



# Incidente in un impianto d'accumulazione



Questo dossier di pericolo è parte integrante  
dell'analisi nazionale dei rischi  
«Catastrofi e situazioni d'emergenza in  
Svizzera»

## Definizione

Per impianti d'accumulazione si intendono gli impianti per la ritenzione o l'accumulazione di acqua o fango, così come per la ritenuta di materiale detritico, ghiaccio e neve. Sono considerati impianti d'accumulazione anche i manufatti per la ritenuta a breve termine di acqua (bacini di ritenuta; cfr. legge sugli impianti di accumulazione LImA). Si distingue tra dighe murarie e dighe in materiale sciolto.

In questo contesto, per incidente si intende un evento durante il quale l'impianto non è in grado di ritenere come previsto l'acqua accumulata. Ciò provoca un deflusso incontrollato o un'onda di piena a valle dell'impianto d'accumulazione. A tale proposito si distinguono diversi tipi di eventi: esondazione, tracimazione e cedimento dell'opera. Non è invece considerato un incidente il deflusso sorvegliato di piene naturali, anche in caso di tracimazione controllata.

L'esondazione si verifica quando l'afflusso è superiore alla capacità di deflusso di sfioratori e dispositivi di scarico e quando l'effetto di ritenzione del bacino d'accumulazione è esaurito. La tracimazione può avvenire improvvisamente se una grande quantità d'acqua si riversa nel bacino provocando un'onda, per esempio in seguito a una frana. Se l'impianto d'accumulazione cede, si parla appunto di cedimento.

novembre 2020





## Esempi di eventi

Eventi reali del passato contribuiscono a una migliore comprensione di un pericolo. Illustrano l'origine, il decorso e le conseguenze del pericolo preso in esame.

---

Febbraio 2017 Oroville, California (USA)	Nel febbraio 2017, il livello della diga di Oroville ha raggiunto l'altezza massima dopo alcune settimane di forti piogge. L'acqua eccedente è stata evacuata attraverso lo scaricatore di piena, causando un'erosione del calcestruzzo dello scivolo. Per questo motivo è stato messo in funzione lo sfioratore d'emergenza sul coronamento della diga. Quest'ultimo non ha però retto alle masse d'acqua con una conseguente forte erosione del pendio sottostante, tale da mettere in pericolo la stabilità dell'intero impianto d'accumulazione. In certi momenti non si poteva escludere il pericolo di cedimento della diga. Pertanto, la sera del 12 febbraio sono state preventivamente evacuate oltre 180 000 persone.
Dicembre 1978 Tseuzier, Vallese (Svizzera)	All'inizio di dicembre del 1978 si è costatato che nel giro di un mese la chiave dell'arco della diga di Tseuzier si era spostata di 5 mm verso il lato acqua. Normalmente, la diga non si muove quasi mai in questa stagione. Gli ingegneri hanno collegato il comportamento insolito dell'opera con la costruzione del cunicolo di prospezione per il progetto della galleria autostradale di Rawil. Siccome la diga continuava a deformarsi, lo scavo del cunicolo è stato interrotto. Accertamenti più approfonditi hanno rivelato crepe lunghe diversi metri nella muratura della diga. Il bacino d'accumulazione è stato quindi svuotato. Dopo che le crepe sono state impermeabilizzate e sigillate, il bacino è stato nuovamente riempito.
1963 Longarone, valle del Vajont (Italia)	Il 9 ottobre 1963 è caduta una frana con conseguenze catastrofiche: su una lunghezza di 2 km, 270 milioni di m <sup>3</sup> di roccia, quasi il doppio del volume dell'invaso, sono precipitati dal monte Toc nelle acque del bacino del Vajont, causando un'enorme onda di piena che ha distrutto alcuni villaggi sulle rive del bacino. Circa 25 milioni di m <sup>3</sup> d'acqua (circa un sesto del volume d'invaso) sono tracimati riversandosi sulla cittadina di Longarone, situata a valle della diga. Longarone e alcuni villaggi circostanti sono stati spazzati via. Quasi 2000 persone hanno perso la vita. La diga non ha subito danni, ma l'esercizio dell'impianto d'accumulazione è stato interrotto.



## Fattori influenti

I seguenti fattori possono influenzare l'origine, lo sviluppo e le conseguenze del pericolo.

---

Fonte di pericolo	<ul style="list-style-type: none"><li>– Topografia, geologia e vegetazione dell'area circostante il bacino d'accumulazione</li><li>– Dimensioni dell'opera di sbarramento</li><li>– Forma di costruzione (muratura o materiale sciolto) e progettazione</li><li>– Volume di ritenuta</li><li>– Livello di riempimento del bacino</li></ul>
Momento	<ul style="list-style-type: none"><li>– Momento del giorno (giorno/notte)</li><li>– Stagione (livello di riempimento)</li></ul>
Luogo / Estensione	<ul style="list-style-type: none"><li>– Posizione dell'impianto d'accumulazione</li><li>– Topografia, geologia e vegetazione dell'area colpita</li><li>– Densità demografica, infrastrutture ecc. nella zona a rischio di inondazione</li></ul>
Decorso dell'evento	<ul style="list-style-type: none"><li>– Tipo di rilascio delle masse d'acqua (esondazione, tracimazione o cedimento dell'opera)</li><li>– Presenza e identificazione di segnali premonitori</li><li>– Tempo di preallerta per le contromisure</li><li>– Tempo per l'allarme e l'evacuazione di persone e oggetti di valore</li></ul>



## Intensità degli scenari

A seconda dei fattori influenti, possono svilupparsi diversi eventi di varia intensità. Gli scenari elencati di seguito costituiscono solo una scelta di possibili decorsi e non sono previsioni. Servono per anticipare le possibili conseguenze al fine di prepararsi ai pericoli.

---

1 – marcato	<ul style="list-style-type: none"><li>– Esondazione di un impianto d'accumulazione in seguito a ostruzione dello scaricatore di piena</li><li>– Stagione: inizio estate</li><li>– Tempo di preallerta: poche ore</li><li>– Villaggi nella zona a rischio d'inondazione (minaccia per qualche centinaio di abitanti)</li></ul>
<hr/>	
2 – forte	<ul style="list-style-type: none"><li>– Tracimazione di un impianto d'accumulazione in seguito alla caduta di una frana nell'invaso</li><li>– Stagione: autunno (bacino pieno)</li><li>– Valle abitata nella zona a rischio di inondazione (grande paese, diverse aziende agricole e alcune aziende industriali, qualche migliaio di persone minacciate)</li><li>– Tempo di preallerta: pochi giorni</li><li>– L'evento si verifica di giorno</li></ul>
<hr/>	
3 – estremo	<ul style="list-style-type: none"><li>– Cedimento di un impianto d'accumulazione causato da un improvviso movimento geologico di una spalla della diga</li><li>– Nessun segnale premonitore, tempo di preallerta limitato alla durata del deflusso tra l'impianto d'accumulazione e la zona abitata</li><li>– Svuotamento di quasi tutto il volume del bacino in pochi minuti</li><li>– Valle densamente popolata nella zona a rischio d'inondazione</li></ul>



## Scenario

Il seguente scenario si basa sul livello d'intensità «forte».

---

### Situazione iniziale / fase preliminare

Alla fine dell'autunno, il gestore di un impianto idroelettrico nota che un'area situata sopra il bacino d'accumulazione si sta muovendo. Un grosso volume di materiale terroso minaccia di cadere nel bacino. La sicurezza della diga e della valle sottostante è in pericolo. Si comincia subito a svuotare il bacino fino al livello di sicurezza. L'operazione richiede alcuni giorni. Parallelamente, si pianificano le misure necessarie per la messa in sicurezza. Le autorità esortano la popolazione della zona minacciata a prepararsi a un'eventuale evacuazione. I media diffondono le istruzioni di comportamento.

Nel giro di un giorno si moltiplicano i segnali di un imminente improvviso smottamento. Per precauzione, le autorità decidono di evadere la zona a rischio d'inondazione.

---

### Fase dell'evento

Nel primo pomeriggio, la frana cade nel bacino d'accumulazione solo poche ore dopo l'evacuazione della zona a rischio d'inondazione.

Si forma un'onda di piena che si propaga in tutte le direzioni. L'onda scalca la diga ed enormi quantità d'acqua si riversano a valle. La diga rimane però intatta. Nella zona minacciata vengono immediatamente diffusi l'allarme acqua e l'allarme generale. Gli abitanti rimasti sul posto sono invitati a raggiungere subito luoghi sicuri.

Prima che l'onda di piena raggiunga i primi insediamenti passano circa dieci minuti. L'inondazione colpisce vaste zone. La forza dell'acqua diminuisce man mano che la distanza aumenta e che il terreno diventa più pianeggiante. Ciononostante vengono allagate anche ampie zone di pianura. Il materiale trascinato dalla piena (fango, detriti, alberi, materiale da costruzione, ecc.) si deposita ovunque.

---

### Fase di ripristino

Due ore dopo la tracimazione del bacino idrico, l'acqua è defluita a tal punto che i danni appaiono in tutta la loro dimensione. Le forze d'intervento possono raggiungere le zone sinistrate per iniziare le operazioni di salvataggio e di sgombero. Giungono le prime segnalazioni di dispersi, ma la loro ricerca si rivela difficile. Le squadre di salvataggio sul posto non riescono a far fronte da soli agli ingenti danni. Per questo motivo chiedono aiuto a tutto il cantone e a quelli limitrofi. I rinforzi devono prima sgomberare diverse strade d'accesso per raggiungere le zone più colpite.

L'entità dei danni diventa evidente circa 24 ore dopo l'evento. Si organizza subito un aiuto coordinato e si continua a cercare i dispersi. Le operazioni sono rese più difficilmente anche dal fatto che molti atti importanti e dati digitali non sono più disponibili poiché vari edifici delle amministrazioni comunali sono allagati.

L'impianto d'accumulazione viene completamente svuotato ed esaminato per individuare i danni.

Nelle due settimane successive, i servizi tecnici e le imprese incaricate ripristinano gli assi viari e le infrastrutture (acqua, elettricità e comunicazioni).

Vengono allestiti alloggi provvisori per coloro che hanno perso la loro casa o il loro appartamento. Dove possibile, le abitazioni danneggiate vengono provvisoriamente risistemate. Prioritario è anche il ripristino provvisorio delle amministrazioni comunali e delle scuole. Numerosi edifici e infrastrutture devono essere demoliti e ricostruiti.



---

Decorso temporale La fase preliminare dura fino a un giorno. La fase dell'evento dura invece solo poche ore. La fase di ripristino e la ricostruzione degli edifici e delle infrastrutture distrutti durano più di un anno.

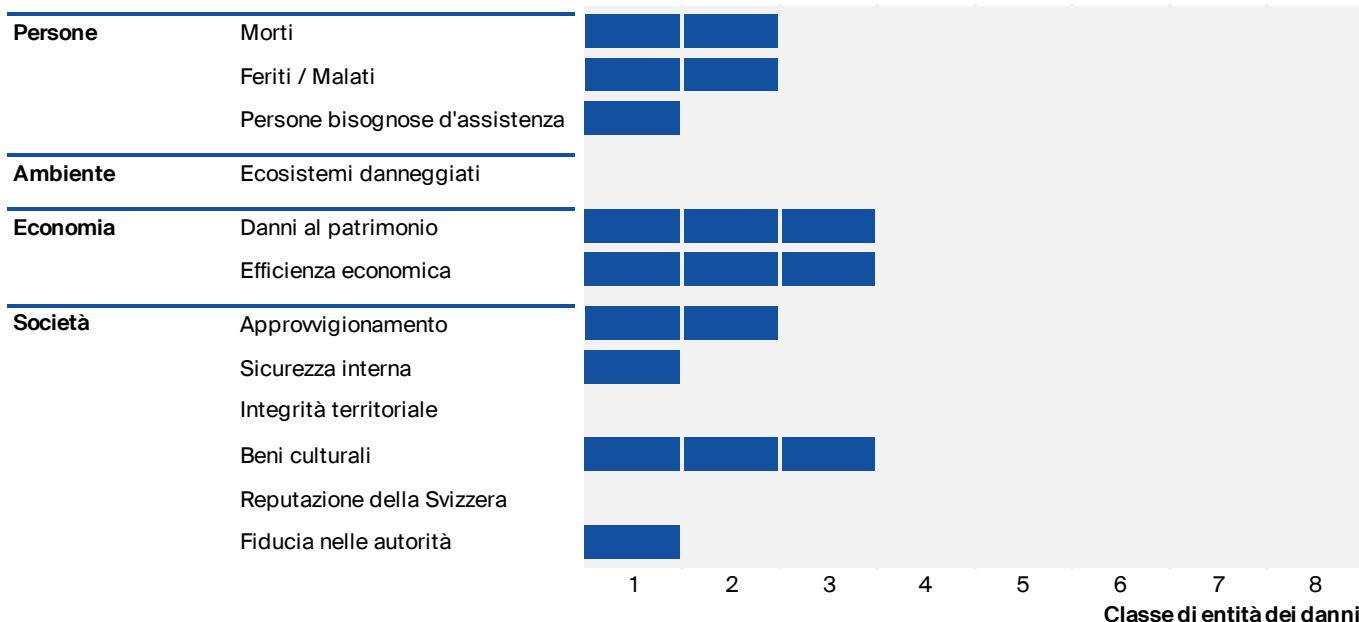
---

Estensione spaziale L'area sinistrata si estende per diversi chilometri quadrati. Le zone più vicine allo sbarramento sono state colpite duramente, quelle più lontane in misura minore.



## Conseguenze

Per valutare le conseguenze di uno scenario, sono stati esaminati dodici indicatori di danno per i quattro settori soggetti a danni. L'entità prevista dei danni per lo scenario descritto sopra è riassunta nella seguente figura e spiegata nel testo sottostante. Il danno aumenta di un fattore 3 per ogni classe d'entità.




---

**Personale** La maggior parte della popolazione riesce a mettersi in salvo da sola dopo l'ordine di evacuazione emanato dalle autorità e si trasferisce da parenti o amici in zone sicure. A coloro che non hanno questa possibilità vengono offerti alloggi d'emergenza. Convincere le persone a lasciare la loro casa non è però sempre facile. Alcuni si rifiutano di trasferirsi e rimangono sul posto.

Una parte delle persone rimaste sul posto non riescono più a mettersi in salvo per tempo dall'onda di piena. Esse vengono travolte dall'acqua o sepolte sotto le macerie delle loro case. Nelle zone dove l'onda di piena perde vigore, molti riescono a mettersi in salvo ai piani superiori. Da qui vengono recuperati dalle squadre di soccorso. A causa delle difficili condizioni di lavoro, alcune persone subiscono lesioni durante le operazioni di soccorso e sgombero.

In totale, si contano 30 morti e 270 feriti, di cui alcuni con lesioni gravi.

Diverse migliaia di persone devono essere sistamate e sostentate in alloggi d'emergenza per alcuni giorni.

---

**Ambiente** Le enormi masse d'acqua trascinano con sé fango, detriti, alberi e anche macerie. Da alcune cisterne fuoriesce olio combustibile. Diverse sostanze chimiche finiscono nelle acque. Alcuni impianti di depurazione smettono di funzionare. Molti rifiuti urbani vengono trascinati via dall'acqua. Ne conseguono inquinamenti delle acque a valle della zona sinistrata e



contaminazioni dell'acqua potabile. La maggior parte dei danni agli ecosistemi non sono però duraturi.

---

## Economia

Le aziende artigianali e industriali sospendono l'attività e mettono in sicurezza i loro impianti. Nella misura del possibile, trasportano le merci di valore e le sostanze pericolose in luoghi sicuri. Le aziende agricole portano in salvo i loro animali e macchinari con il supporto delle autorità.

La zona evacuata viene sorvegliata dalla polizia per garantire la sicurezza. Per le operazioni di salvataggio e di sgombero vengono mobilitate squadre supplementari di pompieri, sanitari, servizi tecnici, protezione civile ed esercito.

La lunga fase di ripristino pone numerose sfide logistiche. Le persone sistemate negli alloggi d'emergenza devono essere rifornite di generi alimentari e articoli igienici.

Molti terreni agricoli vengono danneggiati dalle masse d'acqua, dai detriti e dal fango trasportati dalla piena. Il raccolto di numerose colture è in gran parte distrutto.

I costi per eliminare i danni subiti da edifici, infrastrutture e altri beni materiali e i costi di gestione dell'evento (forze d'intervento, alloggi d'emergenza, aiuti per le persone bisognose di assistenza, sistemazione temporanea degli animali da reddito, ecc.) ammontano complessivamente a circa 270 milioni di franchi. Anche la riduzione della prestazione economica (logistica, agricoltura, produzione, turismo, ecc.) è stimata in 270 milioni di franchi.

---

## Società

Circa dodici ore dopo l'evento viene allestito un centro informativo per la popolazione.

Le masse d'acqua danneggiano e distruggono diversi collegamenti stradali e ferroviari. Il traffico di persone e merci subisce quindi forti perturbazioni. Le condotte e le linee d'approvvigionamento (gas, acqua, energia elettrica, informatica, telefono, televisione) sono danneggiate. L'approvvigionamento elettrico è localmente interrotto e i collegamenti telefonici funzionano solo in parte. Per garantire la comunicazione tra i sinistrati e le forze di soccorso, le stazioni telefoniche vengono dove possibile alimentate con generatori d'emergenza. Anche l'approvvigionamento di acqua potabile è interrotto in diversi luoghi poiché le condotte sono danneggiate e i pozzi di captazione contaminati.

Il ripristino di linee ferroviarie, strade e ponti richiede diversi mesi e in alcuni casi anche più di un anno. Ciò comporta limitazioni della mobilità per molte persone. L'approvvigionamento di acqua potabile è localmente interrotto, ma si riesce ad attuare prontamente le misure previste per la fornitura di acqua potabile in situazioni d'emergenza.

Molte scuole, asili infantili, negozi e infrastrutture sono stati danneggiati o distrutti e devono essere riparati o ricostruiti.

Nonostante l'assiduo pattugliamento da parte della polizia, si verificano furti e saccheggi nei negozi e nei quartieri abbandonati, in particolare negli insediamenti più grandi.

I media nazionali e stranieri riferiscono dell'evento. La popolazione è sotto shock e destabilizzata.

Diversi esponenti politici chiedono di migliorare la sicurezza degli impianti d'accumulazione. La stampa chiede conto degli avvenimenti ai gestori degli impianti e ai responsabili federali e cantonali.

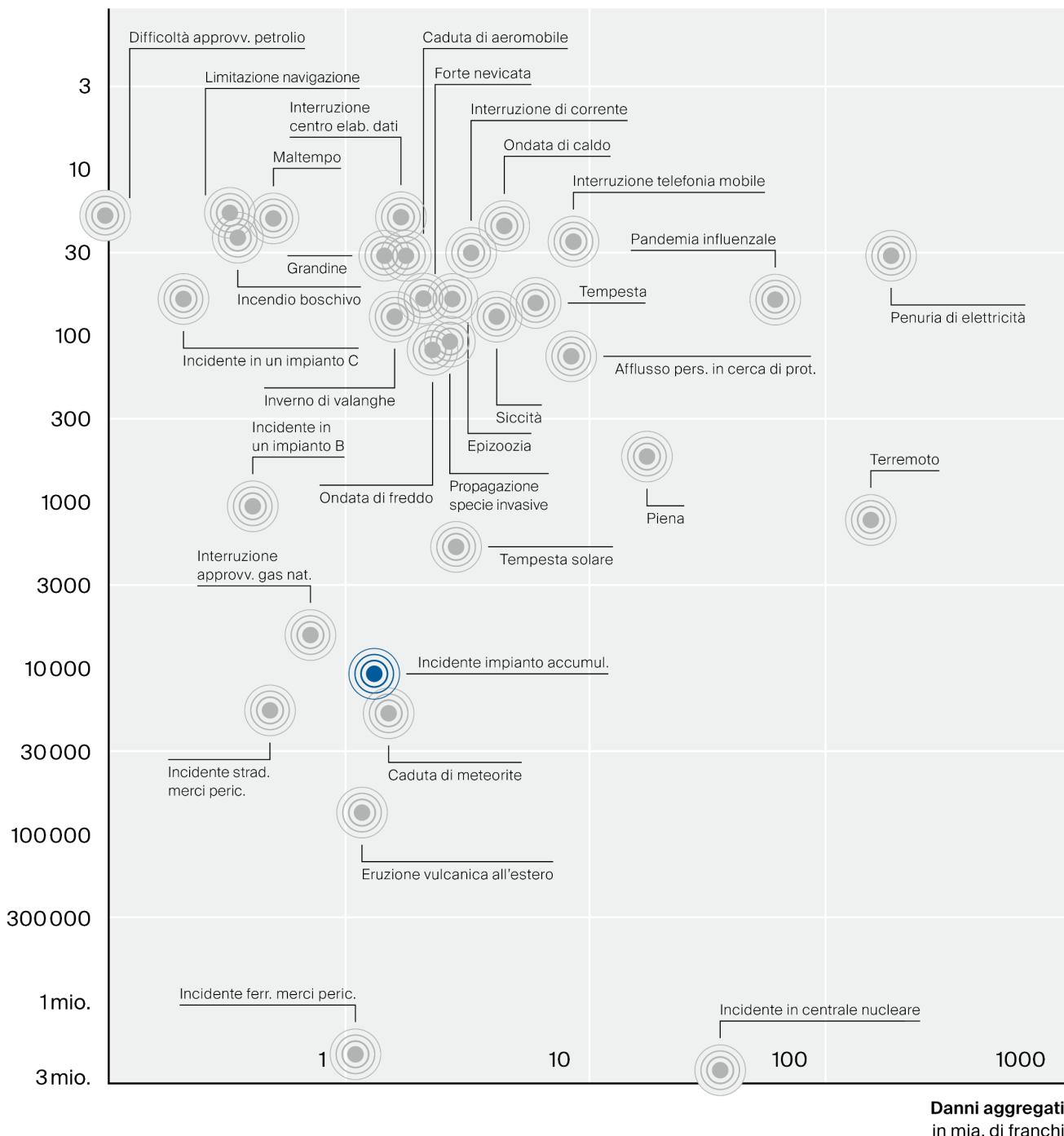


## Rischio

Il rischio dello scenario descritto viene presentato, insieme agli altri scenari di pericolo analizzati, in una matrice del rischio in cui la probabilità d'occorrenza viene rappresentata come frequenza (1 volta ogni x anni) sull'asse y (in scala logaritmica) e l'entità dei danni viene raggruppata e monetizzata in CHF sull'asse x (pure in scala logaritmica). Il rischio di uno scenario risulta dal prodotto tra probabilità d'occorrenza ed entità dei danni. Quanto più a destra e in alto nella matrice si trova uno scenario, tanto più elevato è il rischio che comporta.

## Frequenza

**Periodicità**  
una volta ogni x anni





## Basi legali

---

Costituzione	<ul style="list-style-type: none"><li>– Costituzione federale della Confederazione Svizzera del 18 aprile 1999; RS 101: art. 76 (Acque)</li></ul>
<hr/>	
Leggi	<ul style="list-style-type: none"><li>– Legge federale del 20 dicembre 2019 sulla protezione della popolazione e sulla protezione civile (LPPC); RS 520.1</li><li>– Legge federale del 21 giugno 1991 sulla sistemazione dei corsi d'acqua; RS 721.100</li><li>– Legge federale del 1º ottobre 2010 sugli impianti di accumulazione (LImA); RS 721.101</li><li>– Legge federale del 24 gennaio 1991 sulla protezione delle acque (LPAc); RS 814.20</li></ul>
<hr/>	
Ordinanze	<ul style="list-style-type: none"><li>– Ordinanza dell'11 novembre sulla protezione della popolazione (OPPop); RS 520.12</li><li>– Ordinanza del 2 marzo 2018 sullo Stato maggiore federale Protezione della popolazione (OSMFP); RS 520.17</li><li>– Ordinanza del 17 ottobre 2007 sulla Centrale nazionale d'allarme (OCENAL); RS 520.18</li><li>– Ordinanza del 17 ottobre 2012 sugli impianti di accumulazione (OImA); RS 721.101.1</li></ul>
<hr/>	
Ulteriori basi legali	<ul style="list-style-type: none"><li>– Ufficio federale della protezione della popolazione (UFPP) (2020): Metodo per l'analisi nazionale dei rischi. Catastrofi e situazioni d'emergenza in Svizzera 2020 (in tedesco). Versione 2.0. UFPP, Berna</li><li>– Ufficio federale della protezione della popolazione (UFPP) (2020): Quali rischi minacciano la Svizzera? Catastrofi e situazioni d'emergenza in Svizzera 2020. UFPP, Berna</li><li>– Ufficio federale della protezione della popolazione (UFPP) (2020): Rapporto sull'analisi nazionale dei rischi. Catastrofi e situazioni d'emergenza in Svizzera 2020. UFPP, Berna</li><li>– Ufficio federale della protezione della popolazione (UFPP) (2019): Catalogo dei pericoli. Catastrofi e situazioni d'emergenza in Svizzera. 2ª edizione. UFPP, Berna</li></ul>



## Ulteriori informazioni

---

Sul pericolo	<ul style="list-style-type: none"><li>— Darbre, G. R (1998): Dam Risk Analysis. UFAEG, Biel/Bienne.</li><li>— Schnitter, N. (1976): Statistische Sicherheit der Talsperren. Wasser, Energie, Luft. Fascicolo 5.</li><li>— Ufficio federale della protezione della popolazione (UFPP) (2015): Guida alla protezione delle infrastrutture critiche. UFPP, Berna</li></ul>
Sull'analisi dei rischi a livello nazionale	<ul style="list-style-type: none"><li>— Ufficio federale della protezione della popolazione (UFPP) (2020): Metodo per l'analisi nazionale dei rischi. Catastrofi e situazioni d'emergenza in Svizzera 2020 (in tedesco). Versione 2.0. UFPP, Berna</li><li>— Ufficio federale della protezione della popolazione (UFPP) (2020): Quali rischi minacciano la Svizzera? Catastrofi e situazioni d'emergenza in Svizzera 2020. UFPP, Berna</li><li>— Ufficio federale della protezione della popolazione (UFPP) (2020): Rapporto sull'analisi nazionale dei rischi. Catastrofi e situazioni d'emergenza in Svizzera 2020. UFPP, Berna</li><li>— Ufficio federale della protezione della popolazione (UFPP) (2019): Catalogo dei pericoli. Catastrofi e situazioni d'emergenza in Svizzera. 2<sup>a</sup> edizione. UFPP, Berna</li></ul>

Ufficio federale della protezione della popolazione UFPP

Guisanplatz 1B  
CH-3003 Berna  
[risk-ch@babs.admin.ch](mailto:risk-ch@babs.admin.ch)  
[www.protopop.ch](http://www.protopop.ch)  
[www.risk-ch.ch](http://www.risk-ch.ch)