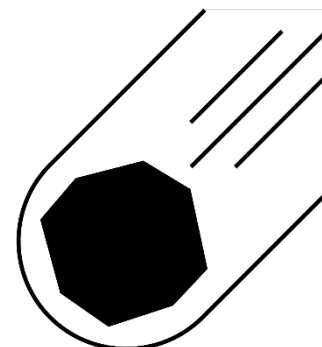




Caduta di meteorite



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

Definizione

Un meteorioide è un corpo solido naturale, generalmente roccioso o metallico, che gira in un'orbita ellittica attorno al sole. Ha una massa che va da pochi milligrammi fino a migliaia di tonnellate. È quindi più grande della polvere interplanetaria, ma più piccolo di un asteroide (planetino).

Quando entrano nell'atmosfera terrestre, i meteoroidi s'incendono per il forte attrito con l'atmosfera e diventano visibili sotto forma di meteore (stelle cadenti). Spesso esplodono e si disintegrano per il surriscaldamento. La maggior parte delle meteore bruciano o evaporano completamente nell'atmosfera prima di raggiungere la superficie terrestre.

Si parla di meteorite quando un frammento non evaporato di una meteora raggiunge la superficie terrestre. A seconda delle dimensioni e del peso, i meteoriti possono formare un cratere nel punto d'impatto con il suolo.

Ogni anno si riscontrano circa 5 cadute di meteoriti. Si presume però che il tasso reale sia molto più elevato poiché gran parte di essi cadono in mare aperto o in zone disabitate. Dalle fotografie delle traiettorie dei meteoriti è stato stimato che sulla Terra cadono complessivamente 19 000 meteoriti più pesanti di 0,1 kg l'anno, di cui 5800 sulla terraferma.

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.

15 febbraio 2013
Urali (Russia)
Čeljabinsk

Un meteorioide con una massa di circa 13 000 tonnellate e un diametro di 20 metri si è disintegrato nell'atmosfera sopra la città di Čeljabinsk. Il più grande dei meteoriti recuperati pesa più di 570 chilogrammi. L'onda d'urto dell'esplosione ha causato numerosi danni, in particolare finestre rotte. Sono stati danneggiati oltre 7300 edifici in un raggio fino a 100 km dal supposto luogo dell'esplosione. Più di 1600 persone hanno dovuto essere ospedalizzate.

12 febbraio 1947
Siberia (Russia)
Sikhote-Alin

Un meteorioide ferroso con una massa di circa 200 tonnellate è entrato nell'atmosfera terrestre ad una velocità di 50 000 km/h. È sfrecciato sopra i monti Sikhote-Alin (Siberia orientale, 500 chilometri a nord di Vladivostok), lasciando dietro di sé una scia di fumo lunga più di 30 chilometri. Alla fine è esploso e diverse migliaia di frammenti sono caduti, sotto forma di pioggia di meteoriti, su un'area ellittica larga 4 chilometri e lunga 12 chilometri. Si sono formati più di 120 crateri, il più grande dei quali è profondo 6 metri e ha un diametro di 28 metri.

30 giugno 1908
Siberia (Russia)
Tunguska

Si presume che si sia trattato dell'esplosione di un meteorioide di un diametro di 50-100 metri ad un'altitudine di circa 10 000 metri. La maggior parte dei testimoni oculari ha riferito di un'unica esplosione, ma alcuni hanno dichiarato di aver visto più esplosioni. L'evento ha sradicato alberi fino a 30 chilometri di distanza e sfondato porte e finestre nel villaggio di Wanawara, a 65 chilometri di distanza. Si stima che abbia abbattuto circa 60 milioni di alberi su un'area di oltre 2000 chilometri quadrati. Dato che la zona era poco abitata, non esistono resoconti attendibili sui morti e i feriti.



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">– Tipo: meteoroidi rocciosi o ferrosi– Dimensione– Densità– Angolo d'incidenza– Velocità– Oggetto precedentemente individuato, dati sulla traiettoria noti |
|-------------------|---|
-

- | | |
|---------|---|
| Momento | <ul style="list-style-type: none">– Stagione– Ora del giorno |
|---------|---|
-

- | | |
|--------------------|--|
| Luogo / Estensione | <ul style="list-style-type: none">– Impatto in mare aperto o sulla terraferma– Densità della popolazione e utilizzazione del territorio dell'area colpita |
|--------------------|--|
-

- | | |
|---------------------|---|
| Decorso dell'evento | <ul style="list-style-type: none">– Comportamento nell'atmosfera: esplosione sì/no– Reazione della popolazione alle istruzioni di protezione– Danni causati dall'onda d'urto e dall'impatto |
|---------------------|---|



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">– Meteoroidi con un diametro di 4,5 m e un peso di circa 100 t– Il meteoroidi esplode nell'aria provocando un'onda d'urto.– Molti meteoriti (frammenti del meteoroidi) cadono su una zona rurale in un'area ellittica larga 3 km e lunga 8 km. Il loro impatto non forma crateri o solo crateri molto piccoli. |
|-------------|--|
-
- | | |
|-----------|---|
| 2 – forte | <ul style="list-style-type: none">– Meteoroidi con un diametro di 20 m e un peso di circa 10 000 t– L'evento si verifica il mattino presto di un giorno invernale.– Il meteoroidi esplode provocando un'onda d'urto che danneggia le case fino a una distanza di 100 km.– Migliaia di meteoriti colpiscono zone abitate in un'area ellittica larga 6 km e lunga 75 km.– La pioggia di meteoriti forma numerosi crateri piccoli e medi, il più grande dei quali è profondo 6 m e lungo 30 m. |
|-----------|---|
-
- | | |
|-------------|---|
| 3 – estremo | <ul style="list-style-type: none">– Meteoroidi ferrosi con un diametro di 50 m e un peso di circa 70 000 t– Il meteoroidi cade in un Paese limitrofo della Svizzera.– Le scosse dell'impatto causano conseguenze analoghe a quelle di un debole sisma in gran parte della Svizzera.– L'impatto scaglia grandi quantità di minuscole particelle nell'atmosfera superiore.– Riduzione dell'irradiazione solare sulla superficie terrestre e calo della temperatura per diversi mesi |
|-------------|---|



Scenario

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

Situazione iniziale / fase preliminare

Un grande meteoroido con un diametro di circa 20 m e un peso di circa 10 000 t è in rotta di collisione con la Terra. Il meteoroido viene scoperto 14 giorni prima dell'impatto. I media riferiscono della prevista collisione. Il giorno dopo la scoperta, l'European Space Agency (ESA) comunica alla CENAL che il meteoroido entrerà in collisione con la Terra e che la Svizzera potrebbe essere colpita. Circa sette giorni prima dell'impatto, l'ESA riesce a calcolare il momento dell'impatto con un margine di errore di 20 secondi e a restringere il luogo dell'impatto a un'area di 60 x 2 km sull'Altopiano svizzero. Sulla base dei dati concernenti la meteora di Čeljabinsk del 2013, si prevede che l'onda d'urto potrebbe investire un'area di 150 x 200 km. Le autorità competenti esortano la popolazione minacciata a preparare una stanza senza finestre in cui dovrà recarsi un'ora prima dell'evento e rimanervi per due ore. I gestori di impianti NBC adottano le misure necessarie per mettere in sicurezza le loro infrastrutture.

Le autorità federali e cantonali ricevono incessantemente domande da parte dei giornalisti e della popolazione. Gli abitanti dell'area minacciata iniziano a proteggere le loro case e a barricare le finestre. Molti lasciano la zona, mentre le forze d'intervento si preparano ad entrare in azione.

Fase dell'evento

Come previsto, un mattino d'inverno, il meteoroido entra nell'atmosfera terrestre con un angolo d'incidenza ottuso. Scoppia in migliaia di frammenti provocando una forte onda d'urto, che causa danni su un'area di 200 x 75 km. Numerosi meteoriti di diverse dimensioni cadono su zone abitate in un'area ellittica larga 6 km e lunga 75 km. Nella zona colpita si trova anche una piccola città. La pioggia di meteoriti forma crateri piccoli e medi, il più grande dei quali è profondo 6 metri e largo 30 metri.

L'onda d'urto dell'esplosione e l'impatto dei meteoriti causano ingenti danni materiali, soprattutto alle finestre degli edifici. In particolare i vetri frantumati feriscono diverse decine di persone.

Molte persone sono sotto choc per l'evento straordinario.

Poco dopo l'impatto, su tutto l'Altopiano orientale la rete della telefonia mobile crolla per il sovraccarico e le connessioni internet subiscono forti rallentamenti.

Le forze d'intervento entrano in azione subito dopo l'evento e tracciano il quadro della situazione. Vengono adottate le prime misure.

Siccome l'area colpita è molto estesa e la rete telefonica è sovraccarica, non è sempre possibile chiamare subito i soccorsi. Alcuni feriti ricevono quindi i primi soccorsi dalla popolazione. Tutti i feriti vengono però recuperati e trattati nel giro di circa 12 ore. I care team si occupano delle persone che necessitano di aiuto psicologico.

Fase di ripristino

I danni causati dall'onda d'urto agli edifici vengono provvisoriamente riparati. Le porte e le finestre vengono sigillate per proteggere le case dalle temperature invernali. Ci vorranno però diversi mesi per riparare tutti i danni agli edifici e alle infrastrutture.



Molte persone filmano l'evento e soprattutto le sue conseguenze. Queste immagini vengono rapidamente diffuse in tutto il mondo.

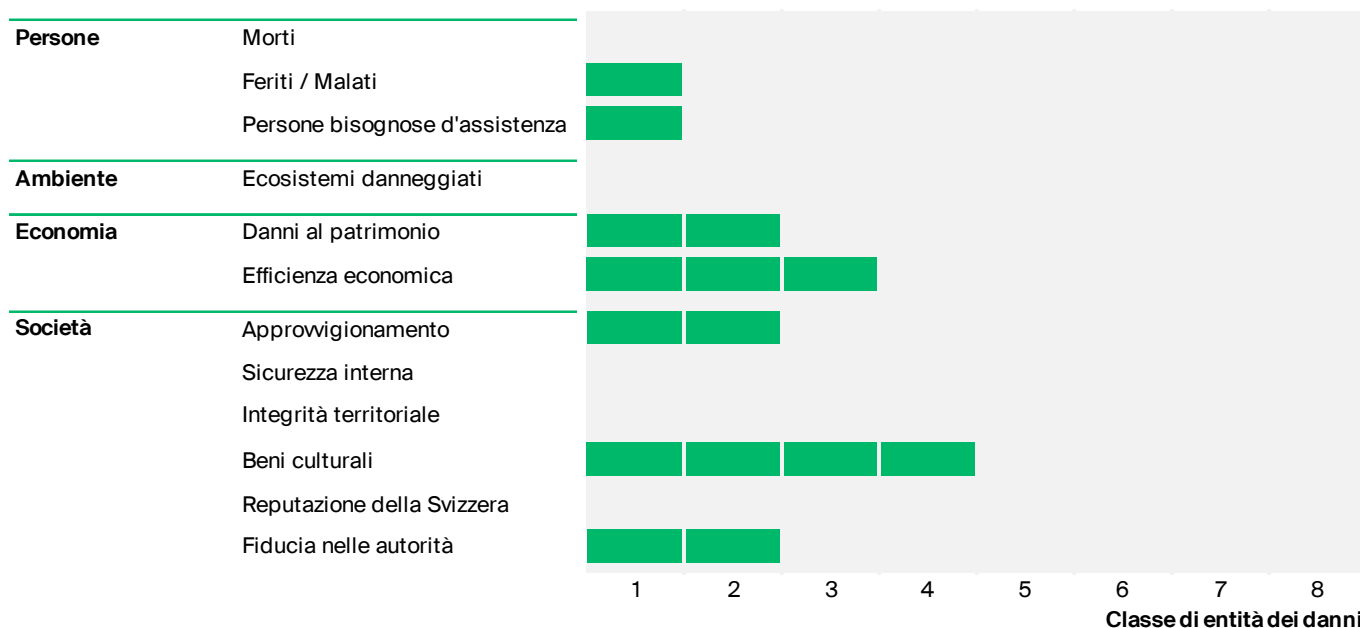
Decorso temporale La fase dell'evento dura circa 12 ore. La fase di ripristino, compresa la ricostruzione degli edifici e delle infrastrutture distrutte, richiederà diversi mesi.

Estensione spaziale L'impatto dei meteoriti è circoscritto a un'area ellittica larga 6 km e lunga 9 km. L'onda d'urto causa danni su un'area di 200 x 75 km, soprattutto a finestre, tetti e facciate.



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.



Persone

I meteoriti nonché i detriti, le schegge di vetro e gli oggetti proiettati dall'onda d'urto feriscono decine di persone che hanno ignorato gli avvertimenti delle autorità e non hanno seguito le istruzioni di comportamento. Alcuni feriti sono in pericolo di vita. Altre persone hanno subito lesioni agli occhi per il forte lampo provocato dall'esplosione delle meteoriti.

Alcuni abitanti della zona colpita devono essere temporaneamente ospitati da conoscenti o in alloggi di fortuna.

Grazie agli avvertimenti e alle informazioni preventive, non si lamentano vittime. Ciononostante, si contano alcune decine di feriti. Alcuni di essi devono essere curati per qualche giorno.

Ambiente

L'onda d'urto causa danni ai boschi e agli spazi verdi. Gli ecosistemi non subiscono grossi danni, ma solo qualche perturbazione. L'evento non provoca incidenti a trasporti di merci pericolose.

Economia

Le aziende e i negozi dell'area minacciata adottano misure preventive per garantire possibilmente la loro attività commerciale anche dopo l'evento. Il giorno dell'evento, la maggior parte di essi chiudono.



L'onda d'urto provocata dall'esplosione del meteoroido e la caduta dei meteoriti causano molti danni a edifici e veicoli, ma anche a infrastrutture, come strade ecc., presenti nell'area colpita.

Diverse aziende della zona colpita subiscono perdite a causa di danni materiali, assenze di personale o problemi nella fornitura e nella consegna delle merci.

I costi di gestione dell'evento e le perdite finanziarie ammontano complessivamente a circa 60 milioni di franchi. A causa dell'interruzione di attività aziendali e della chiusura di vie di comunicazione, si prevede una riduzione della prestazione economica di circa 270 milioni di franchi.

Società

Nel lasso di tempo tra l'annuncio dell'evento e l'entrata del meteoroido nell'atmosfera, la popolazione manifesta molto nervosismo. Qualcuno mette in dubbio le dichiarazioni delle autorità e le misure di comportamento proposte. Regna una certa insicurezza e si assiste anche a reazioni di panico. Il dispositivo di sicurezza nell'area minacciata viene pertanto rinforzato.

Il giorno dell'evento, i trasporti pubblici vengono sospesi nella zona minacciata. I collegamenti ferroviari interregionali che attraversano la zona minacciata vengono temporaneamente soppressi e il traffico a lunga percorrenza deviato su altre linee. Lo spazio aereo viene chiuso e i voli vengono deviati o cancellati.

Durante l'evento, le reti di telefonia mobile sono temporaneamente interrotte per il sovraccarico.

Diverse strade e linee ferroviarie rimangono temporaneamente chiuse anche dopo l'evento, poiché si devono dapprima rimuovere gli alberi e gli oggetti divelti dall'onda d'urto che bloccano gli assi viari. Pure alcune infrastrutture sono state danneggiate dall'impatto dei meteoriti.

Le aziende e i negozi, le cui porte e finestre di vetro sono state distrutte dall'onda d'urto, devono essere temporaneamente sorvegliati per prevenire i furti.

Dopo l'evento, i media si chiedono se non si sarebbe potuto calcolare con maggiore precisione il luogo dell'impatto e procedere a un'evacuazione preventiva.

La caduta di meteoriti provoca danni anche ad alcuni beni culturali.

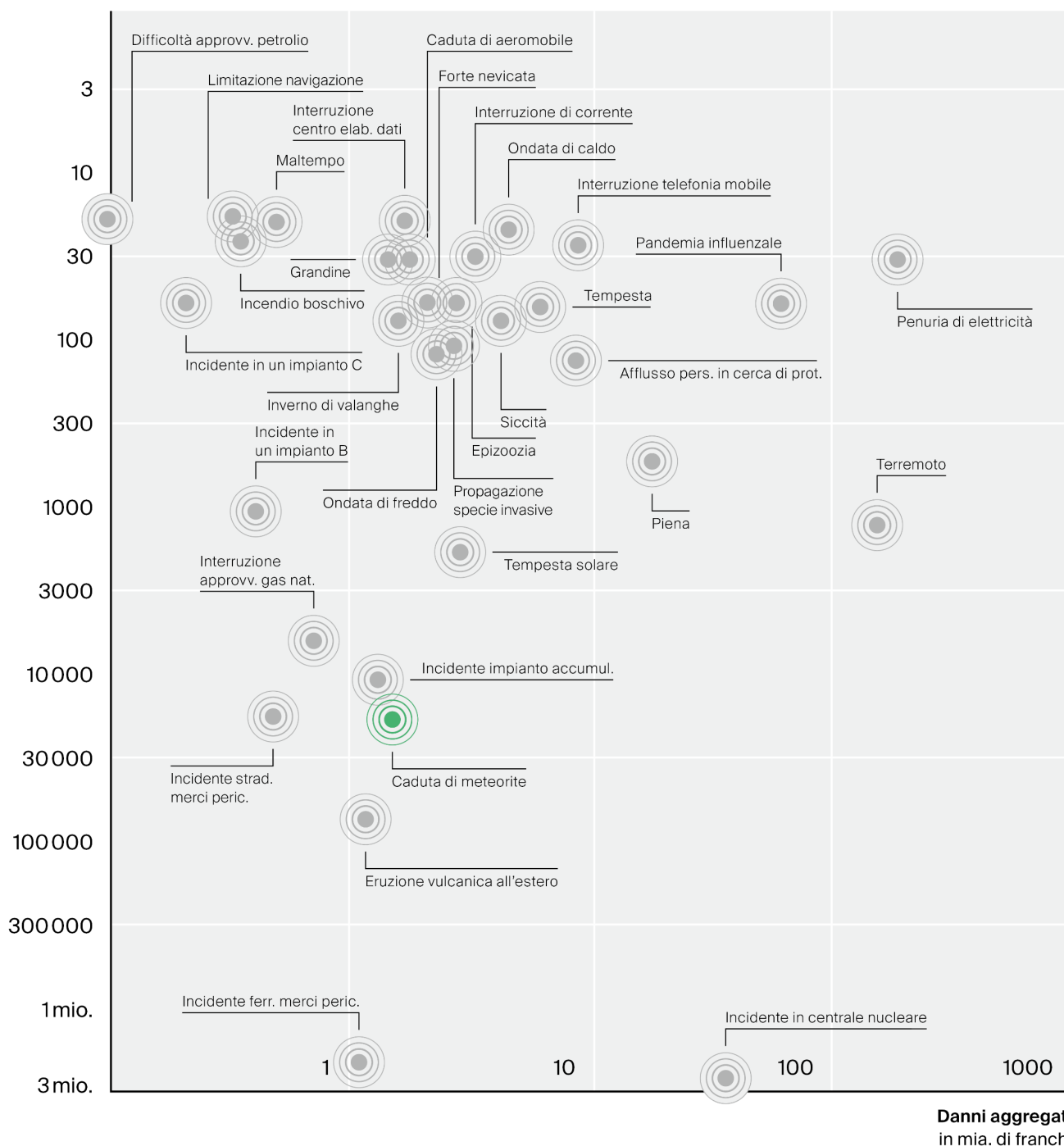


Rischio

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

una volta ogni x anni





Basi legali

- | | |
|-------------------|--|
| Legge | – Legge federale del 20 dicembre 2019 sulla protezione della popolazione e sulla protezione civile (LPPC); RS 520.1 |
| Ordinanze | – Ordinanza del 5 dicembre 2003 sulla protezione civile (OPCi); RS 520.11
– Ordinanza del 2 marzo 2018 sullo Stato maggiore federale Protezione della popolazione (OSMFP); RS 520.17 |
| Altre basi legali | – Accordo riveduto tra taluni Stati membri dell'Agenzia spaziale europea e l'Agenzia spaziale europea concernente il progetto speciale Esrange e Andøya per il lancio di razzi sonda e palloni stratosferici; RS 0.425.11
– Trattato sulle norme per l'esplorazione e l'utilizzazione, da parte degli Stati, dello spazio extra-atmosferico, compresi la luna e altri corpi celesti; RS 0.790 |



Ulteriori informazioni

- Sul pericolo
- Bühler, R. W. (1988): Meteorite. Urmaterie aus dem interplanetaren Raum. Birkenhäuser, Basilea
 - Chapman, C. R. (2013): Calibrating Asteroid Impact. Science Vol 342
 - Collins, G. S. / Melosh, H. J. / Marcus, R. A. (2005): Earth Impact Effects Program. A Web-based computer program for calculating the regional environmental consequences of meteoroid impact on Earth. Meteoritics & Planetary Science, Vol. 40 / 6
 - Drolshagen, G. / Koschny, D. (2013): Asteroid Hazards. European Space Operation Center (ESOC), Darmstadt
 - Grady, M. M. (2000): The Catalogue of Meteorites. Cambridge University Press, Cambridge
 - Popova, O. P. / Jenniskens, P. u. a. (2013): Chelyabinsk Airburst, Damage assessment, Meteorite Recovery, and Characterization. Science Vol. 342
 - Schultz, L. / Schlüter, J. (2012): Meteorite. Primus Verlag, Darmstadt
-
- Sull'analisi dei rischi a livello nazionale
- 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
 - Ufficio federale della protezione della popolazione (UFPP) (2020): Quali rischi minacciano la Svizzera? Catastrofi e situazioni d'emergenza in Svizzera 2020. UFPP, Berna
 - Ufficio federale della protezione della popolazione (UFPP) (2020): Rapporto sull'analisi nazionale dei rischi. Catastrofi e situazioni d'emergenza in Svizzera 2020. UFPP, Berna
 - Ufficio federale della protezione della popolazione (UFPP) (2019): Catalogo dei pericoli. Catastrofi e situazioni d'emergenza in Svizzera. 2^a edizione. UFPP, Berna

Ufficio federale della protezione della popolazione UFPP

Guisanplatz 1B
CH-3003 Berna
risk-ch@babs.admin.ch
www.protpop.ch
www.risk-ch.ch