli idrometrici dei corsi d'acqua minori
Inondazioni delle aree limitrofe	Fenomeni di inondazione delle aree limitrofe	Estesi fenomeni di inondazione
Criticità locali (tombature, restringimenti, occlusioni delle luci dei ponti, ecc)	Criticità locali (tombature, restringimenti, occlusioni delle luci dei ponti, ecc)	Occlusioni parziali o totali delle luci dei ponti dei corsi d'acqua minori
Scorrimento superficiale delle acque nelle strade		
Rigurgito dei sistemi di smaltimento delle acque piovane con tracimazione e coinvolgimento delle aree urbane depresse		
Caduta massi	Caduta massi in più punti del territorio	Caduta massi in più punti del territorio
Fenomeni temporaleschi		
Grandinate	Grandinate	
Fulminazioni	Fulminazioni	
Raffiche di vento	Raffiche di vento	

Tabella 3: Scenari di Evento per Rischio Idrogeologico indicati dalle I.O. 2016

GIALLA	ARANCIONE	ROSSA
RISCHIO IDRAULICO		
Fenomeni localizzati di:	Fenomeni diffusi di:	Fenomeni numerosi e/o estesi di:
Incremento dei livelli dei corsi d'acqua maggiori, generalmente contenuti all'interno dell'alveo	Significativi innalzamenti dei livelli idrometrici dei corsi d'acqua maggiori	Piene fluviali dei corsi d'acqua maggiori
	Fenomeni di inondazione delle aree limitrofe	Estesi fenomeni di inondazione, anche di aree distanti dal fiume
	Fenomeni di inondazione delle zone golenali	
	Erosione delle sponde	Erosione delle sponde
	Trasporto solido	Trasporto solido
	Divagazione dell'alveo	Divagazione dell'alveo
	Occlusioni, parziali o totali, delle luci dei ponti dei corsi d'acqua maggiori	Occlusioni, parziali o totali, delle luci dei ponti dei corsi d'acqua maggiori
		Tracimazione
		Sifonamento
	Interessamento degli argini	Rottura degli argini
		Sormonto dei ponti e altre opere di attraversamento
		Salti di meandro

Tabella 4: Scenari di Evento per Rischio Idraulico indicati dalle I.O. 2016

Nella costruzione delle Tabelle 3 e 4 si è cercato di riportare nella stessa riga, in corrispondenza dei codici colore, fenomeni che possono essere considerati analoghi, in modo da rendere evidente le differenze che, a seconda dei diversi codici, possono assumere diversi fenomeni o anche per individuare facilmente i fenomeni che caratterizzano solo uno o due codici. In ogni caso, la terminologia utilizzata nelle tabelle è esattamente quella della citata tabella delle Indicazioni Operative.

4.1.2 Danni

Le Indicazioni Operative distinguono le criticità gialla-arancione-rossa da attribuire agli effetti al suolo in riferimento principalmente all'estensione del danno. Nello specifico, utilizzano i seguenti criteri:

- codice colore allerta giallo corrispondente a danni ed effetti localizzati;
- codice colore allerta arancione corrispondente a danni ed effetti diffusi;
- codice colore allerta rosso corrispondente a danni ed effetti ingenti ed estesi.

Per le vittime, invece:

- un codice colore allerta giallo corrisponde ad *occasionale pericolo per la sicurezza delle persone con possibili perdite di vite umane per cause incidentali*;
- un codice colore allerta arancione corrisponde a *pericolo per la sicurezza delle persone con possibili perdite di vite umane*;
- un codice colore allerta rosso corrisponde a *grave pericolo per la sicurezza delle persone con possibili perdite di vite umane*.

Nella sottostante Tabella 5 sono riportati i danni indicati nella colonna "Effetti e danni" della *Tabella delle allerte e delle criticità meteo-idrogeologiche ed idrauliche*, allineando sulla stessa riga le tipologie di danno uguali associate alle criticità gialla-arancione e rossa.

Le Tabelle 3, 4 e 5 sono state realizzate nell'ambito dell'Accordo di collaborazione tra DPC e CAMILab già citato nel capitolo 1.

GIALLA	ARANCIONE	ROSSA
Occasionale pericolo per la sicurezza delle persone con possibili perdita di vite umane per cause incidentali. Effetti localizzati:	Pericolo per la sicurezza delle persone con possibili perdite di vite umane. Effetti diffusi:	Grave pericolo per la sicurezza delle persone con possibili perdite di vite umane. Effetti ingenti ed estesi:
Allagamenti di locali interrati e di quelli posti a pian terreno lungo vie potenzialmente interessate da deflussi idrici	Allagamenti di locali interrati e di quelli posti a pian terreno lungo vie potenzialmente interessate da deflussi idrici	
	Allagamenti di singoli edifici o centri abitati, insediamenti civili	Danni a edifici e centri abitati, insediamenti civili, vicini ai corsi d'acqua, per allagamenti
		Danni a edifici e centri abitati, insediamenti civili, distanti dai corsi d'acqua, per allagamenti
	Allagamenti di cantieri e insediamenti industriali	Danni a cantieri e insediamenti industriali, vicini ai corsi d'acqua, per allagamenti
		Danni a cantieri e insediamenti industriali, distanti dai corsi d'acqua, per allagamenti
	Allagamenti di attività agricole	Danni alle attività e colture agricole, vicini ai corsi d'acqua, per allagamenti
		Danni alle attività e colture agricole, distanti dai corsi d'acqua, per allagamenti
Danni a infrastrutture interessate dallo scorrimento superficiale delle acque	Allagamenti di infrastrutture	
Danni a edifici ed insediamenti civili interessati dallo scorrimento superficiale delle acque		

Danni a cantieri e insediamenti industriali interessati dallo scorrimento superficiale delle acque		
Danni ad attività agricole interessate dallo scorrimento superficiale delle acque		
Temporanee interruzioni della rete stradale e/o ferroviaria in prossimità di impluvi, canali, zone depresse (sottopassi, tunnel, avvallamenti stradali, ecc)	Interruzioni della rete stradale e/o ferroviaria in prossimità di impluvi o in zone depresse del reticolo idrografico	
Danni a infrastrutture interessate da frane, o colate rapide	Danni a infrastrutture interessate da frane o da colate rapide	Danni o distruzione di infrastrutture ferroviarie e stradali
Danni a edifici ed insediamenti civili interessati da frane o colate rapide	Danni a singoli edifici o centri abitati, insediamenti civili, interessati da frane o da colate rapide	Danni a edifici e centri abitati, insediamenti civili, coinvolti da frane o da colate rapide
Danni a cantieri e insediamenti industriali interessati da frane o colate rapide	Danni a cantieri e insediamenti industriali interessati da frane o da colate rapide	Danni a cantieri e insediamenti industriali, coinvolti da frane o da colate rapide
Danni ad attività agricole interessate da frane o colate rapide	Danni ad attività agricole, interessati da frane o da colate rapide	Danni alle attività e colture agricole, coinvolti da frane o da colate rapide
Temporanee interruzioni della rete stradale e/o ferroviaria, a valle di porzioni di versante interessate da fenomeni franosi	Interruzioni della rete stradale e/o ferroviaria a valle di frane e colate di detriti	Danni a beni e servizi
Limitati danni alle opere idrauliche e di difesa delle sponde	Danni alle opere di contenimento, regimazione e attraversamento dei corsi d'acqua	Danni o distruzione di argini, ponti e altre opere idrauliche
Limitati danni alle attività agricole in alveo		
Limitati danni a cantieri e insediamenti industriali in alveo		
Limitati danni agli insediamenti civili in alveo		
	Danni a attività agricole situate in aree inondabili	
	Danni a edifici, insediamenti civili situati in aree inondabili	
	Danni a cantieri e insediamenti industriali situati in aree inondabili	
	Danni a infrastrutture situati in aree inondabili	
Ulteriori effetti in caso di fenomeni temporaleschi		
Danni alle coperture con trasporto di materiali a causa di forti raffiche di vento	Danni alle coperture con trasporto di materiali a causa di forti raffiche di vento	Danni alle coperture con trasporto di materiali a causa di forti raffiche di vento
Danni alle strutture provvisorie con trasporto di materiali a causa di forti raffiche di vento	Danni alle strutture provvisorie con trasporto di materiali a causa di forti raffiche di vento	Danni alle strutture provvisorie con trasporto di materiali a causa di forti raffiche di vento
Effetti sulla viabilità, reti aeree di comunicazione e reti di distribuzione di servizi (in particolare telefonia, elettricità) per rottura di rami, caduta di alberi, abbattimento di pali, segnaletica e impalcature	Effetti sulla viabilità, reti aeree di comunicazione e reti di distribuzione di servizi per rottura di rami, caduta di alberi, abbattimento di pali, segnaletica e impalcature	Effetti sulla viabilità, reti aeree di comunicazione e reti di distribuzione di servizi per rottura di rami, caduta di alberi, abbattimento di pali, segnaletica e impalcature
Danni alle colture agricole, a causa di grandinate	Danni alle colture agricole, a causa di grandinate	Danni alle colture agricole, a causa di grandinate
Danni agli automezzi, a causa di grandinate	Danni agli automezzi, a causa di grandinate	Danni agli automezzi, a causa di grandinate
Danni alle coperture di edifici, a causa di grandinate	Danni alle coperture di edifici, a causa di grandinate	Danni alle coperture di edifici, a causa di grandinate
Innesco di incendi e lesioni da fulminazione	Innesco di incendi e lesioni da fulminazione.	Innesco di incendi e lesioni da fulminazione

Tabella 5: Effetti e danni I.O. 10.02.2016

4.2 Metodologia di caratterizzazione degli scenari di evento

Nell'ambito del citato accordo DPC-CAMILab, si è definita una metodologia per la caratterizzazione degli scenari di evento e delle relative conseguenze che prevede una riclassificazione dei fenomeni elementari ipotizzati dalle I.O. 2016, con verifica della congruenza rispetto ai criteri utilizzati per costruire la piattaforma FloodCat, e la successiva attribuzione di tali fenomeni agli scenari tipici di evento (STE 2.0). In maniera analoga, si è proceduto riclassificando i danni ipotizzati dalle I.O. 2016.

Inizialmente sono stati estratti dalla tabella delle I.O. 2016, 30 **Fenomeni Elementari di Riferimento (FER)**. In questa fase di aggiornamento, i fenomeni elementari di riferimento, indicati come **FER 2.0**, sono stati ridotti a 22.

I FER rappresentano la caratterizzazione dello scenario tipico di evento e sono raggruppati per tipologia in 7 macrocategorie, ciascuna delle quali contiene uno o più FER.

Le 7 macrocategorie sono:

- fenomeni franosi;
- fenomeni legati al drenaggio;
- fenomeni in alveo;
- esondazioni;
- inondazioni;
- modifiche dell'alveo;
- fenomeni temporaleschi.

4.2.1 Fenomeni Elementari di Riferimento (FER)

Fenomeni franosi

Fenomeni superficiali di erosione del suolo	FER 1
Frane superficiali	FER 2
Frane profonde	FER 3
Crolli di massi e/o detriti	FER 4
Colamenti	FER 5
Sprofondamenti	FER 6

Fenomeni legati al drenaggio

Scorrimento delle acque nelle strade, rigurgito dei sistemi di drenaggio, ruscellamenti superficiali con possibili fenomeni di trasporto di materiale	FER 7
---	-------

Fenomeni in alveo

Occlusione delle luci dei ponti e/o tombature, restringimenti - Reticolo idrografico principale	FER 8a
Occlusione delle luci dei ponti e/o tombature, restringimenti - Reticolo idrografico secondario	FER 8b
Innalzamento dei livelli idrometrici - Reticolo idrografico principale	FER 9a
Innalzamento dei livelli idrometrici - Reticolo idrografico secondario	FER 9b

Esondazioni

Tracimazione - Reticolo idrografico principale	FER 10a
Tracimazione - Reticolo idrografico secondario	FER 10b
Sifonamento	FER 11
Interessamento argini - Reticolo idrografico principale	FER 12a
Interessamento argini - Reticolo idrografico secondario	FER 12b
Sormonto dei ponti e altre opere di attraversamento - Reticolo idrografico principale	FER 13a
Sormonto dei ponti e altre opere di attraversamento - Reticolo idrografico secondario	FER 13b

Inondazioni

Fenomeni di inondazione aree limitrofe e golene - Reticolo idrografico principale	FER 14a
Fenomeni di inondazione aree limitrofe e golene - Reticolo idrografico secondario	FER 14b
Estesi fenomeni di inondazione - Reticolo idrografico principale	FER 15a
Estesi fenomeni di inondazione - Reticolo idrografico secondario	FER 15b

Modifiche dell'alveo

Trasporto solido - Reticolo idrografico principale	FER 16a
Trasporto solido - Reticolo idrografico secondario	FER 16b
Erosione delle sponde - Reticolo idrografico principale	FER 17a
Erosione delle sponde - Reticolo idrografico secondario	FER 17b
Divagazione dell'alveo	FER 18
Salti di meandro	FER 19

Fenomeni temporaleschi

Grandinate	FER 20
Fulminazioni	FER 21
Raffiche di vento	FER 22

4.2.2 Danni 2.0

La classificazione dei danni, derivata a partire dalle I.O. 10.02.2016, inizialmente è stata articolata in macro-categorie, a seconda della causa innescante il danno (danno per allagamento, per frana /colata rapida, per fenomeni temporaleschi) e della zona interessata (vicino al corso d'acqua, in alveo, in area inondabile). Ciascuna macro-categoria è stata poi divisa in sottocategorie, in base agli elementi interessati (locali interrati, piano terra e/o superiore di edifici pubblici e/o privati, infrastrutture, attività economiche, attività agricole, beni e infrastrutture tecnologiche e di servizio).

In questa fase di aggiornamento, sono stati ridefiniti i danni agli elementi esposti, tenendo anche conto di FloodCat, oltre che delle I.O. 2016. Nello specifico, sono state individuate 8 categorie di elementi esposti a danno.

Le categorie di danno individuate sono:

- E1: Edifici pubblici e/o private
- E2: Coperture di edifici e/o strutture provvisorie
- E3: Viabilità
- E4: Opere di difesa e opere idrauliche
- E5: Attività economiche (industriali, agricole, commerciali, edilizie, attività turistiche e/o ricreative)
- E6: Infrastrutture tecnologiche e di servizio (linee elettriche, gas, fognature, acquedotti, reti telefoniche, radio, televisione)
- E7: Persone
 - E7.1 Feriti
 - E7.2 Evacuati
 - E7.3 Vittime
- E8: Altro (beni culturali/paesaggistici, aree naturali di particolare interesse).

4.2.3 Procedura caratterizzazione STE 2.0 – FER 2.0 – DANNI 2.0

La procedura individuata consiste nell'attribuire, in maniera euristica, ad ogni tipologia di scenario tipico di evento STE 2.0, i possibili FER 2.0 ed effetti associati, validati successivamente a valle dell'analisi di alcuni casi di studio. L'analisi ha condotto alla individuazione di situazioni rappresentative STE 2.0 – FER 2.0 –DANNI 2.0.

Le Tabelle 6-7-8-9-10-11-12 riepilogano le corrispondenze STE 2.0-FER 2.0-DANNI 2.0.

STE 2.0	FER 2.0		DANNI 2.0
STE 01 Flash Flood con $t_c \leq 3h$	Fenomeni legati al drenaggio	Scorrimento delle acque nelle strade, rigurgito dei sistemi di drenaggio, ruscellamenti superficiali con possibili fenomeni di trasporto di materiale	FER 7
	Fenomeni in alveo	Occlusione delle luci dei ponti e/o tombature, restringimenti - Reticolo idrografico secondario	FER 8b
		Innalzamento dei livelli idrometrici - Reticolo idrografico secondario	FER 9b
	Esondazioni	Tracimazione - Reticolo idrografico secondario	FER 10b
		Interessamento argini- Reticolo idrografico secondario	FER 12b
		Sormonto dei ponti e altre opere di attraversamento - Reticolo idrografico secondario	FER 13b
	Inondazioni	Fenomeni di inondazione aree limitrofe e golene-Reticolo idrografico secondario	FER 14b
		Estesi fenomeni di inondazione - Reticolo idrografico secondario	FER 15b
	Modifiche dell'alveo	Trasporto solido - Reticolo idrografico secondario	FER 16b
		Erosione delle sponde - Reticolo idrografico secondario	FER 17b
			E1 E3 E4 E5 E6 E7 E8

Tabella 6. Corrispondenze STE 2.0 –FER 2.0 - DANNI 2.0 per scenari di alluvione

STE 2.0	FER 2.0			DANNI 2.0
STE 02 Alluvioni in piccoli bacini con $t_c < 12$ h	Fenomeni legati al drenaggio	Scorrimento delle acque nelle strade, rigurgito dei sistemi di drenaggio, ruscellamenti superficiali con possibili fenomeni di trasporto di materiale	FER 7	E1 E3 E4 E5 E6 E7 E8
	Fenomeni in alveo	Occlusione delle luci dei ponti e/o tombature, restringimenti - Reticolo idrografico secondario	FER 8b	
		Innalzamento dei livelli idrometrici - Reticolo idrografico secondario	FER 9b	
	Esondazioni	Tracimazione - Reticolo idrografico secondario	FER 10b	
		Interessamento argini - Reticolo idrografico secondario	FER 12b	
		Sormonto dei ponti e altre opere di attraversamento - Reticolo idrografico secondario	FER 13b	
	Inondazioni	Fenomeni di inondazione aree limitrofe e golene - Reticolo idrografico secondario	FER 14b	
		Estesi fenomeni di inondazione - Reticolo idrografico secondario	FER 15b	
	Modifiche dell'alveo	Trasporto solido - Reticolo idrografico secondario	FER 16b	
		Erosione delle sponde - Reticolo idrografico secondario	FER 17b	

Tabella 7. Corrispondenze STE 2.0 –FER 2.0 - DANNI 2.0 per scenari di alluvione

STE 2.0	FER 2.0		DANNI 2.0
STE 03 Alluvioni in medi/grandi bacini con $t_c \geq 12$ h	Fenomeni legati al drenaggio	Scorrimento delle acque nelle strade, rigurgito dei sistemi di drenaggio, ruscellamenti superficiali con possibili fenomeni di trasporto di materiale	FER 7
	Fenomeni in alveo	Occlusione delle luci dei ponti e/o tombature, restringimenti- Reticolo idrografico principale	FER 8a
		Innalzamento dei livelli idrometrici - Reticolo idrografico principale	FER 9a
	Esondazioni	Tracimazione - Reticolo idrografico principale	FER 10a
		Sifonamento	FER 11
		Interessamento argini – Reticolo idrografico principale	FER 12a
		Sormonto dei ponti e altre opere di attraversamento - Reticolo idrografico principale	FER 13a
	Inondazioni	Fenomeni di inondazione aree limitrofe e golene - Reticolo idrografico principale	FER 14a
		Estesi fenomeni di inondazione - Reticolo idrografico principale	FER 15a
	Modifiche dell'alveo	Trasporto solido - Reticolo idrografico principale	FER 16a
		Erosione delle sponde - Reticolo idrografico principale	FER 17a
		Divagazione dell'alveo	FER 18
		Salti di meandro	FER 19
			E1 E3 E4 E5 E6 E7 E8

Tabella 8. Corrispondenze STE 2.0 –FER 2.0 - DANNI 2.0 per scenari di alluvione

STE 2.0	FER 2.0			DANNI 2.0
STE 04 Allagamento per inadeguato drenaggio	Fenomeni legati al drenaggio	Scorrimento delle acque nelle strade, rigurgito dei sistemi di drenaggio, ruscellamenti superficiali con possibili fenomeni di trasporto di materiale	FER 7	E1 E3 E4 E5 E6 E7 E8

Tabella 9. Corrispondenze STE 2.0 –FER 2.0 - DANNI 2.0 per scenari di allagamento

STE 2.0	FER 2.0			DANNI 2.0
STE 05 Frane profonde	Fenomeni franosi	Frane profonde	FER 3	E1 E3 E4 E5 E6 E7 E8
		Crolli di massi e/o detriti	FER 4	
STE 06 Frane superficiali	Fenomeni franosi	Fenomeni superficiali di erosione del suolo	FER 1	E1 E3 E4 E5 E6 E7 E8
		Frane superficiali	FER 2	
		Crolli di massi e/o detriti	FER 4	
	Fenomeni legati al drenaggio	Scorrimento delle acque nelle strade, rigurgito dei sistemi di drenaggio, ruscellamenti superficiali con possibili fenomeni di trasporto di materiale	FER 7	
STE 07 Frane che possono interferire con i corsi d'acqua	Fenomeni franosi	Frane superficiali	FER 2	E1 E3 E4 E5 E6 E7 E8
		Frane profonde	FER 3	
		Colamenti	FER 5	
	Fenomeni legati al drenaggio	Scorrimento delle acque nelle strade, rigurgito dei sistemi di drenaggio, ruscellamenti superficiali con possibili fenomeni di trasporto di materiale	FER 7	
	Fenomeni in alveo	Occlusione delle luci dei ponti e/o tombature, restringimenti - Reticolo idrografico principale	FER 8a	
		Occlusione delle luci dei ponti e/o tombature, restringimenti - Reticolo idrografico secondario	FER 8b	
		Innalzamento dei livelli idrometrici - Reticolo idrografico principale	FER 9a	
		Innalzamento dei livelli idrometrici - Reticolo idrografico secondario	FER 9b	
	Esondazioni	Tracimazione - Reticolo idrografico principale	FER 10a	
		Tracimazione - Reticolo idrografico secondario	FER 10b	
		Sormonto dei ponti e altre opere di attraversamento - Reticolo idrografico principale	FER 13a	
		Sormonto dei ponti e altre opere di attraversamento - Reticolo idrografico secondario	FER 13b	
	Modifiche dell'alveo	Trasporto solido - Reticolo idrografico principale	FER 16a	
Trasporto solido - Reticolo idrografico secondario		FER 16b		
STE 08 Colate di fango e di detrito	Fenomeni franosi	Colamenti	FER 5	E1 E3 E4 E5 E6 E7 E8
	Fenomeni legati al drenaggio	Scorrimento delle acque nelle strade, rigurgito dei sistemi di drenaggio, ruscellamenti superficiali con possibili fenomeni di trasporto di materiale	FER 7	

Tabella 10. Corrispondenze STE 2.0 –FER 2.0 - DANNI 2.0 per scenari di fenomeni franosi

STE 2.0	FER 2.0			DANNI 2.0
STE 09 Sinkhole	Fenomeni franosi	Sprofondamenti	FER 6	E1 E3 E4 E5 E6 E7 E8

Tabella 11. Corrispondenze STE 2.0 –FER 2.0 - DANNI 2.0 per scenari di sinkhole

STE 2.0	FER 2.0		DANNI 2.0	
STE 10 Effetti temporaleschi	Fenomeni legati al drenaggio	Scorrimento delle acque nelle strade, rigurgito dei sistemi di drenaggio, ruscellamenti superficiali con possibili fenomeni di trasporto di materiale	FER 7	E1 E2 E3 E4 E5 E6 E7 E8
	Fenomeni temporaleschi	Grandinate	FER 20	
		Fulminazioni	FER 21	
		Raffiche di vento	FER 22	

Tabella 12. Corrispondenze STE 2.0 –FER 2.0 - DANNI 2.0 per scenari di fenomeni temporaleschi

5. Criteri di attribuzione di Scenari Tipici di Evento ai casi di studio

Nella individuazione dei possibili scenari tipici di evento attribuibili ad un territorio, occorre tenere in considerazione:

- le informazioni territoriali riportate nei documenti ufficiali: PAI, PGRA, Piani Protezione Civile Regionale, Provinciale, Comunale;
- le informazioni sugli eventi accaduti in passato: tipologia di evento (frana o esondazione), dimensione del bacino interessato nel caso di esondazione (piccolo, medio, grande bacino), durata dell'evento pluviometrico, aree interessate in caso di frana, con dimensioni e velocità del fenomeno.

In generale si può assumere il seguente schema: una forzante pluviometrica provoca un fenomeno (variazione del deflusso superficiale nella rete di drenaggio e/o variazione del regime delle acque sotterranee nel pendio), che a seconda della fragilità del sistema ricevente può produrre un evento di frana o di esondazione. È quindi essenziale tenere conto della fragilità del sistema ricevente nel disegno degli scenari di evento. La fragilità indica l'incapacità dell'alveo fluviale o del versante a fronteggiare il fenomeno naturale generato dalla forzante pluviometrica: un corso d'acqua non contiene in alveo i deflussi di piena, un versante non rimane stabile. Se si considera, ad esempio, una piena fluviale, si osserva che in un corso d'acqua ben arginato e privo di strettoie, essa scorrerà senza problemi; in un alveo con arginature discontinue o geometricamente insufficienti saranno, invece, possibili fenomeni di esondazione. In presenza di restringimenti e in concomitanza di elevato trasporto solido di fondo, si potrà avere un'ostruzione e conseguente rigurgito ed esondazione a monte; con argini fatiscenti è da temere una loro rottura con successive inondazioni, e così via.

Diverse sono le cause che possono provocare esondazioni, e ognuno di questi eventi può verificarsi con "caratteristiche dell'evento" diverse che ne determinano l'intensità e gli effetti sugli elementi a rischio. Le grandezze di maggiore interesse sono l'altezza idrica, la velocità della corrente, la rapidità di risalita del livello, e anche la presenza di detriti ingombranti, la qualità dell'acqua, la durata dell'inondazione.

Lo studio del contesto, con analisi delle carte degli scenari di evento consente di individuare i seguenti elementi:

- aree inondabili, includendo anche quelle con i periodi di ritorno più bassi di quelli riportati nei PAI e nei PGRA, e quelle derivanti dall'ipotetico collasso delle arginature;
- aree interessate nel passato da eventi alluvionali e non già considerate dal PAI o nel PGRA;
- punti critici di cui al successivo capitolo 6.

Un territorio caratterizzato da corsi d'acqua che presentano buona parte degli elementi sopra elencati, è un territorio soggetto al verificarsi di scenari alluvionali (STE 01, STE 02, STE 03 – Tabella 2).

Per le frane sono importanti la presenza di opere di contenimento, le caratteristiche morfologiche, litologiche, geotecniche e idrauliche, la presenza di manufatti e altre barriere che possono ostacolare o esaltare il fenomeno, l'eventuale presenza di copertura boschiva e dei relativi apparati radicali. I fenomeni franosi possono avere effetti molto diversi a seconda del tipo di frana e del materiale coinvolto. Sono importanti la velocità con cui si verifica il movimento, la dimensione del materiale coinvolto, l'energia con la quale può essere investito l'elemento a rischio.

La conoscenza dei principali aspetti geomorfologici del territorio, l'analisi delle carte degli scenari di evento riportate nei piani di protezione civile consentono di individuare gli elementi di seguito elencati, evidenziando l'esposizione del territorio a scenari franosi (STE 05, STE 06, STE 07, STE 08 – Tabella 2):

- aree individuate dal PAI, come a rischio o pericolose;
- aree riportate nel catalogo IFFI;
- aree interessate nel passato da eventi franosi;
- la morfologia del territorio;
- la localizzazione delle aree interessate in passato da eventi franosi.

La conoscenza dei principali eventi occorsi in passato è di grande utilità perché un evento franoso che ha interessato un territorio, può riattivarsi in futuro, soprattutto laddove non si è intervenuto con adeguati sistemi di stabilizzazione.

Lo scenario di allagamento (STE 04 - Tabella 2) è dovuto principalmente ad un malfunzionamento o ad un cattivo stato delle opere di drenaggio delle acque, per le quali occorre una periodica manutenzione e verifica da parte dell'ente comunale, oppure ad una insufficiente capacità di contenimento dei sistemi di raccolta e smaltimento delle acque o ad una errata progettazione delle reti di collettamento. Pertanto, è difficile individuare a priori l'esposizione di un territorio a questa tipologia di scenario, poiché ci si aspetta che piogge brevi e intense, principale causa di allagamenti, siano esitate dalle opere di smaltimento.

Dunque, risulta utile la conoscenza di eventi occorsi in precedenza di questo tipo, per attribuire questa tipologia di scenario ad un territorio.

Per l'individuazione dello scenario di sinkhole (STE 09 - Tabella 2) occorre condurre uno studio del contesto e una raccolta di informazioni su eventi pregressi nello stesso territorio, poiché si tratta di fenomeni che avvengono in contesti geologico-strutturale, geomorfologico ed idrogeologico specifici.

Lo scenario "Effetti temporaleschi" (STE 10 – Tabella 2) è caratterizzato da fenomeni temporaleschi (raffiche di vento, grandinate e fulminazioni) che sono intrinsecamente caratterizzati da elevata incertezza previsionale in termini di localizzazione, tempistica e intensità e quindi non possono essere oggetto di una affidabile previsione. Tuttavia, nell'immediato futuro potrà essere possibile attraverso la disponibilità di

banche dati di adeguata dimensione, individuare le zone che possono essere maggiormente soggette a tale scenario.

In generale, comunque, lo studio del contesto, attraverso i documenti disponibili, ma anche attraverso studi scientifici condotti sul territorio oggetto di indagine, e la raccolta di informazioni di eventi pregressi sul territorio, rappresentano gli strumenti principali per l'individuazione di un possibile scenario.

Nel successivo capitolo 7 per alcuni eventi, censiti nell'ambito degli accordi CAMILab-DPC più volte citati, sono stati correlati allo scenario tipico (o agli scenari tipici) che appaiono più adeguati.

6. Punti Critici

6.1 Individuazione punti critici

In questo capitolo si intende individuare per ciascuno degli scenari tipici di evento in precedenza indicati, ad esclusione dello scenario STE 10 “Effetti temporaleschi”, quali sono i principali punti critici che li caratterizzano.

I *punti critici* rappresentano i punti dove il processo inizia o si trasforma o cambia direzione, nonché i punti in cui sono da temere fenomeni localizzati connessi a situazioni specifiche (cantieri, discariche, fonti inquinanti, vegetazione in alveo, ecc.).

Nelle aree vulnerabili, la localizzazione dei punti critici avviene:

- ✓ attraverso la consultazione del Piano di Protezione Civile Comunale;
- ✓ effettuando sopralluoghi nel Comune oggetto di interesse;
- ✓ dalle informazioni relative agli eventi del passato;
- ✓ consultando altri documenti ufficiali (PAI, PGRA, Piano di coordinamento territoriale, Piano Provinciale di Previsione e Prevenzione, Piani urbanistici di vario livello, Piani di protezione civile regionale, provinciale, Aree storicamente inondate);
- ✓ sviluppando mirate indagini di campo.

Per i dettagli si rimanda ai rapporti A32_LG4 e A41_LG1.

6.1.1 Punti critici relativi a inondazioni

In riferimento alle inondazioni, le possibili tipologie di punti critici sono quelle indicate nella Figura 1.

PUNTI CRITICI			
<p>1. <u>Tratto tombato</u></p>  <p>(Foto 1: Torrente Inferno – Rossano (CS))</p>	<p>2. <u>Presenza di fitta vegetazione in alveo</u></p>  <p>(Foto 2: Torrente Annunziata – Messina)</p>	<p>3. <u>Arginatura con altezza discontinua</u></p>  <p>(Foto 3: Fiume Esaro – Crotona)</p>	<p>4. <u>Argine con altezza insufficiente al contenimento della piena</u></p>  <p>(Foto 4: Torrente Citrea – Rossano (CS))</p>
<p>5. <u>Argine rotti o danneggiati</u></p>  <p>(Foto 5: Torrente Papaniciaro – Crotona)</p>	<p>6. <u>Discontinuità d'argine</u></p>  <p>(Foto 6: Fiume Basento - Pisticci (MT))</p>	<p>7. <u>Punti di possibile esondazione e/o rottura</u></p>  <p>(Foto 7: Torrente Citrea – Rossano (CS))</p>	<p>8. <u>Sponde non protette potenzialmente erodibili</u></p>  <p>(Foto 8: Fiume Esaro – Crotona)</p>

9. Fenomeni erosivi in alveo



(Foto 9: Fiumara Valanidi - Reggio Calabria)

10. Discariche in alveo



(Foto 10: Fiumara Valanidi-Reggio Calabria)

11. Tratti di alveo pensile



(Foto 11: Fiumara Valanidi-Reggio Calabria)

12. Argine mancante



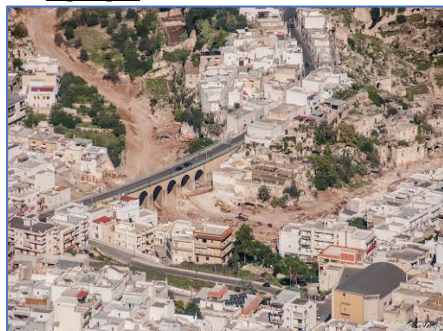
(Foto 12: Lama Marcinase– Molfetta (BA))

13. Attraversamenti a raso



(Foto 12: Fiumara Valanidi-Reggio Calabria)

14. Stretteie che possono generare rigurgiti



(Foto 13: Torrente Lognone - Ginosa (TA))

15. Aree potenzialmente interessate dall'apertura di fontanazzi



Foto 14: Fontanazzo in un fossato di scolo a 200 metri dall'argine maestro del Po

16. Tratti di alveo sovralluvionato



(Foto 15: Fiumara Valanidi-Reggio Calabria)

Figura 1. Punti critici relativi a inondazioni

Nelle aree vulnerabili e nelle aree esterne a quelle perimetrate come vulnerabili, è possibile individuare i **punti critici possibili** (PCP o nodi), riportati in Tabella 12.

PUNTI CRITICI POSSIBILI (PCP)
1. Punti ottenuti attraverso la sovrapposizione tra reticolo idrografico e quello stradale/ferroviario
2. Tratti tombati o corsi d'acqua obliterati, ricavati da CTR, PAI o eventualmente altre fonti
3. Punti individuati tramite l'intersezione tra il reticolo idrografico e i centri abitati
4. Tratti del reticolo idrografico caratterizzati da brusche variazioni di pendenze
5. Tratti di reticolo potenzialmente interessati da conoidi e/o da frane
6. Confluenze a rischio

Tabella 13: Punti critici possibili relativi a inondazioni

6.1.2 Punti critici relativi ad allagamento per inadeguato drenaggio

La Tabella 13 riporta i punti critici associati ad allagamenti per inadeguato drenaggio, che è uno scenario abbastanza frequente.

PUNTI CRITICI
1. Zone depresse senza sbocco superficiale
2. Zone prive di opere di drenaggio
3. Zone con opere di drenaggio in cattivo stato
4. Zone di concentrazione delle acque di ruscellamento

Tabella 14: Punti critici relativi ad allagamenti per inadeguato drenaggio

6.1.3 Punti critici relativi a fenomeni franosi

In riferimento alle frane, le possibili tipologie di punti critici sono quelle indicate nella Tabella 14.

PUNTI CRITICI
1. Presenza di fessure su edifici e strutture
2. Fratture del terreno
3. Zone di infiltrazione
4. Cattivo stato opere di contenimento

5. Malfunzionamento opere di drenaggio
6. Incisioni erosive (Gullies)
7. Concentrazione di flussi di ruscellamento provenienti dal drenaggio della rete stradale
8. Acquedotti e altre lifelines interessate dalle aree in frana

Tabella 15: Punti critici relativi a fenomeni franosi

6.1.4 Punti critici relativi a fenomeni di sinkhole e fenomeni carsici

Per quanto riguarda lo scenario sinkhole, si è ritenuto utile affiancare a tale tipologia anche quella relativa ai fenomeni carsici che interessano alcune zone del Paese e, in particolare per le regioni di interesse del presente progetto PON, la Puglia. Pertanto, è possibile individuare le seguenti tipologie di punti critici.

PUNTI CRITICI
1. Presenza di forme carsiche come gravine, lame, doline, inghiottitoi (Corsi d'acqua in ambiente carsico)
2. Presenza di forme carsiche come gravine, voragini, doline, pozzi di crollo e inghiottitoi (Corsi d'acqua di tipo endoreico)
3. Aree depresse, in corrispondenza delle forme carsiche, per le quali si possono manifestare fenomeni di ristagno idrico legati ad eventi pluviometrici (Corsi d'acqua di tipo endoreico)

Tabella 16: Punti critici relativi a sinkhole e fenomeni carsici

6.2 Punti critici associati agli scenari tipici di evento

In questo paragrafo, i punti critici elencati nel precedente paragrafo sono associati alle diverse tipologie di scenario tipico di evento STE 2.0.

Le Tabella 16 e 17 contengono rispettivamente i punti critici e i punti critici possibili attribuibili agli scenari di evento di inondazione, STE01 *"Flash Flood con tempo di corrivazione $\leq 3h$ "*, STE02 *"Alluvioni in piccoli bacini con tempo di corrivazione $<12 h$ "*, STE03 *"Alluvioni in medi/grandi bacini con tempo di corrivazione $\geq 12h$ "*. Partendo dal presupposto che si tratta di punti critici per tutti e 3 gli scenari di evento, nelle tabelle, laddove si riporta "***" o "****", si intende evidenziare che quella tipologia di punto critico ha una incidenza maggiore per uno scenario rispetto all'altro. Invece, laddove si riporta esclusivamente "*", si intende che quella tipologia di criticità ha una incidenza uguale nella determinazione dei 3 scenari. Ad esempio, la presenza di

un tratto tombato può essere più critica per l'innesco di una flash flood o di una piena in un bacino di piccole dimensioni, piuttosto che in un bacino di grandi dimensioni; così come la presenza di fitta vegetazione, o di strettoie che possono generare rigurgiti. La mancanza di un argine o un argine danneggiato, con altezza discontinua o insufficiente al contenimento della piena invece sono criticità importanti sia che si tratti di un bacino di piccole dimensioni sia che il bacino abbia dimensioni medie/grandi.

PUNTI CRITICI	SCENARI TIPICI DI EVENTO INONDAZIONI		
	STE 01	STE 02	STE 03
Tratto tombato	***	**	*
Presenza di fitta vegetazione in alveo	***	**	*
Arginatura con altezza discontinua	*	*	*
Argine con altezza insufficiente al contenimento della piena	*	*	*
Argine rotto o danneggiato	*	*	*
Discontinuità d'argine	*	*	*
Punti di possibile esondazione e/o rottura	*	*	*
Sponde non protette potenzialmente erodibili	*	*	*
Fenomeni erosivi in alveo	*	*	*
Discariche in alveo	*	*	*
Tratti di alveo pensile	*	*	*
Argine mancante	*	*	*
Attraversamenti a raso	*	*	*
Strettoie che possono generare rigurgiti	***	**	*
Aree potenzialmente interessate dall'apertura di fontanazzi	*	*	*
Tratti di alveo sovralluvionato	*	*	*

Tabella 17: Punti critici associati agli scenari di evento di inondazione

PUNTI CRITICI POSSIBILI	SCENARI TIPICI DI EVENTO INONDAZIONI		
	STE 01	STE 02	STE 03
Punti ottenuti attraverso la sovrapposizione tra reticolo idrografico e quello stradale/ferroviario	*	*	*
Tratti tombati o corsi d'acqua oblitterati, ricavati da CTR, PAI o eventualmente altre fonti	***	**	*
Punti individuati tramite l'intersezione tra il reticolo idrografico e i centri abitati	*	*	*
Tratti del reticolo idrografico caratterizzati da brusche variazioni di pendenze	*	*	*
Tratti di reticolo potenzialmente interessati da conoidi e/o da frane	*	*	*
Confluenze a rischio	*	**	***

Tabella 18: Punti critici possibili associati agli scenari di evento di inondazione

La Tabella 18 riporta i punti critici attribuiti allo scenario di evento STE04 "Allagamento per inadeguato drenaggio".

PUNTI CRITICI	SCENARIO TIPICO DI EVENTO ALLAGAMENTI
	STE04
Zone depresse senza sbocco superficiale	*
Zone prive di opere di drenaggio	*
Zone con opere di drenaggio in cattivo stato	*
Zone di concentrazione delle acque di ruscellamento	*

Tabella 19: Punti critici associati allo scenario di allagamento per inadeguato drenaggio

La Tabella 19 riporta invece i punti critici associati agli scenari di evento relativi a frane, STE 05 "Frane profonde", STE06 "Frane superficiali", STE07 "Frane che possono interferire con i corsi d'acqua", STE08 "Colate di fango e di detrito". Per i fenomeni franosi, non è possibile fare un discorso in termini di incidenza maggiore, poiché si tratta di punti critici di pari rilevanza per le 4 tipologie di scenario di evento.

La presenza di fessure su edifici e strutture rappresenta una criticità per le frane diffuse, localizzate e le colate, ma non per lo scenario STE07, che è specifico di frane che interagiscono con un corso d'acqua.

Le incisioni erosive (Gullies) sono fenomeni erosivi superficiali che interessano principalmente gli scenari STE05, STE06, STE07. Si escludono le colate poiché il fenomeno si genera con altre modalità.

PUNTI CRITICI	SCENARI TIPICI DI EVENTO FENOMENI FRANOSI			
	STE05	STE06	STE07	STE08
Presenza di fessure su edifici e strutture	*	*		*
Fratture del terreno	*	*	*	*
Zone di infiltrazione	*	*	*	*
Cattivo stato opere di contenimento	*	*	*	*
Malfunzionamento opere di drenaggio	*	*	*	*
Incisioni erosive (Gullies)	*	*	*	
Concentrazione di flussi di ruscellamento provenienti dal drenaggio della rete stradale	*	*	*	*
Acquedotti e altre lifelines interessate dalle aree in frana	*	*	*	*

Tabella 20: Punti critici associati agli scenari di frane

Infine, in Tabella 20 si riportano i punti critici associati allo scenario STE09 “*Sinkhole*” esteso come si è detto a tutti i fenomeni carsici.

PUNTI CRITICI	SCENARIO TIPICO DI EVENTO SINKHOLE
	STE09
Presenza di forme carsiche come gravine, lame, doline, inghiottitoi (Corsi d’acqua in ambiente carsico)	*
Presenza di forme carsiche come gravine, voragini, doline, pozzi di crollo e inghiottitoi (Corsi d’acqua di tipo endoreico)	*
Aree depresse, in corrispondenza delle forme carsiche, per le quali si possono manifestare fenomeni di ristagno idrico legati ad eventi pluviometrici (Corsi d’acqua di tipo endoreico)	*

Tabella 21: Punti critici associati allo scenario di sinkhole

7. Eventi storici e Scenari Tipici di Evento (STE 2.0)

Gli Scenari descritti nel capitolo 2 sono stati confrontati con alcuni eventi accaduti tra il 2004 e il 2021, utilizzando la banca dati, costruita dall'IRPI nell'ambito di Accordi di collaborazione con il Dipartimento di Protezione Civile, che riporta la descrizione degli eventi dannosi accaduti negli ultimi anni.

In particolare sono stati analizzati 43 eventi riportati nella tabella 21, che riporta una descrizione essenziale dell'evento, oltre alla data e alla Regione di riferimento.

Regione	Data	Descrizione evento	Scenario Tipico di Evento
CAMPANIA	30.04.2006	Nelle prime ore della mattina del 30 aprile 2006, dal versante nord del monte di Vezzi, nel comune di Ischia (NA), si sono staccate cinque frane superficiali, poi evolute in colate di fango e detriti, con un volume complessivo di circa 15 mila metri cubi. Tali frane, determinate da un evento meteorico intenso ed estremamente localizzato, si sono innescate nei terreni piroclastici che affiorano nell'area del monte di Vezzi. Lungo la discesa verso valle, in località Arenella, nella zona di Pilastrì, il fango e i detriti hanno travolto alcuni edifici, causando la morte di 4 perso.e	Colata di fango e detrito (STE 08)
CALABRIA	03.07.2006	Il 03 luglio 2006 dalle 06.00 alle 13.30 circa, precipitazioni eccezionali, intense e persistenti, hanno colpito il territorio del vibonese. L'intensità eccezionale delle piogge localizzate ha causato esondazioni delle fiumare vibonesi con allagamenti, smottamenti e frane, ed ha provocato la morte di 4 persone.	Flash Flood con $t_c \leq 3h$ (STE 01) Frane superficali (STE 06)
PIEMONTE	29.05.2008	Il 29 maggio 2008, a seguito di intense e prolungate precipitazioni, una colata detritica torrentizia originatasi nel bacino del Rio Cassarot, ha colpito una parte dell'abitato della Borgata Garin, nel Comune di Villar Pellice (TO), distruggendo due case, un tratto della S.P. e coinvolgendo tre veicoli. La colata ha provocato la morte di 4 persone, 3 delle quali si trovavano all'interno della propria abitazione.	Colata di fango e detrito (STE 08)
SARDEGNA	22.10.2008	Nelle prime ore del mattino del 22 ottobre del 2008 unintenso evento pluviometrico ha interessato la Sardegna ed, in particolare, Capoterra, Sestu, Monserrato, Cagliari ed Elmas, in provincia di Cagliari. Capoterra è stata investita dall'onda di piena del rio San Girolamo. La stazione pluviometrica di Capoterra registrò il picco di precipitazione tra le ore 7 e le ore 8 del mattino, pari a 148 mm di pioggia, per un totale di 372 mm in otto ore consecutive. È stata stimata una media di 300 metri cubi d'acqua confluyente nel bacino artificiale della lottizzazione, valutabile complessivamente attorno ai 5 milioni di metri cubi totali trasportati dal rio S. Gerolamo. Durante l'evento, hanno perso la vita 5 persone, 4 a Capoterra ed 1 a Sestu. Sono stati danneggiati edifici diversi, abitazioni, serre, strade, ponti, linee elettriche, reti idriche e fognarie, beni mobili.	Flash Flood con $t_c \leq 3h$ (STE 01)

CALABRIA	20-28.01.2009	Dal pomeriggio del 20 gennaio 2009, la Calabria è stata interessata da intense perturbazioni, di cui la più rilevante si è manifestata nei giorni 24 e 25 gennaio. La provincia maggiormente colpita è stata Cosenza, dove si sono osservate precipitazioni che in 5 giorni hanno localmente superato i 200 mm. La sera del 25 gennaio, si è innescato un fenomeno franoso di tipo complesso su un tratto dell'autostrada A3 (Salerno-Reggio Calabria), che ha provocato la morte di 2 persone e 5 feriti.	Frane superficiali (STE 06)
SICILIA	01.10.2009	Il 1 ottobre 2009 un violento nubifragio ha colpito un'area ristretta della Sicilia nord-orientale, provocando lo straripamento dei corsi d'acqua, con conseguenti inondazioni, e diversi fenomeni franosi, a cui è seguito lo scivolamento a valle di colate di fango e di detriti. L'evento calamitoso ha colpito in particolare una zona immediatamente a Sud della città di Messina, i comuni di Itala e Scaletta Zanclea. Le intensità maggiori si sono registrate fino alle 23:00, per un totale di circa 223 mm in 7 ore, corrispondenti ad una intensità media di 31.8 mm/ora. Le precipitazioni maggiori si sono registrate a S. Stefano di Briga, con un totale di 225.5 mm, e a Fiumedinisi dove sono stati registrati 160 mm in circa 8 ore. L'evento ha causato la perdita di 37 vite umane, numerosi feriti, ingenti danni al tessuto sociale, economico e produttivo, nonché una grave situazione di pericolo per la pubblica e privata incolumità.	Colata di fango e detrito (STE 08)
CAMPANIA	08-10.11.2009	Nei giorni 8, 9 e 10 novembre 2009 precipitazioni intense, a prevalente carattere di rovescio e temporale, hanno interessato l'isola d'Ischia. La mattinata del 10 novembre 2009, poco dopo le 8.00, le strade che dalla zona alta di Casamicciola Terme scendono verso il Porto, sono state improvvisamente invase da colate rapide di fango e di detriti che hanno travolto autovetture e persone, provocando una giovane vittima e vari feriti.	Colata di fango e detrito (STE 08)
CALABRIA	01-15.02.2010	I primi 15 giorni di febbraio 2010, un evento pluviometrico ha provocato diversi fenomeni franosi, diffusi su gran parte del territorio, con danni alla viabilità e isolamento di famiglie. L'evento si è concluso il 15 febbraio, con l'innescò di uno scivolamento roto-traslazionale evoluto in colata, registrato a Maierato (VV), che ha imposto l'evacuazione di circa 2300 abitanti e ha causato la distruzione di alcune importanti vie di comunicazione.	Frane profonde (STE 05)

CAMPANIA	09.09.2010	<p>Il 9 settembre 2010, le abbondanti precipitazioni di breve durata che hanno interessato la Regione Campania, hanno provocato l'esondazione del torrente nel Dragone nel Comune di Atrani (SA). L'alveo del torrente che attraversa in sotterranea il centro abitato di Atrani, è andato in pressione. Il piano stradale quindi è stato invaso da acqua e detriti, causando la morte di una giovane donna.</p>	Flash Flood con $t_c \leq 3h$ (STE 01)
LAZIO	20.10.2011	<p>Nelle prime ore della mattinata del 20 ottobre 2011, un forte temporale si è abbattuto su Roma, scaricando enormi quantitativi di pioggia. È stata disposta la chiusura di diverse strade; numerosi i disagi registrati alla circolazione dei mezzi pubblici. Un uomo è morto annegato all'interno del seminterrato dove abitava, in zona Infernetto, invaso dalle acque del canale Palocco.</p>	Allagamento per inadeguato drenaggio (STE 04)
LIGURIA	25.10.2011	<p>Nella mattinata del 25 ottobre 2011, un violento sistema temporalesco autorigenerante con struttura a "V" ha riversato ingenti quantità di precipitazione dapprima sulle Cinque Terre e la Val di Vara e successivamente sulla Lunigiana. Le precipitazioni di tale intensità hanno prodotto l'esondazione di rii e torrenti del versante tirrenico tra Levante e Vernazza, la tracimazione di gran parte degli affluenti del Vara nel tratto a valle della zona di Sesta Godano fino alla confluenza con il Magra, e l'esondazione del fiume Magra a partire dalla sua parte medio-montana e fino alla confluenza con il fiume Vara. Inoltre, si sono registrati movimenti franosi che hanno provocato diffuse criticità sulla viabilità provinciale e comunale. I centri più colpiti sono stati quelli di Borghetto di Vara, Brugnato, Bonassola, Levante, Monterosso al Mare, Vernazza in provincia della Spezia, dove si sono avute 11 vittime.</p>	Flash Flood con $t_c \leq 3h$ (STE 01) Frane superficali (STE 06)
TOSCANA	24-26.10.2011	<p>Nei giorni 24-26 ottobre 2011 intense precipitazioni si sono concentrate in Lunigiana e nell'area compresa tra le Apuane meridionali, la Garfagnana e l'Appennino Tosco-Emiliano.</p> <p>Le intense precipitazioni hanno causato la piena del Magra che ha interessato in particolare la provincia di Massa-Carrara, dove si sono registrati ingenti danni alle infrastrutture, alle abitazioni ed attività commerciali ed alle reti dei servizi essenziali, in particolare nei comuni di Aulla, di Pontremoli e Villafranca in Lunigiana. Ad Aulla, l'evento ha provocato la morte di 2 persone. Inoltre, le precipitazioni hanno causato diversi fenomeni franosi nel comune di Zeri.</p>	Flash Flood con $t_c \leq 3h$ (STE 01) Frane superficiali (STE 06)

LIGURIA	04.11.2011	<p>Intense precipitazioni si sono registrate nella notte tra il 3 e il 4 novembre 2011 e si sono protratte con intensità molto elevata fino al primo pomeriggio del 4, interessando l'area genovese, dove hanno causato le esondazioni del Bisagno e del suo affluente Rio Fereggiano, del torrente Sturla e dello Scrivia, con conseguenti allagamenti di diversi quartieri, danni ad abitazioni ed attività commerciali. L'onda di piena del rio Fereggiano ha causato la morte di 6 persone.</p>	Flash Flood con $t_c \leq 3h$ (STE 01)
SICILIA	22.11.2011	<p>Il 22 novembre del 2011, intense e persistenti piogge hanno interessato la provincia di Messina, in particolare le zone della costa tirrenica. I comuni più colpiti sono stati Saponara, Villafranca Tirrena, Rometta e Barcellona Pozzo di Gotto. I quantitativi di precipitazione oraria sono stati dell'ordine di 60-100 mm.</p> <p>A Scarcelli, frazione del comune di Saponara (ME), le intense precipitazioni hanno causato una colata di fango e di detriti che ha causato la morte di 3 persone.</p>	Colate di fango e di detrito (STE 08)
EMILIA ROMAGNA	19.01.2014	<p>Il 19 Gennaio 2014 le abbondanti precipitazioni hanno determinato un'improvvisa piena del Secchia che alle ore 06:00 ha rotto l'argine destro allagando vaste porzioni di territorio comprese tra il Secchia e il Naviglio. La tracimazione ha riguardato un tratto dell'argine destro, tra le sezioni di Ponte Alto e Ponte Bacchello, a circa 200 metri dopo la linea dell'alta velocità venendo da Modena, nei pressi della frazione di S. Matteo. L'esondazione ha causato l'allagamento dell'abitato di Bastiglia e dei comuni di Bomporto, Camposanto, Finale Emilia, Medolla, Modena, San Felice sul Panaro e San Prospero.</p> <p>L'evento ha causato una vittima tra i cittadini di Bastiglia.</p>	Alluvioni in medi/grandi bacini con $t_c \geq 12h$ (STE 03)
LOMBARDIA	07-08.07-2014	<p>Nella notte tra il 7 e l'8 luglio 2014 le forti piogge a carattere temporalesco che hanno interessato la Lombardia, hanno fatto alzare rapidamente il livello del fiume Seveso, che alle 2.50 è esondato, allagando diverse aree nel nord della città di Milano. Le piogge hanno determinato diversi smottamenti nelle province di Bergamo, Sondrio, Pavia e Lecco. Nella provincia di Como, nel comune di Cabiato, i torrenti Tarò, Valle di mezzo e Valletta sono arrivati al limite della loro portata; le infiltrazioni nel sottosuolo hanno invaso le fognature comunali con conseguenti allagamenti di scantinati e piani bassi.</p>	Flash Flood con $t_c \leq 3h$ (STE 01) Frane superficiali (STE 06)

TOSCANA	21-22.07.2014	La Toscana tra la sera del 21 luglio e le prime ore del 22 Luglio 2014, è stata interessata da un evento pluviometrico piuttosto significativo nelle province di Lucca e Pisa, accompagnato da raffiche di vento e fulmini. Ne sono conseguiti disagi alla circolazione e allagamenti di scantinati e abitazioni.	Allagamento per inadeguato drenaggio (STE 04) Effetti temporaleschi (STE 10)
VENETO	02.08.2014	Nella giornata di sabato 2 agosto 2014, in particolare tra le ore 20:00-24:00, fenomeni temporaleschi intensi si sono concentrati sulle zone più settentrionali del trevigiano. Intorno alle 21:00, le intense precipitazioni hanno causato una piena improvvisa nel bacino del Rio Lierza che presso il Molinetto della Croda, nel comune di Refrontolo (TV), è esondato travolgendo il capannone della Pro Loco di Refrontolo, dove si stava svolgendo una festa, causando 4 vittime.	Flash Flood con $t_c \leq 3h$ (STE 01)
TOSCANA	14.10.2014	Il 14 Ottobre 2014 precipitazioni intense e concentrate hanno interessato il settore meridionale della Toscana, in particolare la zona sud della provincia di Grosseto, causando innalzamenti repentini dei livelli idrometrici nei bacini dell'Albegna e del Fiora e conseguenti inondazioni delle aree circostanti. In particolare, i comuni di Scansano e Manciano sono stati interessati dalla piena dell'Albegna, Orbetello dall'esondazione dell'Elsa, affluente dell'Albegna, mentre Pitigliano dalla piena del Fiora. L'evento ha causato allagamenti di campi e strade con disagi alla viabilità e danni ad alcune infrastrutture. La piena del fosso Sgrilla, affluente dell'Elsa, ha travolto 2 donne che viaggiavano a bordo auto.	Alluvioni in medi/grandi bacini con $t_c \geq 12h$ (STE 03)
LIGURIA	09.10.2014	Nella giornata del 9 ottobre 2014, precipitazioni copiose hanno interessato la città di Genova, articolandosi in due momenti distinti, intervallati da una breve tregua di qualche ora: una prima fase temporalesca si è sviluppata tra la mattinata e le prime ore del pomeriggio; una seconda fase, più breve ma più intensa, tra la serata e le prime ore della notte successiva. Le intense precipitazioni della serata hanno portato all'esondazione del torrente Bisagno e dei rii Fereggiano, Sturla e Vernazza nella città di Genova. L'esondazione del Bisagno è iniziata intorno alle 23.15, circa 30 minuti prima del manifestarsi della massima portata prodotta dall'evento. Le acque del torrente in piena, fuoriuscite all'altezza del Ponte di S. Agata, dapprima in sponda destra (Borgo Incrociati) e poco dopo in sponda sinistra, hanno invaso la zona di Brignole, il quadrilatero e il quartiere della Foce. Mentre era in atto l'esondazione del Bisagno, si è verificata anche quella del	Flash Flood con $t_c \leq 3h$ (STE 01) Alluvioni in piccoli bacini con $t_c < 12h$ (STE 02)

		<p>Fereggiano: dal punto di imbocco della copertura terminale del Fereggiano, la portata eccedente la capacità di smaltimento della galleria è defluita lungo Via Fereggiano, Piazza Galileo Ferraris e Corso Sardegna, mescolandosi con quella del Bisagno. Successivamente, si è verificata l'esondazione dei rii Vernazza e Sturla. Sono stati registrati ingenti danni e allagamenti ai piani terra o rialzati delle abitazioni e di esercizi commerciali, nonché a strutture pubbliche (ASL, ecc.) poste ai piani terra delle zone alluvionate. L'esondazione del Bisagno a Borgo Incrociati, ha causato la morte di una persona che si trovava nelle vicinanze del corso d'acqua.</p>	
FRIULI VENEZIA GIULIA	14-15.10.2014	<p>Nella notte tra martedì 14 e mercoledì 15 Ottobre 2014, intense precipitazioni hanno provocato una frana a Muggia, in provincia di Trieste, che ha travolto un'abitazione uccidendo una donna.</p>	Frane superficiali (STE 06)
LIGURIA	10.11.2014	<p>La sera del 10.11.2014, piogge torrenziali hanno provocato a Leivi (GE) una frana che ha interessato un'abitazione, causando 2 vittime.</p>	Frane superficiali (STE 06)
PIEMONTE	12.11.2014	<p>Nella mattina del 12 novembre 2014, a causa delle intense piogge cadute durante la notte, una frana ha colpito il comune di Crevacuore, in provincia di Biella, interessando 2 edifici in via Noche, ferendo un uomo ed uccidendo un altro.</p>	Frane superficiali (STE 06)
LIGURIA	14-15.11.2014	<p>Tra la sera del 14 novembre ed il 15 novembre 2014, intense precipitazioni hanno interessato le province di Savona e Imperia, e la parte centrale della regione, nonché l'area di Genova.</p> <p>Le piogge hanno causato nell'area di Genova l'esondazione del torrente Cerusa e del Polcevera, uscito dagli argini a Pontedecimo e Bolzaneto, con conseguenti allagamenti in varie zone della città. Sono esondati anche alcuni affluenti del Polcevera: il Rio Torbella nel quartiere di Rivarolo, il rio Ruscarolo e il rio Fegino nel quartiere di Borzoli; inoltre sono esondati molti rii nel comune Serra Riccò, dove si è registrata una vittima; il Rio Busalletta e Migliarese nel comune di Busalla, creando danni e disagi. Le province di Imperia e Savona sono state interessate da esondazioni di piccoli rivi, con allagamenti diffusi.</p> <p>Le precipitazioni hanno causato inoltre frane e smottamenti che hanno interessato tutta la regione, creando gravi disagi sulla viabilità e lasciando isolate molte località sia sulla costa che nell'entroterra.</p>	<p>Alluvioni in piccoli bacini con $t_c < 12$ h (STE 02)</p> <p>Frane superficiali (STE 06)</p>

LOMBARDIA	16.11.2014	Nella notte tra il 15 e il 16 novembre 2014, a causa delle intense piogge, una frana si è staccata dalla collina di Cerro di Laveno Mombello (VA), coinvolgendo una villetta posizionata alle spalle della collina, in via Reno, causando 2 vittime.	Frane superficiali (STE 06)
VENETO	04.08.2015	Nel tardo pomeriggio del 4 agosto 2015, piogge intense concentrate in un arco temporale di circa mezz'ora, hanno innescato una piena torrentizia lungo il torrente Ru Secco, che attraversa il paese di San Vito Cadore (BL), investendo la zona della stazione a valle della seggiovia "San Marco", costruita a ridosso del torrente. Fango e detriti hanno travolto parte della pista da sci e il parcheggio. Alcune auto in sosta sono state trascinate centinaia di metri più a valle, ferendo una persona e causando 3 vittime.	Flash Flood con $t_c \leq 3h$ (STE 01)
CALABRIA	12.08.2015	Nei giorni 11 e 12 agosto 2015, lungo l'intera area costiera ionica della Regione Calabria, si sono verificate eccezionali precipitazioni piovose, concentrate sia in termini di quantità che d'intensità che hanno provocato effetti particolarmente gravi nei centri urbani di Corigliano Calabro (CS) e Rossano Calabro (CS), dal 2017 comune unico. Il pluviometro di Corigliano ha registrato complessivamente circa 230.6 mm (dalle 00:00 alle 23:00 del 12.08.2015), di cui 155 mm circa si sono scaricati in sole 5 ore, dalle 3:00 alle 8:00 di mattina. Le precipitazioni hanno provocato esondazioni di corsi d'acqua sia nel territorio di Corigliano che in quello di Rossano. L'evento non ha fatto registrare vittime, ma ingenti danni alle strutture turistiche e produttive, con disagi alla popolazione residente e ai turisti, interruzione della circolazione viaria, gravi danni alle reti idrica e fognaria. In particolare, a Rossano, la zona più duramente colpita è stata quella del Viale Sant'Angelo, inondata dalle acque del torrente Citrea, fuoriuscito dal suo alveo in seguito all'improvvisa rotta arginale. Anche la frazione di Momena è stata duramente colpita, a seguito dell'esondazione dei torrenti Fellino ed Acqua Fosso del Fico. Frane e smottamenti, inoltre, sono stati registrati nella zona di Rossano Paese, ed in particolare sulla strada SP250 che conduce al Centro Storico. A Corigliano i maggiori danni si sono registrati, invece, nelle frazioni "Scalo", "Schiavonea" e "Fabrizio Piccolo", a seguito dell'esondazione dei torrenti Leccalardo e Gennarito.	Flash Flood con $t_c \leq 3h$ (STE 01) Frane superficiali (STE 06)

EMILIA ROMAGNA	14.09.2015	Nella notte fra domenica 13 e lunedì 14 settembre 2015, la regione emiliana è stata interessata da precipitazioni molto intense e concentrate in poche ore, su tutto il settore appenninico occidentale. Le precipitazioni hanno generato piene impulsive sui bacini del Nure ed affluenti, del Trebbia e del suo affluente Aveto, e in misura minore del Ceno, con inondazioni di diverse entità nella provincia di Piacenza, che hanno causato danni ingenti e la morte di tre persone, di cui una tuttora dispersa. I comuni più colpiti sono stati Ponte dell'Olio, Bettola, Farini, Ferriere, Rivergaro, Bobbio e la frazione di Piacenza, Roncaglia.	Alluvioni in medi/grandi bacini con tempo di risposta ≥ 12 h (STE 03)
ABRUZZO	14.10.2015	Il 14 Ottobre 2015 le intense precipitazioni hanno innescato una frana nel comune di Civitella Roveto (AQ), determinando il crollo di un muro di contenimento di un'abitazione che ha travolto e ucciso una donna.	Frane superficiali (STE 06)
SICILIA	27.11.2015	Nelle prime ore del 27 novembre 2015 a Mondello (PA), una frana si è staccata dal costone roccioso di Monte Gallo, a seguito delle abbondanti piogge abbattutesi sulla città per 48 ore. Massi e detriti hanno travolto una villetta su due piani, uccidendo un'anziana donna.	Frane superficiali (STE 06)
TOSCANA	09-10.09.2017	Tra il 9 ed il 10 settembre 2017, la Toscana è stata interessata da un evento pluviometrico caratterizzato da più sistemi temporaleschi che si sono generati tra il mare e la costa, tra Livorno e Pisa, tra le ore 21:00 di sabato 9 settembre e le ore 6:00 di domenica 10 settembre 2017. Le precipitazioni hanno causato l'esondazione del Rio Ardenza, principale corso d'acqua di Livorno, in zona Tre Ponti, del Rio Maggiore e del Rio Banditella, con allagamenti di diversi quartieri, e diverse frane in collina. L'evento ha causato la morte di 9 persone.	Flash Flood con $t_c \leq 3$ h (STE 01)
EMILIA ROMAGNA	07-08.06.2018	Nei giorni 7 e 8 giugno 2018, intensi sistemi temporaleschi hanno interessato la regione Emilia-Romagna, provocando smottamenti e allagamenti di strade e sottopassi in particolare nel reggiano, modenese e bolognese e caduta di alberi e rami divelti nel ferrarese, con conseguenti disagi.	Allagamento per inadeguato drenaggio (STE 04) Frane superficiali (STE 06) Effetti temporaleschi (STE 10)
EMILIA ROMAGNA	13-15.08.2018	Il 13 agosto 2018, fenomeni intensi circoscritti nelle ore pomeridiane, hanno interessato principalmente le zone del piacentino e ferrarese, causando allagamenti localizzati e caduta di alberi e rami. Il 14 agosto le precipitazioni, accompagnate da intense raffiche di vento hanno interessato tutta la Regione, determinando allagamenti localizzati principalmente sulle zone del modenese, bolognese e ravennate. Il giorno 15, precipitazioni più persistenti	Allagamento per inadeguato drenaggio (STE 04) Effetti temporaleschi (STE 10)

EMILIA ROMAGNA	30.01.2019- 03.02.2019	<p>ed intense si sono concentrate esclusivamente nella zona sud-orientale dell'Emilia. Allagamenti e disagi localizzati si sono registrati a Marina Romea, Marina di Ravenna, frazioni di Ravenna, e Porto Corsini (RA).</p> <p>Le abbondanti precipitazioni registrate nei giorni dal 30.01 al 03.02.2019, hanno generato piene su tutti i corsi d'acqua appenninici, significative sia per i livelli che per i volumi raggiunti su Reno, Panaro, Secchia ed Enza, parzialmente laminate nei tratti vallivi grazie all'azione di scolmatori e casse di espansione. La situazione più critica è avvenuta il pomeriggio del 2 febbraio a Castel Maggiore (BO), dove la rottura dell'argine destro del Reno, poco a monte della sezione di Bonconvento, lungo via Lame, ha causato l'allagamento di un'area di circa 27 kmq, nei Comuni di Castel Maggiore, Argelato (BO) e S. Giorgio di Piano (BO).</p> <p>Frane e smottamenti hanno interessato diversi comuni delle province di Piacenza, Parma e Bologna, e l'Appennino Reggiano</p>	<p>Alluvioni in medi/grandi bacini con tempo di risposta ≥ 12h (STE 03) Frane superficiali (STE 06)</p>
SICILIA	14-15.07.2020	<p>Durante le giornate del 14 e 15 luglio 2020, in Sicilia si sono verificati fenomeni temporaleschi con precipitazioni concentrate principalmente in alcune zone dell'Isola e in particolare sulla città di Palermo.</p> <p>Il 14 luglio si è verificata una tromba d'aria nel territorio comunale di Mineo (CT); il 15 luglio si sono verificati inizialmente esondazioni del reticolo secondario nell'area della zona industriale di Catania e nel suo hinterland che hanno arrecato locali disagi, e successivamente si sono avuti allagamenti diffusi in tutta la città di Palermo e zone immediatamente limitrofe con gravissimi danni.</p>	<p>Allagamento per inadeguato drenaggio (STE 04) Effetti temporaleschi (STE 10)</p>
SICILIA	18-19.07.2020	<p>Durante le giornate del 18 e 19 luglio 2020, in Sicilia si sono verificati intensi fenomeni temporaleschi che hanno generato puntuali accumuli pluviometrici significativi, principalmente nei settori orientali. Le piogge del 18 luglio si sono concentrate principalmente nei settori orientale e settentrionale durante la tarda mattinata, con cumulate registrate in circa 1,5 h, e nei settori centrale e sud-orientale durante il pomeriggio, con cumulate registrate in circa 0,5 h – 1,0 h.</p> <p>Le piogge del 19 luglio hanno interessato principalmente il settore centro-meridionale orientale, con episodi temporaleschi registrati anche, durante la mattina, sulla zona ionica fra le province di Catania e Messina. In particolare, nel settore sud-orientale, in intervalli di circa 1,5 – 2,0 h, fra le 15:00 e le 17:00 ca, sono state registrate le cumulate più significative.</p>	<p>Allagamento per inadeguato drenaggio (STE 04) Frane superficiali (STE 06) Effetti temporaleschi (STE 10)</p>

		<p>Le piogge hanno causato allagamenti a Giarratana (RG), A Grammichele (CT), a Scordia (CT), con disagi alla viabilità. A Novara di Sicilia (ME), nella frazione San Basilio, si è registrata una frana sulla SP96, con disagi alla viabilità. A Ramacca (CT) oltre ad allagamenti per le piogge, il vento ha causato la caduta di alberi e ha danneggiato il tetto di una RSA.</p>	
EMILIA ROMAGNA	01-05.08.2020	<p>Nel periodo 01-05 agosto 2020, la Regione Emilia-Romagna è stata interessata da temporali intensi associati a forti raffiche, grandinate e precipitazioni intense che hanno causato danni e allagamenti nelle giornate del 02 e 03 agosto, mentre i fenomeni del 04 e 05 agosto non hanno comportato effetti al suolo rilevanti.</p> <p>In particolare, varie stazioni in provincia di Parma, Bologna e Ferrara hanno registrato cumulate orarie superiori ai 30 mm/h.</p> <p>Allagamenti sono stati registrati a Modena, a San Giovanni in Persiceto (BO), nel Piacentino, a Ferrara, a Casal Borsetti (RA).</p> <p>Nel corso delle giornate del 1, 2, 3 agosto i fenomeni temporaleschi hanno avuto anche carattere grandinigeno. Nello specifico, intorno alle 23:30 UTC del 01 agosto, una violenta grandinata si è abbattuta su Modena; un altro fenomeno grandinigeno ha interessato nella notte tra il 1 e 2 agosto, la zona tra Nonantola e Castelfranco (MO). Durante le ore notturne del 03 agosto, le campagne nel Ravennate sono state duramente segnate dalla caduta di grandine con dimensioni fino a 6 cm, con danni al raccolto.</p> <p>Inoltre, sono state registrate forti raffiche di vento associato al transito dei fenomeni temporaleschi e prevalentemente dovuti a downbursts, il 2 e 3 agosto a Modena e dintorni, e il 3 agosto a Ferrara e provincia, dove, si è sviluppato un piccolo tornado nell'area tra Massa Fiscaglia e Migliaro, con conseguenti danni al territorio.</p>	<p>Allagamento per inadeguato drenaggio (STE 04) Effetti temporaleschi (STE 10)</p>
LOMBARDIA	12.08.2020	<p>Nel pomeriggio del 12 agosto 2020, Chiareggio, frazione del comune di Chiesa in Valmalenco (SO), è stata interessata da un fenomeno temporalesco estremamente localizzato che ha innescato una colata di detrito, favorita anche dalla presenza di massi lungo il canalone. La massa di fango, pietre e tronchi, incanalata nell'alveo del torrente Nevasco, si è abbattuta sulla strada comunale per Chiareggio, all'altezza del ponte sul torrente stesso, nel momento in cui transitavano due automobili, causando la morte di 3 persone.</p>	<p>Colate di fango e di detrito (STE 08)</p>

PIEMONTE 20-22.09.2020	<p>Nella giornata del 20 settembre 2020 a partire dalle 14:00 UTC temporali intensi accompagnati da vento forte hanno interessato il comune di Saluzzo (CN) e zone limitrofe. La precipitazione cumulata al suolo registrata dal pluviometro collocato a Saluzzo è stata di 32 mm.</p> <p>Nella giornata del 22 settembre 2020, precipitazioni intense si sono riversate sul Saluzzese a partire dalle 13:00 UTC per circa un paio d'ore. Le precipitazioni cumulate più elevate sono state registrate dalle stazioni di Costigliole Saluzzo (CN) con 44 mm, Saluzzo con 31,8 mm e Villanova Solaro (CN) con 28,8 mm. Precipitazioni superiori a 100 mm in due ore sono state registrate sui comuni di Barge (CN), Cardè (CN), Scarnafigi (CN) e Saluzzo ed oltre 80 mm su Bibiana (CN).</p> <p>Il vento e la pioggia hanno danneggiato le vie centrali del comune di Saluzzo, hanno causato allagamenti di diverse aziende agricole e di abitazioni nella frazione di Saluzzo, Via dei Romani.</p>	Allagamento per inadeguato drenaggio (STE 04) Effetti temporaleschi (STE 10)
CALABRIA 21-23.11.2020	<p>Nei giorni 21-23 novembre 2020, la Calabria è stata interessata da piogge intense e persistenti localizzate soprattutto sul versante ionico-settentrionale che hanno colpito in particolare le province di Crotona dove sono state registrate precipitazioni cumulate superiori ai 300 mm, e di Cosenza, con cumulate superiori ai 200 mm. In provincia di Crotona, la massima precipitazione cumulata durante l'evento è stata registrata dalla stazione di Cirò Marina-Punta Alice, con 414.8 mm. In provincia di Cosenza, invece la massima precipitazione è stata registrata dalla stazione di Rossano con 239.4 mm.</p> <p>A Crotona le intense precipitazioni hanno causato le esondazioni del torrente Ponticelli, del Papaniciaro e dell'Esaro, allagando scantinati, attività commerciali e botteghe, officine e strade, raccolti e prodotti agricoli, compromettendo le semine e danneggiando le serre. A Isola di Capo Rizzuto si sono registrati allagamenti di abitazioni e attività commerciali, crolli di muri e danni a cavi di elettricità. In via Aldo Moro, si è aperta una voragine.</p> <p>Numerosi i fenomeni franosi registrati in diversi comuni della provincia di Cosenza, con disagi alla viabilità; allagamenti sono stati registrati a Corigliano, Schiavonea e Rossano.</p>	Alluvioni in piccoli bacini con $t_c < 12$ h (STE 02) Allagamento per inadeguato drenaggio (STE 04) Frane superficiali (STE 06) Sinkhole (STE 09)

CAMPANIA	08.01.2021	Nella mattinata dell'8 gennaio 2021, un'ampia voragine di circa 2000 metri quadrati per una profondità di circa 20 metri, si è aperta nel parcheggio interno dell'Ospedale del Mare di Ponticelli, nella periferia est di Napoli, dove era allestito un COVID- center. La voragine ha trascinato alcune auto, ma fortunatamente non sono state coinvolte persone.	Sinkhole (STE 09)
SICILIA	20-23.03.2021	Dal 20 al 23 marzo 2021, la Sicilia è stata colpita da diffuse precipitazioni, maggiormente persistenti sui settori nord-orientali. Le precipitazioni hanno causato localizzati allagamenti in alcune zone antropizzate della provincia di Palermo (Santa Flavia, Misilmeri e Palermo), e della provincia di Catania (Catania, Giarre, Santa Venerina e Trecastagni)	Allagamento per inadeguato drenaggio (STE 04)
CAMPANIA	14.05.2021	A partire dalla serata del 14 maggio 2021, a Napoli sono state registrate abbondanti precipitazioni; poco dopo, si è aperta un'ampia voragine di una ventina di metri di diametro, con profondità di diversi metri, nella zona della Sanità, in un'area a verde di un antico edificio di Vicoletto San Marco a Miradois, all'estrema periferia del quartiere, quasi al confine con la zona di Capodimonte. I residenti dello stabile sono stati evacuati.	Sinkhole (STE 09)

Tabella 21: Tabella eventi registrati nel periodo 2004-2021

Dalla tabella emerge che gli scenari si sono registrati con la seguente frequenza:

Scenario evento	Numero eventi	%
STE 01	12	19
STE 02	3	5
STE 03	4	6
STE 04	10	16
STE 05	1	8
STE 06	17	21
STE 07	0	0
STE 08	6	9
STE 09	3	5
STE 10	7	11

8. Esempi di Carta degli Scenari Tipici di Evento (STE2.0)

La Direttiva 2007/60/CE prevede di considerare il probabile impatto dei cambiamenti climatici sull'occorrenza delle piene. Il Distretto dell'Appennino Settentrionale ha avviato un'analisi della propensione a fenomeni di tipo flash flood per tener conto dell'effetto dei cambiamenti sull'aumento di frequenza di eventi brevi e intensi, con innesco di piene di tipo impulsivo spesso accompagnate da elevato trasporto solido. Nel PGRA distrettuale sono stati analizzati i fenomeni connessi alle alluvioni improvvise (flash flood) ed è stata sviluppata una metodologia per l'individuazione dei sottobacini con maggiore propensione al verificarsi di questi fenomeni che combina tre indici predisponenti: l'area del sottobacino idrografico, la frequenza di eventi intensi meteo intensi e il tempo di risposta idrologica del bacino.

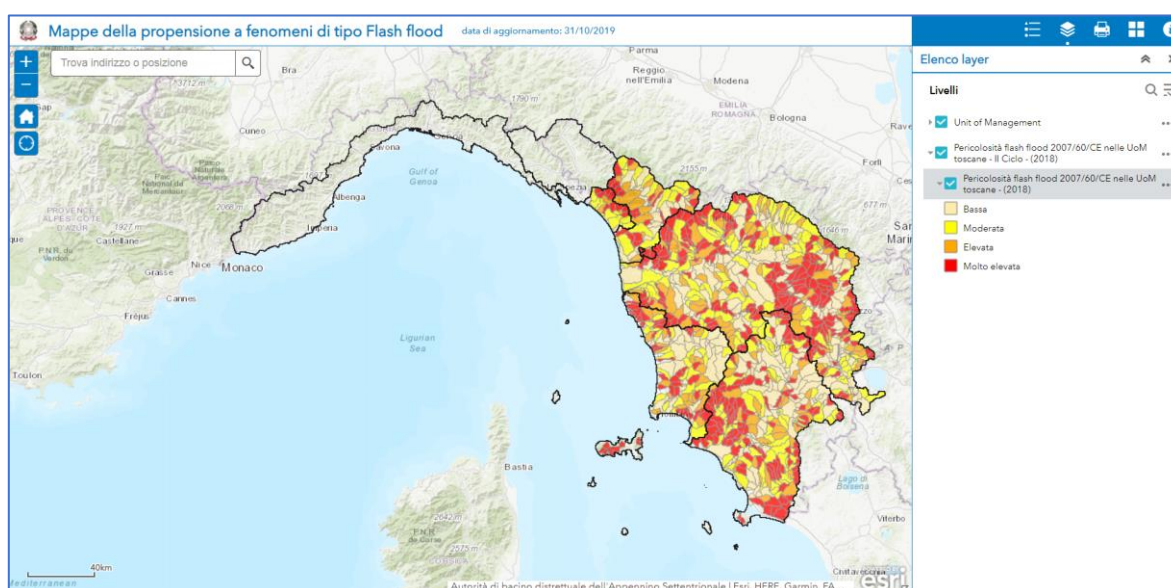


Figura 2. Mappe della propensione a fenomeni di tipo flash flood - Distretto Appennino Settentrionale

Il Distretto delle Alpi Orientali invece individua due metodologie, una speditiva e una dettagliata, per la mappatura della pericolosità da fenomeni di colata detritica su conoide. La classificazione della pericolosità idraulica nei territori potenzialmente affetti da colate detritiche viene relazionata alla probabilità di accadimento di un evento alluvionale e alla sua intensità attraverso la matrice di BUWAL (Heinimann, 1998). Sono individuate tre classi di pericolo, moderato (P1), medio (P2) ed elevato (P3).

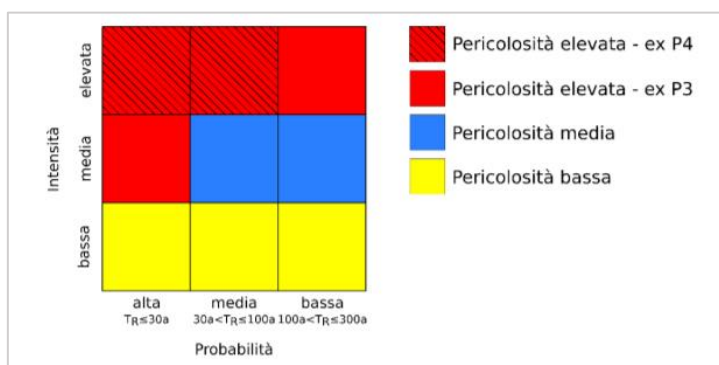


Figura 3. Matrice di interazione per fenomeni di colata detritica - Distretto delle Alpi Orientali

In questo lavoro è stata avviata la costruzione di una specifica cartografia che indichi nelle diverse aree vulnerabili, quali sono gli scenari tipici più probabili. Si tratta di una cartografia di piccola scala che si riferisce ad aree vaste e che, pertanto, non può essere confusa con la carta degli scenari di evento, analizzata in altri prodotti e in particolare in A32_LG4. Quest'ultima è una cartografia a grande scala, destinata ad essere supporto decisivo nella gestione delle fasi di allertamento e nelle azioni del Presidio territoriale.

La carta degli scenari tipici, invece, fornisce un'informazione più generale perché indica la tipologia di evento che potrebbe colpire le zone vulnerabili. Ad esempio, mentre la carta degli scenari di evento per il rischio di inondazione, indica in dettaglio la delimitazione delle aree inondabili, la loro zonazione in termini di magnitudo, la carta degli scenari tipici distingue tra le zone interessate da fenomeni con una diversa rapidità di evoluzione, definita in base al tempo di risposta della piena alla forzante pluviometrica.

Si tratta di un argomento nuovo che appare interessante e potrebbe fornire uno strumento utile sia per pianificare gli interventi non strutturali sia per supportare le azioni di protezione civile. Nell'ambito di questo progetto sono state sviluppate due applicazioni relative a due corsi d'acqua di dimensioni e caratteristiche diverse al fine di valutare la potenziale efficacia di questo nuovo tipo di cartografia.

La Figura 4 riporta l'esempio del reticolo del Crati, chiuso al lago di Tarsia, suddiviso nelle tre classi ST1, ST2, ST3.

La Figura 5 indica per la fiumara di Valanidi le aree inondabili per effetto di una flash flood e quelle che possono essere inondate per effetto di eventi con una minore rapidità di evoluzione. Trattandosi di una piccola fiumara non sono presenti aree inondabili interessate da fenomeni ad evoluzione relativamente più lenta.

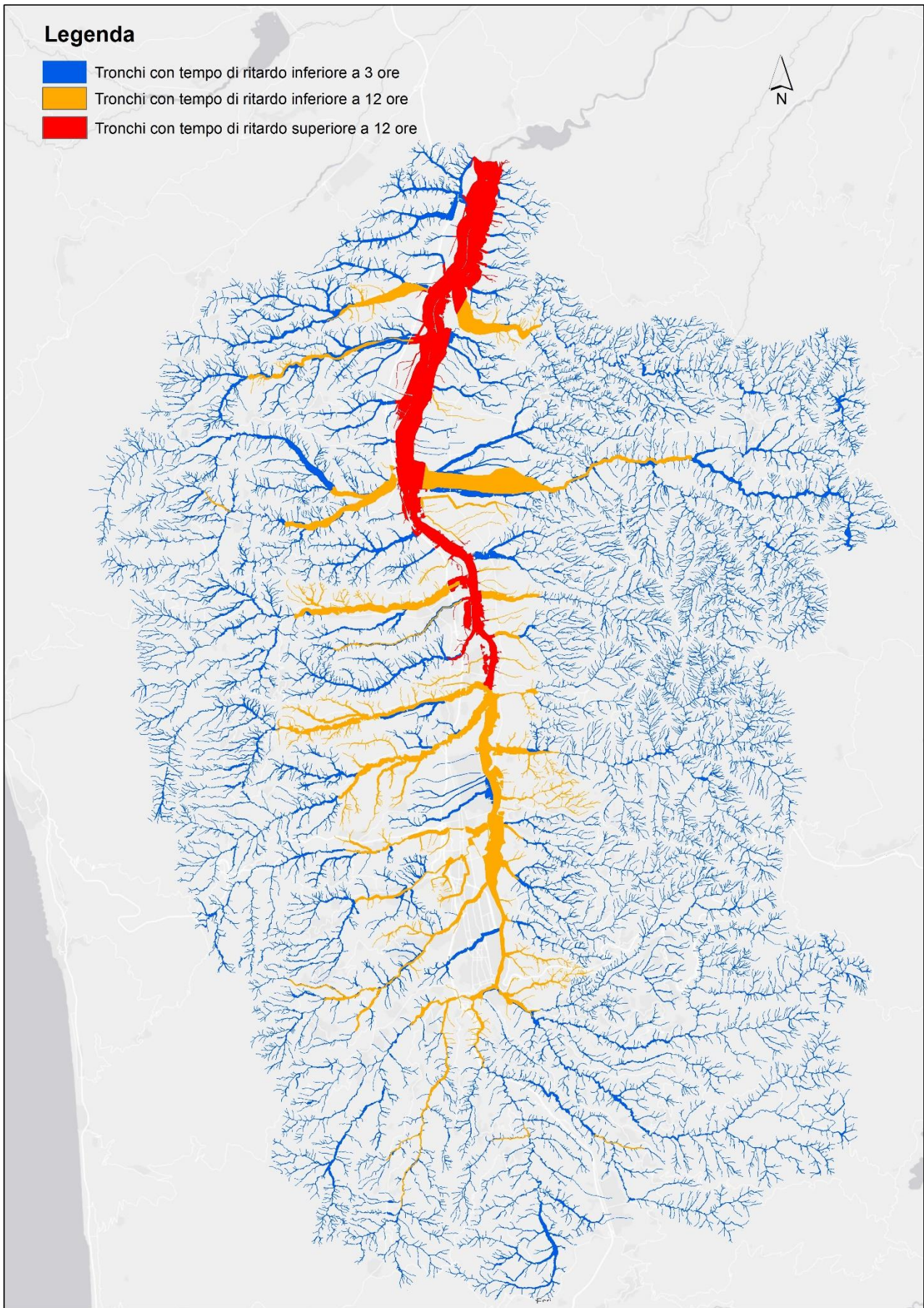


Figura 4. Carta degli Scenari Tipici di Evento - esempio su fiume Crati

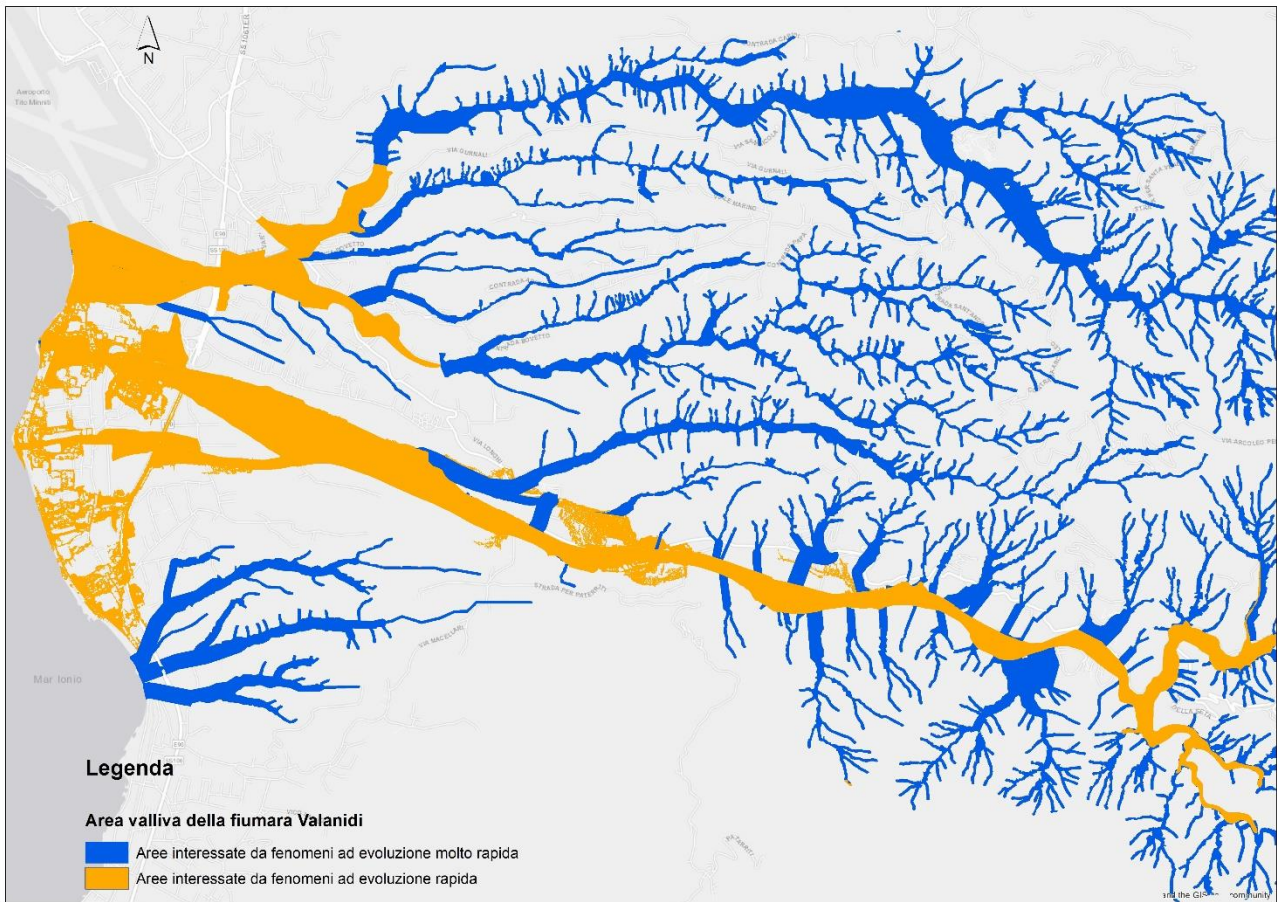


Figura 5. Carta degli Scenari Tipici di Evento - esempio su fiumara Valanidi

9. Conclusioni

Il censimento di eventi idrogeologici che hanno interessato il territorio nazionale nel periodo 2004-2021, effettuato nell'ambito di precedenti attività di cooperazione tra il Dipartimento di Protezione Civile e il CAMILab, ha consentito l'individuazione delle principali tipologie di Scenari Tipici di Evento (STE), integrate e ridefinite nell'ambito del progetto PON di cui questo rapporto è parte.

Sulla base dell'analisi condotta, si deduce che i fenomeni franosi (STE05 + STE06 + STE08) sono quelli più frequenti, con una frequenza di occorrenza del 38%; i fenomeni di inondazione (STE01 + STE02 + STE03) hanno una frequenza di occorrenza del 30%; i fenomeni di allagamento per inadeguato drenaggio (STE04) hanno un'incidenza del 16%; i sinkhole hanno un'incidenza del 5%; i fenomeni temporaleschi (STE 10) hanno incidenza pari a 11%; le frane che possono interferire con i corsi d'acqua (STE 07) risultano assenti nel dataset considerato.

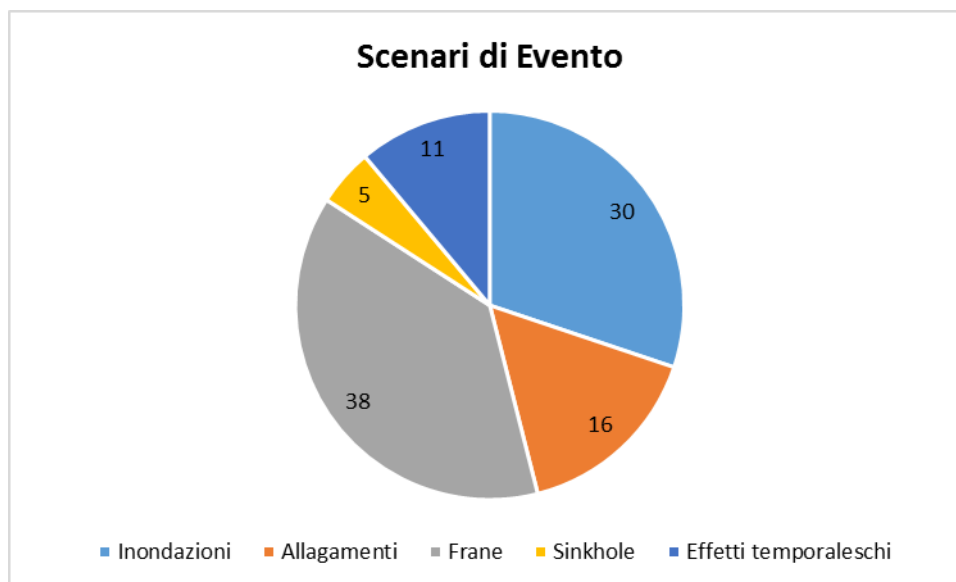


Figura 6. Frequenza di occorrenza degli scenari di evento per categoria

