



<http://www.protezionecivile.fvg.it>



<http://www.centrometeo.com>

# Rischio idrogeologico

## DEFINIZIONI FONDAMENTALI



Dr. Chiara Calligaris

A.A. 2021-2022

[calligar@units.it](mailto:calligar@units.it)

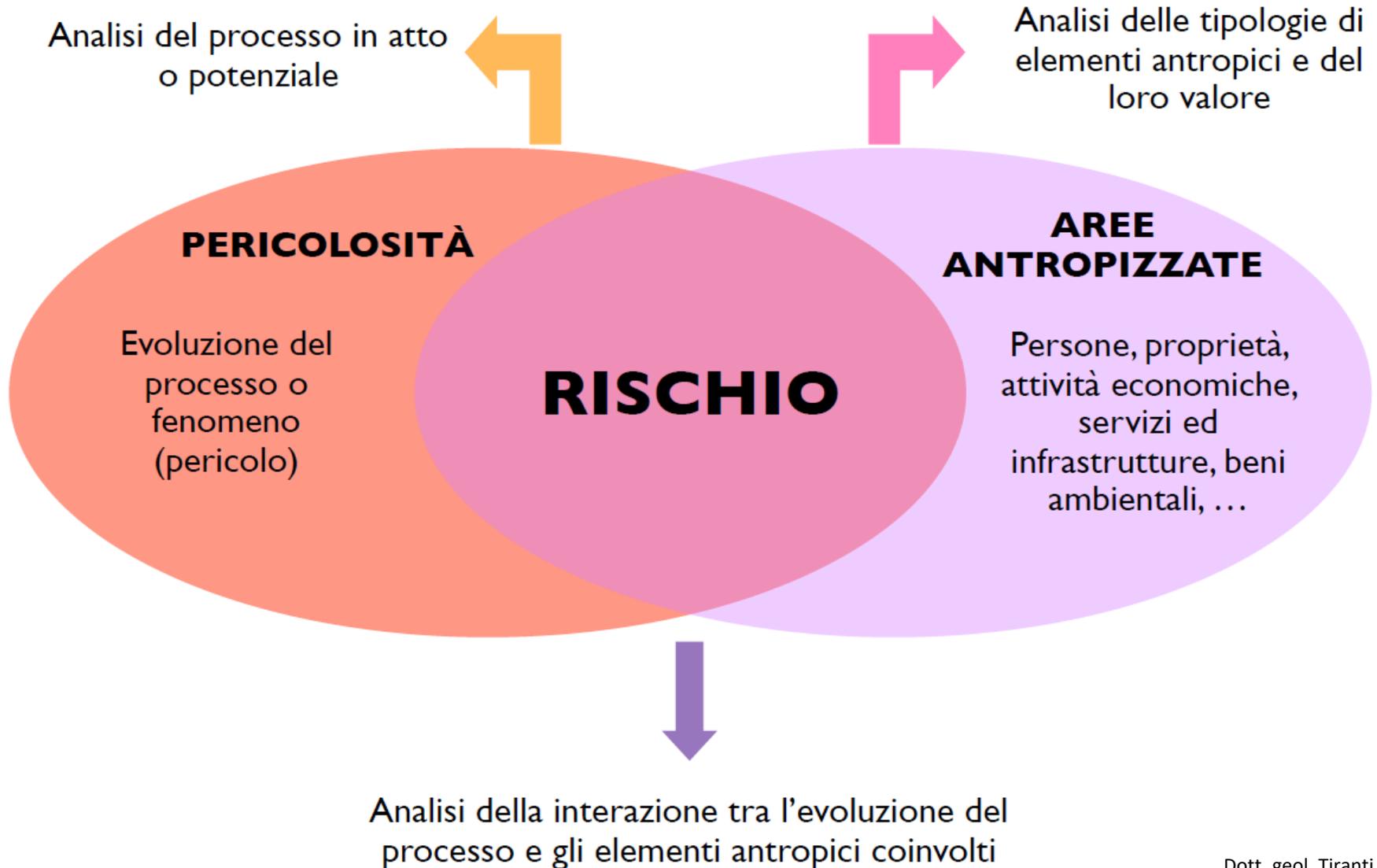


UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI TRIESTE

[www.aedilizia.com](http://www.aedilizia.com)

**DMG** dipartimento  
di matematica  
e geoscienze

# STIMA DEL RISCHIO



Dott. geol. Tiranti

# ANALISI DI PERICOLOSITA'

La valutazione della pericolosità di una determinata area, consiste nel **definire un modello evolutivo del processo** che la interessa che risponda alle seguenti domande:

Che tipo di processo?



Riconoscimento tipologico

Quanta energia sviluppa?



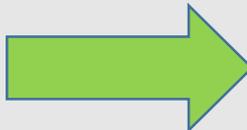
Comprensione dei meccanismi evolutivi

Quando si verifica?



Identificazione della frequenza di attivazione

Dove accade?



Individuazione della distribuzione spaziale

**Riassumendo:** qual è la probabilità che un determinato fenomeno, di una determinata intensità, si verifichi in una determinata area, entro un certo intervallo temporale?

# ANALISI DEL RISCHIO

La valutazione del rischio non può prescindere da quella di pericolosità geologica cui va sommato il concetto di danno in modo da riuscire a rispondere alle seguenti domande:

Quali elementi (persone, cose, attività) sono interessate?



Identificazione degli elementi a rischio

Quanto resistono gli elementi impattabili?



Valutazione della vulnerabilità degli elementi a rischio

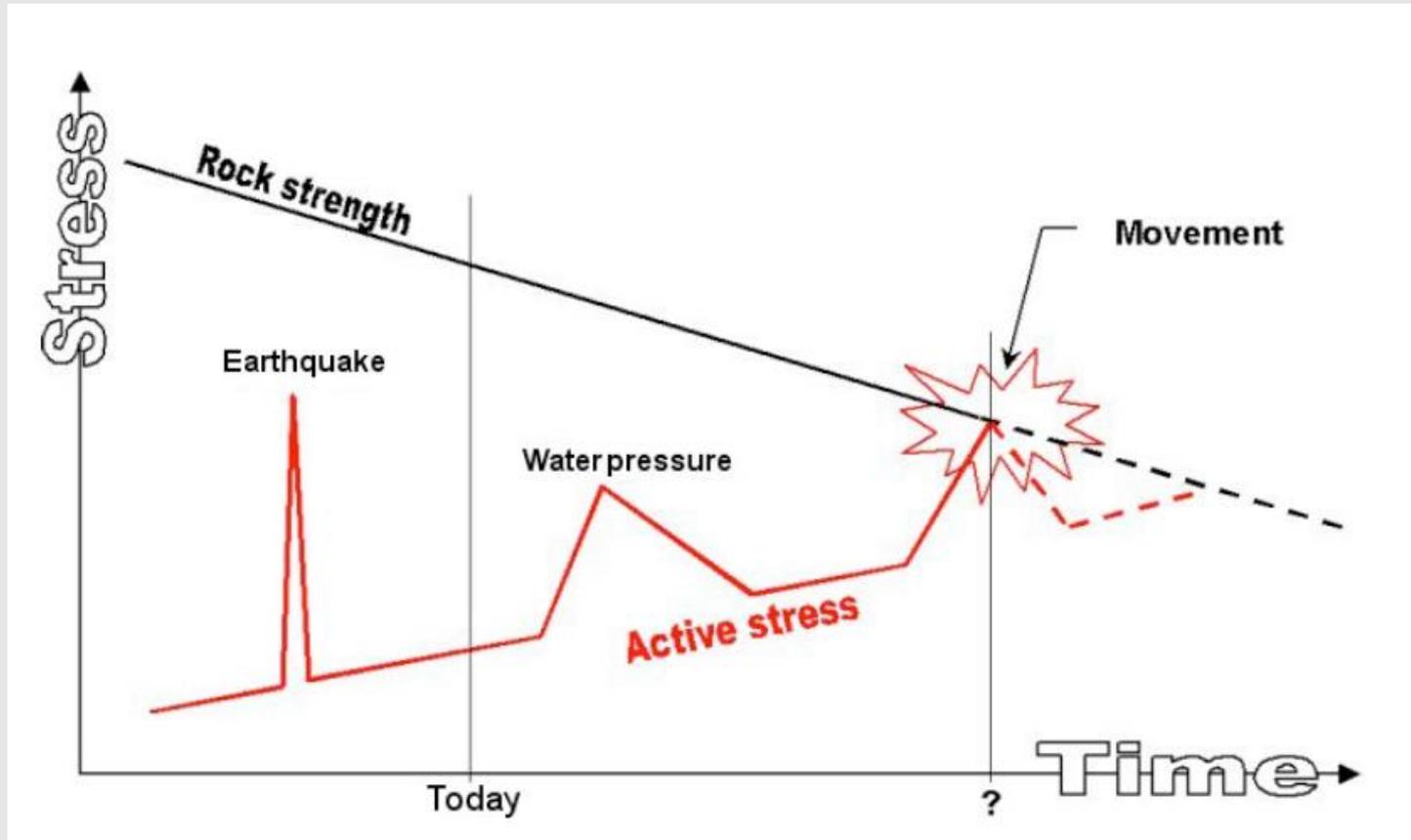
A quanto ammonta la perdita?



Valutazione del danno atteso

**Riassumendo:** si tratta pertanto di una valutazione del rischio nel suo complesso

In tutto questo ragionamento, una grande INCERTEZZA è legata al **FATTORE TEMPO**: cioè, **quando si verificherà il fenomeno??**



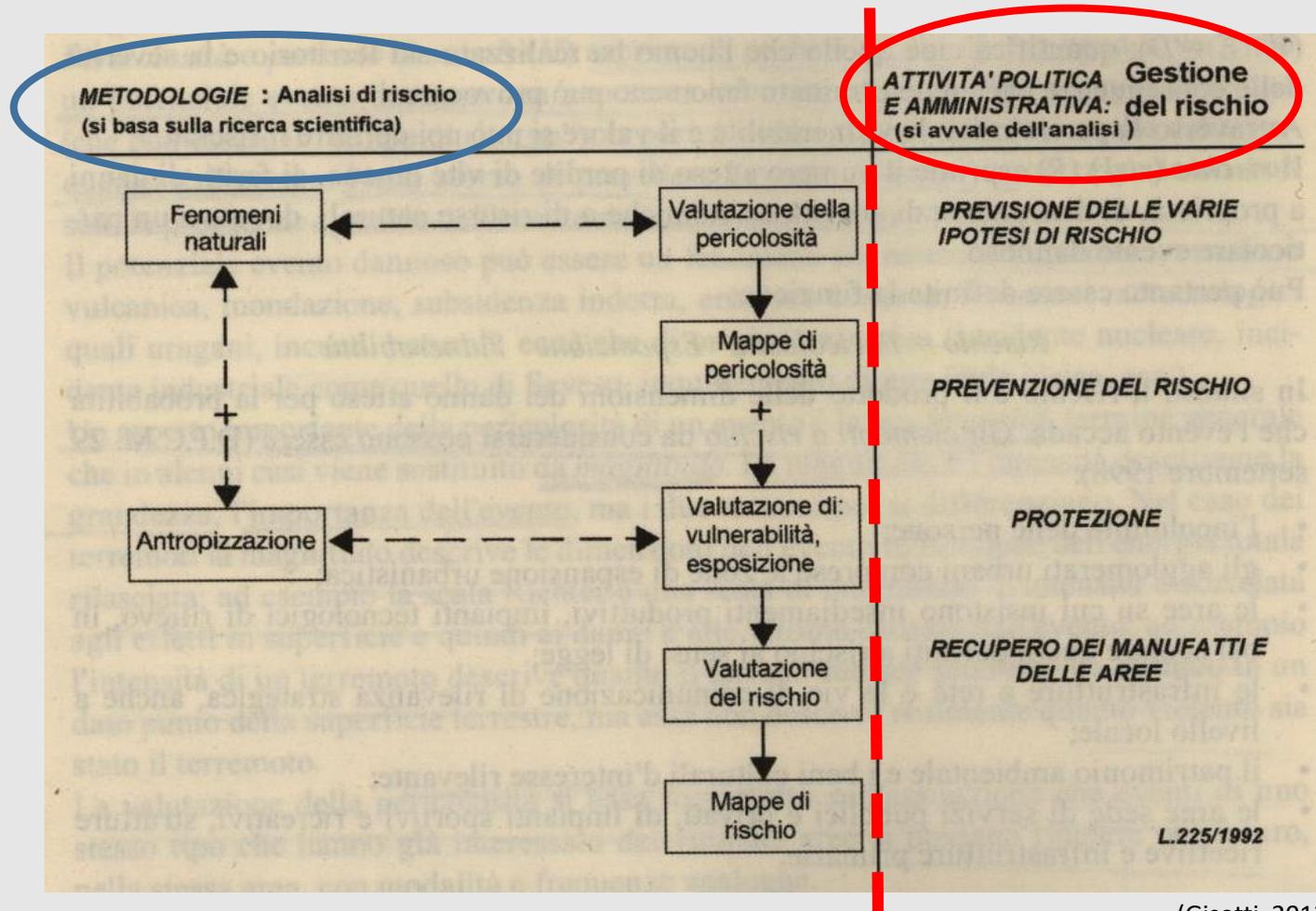
Abbiamo un elevato numero di parametri coinvolti e una loro variabilità spaziale e temporale, spesso non noti o difficili da reperire....

La lotta al (o controllo del) dissesto idrogeologico viene individuata in due momenti fondamentali:

**PREVISIONE e PREVENZIONE**



# Percorso metodologico relativo alla determinazione del rischio



(Gisotti, 2012)

# PREVISIONE

Secondo l'art. 3 della L.225/1992, *Istituzione del Servizio Nazionale della Protezione Civile*, la **PREVISIONE** delle varie ipotesi di rischio consiste nelle attività dirette allo studio ed alla determinazione delle cause dei fenomeni calamitosi, alla identificazione dei rischi ed alla individuazione delle zone del territorio soggette ai rischi stessi.

Attività che definiscono le **CAUSE** e i **MECCANISMI** degli eventi calamitosi, alla previsione degli eventi stessi sia come area soggetta al probabile evento che come momento dell'evento stesso. Le citate attività permettono di redigere quelle che vengono definite **MAPPE DEL RISCHIO**.

# Gli stadi della previsione

Previsione	Mezzi	Scopi	Obiettivo
Individuare il tipo di rischio cui il territorio è soggetto, per poter predisporre le misure di attenuazione del rischio stesso	<p>Ricerca scientifica e tecnologica mirata alla conoscenza dei meccanismi e delle cause del dissesto idrogeologico, alla elaborazione di modelli previsionali, ecc.</p> <p>Reti di monitoraggio, stazioni di rilevamento per controllare con continuità gli eventi possibili</p> <p>Banche dati, serie storiche</p> <p>Potenziamento delle strutture tecniche pubbliche per la difesa del suolo (Servizi tecnici, Autorità di bacino, ecc.)</p> <p>Coinvolgimento delle imprese nelle attività sopra descritte</p>	<p>Previsione p.d. dell'evento calamitoso:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• fase propedeutica, ossia individuazione e censimento delle aree dissestate conosciute, indicando tipologia, attività, ecc. a varie scale (locale, regionale, nazionale)</li> <li>• localizzazione del probabile evento ("dove")</li> <li>• individuazione del momento in cui si manifesterà l'evento ("quando")</li> <li>• previsione delle conseguenze dell'evento</li> </ul>	Redazione delle mappe di rischio, di cui le mappe di pericolosità sono quelle propedeutiche

(Gisotti, 2012)

# PREVENZIONE

Sempre secondo l'art. 3 della L. 225/1992, la **PREVENZIONE** consiste nelle attività volte ad evitare o ridurre al minimo la possibilità che si verifichino danni conseguenti agli eventi di cui all'art.2 (calamità, catastrofi naturali o connesse con l'attività dell'uomo) anche sulla base delle conoscenze acquisite per effetto delle attività di previsione.

**Quindi la PREVENZIONE dipende dalla PREVISIONE!!!**

Una volta stilate le mappe del rischio, si passa all'adozione di interventi volti alla sua attenuazione (**non essendo possibile eliminare completamente il rischio**).

La prevenzione avviene con **MISURE NON STRUTTURALI** e **MISURE STRUTTURALI**.

# PREVENZIONE: MISURE NON STRUTTURALI

- A **livello normativo**, stabilendo prescrizioni tecniche che impongano di realizzare servizi, abitazioni, infrastrutture con caratteristiche capaci di resistere all'evento, o quanto meno di minimizzare i danni conseguenti all'evento stesso;
- A **livello di pianificazione**, redigendo piani regolatori, di fabbricazione e altri strumenti di programmazione socio-economica compatibili con le mappe di rischio, nonché adottando i «piani stralcio di bacino» e le «misure di salvaguardia» di cui rispettivamente ai commi 6-bis e 6-ter dell'art. 17 della legge 183/1989;
- A **livello tecnico-scientifico**, ricercando ad esempio soluzioni che rendano apparecchiature ed impianti i più sicuri possibile, o effettuando studi e ricerche sui materiali e sulle tecniche per realizzare le opere più idonee per ridurre il rischio;
- A **livello informativo**, educando, formando ed informando amministratori, operatori e popolazioni per affrontare, nel modo più opportuno e sicuro, i vari rischi.

# PREVENZIONE: MISURE STRUTTURALI

**Realizzando opere** con le quali si riduce la probabilità del verificarsi dell'evento calamitoso, ad esempio alzando gli argini fluviali o costruendo opere di laminazione delle piene a monte dei siti a rischio alluvione o realizzando drenaggi a monte di aree predisposte ai fenomeni franosi; la razionalizzazione delle pratiche agricole e di uso del suolo può essere considerata una misura strutturale.

# Gli stadi della prevenzione

Prevenzione	Livello normativo-tecnico	Livello di pianificazione	Livello tecnico-scientifico	Livello informativo
In teoria la prevenzione dovrebbe seguire la redazione delle mappe di rischio, laddove queste esistano; in generale la prevenzione consiste nell'adozione di misure di attenuazione del rischio, consistenti in interventi strutturali e non strutturali, che possono essere inquadrate in 4 livelli	Stabilendo norme per il controllo del dissesto idrogeologico del territorio Stabilendo prescrizioni tecniche relative alla tipologia delle nuove costruzioni, capaci di resistere meglio all'evento	Redigendo piani urbanistici, territoriali, di settore, ecc. compatibili con le mappe di rischio Adottando i piani stralcio di bacino Adottando le misure di salvaguardia Redigendo i programmi di previsione e prevenzione (L. 225/1992 e seguenti) Intervenendo sulle cause della pericolosità con interventi strutturali Realizzando e gestendo sistemi di allertamento	Sviluppando le conoscenze Ricercando soluzioni che rendano apparecchiature e impianti il più sicuri possibile Effettuando studi sui materiali e sulle tecniche più idonei per ridurre il rischio	Educando, formando e informando amministratori pubblici, operatori e popolazioni ad affrontare il rischio nel modo più opportuno e sicuro

(Gisotti, 2012)

Gli interventi strutturali tendono alla riduzione della pericolosità, mentre quelli non strutturali tendono a ridurre l'esposizione.

Gli interventi non strutturali richiedono risorse economiche molto più contenute rispetto a quelli strutturali.

# Che cosa fa parte del DISSESTO IDROGEOLOGICO??

Per **DISSESTO IDROGEOLOGICO** la Commissione De Marchi intendeva l'insieme di «quei processi che vanno dalle erosioni contenute e lente alle forme più consistenti della degradazione superficiale e sottosuperficiale dei versanti, fino alle forme imponenti e gravi delle frane».

Dopo la creazione del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (**GNDICI**) istituito nel **1984** dal Ministro per la ricerca scientifica e tecnologica, con il termine **DISSESTO IDROGEOLOGICO** si intende:

**qualsiasi disordine o situazione di squilibrio che l'acqua produce nel suolo e/o sottosuolo**

**EROSIONE IDRICA DIFFUSA E PROFONDA (FRANE, DGPV...) ARRETRAMENTO DEI LITORALI (O EROSIONE COSTIERA), ALLUVIONI, SUBSIDENZA INDOTTA DALL'UOMO E VALANGHE**

# FATTORI GENERALI E DIFFUSI DEL DISSESTO IDROGEOLOGICO

La **CONOSCENZA** del rischio idrogeologico, cui l'attività umana è esposta, è indispensabile per lo studio integrato delle potenzialità e delle limitazioni d'uso del territorio.

Vari Autori hanno cercato di realizzare un modello di valutazione qualitativa e quantitativa di questo fenomeno, basandosi su 1 o più fattori che ne sono all'origine:

- Condizioni geolitologiche e connesse condizioni idrogeologiche;
- Caratteristiche pedologiche (tessitura del suolo, struttura, spessore, permeabilità, contenuto di sostanza organica...);
- Condizioni morfologiche (pendenza, esposizione, quota, lunghezza del versante....);
- Condizioni meteorologiche;
- Condizioni idrologiche;
- Copertura vegetale (specie vegetali, densità della copertura vegetale, tipo di associazione vegetale, tipo di coltura, tecniche colturali...)
- Interventi diretti dell'uomo, tra cui anche le tecniche sistematorie (grandi opere localizzate, opere minori diffuse sul territorio...)

# FATTORI GENERALI E DIFFUSI DEL DISSESTO IDROGEOLOGICO

FATTORI NATURALI  
FATTORI ANTROPICI

1. Regime delle piogge
2. Componenti geologica e geomorfologica
3. Opere umane

# I fattori naturali del dissesto

1. Il comportamento delle rocce in rapporto al clima

2. Il ruolo dell'acclività

3. Il ruolo degli eventi meteoclimatici nell'origine dei dissesti

# 1. Il comportamento delle rocce in rapporto al clima

In Italia, le catene Alpina e Appenninica sono ancora in fase di sollevamento, sono «giovani». Su di esse l'erosione si esplica intensamente, favorita dalla natura geologica.

E' possibile suddividere le rocce in 4 macro gruppi:

- Rocce a base prevalentemente argillosa;
- Rocce arenarie silicee;
- Rocce cristalline;
- Rocce calcaree-calcareo dolomitiche.

In clima mediterraneo, l'argilla sotto le piogge prolungate si rigonfia, perde consistenza, cola lungo i pendii. Durante le aride estati, con l'evaporazione, si riduce di volume e secca, crepacciandosi. Le argille così appesantite e scompaginate, sono soggette a intensi fenomeni erosivi, gli ultimi stadi dei quali sono costituiti da calanchi e dalle frane tra cui le colate di detrito.

In Italia i terreni argillosi ricoprono circa il 13% del territorio e sono ubicati nelle colline (Gisotti, 2012). Sui terreni argillosi, poco permeabili, si possono instaurare fenomeni di ruscellamento importanti con conseguenti piene impetuose ed improvvise.

# 1. Il comportamento delle rocce in rapporto al clima

- **Rocce arenarie silicee**

Le alternanze più o meno fitte di strati di arenarie silicee con marne o argille, quello che noi chiamiamo «flysch», sono rocce caratterizzate da caratteristiche geotecniche medie che possono dar luogo a frane di crollo e/o scivolamento.

- **Rocce cristalline**

Le rocce eruttive e metamorfiche sono dotate in genere di buone o ottime caratteristiche geomeccaniche con bassa erodibilità e scarsa predisposizione al dissesto (es. graniti sardi).

La situazione peggiora in caso di rocce metamorfiche scistose (micascisti, filladi...) dove si possono generare frane di scivolamento in corrispondenza dei più marcati piani di scistosità.

- **Rocce carbonatiche**

Le rocce carbonatiche anche se più o meno fratturate e/o carsificabili rappresentano pur sempre l'insieme delle rocce più resistenti all'opera disgregatrice della natura e le sole ospitanti una ricca circolazione idrica sotterranea.

- **Rocce evaporitiche**

## 2. Il ruolo dell'acclività

Verrà trattato separatamente



### 3. Il ruolo degli eventi meteoclimatici nell'origine dei dissesti

Le piogge rappresentano la principale causa di alcuni importanti pericoli geologici di origine esogena: erosione, inondazione, frana.

Lo studio delle precipitazioni ai fini del dissesto idrogeologico non si basa su **QUANTO** piove mediamente nell'arco di una annualità, ma su **COME** piove.

Le [curve segnalatrici di probabilità pluviometrica](#) ci permettono di calcolare la frequenza da attribuire a ciascun evento (**lo vedremo in seguito**).

L'acqua a seguito di piogge intense può dar luogo ad importanti fenomeni erosivi e a pericoli di inondazione. Quest'ultima può essere mitigata attraverso la **CONOSCENZA**, nei diversi bacini, della risposta dei corsi d'acqua agli eventi meteorologici.

In Italia, e nell'area mediterranea, la precipitazione media annua tende ad essere sostanzialmente costante, il numero di giorni piovosi tende a diminuire, ma gli eventi piovosi diventano più intensi e concentrati in intervalli temporali più brevi.

Es. Evento alluvionale Valcanale, 2003

# I fattori antropici dei dissesti

1. Rilevanti trasformazioni del territorio, concentrate o sparse e loro conseguenze

2. Effetti indotti dalle infrastrutture e dagli insediamenti sul regime idraulico e idrogeologico

2.1. Gli effetti degli interventi antropici nelle fasce costiere

2.2. L'attività estrattiva

3. Effetti indotti dalle modifiche dirette del regime idraulico

4. Effetti indotti dall'abbandono delle opere di stabilizzazione dei pendii, dalle tecniche agricole improprie e dalle modifiche della copertura vegetale

5. Effetti degli incendi della vegetazione

# 1. Rilevanti trasformazioni del territorio, concentrate o sparse e loro conseguenze

Solitamente i dissesti sono determinati da cause naturali, ma possono essere anche accelerati, se non provocati da interventi errati realizzati dall'uomo sul territorio.

Alcuni esempi:

- 1) Costruzione di insediamenti e infrastrutture senza tener conto delle reali condizioni idrologiche, idrauliche, geomorfologiche (es. di Rigopiano, <https://www.tgmax.it/mario-tozzi-lhotel-di-rigopiano-stava-nel-posto-sbagliato/>), geotecniche, ambientali ....
- 2) Irrigidimento del sistema idrografico che è un dei maggiori responsabili delle inondazioni;
- 3) Ricorso massiccio alla meccanizzazione agricola in terreni che per pendenza eccessiva e caratteristiche pedologiche non si prestano a tali lavorazioni che forzosamente sono profonde, in direzione della massima pendenza e provocano effetti di erosione accelerata e frane;
- 4) Abbandono di terreni agricoli collinari e montani;
- 5) Disboscamento o eliminazione delle associazioni vegetali spontanee e in generale distruzione della copertura vegetale efficace per la protezione del suolo.



## 2. Effetti indotti dalle infrastrutture e dagli insediamenti sul regime idraulico e idrogeologico

Qualsiasi intervento destinato a mutare le caratteristiche naturali del terreno può provocare effetti più o meno palesi sui meccanismi di formazione delle piene.

Un ruolo importante in questo lo gioca il **TEMPO DI CORRIVAZIONE**, cioè il tempo che le acque di afflusso meteorico impiegano per raggiungere una data sezione fluviale, che sottende un bacino idrografico, partendo dai punti più lontani dello stesso.

**MINORE è il tempo di corrivazione, MAGGIORE è la probabilità che si formino delle onde di piena.**

Il tempo di corrivazione a sua volta è funzione del **COEFFICIENTE DI DEFLUSSO** che è dato dal rapporto tra l'altezza di deflusso (volume delle acque che scorrono sulla superficie del terreno) e l'altezza di afflusso (volume delle precipitazioni) riferiti ad un dato intervallo di tempo e a una superficie unitaria.

Il coefficiente di deflusso è **sempre <1**.

Quanto citato va tenuto in debito conto in caso di progetti per infrastrutture, centri abitati, zone industriali....cioè quando si parla di PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

Una delle prime conseguenze dell'urbanizzazione è la **MODIFICA DELLA PERMEABILITA'** dello strato superficiale del suolo, cioè l'**impermeabilizzazione** dovuta alla crescente urbanizzazione **fa aumentare il valore del deflusso superficiale e fa diminuire l'infiltrazione.** Poiché le pavimentazioni e le coperture hanno in genere minore scabrezza del terreno naturale, il moto dell'acqua di pioggia risulta facilitato e cospicue masse d'acqua possono muoversi con notevole velocità da un punto all'alto, ma soprattutto in maniera del tutto diversa da quanto avveniva sul terreno prima della realizzazione di siffatte opere. Tutto ciò porta a maggiori probabilità di piene elevate ma soprattutto improvvise.

Esempi possono essere rappresentati dalla presenza di strade e ferrovie, delle reti fognanti «bianche» che, se pur correttamente dimensionate, recapitano cospicue portate in tratti fluviali che naturalmente sarebbero interessati da apporti ben più modesti.

Altra possibile causa di dissesto è inoltre rappresentata dal **DISBOSCAMENTO** che crea così le condizioni favorevoli per un'erosione accelerata.

<https://www.ilfattoquotidiano.it/2020/10/06/genova-sono-passati-cinquantanni-dalla-peggiore-alluvione-del-ventesimo-secolo/5955265/>



## 2.1. GLI EFFETTI DEGLI INTERVENTI ANTROPICI NELLE FASCE COSTIERE

Una delle aree costiere più fragili è rappresentata dalle spiagge e dai retrostanti sistemi di dune litoranee o recenti (ove presenti), subparallele alla linea di riva. Il litorale italiano, soprattutto negli ultimi decenni, è stato sfruttato a scopo turistico: stabilimenti balneari, seconde case, alberghi.....porti turistici... Gli effetti più evidenti dell'antropizzazione sono:

- 1) Arretramento delle spiagge e dei cordoni dunari dovuti al diminuito apporto solido fluviale;
- 2) Demolizione del sistema di dune litoranee, che risulta essere un processo praticamente irreversibile



## 2.2. L'ATTIVITA' ESTRATTIVA

Sono state frequenti le conseguenze negative delle eccessive ed incontrollate estrazioni di inerti dagli alvei fluviali, quando hanno alterato il «profilo d'equilibrio» dei corsi d'acqua.



### 3. Effetti indotti dalle modifiche dirette del regime idraulico

La costruzione di opere di captazione e di utilizzo delle acque avviene generalmente dopo che sono stati presi in considerazione e attentamente esaminati tutti gli effetti collaterali che le opere stesse possono determinare, direttamente o indirettamente sul regime delle acque di superficie o sotterranee.

Ciò nonostante, ancora oggi, si assiste a numerosi interventi che palesemente rappresentano una vera e propria violazione del regime delle acque.

Alcuni di questi sono:

- LAGHETTI COLLINARI
- SERBATOI (laghi artificiali)
- TRAVERSE FLUVIALI
- OPERE DI PRESA
- OPERE DI RESTITUZIONE
- GRANDI TRASPORTI D'ACQUA
- INTERVENTI SULLE ACQUE SOTTERRANEE
- IRRIGIDIMENTO DEL SISTEMA IDROGRAFICO

## LAGHETTI COLLINARI

Sono quei piccoli serbatoi della capacità utile di poche migliaia o poche decine di migliaia di m<sup>3</sup>, realizzati nelle zone collinari al fine di raccogliere acqua per uso irriguo e/o zootecnico.

I laghetti esercitano un benefico effetto nel ritardare la formazione del deflusso superficiale e nel rallentare la corrente fino a quando non si interrano....

## SERBATOI (laghi artificiali)

Sono qualitativamente analoghi ai laghetti collinari, ma di dimensioni ben più rilevanti.

Questi serbatoi sono realizzati con dighe di sbarramento; la fase di realizzazione della diga vede una prima modifica dei deflussi naturali. La «restituzione» dell'acqua deviata nell'alveo originale comporta l'immissione di una portata cospicua, concentrata, in un breve tratto dell'alveo stesso. Di conseguenza, si riscontrano modifiche, anche rilevanti, sulle modalità di trasporto solido e sulla stabilità delle sponde. Molti serbatoi italiani costruiti negli anni venti sono ormai interrati....

I serbatoi sono dotati di scarichi di fondo che permettono il parziale sghiaimento dell'opera....con conseguenze non sempre positive per chi sta a valle....

## TRAVERSE FLUVIALI

Vengono realizzate per mantenere il livello dell'acqua costante in modo da renderne possibile l'utilizzo. Hanno una funzione diversa da quelle destinate alla «correzione dei torrenti» dal punto di vista della pendenza. La traversa provoca un rallentamento della corrente e quindi un progressivo interrimento delle zone di alveo a monte. A lungo andare vi è ovviamente un pericolo di inondazione a causa del ridotto volume di immagazzinamento per l'acqua. La traversa può essere anche «mobile», si parla allora di **PARATOIE**. La diminuita capacità di trasporto solido conseguente alla costruzione delle traverse fluviali si manifesta alla fine anche nelle zone di foce ove diminuisce la formazione delle barre e il mare non ha più la capacità di ripartire sulle spiagge il poco materiale solido recapitato dai fiumi. Si ha pertanto un mancato ripascimento dei litorali.

A monte delle dighe e/o delle traverse, appositi manufatti consentono di prelevare le portate volute nelle più opportune condizioni evitando soprattutto l'ingresso di materiale solido.

## OPERE DI RESTITUZIONE

Usi «non di consumo» come quello idroelettrico, obbligano a realizzare particolari manufatti attraverso i quali reimmettere l'acqua in alveo. La corrente reimpressa, priva di materiale solido, esercita un'azione erosiva forte che può provocare problemi di instabilità delle sponde. Inoltre, l'acqua immessa ha caratteristiche diverse di temperatura rispetto a quella originale.



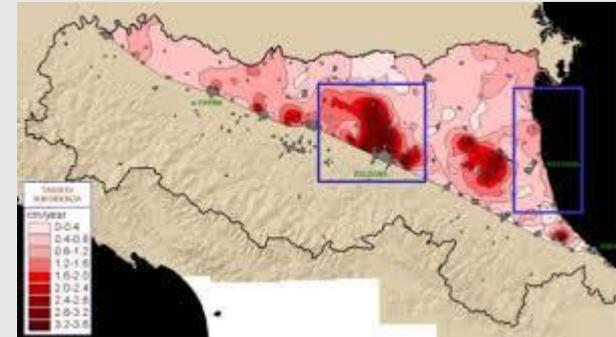
## OPERE DI PRESA

## GRANDI TRASPORTI D'ACQUA

Per trasportare grandi masse d'acqua da una località ad un'altra, sono necessarie opere quali canali o condotte realizzate in galleria o a cielo aperto. Lo scavo di gallerie può talora avere ripercussioni sull'andamento delle falde che possono abbassarsi creando non pochi problemi alle coltivazioni. Il franco di coltivazione può infatti abbassarsi facendo scomparire alcune specie vegetali specifiche.

## INTERVENTI SULLE ACQUE SOTTERRANEE

Innumerevoli possono essere gli effetti sulle acque sotterranee e sul territorio. Uno di questi, spesso sottovalutato, dovuto all'eccessivo prelievo delle acque, porta alla variazione dei livelli idrici nel sottosuolo e alla **subsidenza dei territori**. Un tipico esempio è dato dalla zona della Pianura Padana.



## IRRIGIDIMENTO DEL SISTEMA IDROGRAFICO

Il sistema idrografico italiano è quello di un paese geologicamente giovane dove i corsi d'acqua non hanno raggiunto (se non in alcuni casi) lo stadio di maturità. Spesso hanno un carattere torrentizio e avrebbero bisogno di elasticità di regolazione mediante varici naturali che permettano di regolare le piene. **Aree di laminazione delle piene.**



## 4. Effetti indotti dall'abbandono delle opere di stabilizzazione dei pendii, dalle tecniche agricole improprie e dalle modifiche della copertura vegetale

### 4.1. Abbandono delle opere di stabilizzazione dei pendii

In Italia il rapporto uomo-territorio è sempre stato caratterizzato da un'ampia utilizzazione del suolo sino alla coltivazione delle *TERRE MARGINALI*, cioè di quei terreni sfavoriti da un punto di vista fisico. Dai primi del 1900 in poi vi fu la «fame di terre da coltivare» a causa del boom demografico e del conseguente crescente fabbisogno di derrate alimentari. Dagli anni 50 in poi, a causa della bassissima redditività di queste aree e in presenza di un'agricoltura caratterizzata dalla conduzione arretrata delle terre, si verificò un forte richiamo della forza lavoro esercitato dalle attività industriali e terziarie.

Si verificò pertanto un esodo rurale con il conseguente abbandono delle terre acclivi di collina e di bassa montagna. Le opere di presidio contro l'erosione create in secoli di esperienza, quali muretti di sostegno, terrazzamenti, gradonamenti, canalizzazioni delle acque selvagge (cioè le sistemazioni idraulico-agrarie) sono state bruscamente abbandonate a se stesse e sono andate via via degradando.

### 4.2. Errata lavorazione dei terreni acclivi con mezzi attuali

L'avvento del trattore ha sconvolto gli equilibri naturali. Il vomere trainato dai cavalli arava fino ad una profondità di 15cm, quello trainato da un trattore ara fino ad una profondità di 55-60cm. Durante l'aratura, il vomere taglia orizzontalmente la fetta di terra esercitando una pressione sul sottosuolo che crea sotto lo strato di terra lavorato una pellicola a bassa permeabilità chiamata **SOLETTA DI LAVORAZIONE**. In corrispondenza di questa si crea un ristagno d'acqua che favorisce lo scivolamento dello strato sovrastante.

### 4.3. Il disboscamento come causa di dissesto idrogeologico

Il disboscamento provoca l'incremento dell'erosione del suolo e del sottosuolo, ma anche le valanghe e le alluvioni queste ultime determinate dal rapido aumento del deflusso superficiale derivante dall'eliminazione della copertura vegetale. Solo il bosco d'alto fusto adulto e denso rappresenta il tipo di «governo» efficace nei riguardi della difesa del suolo.

### 4.4. La distruzione della cotica erbosa

Il dissesto idrogeologico porta alla distruzione della praterie e dei pascoli con eccessi di pascolamento (**OVERGRAZING**). I meccanismi che concorrono a rendere efficace la difesa del suolo da parte della cotica sono:

Attività biologica specifica dell'associazione erbacea, aggrappamento e trattenuta del suolo da parte delle radici, aumento della porosità e permeabilità istantanea, intercettazione delle piogge, riduzione della velocità di scorrimento, traspirazione dell'acqua.

Anche la **copertura morta** ha un ruolo notevole per la protezione meccanica all'erosione che offre.

# Il bosco: sistema integrato vegetazione-suolo

**Azione regimante del bosco: intercettazione + azione frenante degli organi aerei della vegetazione**

E' la sua capacità di ridurre la portata massime di piena nei corsi d'acqua. Gli strati di vegetazione da cui è formato un bosco (strato arboreo, strato arbustivo, strato erbaceo) intervengono nel limitare e rallentare lo scorrimento superficiale **intercettando** le precipitazioni attraverso l'apparato fogliare e **riducendo la velocità delle gocce di acqua** che li attraversano.

## L'intercettazione

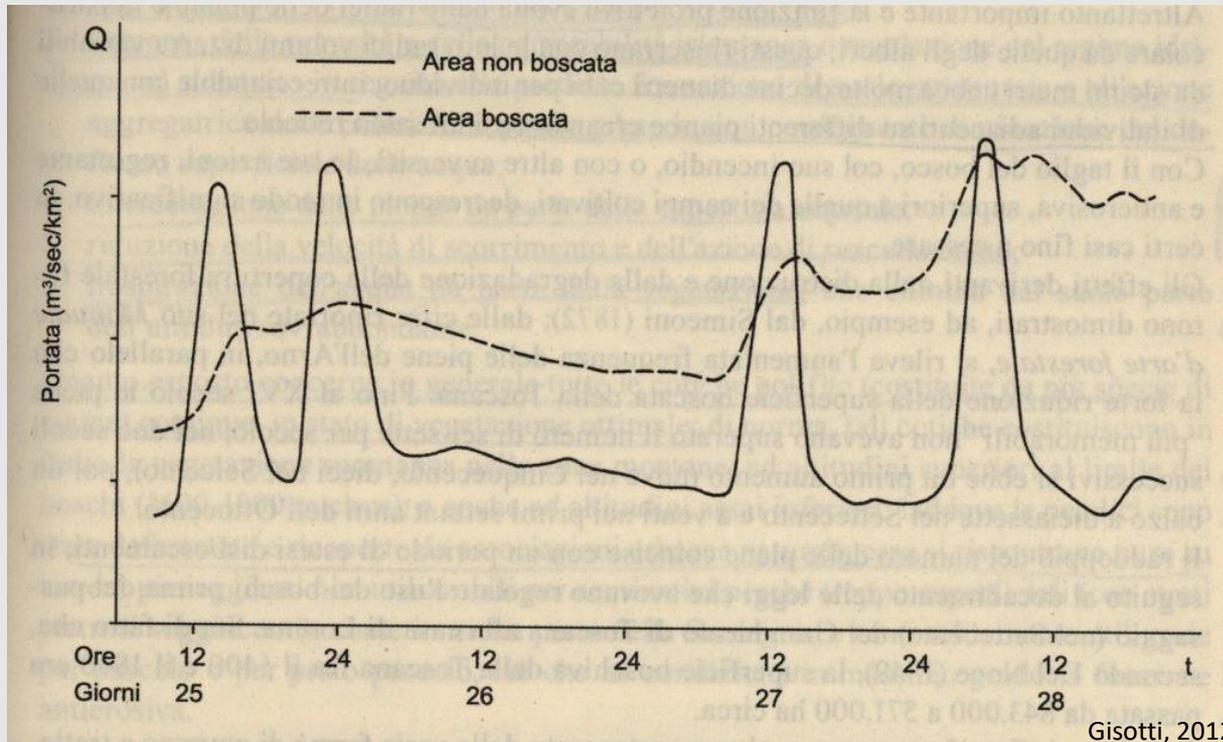
E' il fenomeno per cui l'acqua di pioggia viene trattenuta dalle foglie o scorre lungo i rami e/o i fusti delle piante, per poi ritornare per EVAPOTRASPIRAZIONE all'atmosfera. L'entità dell'intercettazione dipende dall'altezza della pioggia (durata ed intensità) e dai parametri del bosco quali densità della massa fogliare, specie arborea, età e statura delle piante, interventi culturali effettuati. A livello annuale, il **10-15%** di pioggia viene intercettato per boschi costituiti da specie che perdono le foglie nel periodo di massima piovosità fino a massimi di **30-40%** per boschi sempreverdi. Nel caso di singoli eventi eccezionali, l'intercettazione può anche essere trascurabile.

## L'azione frenante degli organi aerei della vegetazione

Ha il potere di ridurre la velocità e quindi la forza viva delle gocce di pioggia impedendo così che la maggior parte di esse percuota direttamente e violentemente la superficie del suolo moderando le punte delle piene e contenendo l'erosione del suolo.

La ritardata confluenza dei rivoli d'acqua in rigagnoli fa sì che i tempi di corrivazione si prolunghino facendo aumentare l'infiltrazione e diminuire il deflusso.

# L'azione di «DECAPITAZIONE» del bosco



L'azione regimante del bosco in occasione di piogge temporalesche. Idrogrammi inerenti 2 corsi d'acqua di uno stesso bacino parzialmente boscato. Evidente azione di decapitazione dei picchi di piena svolta dal bosco.

Bacini <8000 km<sup>2</sup> alta incidenza del bosco

8000 km<sup>2</sup> < Bacini < 40000 km<sup>2</sup> minore dipendenza dal bosco e maggiore dipendenza dall' altezze di precipitazione e dalla sua durata.

## 5. Effetti degli incendi della vegetazione

La riduzione della copertura vegetale comporta una notevole diminuzione della protezione del suolo nei confronti del dissesto idrogeologico come sistema integrato vegetazione-suolo-roccia. Il FUOCO è quindi un evidente fattore di degradazione del suolo contribuendo ad **incrementare la compattezza del terreno, ridurre l'aliquota di acqua che si infiltra ed incrementare il deflusso superficiale.**

Gli effetti di un incendio si estrinsecano nell'immediato (bruciatura della vegetazione) e nel lungo periodo (diminuzione della capacità di infiltrazione, alterazione delle caratteristiche chimiche...)

Gli effetti del fuoco, comunque dipendono da una serie di fattori:

**Intensità, periodo, tempo di ritorno, stato fenologico della vegetazione, velocità di propagazione, tempo di residenza, stato idrico del terreno**

Essi governano la trasmissione del calore all'interno del suolo. La velocità di propagazione può variare da pochi metri per settimana (nel caso degli incendi sotterranei che consumano torba) a 5-6 km/h negli incendi di chioma di estrema violenza fino a circa 20 km/h per incendi di pascolo. La velocità condiziona fortemente gli effetti sulla vegetazione ed il passaggio dell'onda termica al di sotto della superficie del terreno.

Gli effetti del fuoco già a circa 5-8 cm al di sotto del piano campagna, possono apparire contenuti. Con l'aumento della profondità, il rialzo termico è molto attenuato, lento e sfasato temporalmente rispetto all'onda di calore, fino ad attenuarsi del tutto oltre i 30 cm di profondità, quindi a livello dell'apparato radicale di numerose specie arboree.

**Tabella 3.1. Erosione del suolo misurata in diverse parcelle**

	Parcelle	Erosione (g/m <sup>2</sup> /anno)
A	Parcelle ricoperta da vegetazione originaria	3
B	Parcelle percorsa da fuoco leggero	14
C	Parcelle percorsa da fuoco forte	148
D	Parcelle con vegetazione tagliata	9