



CROCE ROSSA ITALIANA

Croce Rossa Italiana

Corso di formazione
RISCHIO IDROGEOLOGICO E IDROLOGICO

Definizione di alluvione, esondazione, inondazione, frane

Giuseppe Bolzoni
Emergency Manager

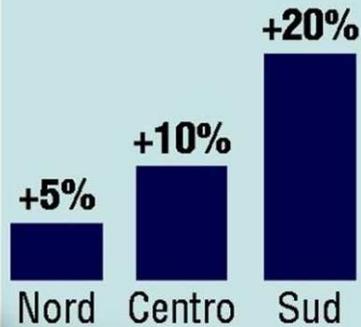


Fiume Po – Alluvione in Polesine dell’ottobre 2000 - Pontelagoscuro (Ferrara)

Le grandi alluvioni



Aumento della piovosità negli ultimi 10 anni



RISCHIO METEO-IDROGEOLOGICO ED IDRAULICO

Il rischio relativo alle alluvioni viene comunemente denominato “idraulico”.

Spesso, tuttavia, il rischio alluvioni viene accomunato al rischio frane “**pluvio-indotte**” e generalmente definito “**idro-geologico**” con cui si intende l’insieme dei rischi di natura idraulica e geologico-geomorfologica (creando di fatto non poca confusione con la branca scientifica “**dell’idrogeologia**”, che invece si occupa della distribuzione delle acque nel sottosuolo).

Il **rischio idraulico** può essere definito come il valore atteso di perdite dovute al verificarsi di un’alluvione in una particolare area geografica in una determinata finestra temporale e, analogamente ad altri rischi, è ottenuto dalla combinazione di pericolosità e danno, quest’ultimo ottenuto dal prodotto tra esposizione e vulnerabilità.

Nell'ambito della normativa di settore della Protezione Civile, con il termine **previsione del rischio idraulico** si intende la comprensione dei fenomeni di esondazione in grado di determinare condizioni di rischi o per la pubblica incolumità, per il sistema insediativo, le infrastrutture e le attività produttive.

La frequenza statistica di accadimento dell'evento viene associata ad un determinato **"tempo di ritorno"** (di solito espresso in anni), definito come il periodo statistico medio entro cui ci si aspetta che l'evento in esame si verifichi nuovamente.

Per **l'analisi del rischio**, invece, è necessario individuare quali sono gli elementi esposti alla pericolosità e la loro relativa vulnerabilità, definita come la propensione di un certo elemento a subire un danno, di un determinato livello

Per **attività di prevenzione**, invece, si intendono tutte le misure e le azioni, strutturali e non, finalizzate ad evitare o ridurre al minimo gli impatti negativi a seguito di tali eventi calamitosi (agendo con attività di mitigazione della pericolosità e/o del danno).

Tempo di ritorno

Il tempo di ritorno avente una data durata, è il valore di portata ricavata su base probabilistica che, mediamente nel periodo considerato, viene uguagliato o superato almeno una volta nell'arco temporale.

La **NOAA** (National Oceanic and Atmospheric Administration – www.noaa.gov), l'ente governativo statunitense di indirizzo meteo-climatico, definisce i tempi di ritorno come la probabilità percentuale che un dato evento si ripeta negli anni.

A titolo di esempio, una tempesta, una alluvione, ma anche una rovinosa siccità e molto altro con un tempo di ritorno pari a 100 anni ha la probabilità di accadere una volta, in un dato momento, nell'arco di 100 anni.

Un evento con tempo di ritorno pari a 500 anni ha la probabilità di accadere una volta, in un dato momento, nell'arco di 500 anni.



Regione fluviale

Porzione del territorio comprendente un corso d'acqua e le aree confinanti sede dei fenomeni morfologici, idraulici e naturalistico-ambientali connessi al regime idrologico del corso d'acqua stesso.



Fiume Trebbia presso Rivalta
(Piacenza)

Viene definito **alveo inciso o attivo** la porzione dell'area fluviale, compresa tra le sponde, all'interno della quale hanno luogo i deflussi liquidi del corso d'acqua in condizioni di piena ordinaria, ancorché rimanga asciutta durante gran parte dell'anno.

(Gazzetta ufficiale del 5/9/2015)



Golena chiusa

Porzione dell'area golenale compresa tra un argine golenale e l'argine maestro

Golena aperta

Porzione dell'area golenale compresa tra un argine golenale o un argine maestro e l'alveo inciso



Golena naturale

Porzione di territorio compresa tra l'alveo inciso del corso d'acqua e la parte di territorio adiacente fino al limite della fascia B come individuata dal PAI, non delimitata da arginature e costituente parte dell'alveo di piena, soggetta a inondazione per portate di piena con ricorrenza superiore a quella ordinaria.



Regione fluviale
Fascia B (area golenale)

Argine maestro

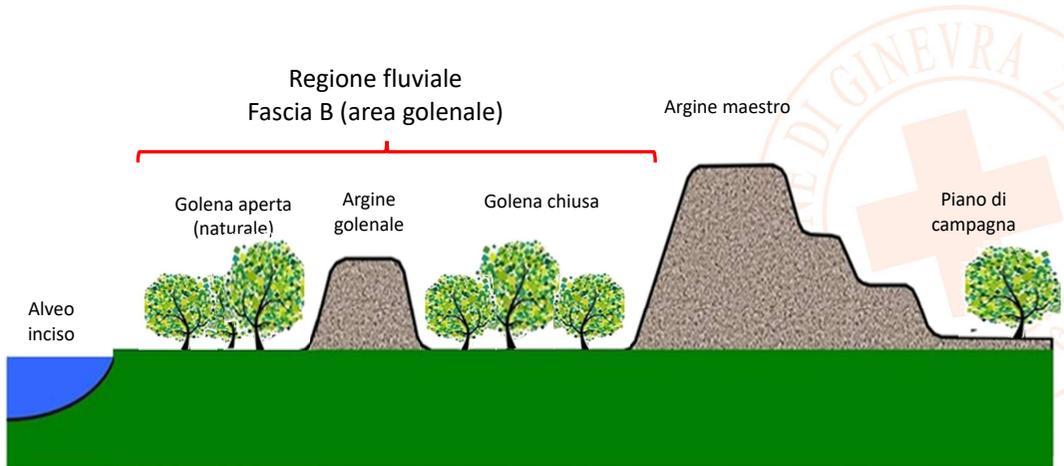
Golena aperta
(naturale)

Argine
golenale

Golena chiusa

Piano di
campagna

Alveo
inciso



Soglia di fondo

Opera idraulica a diversa tipologia costruttiva, disposta trasversalmente all'alveo inciso per l'intera ampiezza dello stesso. Ha funzioni di stabilizzazione del fondo alveo



Alcuni esempi di soglia di fondo

Piena

In idrografia, lo stato di un corso d'acqua, fluviale o torrentizio, durante il quale la portata supera quella media annua, o a seguito di piogge abbondanti, o per il rapido scioglimento delle nevi.

Piene del Po nel XX secolo:

Maggio e giugno 1917 - Due ondate di piena coinvolgono il Po (25 maggio e 4 giugno). Nel lodigiano ci furono rotte a Meleti, Castelnuovo Bocca d'Adda e Mortizza, nei pressi della confluenza con l'Adda. A Pontelagoscuro venne misurata una portata massima di 8.900 m³/s.

Novembre 1951 - Si tratta della peggiore alluvione del secolo. Il Po rompe a Occhiobello inondando 113.000 ettari di territorio e causando 89 morti. A Pontelagoscuro la portata massima toccò i 10.300 m³/s massimo storico dall'inizio delle misurazioni nel 1807.

Novembre 1994 - Forti e continue piogge interessano i tributari piemontesi e lombardi. A Pontelagoscuro la portata massima fu di 8.700 m³/s.

Ottobre 2000 - Si tratta della seconda piena più importante, a livello di portata massima, del XX secolo: a Pontelagoscuro si registrò infatti un picco di 9.600 m³/s, mentre molti chilometri prima, al Ponte della Becca vicino a Pavia (alla confluenza del Ticino), la stima della portata fu di ben 13.220 m³/s.

Alluvione: indica tutti i danni prodotti da un evento di piena di un corso d'acqua l'allagamento temporaneo, anche **con trasporto ovvero mobilitazione di sedimenti anche ad alta densità**, di aree che abitualmente non sono coperte d'acqua (DLgs 49/10)

La parola **alluvione** viene usata per indicare un evento di accumulo di materiale fluviale. In **sintesi le alluvioni sono i sedimenti trasportati dal fiume al di fuori degli argini in seguito ad un'esondazione**. In ambito scientifico è quindi errato definire "alluvione" una inondazione. Nell'italiano recente viene anche ritenuto sinonimo di inondazione, in effetti le due parole attualmente sono utilizzate con lo stesso significato.

Tuttavia alluvione nasce come riferimento esclusivamente meteorologico, mentre inondazione più facilmente può avere anche un senso figurato, sebbene non sempre catastrofico (es.: "sono stato inondato di sms").

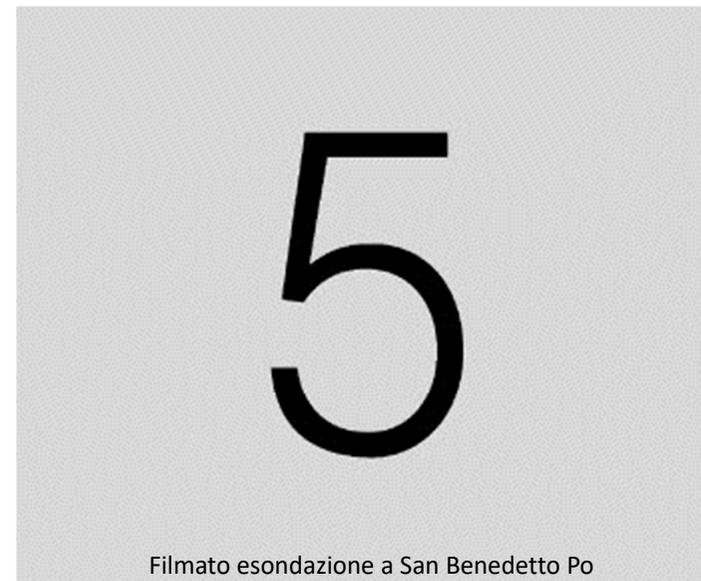


Alluvione a Vernazza (5 terre) – 2011



Esondazione: il corso d'acqua che esce dal suo alveo

In idrologia il termine **esondazione indica lo straripamento** ossia il traboccare di acque sovrabbondanti che fuoriescono dagli argini o dalle rive di un fiume o un torrente, **inondando le zone poste a quote altimetriche inferiori.**



Filmato esondazione a San Benedetto Po

Definizione di inondazione

Una inondazione è un fenomeno riguardante l'allagamento in tempi brevi (da ore a giorni) di un'area ben definita e abitualmente subaerea, da parte di una massa d'acqua.

- ✓ Le inondazioni costituiscono il disastro naturale più comune al mondo.
- ✓ Le grandi inondazioni avvengono soprattutto nelle zone tropicali a causa di uragani o a causa di fenomeni di tsunami e lungo i fiumi più grandi del mondo.
- ✓ Anche i fiumi e i corsi d'acqua minori, possono causare delle inondazioni che interessano aree di territorio più limitate.



Inondazione in provincia di Modena – Novembre 2019

✓ Si può trattare di un fenomeno naturale come **lo straripamento dei corsi d'acqua**, dal loro letto o bacino usuale, in maniera violenta e devastante,

✓ o allagamenti per azione combinata di **alta marea e uragani in aree costiere**,

✓ l'arrivo di uno **tsunami** su una costa,

✓ o per improvvisi **scioglimenti di nevai o ghiacciai** per cause naturali (tipici quelli ad opera di eruzioni vulcaniche sub-glaciali in Islanda).

Quando l'inondazione è causata dalla tracimazione di corsi d'acqua ingrossati per piogge elevate si parla anche di alluvione, a cui possono essere connessi fenomeni di erosione e variazione della morfologia delle aree interessate dal fenomeno.

INONDAZIONI

1. Territorio montano: eventi idrologici critici diretti, con tempi di risposta rapidi rispetto al fenomeno.

2. Aree collinari e di fondo valle: piogge intense su singoli sottobacini con conseguenti processi propagativi dell'onda di piena, con possibilità di esondazione.

3. Aree sublacuali e di pianura: prevalenti processi propagativi dell'onda di piena, con possibilità di esondazione, derivante anche dalla concomitante modalità di gestione dei bacini lacuali.

Per **corsi regimati** l'esondazione si manifesta con l'uscita delle acque, da un corso naturale, dalla zona compresa tra i due argini; essa avviene per tracimazione o rottura degli argini stessi. Per **corsi d'acqua non regimati** l'esondazione ha luogo quando le acque escono dalla loro "abituale" sede. Il fenomeno rientra all'interno del termine inondazione. Il fiume Po ha il corso regimato, l'Adda no.



Aree inondate da un fiume in piena
Vengono definiti fiumi non regimati i fiumi che non hanno argini a protezione delle aree esondabili



Sormonto di un'arginella su un fiume non regimato - Piena dell'Adda in località Bertonico (Lodi)



EJW

Questo è l'aspetto di un'area allagata da un fiume non regimato



Droni: Ervis Hajdari



Esondazione Fiume Buna
Scutari - Albania



In genere, il livello dell'acqua durante l'esondazione di un fiume non regimato, è relativamente basso ma interessa aree molto vaste

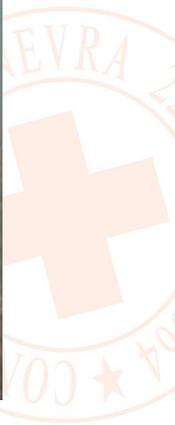


Nei luoghi dove le inondazioni sono ricorrenti, le abitazioni vengono costruite su rilevato





In alternativa, tutta la casa e il cortile di pertinenza, possono essere costruiti su rilevato. Come da foto.



Fiumi regimati

Vengono definiti "fiumi regimati" i fiumi che hanno argini a protezione di zone di territorio esondabili.

San Rocco al Porto – Piana del fiume Po

Fiume regimato (Protetto da argini)



Argine sul fiume Po
(Fiume regimato)



In genere, i fiumi regimati, sono fiumi a grande portata e a scorrimento lento per cui, le piene, si possono definire “attese” e possono impiegare ore o giorni prima di raggiungere la località interessata all’evento.



Ferrara - Innalzamento del ponte ferroviario sul fiume Po durante la piena del 2000

Le piene di questi fiumi sono imponenti. La massima portata del Po nella zona di Pavia-Piacenza, durante la piena del 2000, è stata di 13000 metri cubi di acqua al secondo.



Piacenza - Piena del 17 ottobre 2000 – Ponte ferroviario e vecchio ponte su via Emilia

Alcuni criteri determinano la pericolosità di una inondazione

Il livello dell’acqua causa galleggiamento (cisterne, mobili nelle case come i frigoriferi, bombole di gas, ecc.) collassamento delle fondazioni, impatta sulla sopravvivenza della vegetazione, ecc.

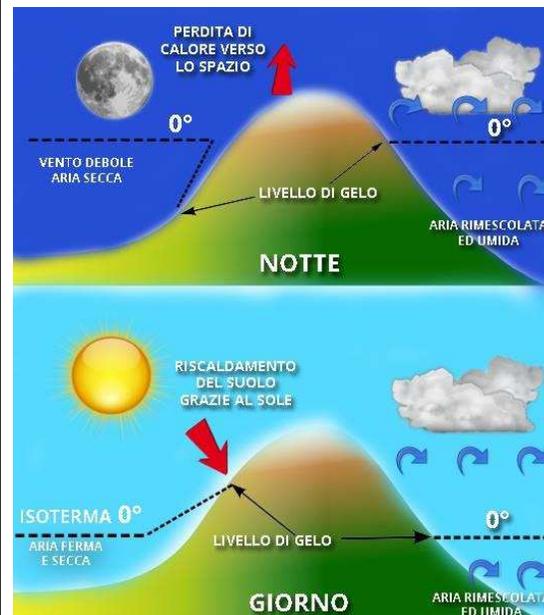
La durata, tempo di permanenza dell’acqua nelle aree inondate.

La velocità dell’acqua, alte velocità di flusso dell’acqua creano forze erosive e possono distruggere fondazioni, argini, ponti, ecc.

La velocità di innalzamento del livello dell’acqua,

La frequenza (tempi di ritorno): indicano la frequenza delle inondazioni in una determinata area.

La stagionalità (scioglimento rapido di ghiacciai o di neve dovuto all’innalzamento dello zero termico): impatto sulle coltivazioni agricole.



Lo zero termico è relativo all’altitudine alla quale la temperatura è uguale a 0°C. In caso di precipitazioni, se lo zero termico è troppo elevato, su neve e ghiacciai d’alta montagna può piovere a causa di temperature elevate e, questo, provoca un rapido dissolvimento di neve e ghiaccio. Ad esempio lo zero termico a 3000 metri significa che può piovere a questa altitudine.

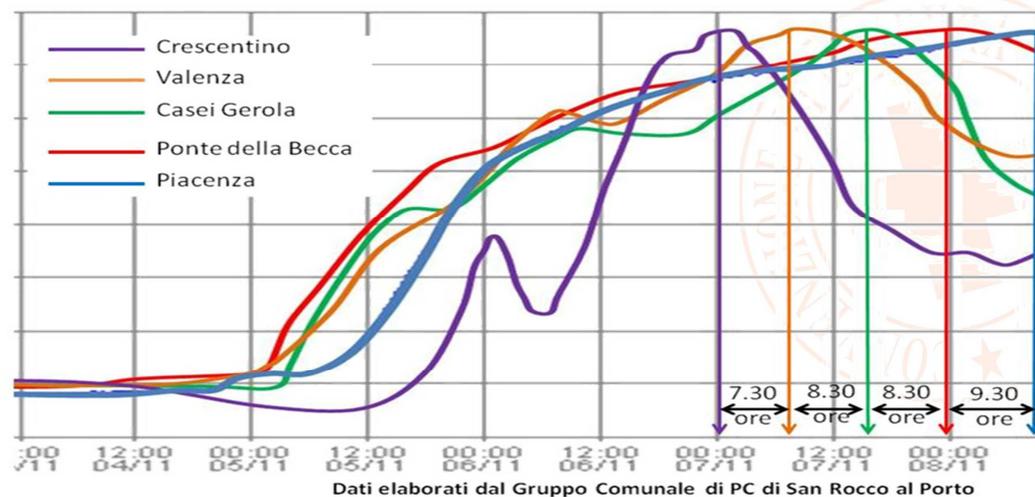
Tempi di corrivazione - Andamento dell'onda di piena



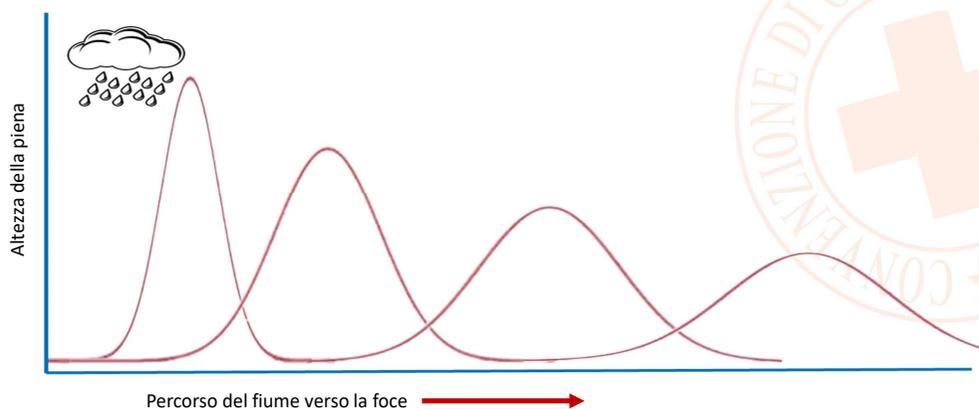
Misurazioni presso l'idrometro di Piacenza
Ottobre 2020

TEMPI DI CORRIVAZIONE DEL FIUME PO

Piena media - Novembre 2011 – elaborazione dati disponibili sul sito dell'A.I.PO



Le onde di piena hanno il picco della gaussiana molto ristretto e alto all'inizio del corso interessato al fenomeno. Picco che si dilata e si abbassa lungo il percorso a causa del processo di laminazione.



Piense improvvise (Flash floods)

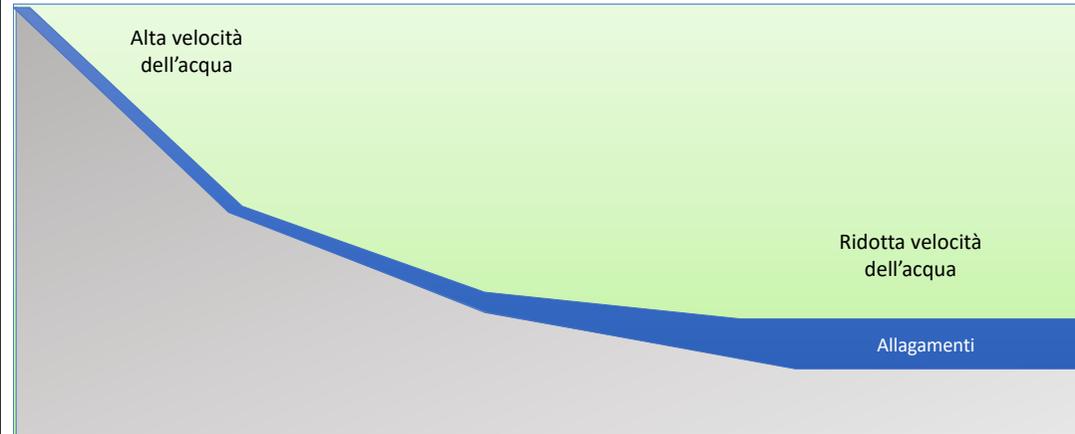
Le piense improvvise, come dice la parola stessa, avvengono in tempi molto brevi, hanno volumi di acqua piuttosto consistenti e, in genere, provocano inondazioni locali molto gravi.

- ✓ Sono le inondazioni che **possono causare un maggior numero di vittime tra le persone.**
- ✓ Sono **causate dal deflusso rapido di piogge molto intense o da onde di piena.**
- ✓ Questo tipo di inondazione può essere causato anche da rottura di dighe.
- ✓ Sono una minaccia grave soprattutto **in prossimità di terreni con grande pendenza**, quando ci sono alti tassi di deflusso e/o corsi d'acqua stretti.

Alcuni esempi di
Flash floods



Le piene improvvise che si verificano ai piedi dei terreni in pendenza, colline, montagne, sono come lo tsunami perchè riducendo la velocità dell'acqua sulle aree pianeggianti, aumenta il tempo di residenza dell'acqua che, incalzata da quella in arrivo, aumenta localmente di livello. Questo causa le inondazioni.



Isola di Grenada – Indie Occidentali



Invasi montani per ridurre l'impatto di una piena.



Anche la presenza di vegetazione nell'alveo dei fiumi, provoca l'innalzamento del livello dell'acqua a causa del rallentamento della corrente.



Principali cause delle piene di grandi fiumi

Le inondazioni fluviali possono essere causate dalla fusione primaverile delle nevi o da precipitazioni su vaste aree di territorio.

Esse comportano lo spostamento di enormi masse di acqua e, per questo motivo, i fiumi che ne sono affetti, sono provvisti di aree o bacini di espansione.

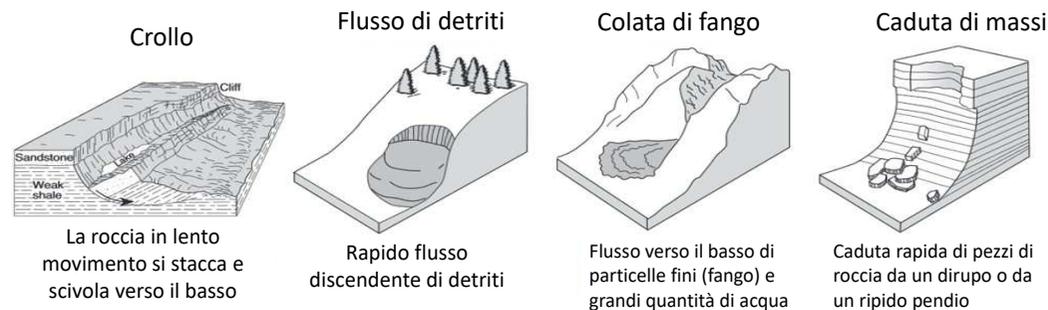
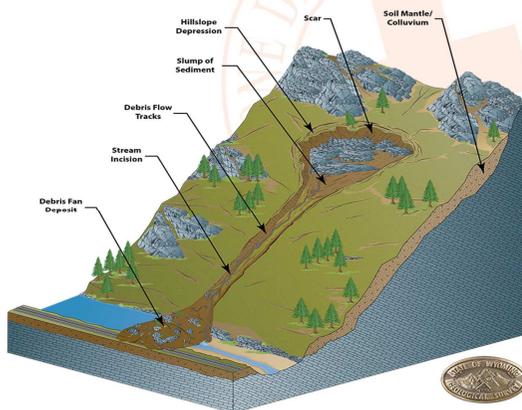
L'arrivo di queste piene sono fenomeni attesi con ore o addirittura, giorni di anticipo.

Le condizioni del terreno influenzano grandemente la velocità di deflusso delle acque.

FRANE

Frana: "spostamento rapido di una massa di roccia, terreno residuale o sedimento formante un pendio, il cui baricentro avanza verso il basso o verso l'esterno" (Terzaghi, 1950)

Debris flow: in concomitanza tra l'evento frana e alluvione è relativamente molto più distruttivo della sola frana in quanto l'acqua in movimento trascina del materiale il quale aumenta la propria energia.





Le forti piogge e il moto ondoso hanno provocato la rottura della protezione e lo smottamento a mare del terreno sottostante la linea ferroviaria



Grazie per l'attenzione