



**COMUNE DI BRUZZANO ZEFFIRIO**  
**PROVINCIA DI REGGIO CALABRIA**

**PIANO COMUNALE DI EMERGENZA**

**RISCHIO IDRAULICO**

**TAV.**  
**R4**

**REV. 00**  
**SETTEMBRE**  
**2014**

**IL PROGETTISTA**  
**DOTT. ING. F. REITANO**

*"STUDIO TECNICO DI PROGETTAZIONE" REITANO ING. FORTUNATA*  
*- VIA TORINO N° 20 - 88036 - BRANCALEONE -RC - TEL. 0964-933946 - 347.4032888*



### **GRUPPO DI LAVORO**

**Progettista: *dott. Ing. Reitano Fortunata***

**Collaboratori esterni: *dott. Ing. Carlo Marcellino*  
*dott. Geo. Annunziata Marcellino***

## Sommario

---

1 RISCHIO IDRAULICO .....	4
2 TIPOLOGIA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO .....	4
2.1 DESCRIZIONE DELLA TIPOLOGIA E DELL'ESTENSIONE DEI DISSESTI (FRANE); .....	4
2.1.1 Classificazione delle frane .....	4
2.1.2 Fenomeni d'erosione superficiale dei Versanti .....	6
2.1.3 Fenomeni d'erosione accelerata dei versanti .....	6
2.1.4 Nomenclatura delle frane .....	6
2.1.5 Cause di franamento .....	8
2.1.6 Fattori che contribuiscono all'aumento degli sforzi tangenziali mobilitati .....	8
2.1.7 Fattori che contribuiscono alla diminuzione della resistenza al taglio del materiale .....	8
2.1.8 Stato di attività .....	9
2.1.9 Stato delle frane nel territorio comunale di Brancaleone .....	9
2.1.9 Perimetrazione delle aree a rischio .....	10
2.2 DESCRIZIONE DELLA TIPOLOGIA E DELL'ESTENSIONE DELLE AREE A RISCHIO IDRAULICO .....	12
2.2.1 Indicatori di evento e monitoraggio – Rischio idrogeologico .....	14
2.2.2 Alluvione .....	15
2.2.3 Aree inondabili .....	15
6. CARTOGRAFIA CORRELATA .....	15

## 1 RISCHIO IDRAULICO

---

Per la valutazione del rischio è stata applicata la metodologia suggerita dal Dipartimento della Protezione Civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri attraverso il “Manuale operativo per la predisposizione di un piano comunale o intercomunale di protezione civile” (ottobre 2007).

L’attività di analisi è stata avviata acquisendo i dati del PAI relativi ai livelli di pericolosità e rischio cui è soggetto il territorio in rapporto alla componente idraulica e a quella geologica.

In rapporto alle caratteristiche di pericolosità e vulnerabilità e sulla base della quantificazione degli esposti presenti nelle aree potenzialmente interessate dall’evento si è proceduto alla definizione del rischio idrogeologico e alla costruzione degli scenari attesi.

## 2 TIPOLOGIA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

---

### 2.1 DESCRIZIONE DELLA TIPOLOGIA E DELL’ESTENSIONE DEI DISSESTI (FRANE);

---

La frana è un movimento di masse di terreno o roccia costituente un pendio, con direzione verso il basso o verso l’esterno del pendio stesso, delimitata da una superficie ben definita.

Le frane, unitamente alle alluvioni e ai terremoti, appartengono alle cosiddette catastrofi naturali. Sono largamente diffuse in tutto il mondo. I movimenti possono realizzarsi per crollo, ribaltamento, scorrimento, espandimento, colata. La definizione include, inoltre, i movimenti correlati a fenomeni di creep profondo di versanti rocciosi. Non comprende i movimenti che coinvolgono esclusivamente masse di neve o di ghiaccio.

#### 2.1.1 Classificazione delle frane

---

Il sistema di classificazione maggiormente utilizzato per descrivere i movimenti franosi è quello proposto da Varnes. Tale classificazione si basa, primariamente, sul tipo di movimento e, secondariamente, sulla natura dei materiali coinvolti. I tipi di movimento vengono suddivisi in 5 gruppi principali: crolli, ribaltamenti, scivolamenti, espandimenti laterali, colate. I materiali sono distinti in due classi: rocce e terreni, quest’ultimi vengono divisi in terreni grossolani (detriti) e terreni prevalentemente fini.


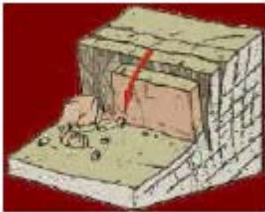
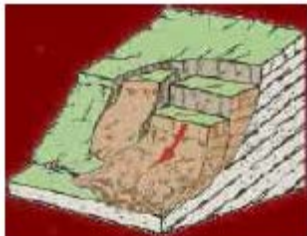

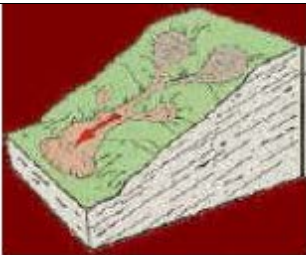
<i>Frane per crollo</i>	
I Crolli possono realizzarsi in roccia, in detrito e meno frequentemente in terreni limosi sabbiosi parzialmente cementati.	
<i>Frane per ribaltamento</i>	
Le frane per ribaltamento possono realizzarsi in roccia, o più raramente in detrito.	
<i>Frane per scivolamento</i>	
Nelle frane per scivolamento il movimento si realizza lungo una o più superfici visibili. Essi vengono ulteriormente suddivise in: scorrimento traslazionale e scorrimento rotazionale.	
<i>Frane per espandimenti laterali</i>	
Le frane per espandimento laterale si manifestano laddove materiale a comportamento rigido si sovrappone a materiale a comportamento plastico.	
<i>Frane per colamento</i>	
Le frane per colamento hanno caratteristiche e modalità evolutive differenti a seconda che avvengono in roccia o in materiali sciolti.	

Tabella 1 – Classificazione delle frane

### 2.1.2 Fenomeni d'erosione superficiale dei Versanti

---

Coinvolgono i suoli ricchi di limo e argille, capaci di assorbire e trattenere grandi quantità di acqua. Possono provocare danni di lieve entità a strutture viarie; includono il soliflusso e il soil creep. Il soliflusso, dal punto di vista meccanico, può essere assimilato ad un colamento lento di una massa fluida molto viscosa. Il movimento si manifesta nei suoli fluidificati in seguito a precipitazioni in regioni periglaciali (geliflusso).

Il soil creep è il risultato di un insieme di movimenti parziali dei detriti che ricoprono il versante. Tali movimenti sono visibili in superficie e si esauriscono in profondità. Sono la conseguenza della circolazione dell'acqua nel terreno, di fenomeni di imbibizione e di disseccamento, di fenomeni di gelo e di disgelo e dell'azione degli animali.

### 2.1.3 Fenomeni d'erosione accelerata dei versanti

---

Si parla di erosione accelerata se i processi erosivi presentano un'intensificazione per cause naturali (ad es. elevata piovosità dell'area, scarsa permeabilità dei terreni) o per cause antropiche (ad es. disboscamento). E' importante riconoscere per quali cause un'area è soggetta ad erosione accelerata e agire, laddove è possibile, per rallentare tale fenomeno, per ridurre il rischio di ulteriori dissesti dei versanti. I calanchi rappresentano un esempio di erosione accelerata correlata all'azione dilavante delle acque piovane. Sono molto comuni nelle aree collinari degli Appennini. Sono tipicamente costituiti da strette vallecole dai versanti ripidi e privi di vegetazione, separate da creste di argilla. Le vallecole confluiscono in vallecole via via di dimensioni maggiori assumendo disposizioni a pettine, a raggiera o a spina di pesce.

### 2.1.4 Nomenclatura delle frane

---

Per descrivere correttamente una frana è necessario utilizzare termini precisi, di utilizzo scientifico corrente. In una frana è possibile distinguere: una zona di scorrimento nella quale il materiale mobilizzato si trova a quote inferiori rispetto a quelle dell'originaria superficie del versante e una zona di accumulo nella quale il materiale mobilizzato si trova a quote superiori rispetto a quelle della superficie originaria del versante. Il materiale mobilizzato rappresenta il materiale che si è mosso rispetto alla sua posizione originaria e si è depositato più a valle. Viene suddiviso in corpo principale e in piede della frana. Nella zona di scorrimento si possono riconoscere:

- la corona (coronamento): è costituita dal materiale non mobilizzato, adiacente alle porzioni più elevate della scarpata principale;
- la scarpata principale: è la zona del versante da cui ha avuto origine il distacco del materiale;
- superficie di rottura: è la superficie lungo la quale è avvenuto il movimento;

- corpo principale: è la porzione del corpo di frana che giace al di sopra della superficie di frattura ed è delimitata superiormente dalla scarpata principale e, inferiormente, dal piede della superficie di frattura.

Entro il corpo principale si possono distinguere:

- la testata: è la parte più alta della frana, al contatto con la scarpata principale;
- le scarpate secondarie: sono superfici ripide che interrompono la continuità del materiale franato;
- fratture longitudinali e/o trasversali: sono indicative di movimenti relativi delle singole porzioni del corpo di frana.

Nella zona di accumulo si possono distinguere:

- la superficie di separazione: rappresenta la superficie lungo la quale si ha il contatto tra il materiale franato e quello sottostante, in posto;
- il piede: rappresenta la porzione del materiale dislocato che si è accumulata a valle del margine inferiore della superficie di rottura.

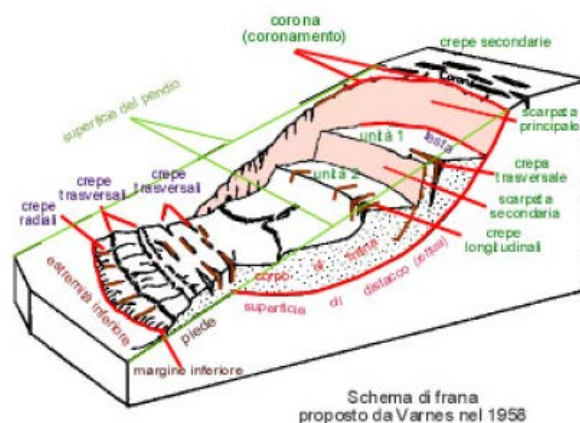
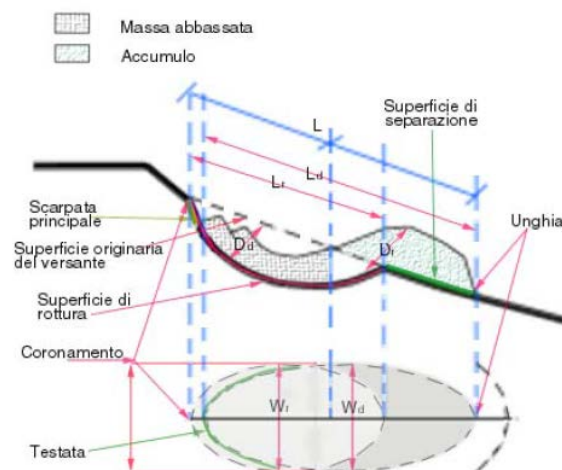


Figura 1- Schema di frana



### 2.1.5 Cause di franamento

---

E' molto importante conoscere le cause che concorrono alla genesi di un fenomeno franoso, sia per scegliere correttamente gli interventi di stabilizzazione, sia per prevenire adeguatamente ulteriori fenomeni di instabilità in aree geologicamente simili. Tali cause possono essere distinte in:

- cause preparatorie: fattori intrinseci di instabilità legati alle caratteristiche litologiche, strutturali, tessiturali, giaciture di materiali costituenti il pendio;
- cause scatenanti: agiscono su un pendio intrinsecamente "indebolito" e sono così definite perché innescano il movimento franoso (intense precipitazioni, attività sismiche, ecc.).

### 2.1.6 Fattori che contribuiscono all'aumento degli sforzi tangenziali mobilitati

---

- Fattori che asportano il materiale e che diminuiscono il sostegno laterale: erosione al piede di un versante ad opera di corsi d'acqua; erosione operata dal moto ondoso e dalle correnti sulle coste; scioglimento dei ghiacciai vallivi; attività di scavo (per strade, canali, ecc.) al piede di un versante; distruzione di opere di sostegno al piede di un versante.
- Fattori che sovraccaricano il pendio: saturazione del terreno ad opera di piogge intense; peso delle nevicate; accumulo di materiale detritico sulla sommità del pendio; pressione di filtrazione per l'aumento del livello piezometrico; peso di rilevati stradali, di discariche minerarie e di rifiuti, di edifici, ecc. ; peso dell'acqua derivante da perdite di condotte idriche, fognature, canali, bacini.
- Fattori che riducono il supporto sotterraneo: attività carsica in rocce carbonatiche; dissoluzione dei gessi; attività mineraria.
- Fattori che causano pressioni laterali: congelamento dell'acqua in fessure; rigonfiamento delle argille.
- Fattori che esercitano sforzi transitori sul terreno: attività vulcanica; attività sismica; esplosioni; traffico stradale e macchine vibranti.

### 2.1.7 Fattori che contribuiscono alla diminuzione della resistenza al taglio del materiale

---

- Fattori intrinseci (iniziali): natura dei materiali (es. terreni organici), presenza di terreni contenenti elevate percentuali di argilla, terreni contenenti minerali lamellari (es. miche); disposizione delle particelle e rotondità dei granuli; giacitura e caratteristiche delle superfici di stratificazione e di scistosità, delle fratture e delle faglie, alternanza di strati a diversa permeabilità e resistenza; orientazione del pendio.
- Fattori esterni (successivi): sollecitazioni transitorie (terremoti, attività vulcanica, esplosioni, macchine vibranti); alterazione fisica e chimica dei materiali; variazioni del contenuto d'acqua.



### 2.1.8 Stato di attività

---

Lo stato d'attività dei fenomeni franosi può essere descritto con i seguenti termini:

- Attivo (active): fenomeno attualmente in movimento.
- Sospeso (suspended): fenomeno che si è mosso entro l'ultimo ciclo stagionale ma che non si muove attualmente.
- Riattivato (reactivated): movimento di nuovo attivo dopo essere stato inattivo; gli scorrimenti riattivati si muovono generalmente su superfici di taglio preesistenti, in cui i parametri di resistenza al taglio sono prossimi ai valori residui (SKEMPTON, 1964).
- Quiescente (dormant): frana inattiva che può essere riattivata dalle sue cause originali; fenomeno per il quale permangono le cause del movimento;
- Naturalmente stabilizzato (abandoned: HUTCHINSON, 1973): frana inattiva che non è più influenzata dalle sue cause originali; fenomeno per il quale le cause del movimento sono state naturalmente rimosse (es. se il fiume che erodeva l'unghia della frana ha cambiato corso);
- Artificialmente stabilizzato (stabilized): frana inattiva che è stata protetta dalle sue cause originali da misure di stabilizzazione (es. se l'unghia della frana è stata definitivamente protetta dall'erosione).
- Relitto (relict) (sinonimo: paleofrana): frana inattiva che si è sviluppata in condizioni geomorfologiche o climatiche considerevolmente diverse dalle attuali. Le frane relitte sono inattive ma, comunque, possono essere riattivate dall'attività antropica.

### 2.1.9 Stato delle frane nel territorio comunale di Bruzzano Zeffirio

---

Il territorio comunale di Bruzzano Zeffirio è interessato da una serie di movimenti franosi, molti dei quali a ridosso del centro abitato.

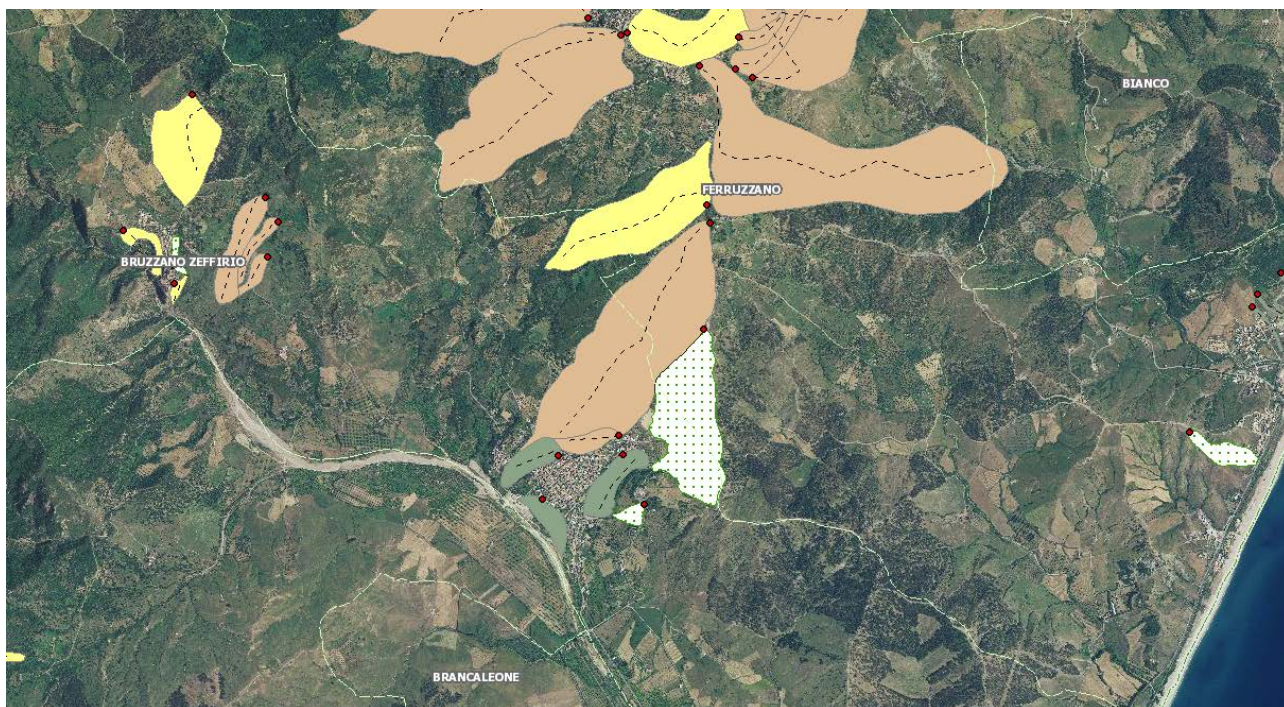


Figura 2- Carta delle frane per il territorio comunale di Brancaleone

Si individua chiaramente un'ampia superficie interessata da franosità diffusa, frane a scivolamento rotazionale/traslattivo (in giallo), a ridosso dell'abitato sono localizzati dei movimenti di colamento lento (in verde) e dei movimenti franosi complessi (in marrone).

Infine i declivi delle colline lungo la zona che collega con l'abitato di Ferruzzano sono interessati da movimenti franosi per scivolamento e da un movimento più complesso.

#### 2.1.9 Perimetrazione delle aree a rischio

Il rischio idrogeologico viene definito dall'entità attesa delle perdite di vite umane, feriti, danni a proprietà, interruzione di attività economiche, in conseguenza del verificarsi di frane e inondazioni

Per ciascuna categoria di rischio, per frana e per inondazione, in conformità al DPCM 20 settembre 1998, sono definiti quattro livelli:





RISCHIO	IDENTIFICAZIONE	DESCRIZIONE
R4 – rischio molto elevato		Quando sono possibili la perdita di vite umane o lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale, la distruzione delle attività socioeconomiche
R3 – rischio elevato		Quando sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici ed alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, l'interruzione della funzionalità delle attività socioeconomiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale
R2 – rischio medio		Quando sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche
R1 – rischio moderato		Quando i danni sociali, economici ed al patrimonio ambientale sono marginali

Tabella 2 – Definizione dell'indice di rischio idrogeologico

La perimetrazione del territorio comunale di Bruzzano Zeffirio è soggetta a rischio idraulico a causa della presenza nel territorio della fiumara omonima e del bacino idrografico ad essa corrispondente.



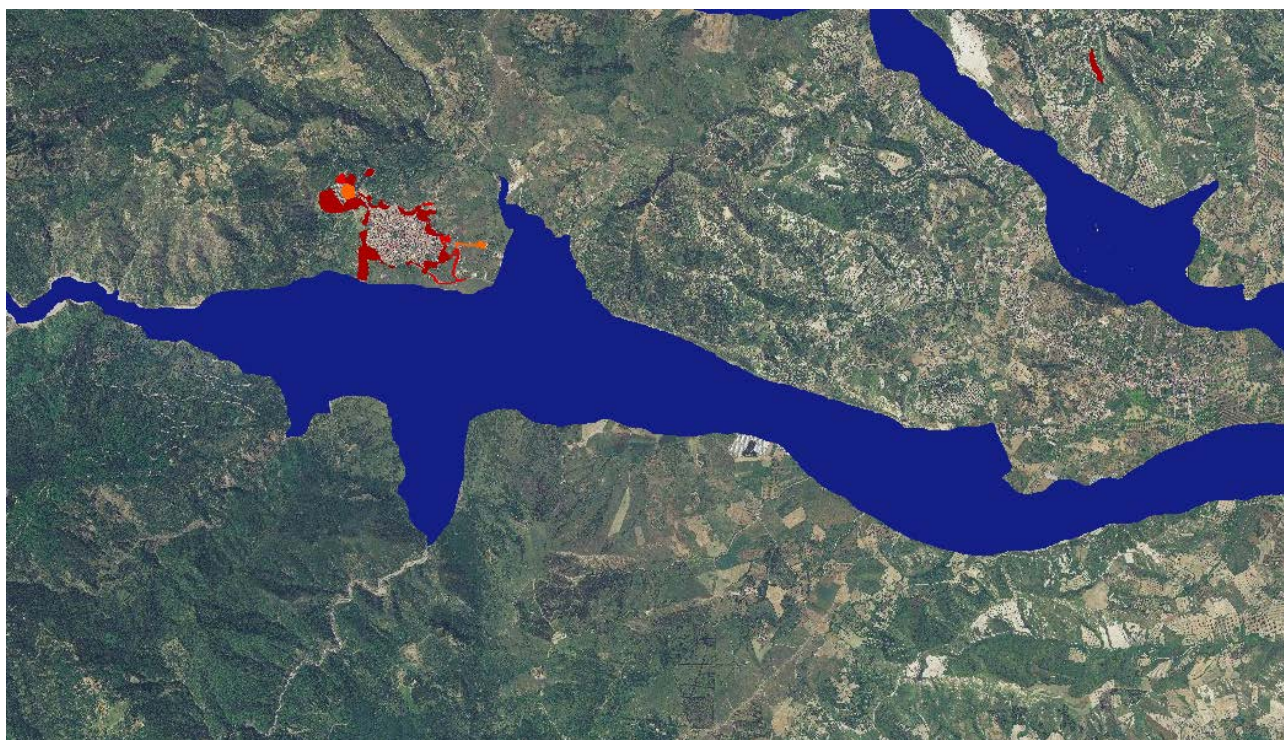


Figura 3 – Perimetrazione delle aree a rischio

## 2.2 DESCRIZIONE DELLA TIPOLOGIA E DELL'ESTENSIONE DELLE AREE A RISCHIO IDRAULICO

Per inondazione s'intende il fenomeno di invasione ed espansione delle acque su vaste aree prodotto da una rottura o un sormonto dell'argine naturale o artificiale, connesso ad un evento di piena di un corso d'acqua. I territori coperti dalle acque sono inondati, mentre il corso d'acqua che esce dal suo letto esonda. Il termine più generale "alluvione" è utilizzato per indicare tutti i danni prodotti da un evento di piena di un corso d'acqua, sia quelli legati all'inondazione di territori sia quelli più propriamente connessi con l'instabilità delle sue sponde, l'erosione accelerata alla testata del bacino e l'instabilità dei versanti.

Il fenomeno di inondazione di un territorio, o esondazione di un corso d'acqua, risulta sempre connesso ad un evento di piena del corso d'acqua stesso. Per piena di un corso d'acqua si intende il fenomeno del rapido sopraelevamento della superficie libera dovuto all'aumento della portata che, a sua volta, è causato da precipitazioni di forte intensità e, più raramente nel nostro paese, dalla rapida fusione di nevai e ghiacciai.

Il sopraelevamento del pelo libero può essere determinato anche dal rigurgito provocato dal recipiente in cui sfocia il corso d'acqua o, molto spesso, da ostacoli presenti nel suo alveo. In tal caso si parla più propriamente di piene di rigurgito (Maione, 1977). Il fenomeno assume caratteristiche molto differenti in contesti morfologici diversi. In area di pianura le acque si espandono su ampie superfici con una velocità e

una energia piuttosto limitata, mentre in area di conoide le acque si espandono su aree più limitate, ma la grande quantità di trasporto solido ne aumenta il potenziale distruttivo.

Ufficialmente consolidata è invece la definizione di rischio così come proposta da Varnes (1984) ed accettata anche dal Dipartimento di Protezione Civile (1995). Secondo tale definizione le aree potenzialmente interessate da fenomeni di inondazione che potrebbero arrecare danno alle persone ed ai beni costituiscono le aree vulnerabili per inondazione. Ogni singola manifestazione del fenomeno temuto costituisce un evento. In un'area vulnerabile possono essere identificati gli elementi a rischio, cioè le persone ed i beni che possono subire danni quando si verifica un evento. Si definisce E l'entità degli elementi a rischio, misurandoli in modo diverso a seconda della loro natura.

Quando si verifica un'inondazione, ciascun elemento a rischio può riportare un danno maggiore o minore in base alla propria capacità di sopportare tale evento. La vulnerabilità V esprime la suscettibilità dell'elemento a rischio a subire danni per effetto dell'evento di piena e più precisamente indica quale è l'aliquota dell'elemento a rischio che viene danneggiata. V oscilla tra 0 (nessun danno) ed 1 (distruzione, perdita totale) ed è adimensionale.

Ad un determinato elemento a rischio possono competere, in funzione delle caratteristiche dell'evento, valori diversi sia di E che di V.

E' evidente inoltre che a parità di condizioni sia E che V possono assumere valori numerici diversi in base a fattori puramente casuali, quali ad esempio il periodo dell'anno, il giorno della settimana e l'ora in cui l'evento si verifica. Pertanto E e V sono variabili casuali.

In corrispondenza di ciascun evento per il singolo elemento può porsi

$$\underline{D = EV}$$

dove D rappresenta il danno espresso nelle stesse unità di misura di E.

In un periodo di t anni possono verificarsi Nt eventi e quindi il danno totale relativo a tale periodo è la sommatoria dei danni relativi agli Nt eventi  $Dt = \sum Di = \sum EiVi$ , essendo  $Di = EiVi$  il danno relativo. Nt è una variabile casuale definita per un assegnato periodo t.

Si indica come rischio  $Rt$  relativo ad un determinato elemento a rischio e ad un prefissato valore di tempo il valore atteso di  $Dt$ ,  $R = E \cdot (Dt)$  ossia il danno che mediamente può subire l'elemento considerato in più anni. É da notare che il simbolo E rappresenta il valore atteso. Sotto particolari ipotesi, accettabili in molti casi pratici, si può dimostrare che:

$$Rt = E \cdot V \cdot Ht;$$

dove V, è il valore medio della vulnerabilità dell'elemento a rischio ed Ht rappresenta la pericolosità, e cioè la probabilità di avere nel periodo t almeno un evento calamitoso.

### 2.2.1 Indicatori di evento e monitoraggio – Rischio idrogeologico

---

Gli eventi idrogeologici sono da considerarsi prevedibili e monitorabili.

L'attività di monitoraggio, che consiste nell'analisi dei precursori, è esplicata mediante la previsione e l'osservazione delle condizioni meteorologiche con particolare riferimento alle precipitazioni atmosferiche ed attraverso le misure effettuate con strumentazioni di telerilevamento idropluviometriche. E' importante sottolineare che, in particolare nelle aree ad elevato e molto elevato rischio idrogeologico, sarebbe opportuno istituire, con il supporto della Provincia e della Regione, un sistema di monitoraggio gestito dagli enti preposti a tale attività, i quali stabiliscono i livelli di allerta che consentono al Sindaco di attivare le fasi operative.

L'attività di monitoraggio sarà integrata da squadre di tecnici che, in situazioni di allerta, provvedono al controllo a vista dei punti critici del territorio per l'osservazione dei fenomeni precursori.

Sarà quindi compito del C.O.C., tramite il responsabile della Funzione di supporto tecnica e di pianificazione, garantire il costante collegamento con tutti quegli enti preposti al monitoraggio dell'evento considerato nel Piano di emergenza.

In particolare si svolgeranno le seguenti attività:

- la lettura attenta dell'avviso meteo inviato dalla Regione e/o dalla Prefettura;
- la lettura giornaliera delle carte meteorologiche e delle immagini del satellite. Prodotte attraverso un collegamento a mezzo Internet a siti specifici di informazione meteorologica;
- l'analisi delle previsioni a carattere modellistico provenienti dai diversi laboratori meteorologici italiani ed esteri che emettono carte sulla precipitazione per l'Italia comprendenti la previsione quantitativa oraria;
- l'approntamento immediato e la gestione sistematica e puntuale delle opportune attività di monitoraggio a vista;
- il monitoraggio sistematico e progressivo di tutti gli interventi diretti alla rimozione dei pericoli immediati e alla messa in sicurezza del territorio, per un aggiornamento continuo dello scenario di rischio e quindi del Piano;
- l'analisi e l'archiviazione ragionata e l'affissione in sede C.O.C. di tutti i dati idropluviometrici affluenti dagli enti gestori delle reti di monitoraggio ai fini della costituzione di serie storiche di riferimento per l'aggiornamento delle soglie di pericolosità. Tali attività saranno collegate sia al periodo ordinario che al periodo di emergenza.

### 2.2.2 Alluvione

---

Per rischio alluvione/esondazione si intende la tracimazione delle acque (fiumi, torrenti, canali, laghi naturali o artificiali, rete fognaria, ecc...) su aree e terreni adiacenti, a seguito di forti precipitazioni o cedimento di dighe.

Scendendo un po' di più nel dettaglio si possono evidenziare alcune possibili sottotipologie di rischio:

o Allagamento di aree tombinate, rete fognaria, ovvero inondazione urbana o delle infrastrutture periurbane dovuta al rigurgito della rete fognaria o dei fossi e scoli di drenaggio.

o Esondazione dei corsi d'acqua, ovvero inondazione urbana o delle infrastrutture periurbane o delle aree extraurbane conseguente ad esondazione dei corsi d'acqua superficiali.

### 2.2.3 Aree inondabili

---

Le inondazioni che possono creare situazioni di rischio per la popolazione nel territorio di Brancaleone interessano tutto il centro abitato, esse possono essere dovute ad allagamento di aree tombinate, rete fognaria, ovvero dovuta al rigurgito della rete fognaria o dei fossi e scoli di drenaggio, esondazione dei corsi d'acqua.

Le aree inondabili sono riportate negli allegati elaborati del PAI riguardano l'alveo della fiumara di Capo Spartivento e di quella di Bruzzano. Oltre ad indicare zone di attenzione in corrispondenza dei numerosi Fossi che attraversano il territorio.

Tutta la zona che interessa lo scorrimento delle fiumare è valutata R4, non ricadono edifici strategici in prossimità di queste aree.

## 6. CARTOGRAFIA CORRELATA

---

Tav. 1 - Carta di delimitazione del territorio provinciale (scala 1:100.000)

Tav.3- Carta geologica (scala 1:25.000)

Tav.5- Carta della rete viaria, ferroviaria, porti, aeroporti, eliporti (scala 1:25.000).

Tav. 7- Carta rischio frane (scala 1:5.000)

Tav. 8- Carta del rischio idraulico (scala 1:5.000)

Tav. 8.1 -Carta del rischio idraulico (scala 1:5.000)

Tav. 8.2 -Carta del rischio idraulico (scala 1:5.000)

Tav. 9- Carta pericolosità idraulica (scala 1:5000)

Tav. 9.1- Carta pericolosità idraulica (scala 1:5000)