

Definizione di alluvione, esondazione, inondazione, frane

Dia 1

Titolo

Dia 2

Filmato: Fiume Po – Alluvione in Polesine dell'ottobre 2000 - Pontelagoscuro (Ferrara)

Dia 3

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.

Dia 4

RISCHIO METEO-IDROGEOLOGICO ED IDRAULICO

Durante le piene, gli alberi e i cespugli possono ostacolare il deflusso dell'acqua, creando degli accumuli di detriti, aumento del livello di piena per l'ingombro quindi il rischio di esondazione. Nell'immagine la rottura dell'argine del fiume Senio (Romagna - Maggio 2023) e la presenza di vegetazione che rallenta il deflusso delle acque nell'alveo del fiume.

Dia 5

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).

Dia 6

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. Con rischio alto si intendono le aree allagabili in seguito a eventi alluvionali con tempi di ritorno compresi tra i 20 e i 50 anni. Mentre gli scenari di medio rischio hanno tempi di ritorno tra i 100 e i 200 anni, e quelli di rischio basso superiori a quest'ultima soglia.

Dia 7

Definizione di regione fluviale

Porzione di 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.

Il termine "regione fluviale" si riferisce a una zona geografica caratterizzata dalla presenza di fiumi, fiumare, corsi d'acqua e dalle influenze che questi hanno sull'ambiente circostante. Questa definizione può variare in base al contesto specifico in cui viene utilizzata, ma in generale, una regione fluviale è legata all'idrografia del luogo.

La caratteristica principale di una regione fluviale è la presenza di fiumi, torrenti o altri corsi d'acqua significativi. Questi possono avere dimensioni e caratteristiche diverse. La presenza dei fiumi influenza il paesaggio e l'ecosistema circostante. Può dare origine a valli fluviali, pianure alluvionali e altre formazioni geografiche legate all'azione dell'acqua.

Il concetto di "regione fluviale" può essere utilizzato in diversi contesti e discipline, comprese la geografia, l'idrologia, l'ecologia e la pianificazione del territorio. La definizione specifica può variare in base alle necessità della disciplina coinvolta.

Dia 8

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)

“L'alveo inciso" o "alveo attivo" in un contesto fluviale si riferisce alla parte del corso d'acqua che è attualmente occupata dal flusso d'acqua. Questa zona è soggetta a cambiamenti stagionali e può variare in termini di larghezza, profondità e forma a seconda delle condizioni idrologiche e delle attività fluviali.

Dia 9

Le golene sono le zone a lato dei fiumi che, in condizioni normali, sono asciutte e utilizzate per l'agricoltura, ma che possono essere allagate in caso di piene. Esse sono costituite da territori compresi tra un argine golenale o un argine maestro e l'alveo inciso.

Esistono due tipi di golene: golene aperte e golene chiuse.

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

Golena aperta: La golena aperta è caratterizzata da una continuità con il fiume, senza barriere fisiche, come argini o arginelle golenali, tra la golena stessa e il fiume. In caso di piena, l'acqua invade la golena, senza incontrare barriere, e si distribuisce liberamente nella zona, creando un ambiente allagato temporaneo.

Questo tipo di golena è importante per la mitigazione del rischio di inondazioni, poiché offre spazio all'acqua per diffondersi e ridurre la velocità del flusso e ridurre l'altezza del picco della piena.

La golena chiusa, al contrario, è delimitata da argini o arginelle golenali che impediscono all'acqua di invadere la zona in caso di morbida o di piena media. Questa zona è comunque soggetta all'invasione dell'acqua, ma solo in modo limitato e controllato. La golena chiusa viene prevalentemente utilizzata per l'agricoltura, ma richiede un sistema di gestione e di manutenzione per prevenire eventuali problemi di erosione del suolo e per garantire il corretto deflusso delle acque superficiali.

Entrambe le tipologie di golena possono essere importanti per la mitigazione del rischio di inondazioni, ma devono essere gestite in modo adeguato in base alle condizioni locali e alle esigenze della comunità.

Dia 10

Golena naturale

La golena naturale è la 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 (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico), non delimitata da arginature e costituente parte dell'alveo di piena, soggetta a inondazione per portate di piena con ricorrenza superiore a quella ordinaria.

La golena naturale è una zona a lato dei fiumi che, in condizioni normali, è asciutta e utilizzata prevalentemente per l'agricoltura, ma che può essere allagata durante le piene.

La principale caratteristica della golena naturale è la sua conformazione, che si è sviluppata nel corso del tempo in modo naturale, senza interventi umani significativi.

La golena naturale si sviluppa lungo i fiumi dove il terreno è relativamente piatto e la vegetazione può crescere abbondantemente.

Durante le piene, l'acqua invade la golena, senza incontrare barriere, e si distribuisce liberamente nella zona, creando un ambiente allagato temporaneamente allagato.

Questo tipo di golena è importante per la mitigazione del rischio di inondazioni, poiché offre spazio all'acqua per diffondersi e ridurre la velocità del flusso.

Le golene naturali sono spesso caratterizzate dalla presenza di una vasta gamma di specie animali e vegetali, che hanno adattato il loro ciclo di vita alle condizioni di allagamento periodico.

Le golene naturali possono essere minacciate da interventi umani, come la costruzione di argini, la canalizzazione dei fiumi, la rimozione della vegetazione e l'urbanizzazione. Questi interventi possono alterare il corretto funzionamento dell'ecosistema fluviale e ridurre la capacità di mitigazione del rischio di inondazioni offerta dalle golene naturali.

La golena naturale può essere definita anche come golena aperta.

Dia 11

Schema e definizione delle fasce A, B e C.

La fascia A è costituita dall'alveo del fiume.

La "fascia B" è una zona di rispetto idraulico prevista dal Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) che si estende lungo i corsi d'acqua e che deve essere mantenuta libera da costruzioni e attività che possano interferire con il corretto deflusso delle acque durante le piene.

La fascia B comprende generalmente sia la golena aperta o naturale che la golena chiusa, ovvero le zone a lato dei fiumi che possono essere allagate in caso di piene.

La fascia B è sottoposta a diverse limitazioni in termini di utilizzo del suolo e di interventi edilizi, a seconda delle norme regionali e locali.

In genere, nella fascia B è vietata la costruzione di edifici e infrastrutture, ad eccezione di quelle strettamente necessarie alla gestione delle acque, come ad esempio le opere di difesa idraulica, le opere di regolazione del flusso o le centraline idroelettriche.

Anche le attività agricole e la presenza di animali possono essere soggette a limitazioni per evitare che la loro attività interferisca con la funzionalità idraulica della fascia B.

La fascia C è costituita dal piano di campagna difeso dall'argine maestro; solitamente fortemente antropizzata.

Dia 12

La soglia di fondo di un corso d'acqua è un termine utilizzato per indicare il punto in cui il letto del fiume si restringe e si solleva, creando un ostacolo al deflusso dell'acqua. La soglia di fondo è costituita da rocce, massi o sedimenti accumulati nel corso del tempo dallo stesso fiume o da eventuali affluenti.

La presenza di una soglia di fondo può causare un aumento della velocità dell'acqua, creando una zona di maggiore turbolenza, e può influire sulla morfologia del fiume. La soglia di fondo può inoltre impedire il deflusso dell'acqua durante le piene, causando il suo accumulo a monte e aumentando il rischio di inondazioni.

Le soglie di fondo possono essere naturali o artificiali.

In alcuni casi, le soglie di fondo naturali possono essere mantenute e preservate per la loro importanza ambientale e per la creazione di habitat per la fauna ittica.

In altri casi, le soglie di fondo possono essere considerate un ostacolo alla regolare circolazione delle acque e, in caso di necessità, possono essere rimosse o modificate attraverso interventi di ingegneria naturalistica o di regimazione del corso d'acqua.

Dia 13

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.

La piena di un fiume si verifica quando il livello dell'acqua nel corso d'acqua aumenta significativamente rispetto al normale, a causa di una maggiore quantità di acqua che fluisce nel fiume rispetto alla capacità del letto del fiume di trasportarla.

Le piene possono essere causate da molteplici fattori, come precipitazioni intense, scioglimento della neve, innalzamento del livello del mare, erosione del suolo o eventi naturali estremi, come uragani e tifoni.

Le piene possono avere effetti significativi sull'ambiente e sulle attività umane.

In caso di piene estreme, le acque possono fuoriuscire dal loro alveo, causando inondazioni che possono distruggere abitazioni, infrastrutture e colture, e mettere a rischio la vita delle persone.

Inoltre, le piene possono causare danni alla fauna ittica e alla flora ripariale, modificare la morfologia del fiume e alterare la qualità dell'acqua.

Per prevenire i danni causati dalle piene, sono state sviluppate diverse strategie di gestione idraulica, come la costruzione di argini, dighe e bacini di laminazione, la gestione delle golene e la creazione di sistemi di allerta precoce.

Piense del Po significative nell'ultimo 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.

Dià 14

Definizione di alluvione.

L'alluvione è un evento naturale che si verifica quando un fiume esonda e inonda una vasta area di territorio circostante, depositando detriti e sedimenti.

L'alluvione può essere causata da una combinazione di diversi fattori, tra i quali precipitazioni intense, scioglimento della neve, tifoni, cicloni tropicali o maree di tempesta. Le alluvioni sono eventi naturali che possono causare danni significativi all'ambiente e alle attività umane. Possono distruggere case, infrastrutture, colture e causare la perdita di vite umane e di animali. Gli effetti dell'alluvione possono durare a lungo termine, influenzando l'ecosistema fluviale e la qualità dell'acqua.

Il termine Alluvione indica tutti i danni prodotti da un evento di piena di un corso d'acqua con l'allagamento temporaneo di una zona **con trasporto o 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. L'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").

Per prevenire i danni causati dalle esondazioni e dalle alluvioni, sono state sviluppate diverse strategie di gestione del rischio, come la costruzione di dighe, la creazione di bacini di laminazione e la gestione delle golene.

Dià 15

Filmato: Alluvione a Vernazza (5 terre) – 2011

Dia 16

Fotografie con depositi alluvionali dopo un evento in via Roma a Monterosso (La Spezia)

Dia 17

Definizione di 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.**

L'esondazione si verifica quando il livello dell'acqua di un corso d'acqua supera la capacità di contenimento del suo alveo, causando la fuoriuscita dell'acqua al di fuori del suo corso naturale e la conseguente inondazione delle aree circostanti. L'esondazione può essere causata da una pioggia intensa e prolungata, da una fusione rapida di neve o da un evento di alta marea.

Per prevenire i danni causati dalle esondazioni sono state sviluppate diverse strategie di gestione del rischio, come la costruzione di dighe, la creazione di bacini di laminazione e la gestione delle golene. Inoltre, sono stati sviluppati sistemi di allerta precoce e di gestione delle emergenze per mitigare i danni causati dalle piene improvvise.

Dia 18

Filmato: Esondazione a San Benedetto Po

Dia 19 e 20

Definizione di inondazione

L'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.
- ✓ 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.**

Dia 21

Fotografia: Inondazione in provincia di Modena – Novembre 2019

Dia 22

La laminazione di un'onda di piena di un corso d'acqua è un processo di attenuazione dell'onda di piena attraverso la costruzione di strutture o la gestione del territorio per ridurre la velocità e l'altezza dell'onda di piena e mitigare i danni causati dalle inondazioni.

Le onde di piena si verificano quando il livello della piena in un corso d'acqua supera la sua capacità di contenimento, causando un aumento della velocità e dell'altezza dell'acqua. La laminazione si propone di ridurre l'impatto dell'onda di piena sulle aree circostanti e sulle infrastrutture, creando degli ostacoli al suo avanzamento, oppure deviando temporaneamente l'acqua in aree di laminazione predisposte a ricevere l'acqua in eccesso.

Le tecniche di laminazione includono la costruzione di dighe di laminazione, bacini di laminazione, canali di deflusso, le opere di rimboschimento o la creazione di aree di allagamento controllato. Queste strutture permettono di ridurre la velocità dell'onda di piena e di distribuire l'acqua in eccesso in modo controllato, evitando che essa raggiunga velocemente le zone adiacenti e causi danni alle infrastrutture e alle persone.

Dia 23

Corsi d'acqua regimati e non regimati

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.

Vengono definiti fiumi non regimati i fiumi che non hanno argini a protezione delle aree esondabili.

Dia 24

Foto con aree inondate

Dia 25

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

Dia 26

Filmato di un'area inondata. Questo è l'aspetto di un'area allagata da un fiume non regimato. Si tratta del fiume Buna che esce dal lago di Scutari in Albania e si fonde con il fiume Drin prima di arrivare al mare Adriatico.

Dia 27

In genere, il livello dell'acqua durante l'esondazione di un fiume non regimato, è relativamente basso ma interessa aree molto vaste. Nella foto si tratta sempre dell'esondazione del fiume Buna nella piana di Scutari in Albania.

Dia 28 e 29

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

Dai 30

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

Dia 31

Foto aerea di un fiume regimato protetto da argini (fiume Po).

Dia 32

Foto di un tratto di **Argine lungo il fiume Po** (Fiume regimato)

Dia 33

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

Nella foto, a Ferrara, è stato innalzato il ponte ferroviario sul fiume Po durante la piena dell'ottobre 2000.

Dia 34

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. Nella foto: Piacenza - Piena del 17 ottobre 2000 – Ponte ferroviario.

Dia 35

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.

Dia 36

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 fino a questa altitudine. Lo zero termico estivo sulle Alpi raggiunge mediamente i 3500 metri. Significa che fino a 3500 metri può piovere invece di nevicare.

Dia 37

Tempi di corrivazione

Grafico con i tempi di corrivazione di un'onda di piena.

I "tempi di corrivazione" si riferiscono al periodo di tempo necessario affinché l'acqua di una piena si sposti da un punto A ad un punto B lungo un corso d'acqua o attraverso una determinata area. Questo concetto è importante per comprendere la dinamica degli eventi di piena e per la gestione delle risorse idriche. I tempi

di corrivazione possono variare notevolmente in base alle caratteristiche del bacino idrografico, al terreno e ad altri fattori. Alcuni punti chiave includono:

- ✓ Dimensioni del Bacino Idrografico: Bacini idrografici più grandi richiedono generalmente più tempo per il deflusso delle acque di piena rispetto a quelli più piccoli. Questo perché l'acqua deve percorrere una maggiore distanza attraverso la rete idrografica.
- ✓ Geografia del Terreno: La pendenza del terreno influisce sui tempi di corrivazione. In terreni più scoscesi, l'acqua può scorrere più rapidamente rispetto a terreni più pianeggianti.
- ✓ Caratteristiche del Suolo: La permeabilità del suolo è un fattore importante. I suoli con elevata permeabilità consentono all'acqua di infiltrarsi più velocemente, mentre suoli impermeabili o saturi d'acqua possono aumentare i tempi di corrivazione.
- ✓ Vegetazione: La presenza di vegetazione può influenzare i tempi di corrivazione. Le radici delle piante possono contribuire a trattenere l'acqua nel terreno, rallentando il deflusso.
- ✓ Condizioni Meteorologiche: Le precipitazioni, la loro intensità e la durata sono fattori critici. Piogge intense su un terreno già saturato possono portare a tempi di corrivazione più brevi.
- ✓ Utilizzo del Suolo: L'urbanizzazione e l'utilizzo del suolo possono influenzare i tempi di corrivazione. Superfici impermeabili, come strade e parcheggi, possono accelerare il deflusso, mentre aree verdi permeabili possono ritardarlo.

La conoscenza dei tempi di corrivazione è cruciale per prevedere e gestire eventi di piena, pianificare la costruzione di infrastrutture idrauliche e implementare misure di gestione delle acque. I modelli idrologici vengono spesso utilizzati per stimare i tempi di corrivazione in base alle condizioni specifiche di un determinato bacino idrografico.

Dia 38

Grafico con i tempi di corrivazione del fiume Po durante una piena elaborati da AIPO.

Dia 39

Esempio di gaussiana di un'onda di piena.

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.

L'analisi dell'andamento della gaussiana durante la piena permette di fare previsioni del rischio relativo ad un determinato territorio. Per esempio è possibile prevedere con una relativa certezza se può verificarsi l'esondazione all'arrivo del picco di piena per cui è possibile organizzare l'evacuazione di un centro abitato o la preparazione di sopralzi arginali dove si ritiene necessario.

Dia 40

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 avvengono senza preavviso e **possono causare 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.

Dia 41

Video con alcuni esempi di piene improvvise.

Dia 42

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

Dia 43

Foto satellitare dell'isola di Grenada nelle Indie Occidentali.

Individuazione delle aree inondabili dell'isola durante forti piogge a causa dell'accumulo di acqua nelle aree pianeggianti dovuto alla forte pendenza delle montagne circostanti.

Dia 44

Definizione di 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.

Dia 45

Una frana causata dalle piogge in Emilia Romagna (2023)

Dia 46

Definizione del tipo di frane

Crollo: la roccia in lento movimento si stacca e scivola verso il basso.

Flusso di detriti: rapido flusso discendente di detriti

Colata di fango: flusso verso il basso di particelle fini (fango) e grandi quantità di acqua

Caduta di massi: caduta rapida di pezzi di roccia da un dirupo o da un ripido pendio

Dia 47 e 48

Foto di frane