



Incidente in una centrale nucleare



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

Definizione

Secondo l'ordinanza sull'energia nucleare è considerato incidente ogni stato dell'impianto che si discosta dal regime di esercizio normale e che richiede l'intervento di un sistema di sicurezza.

La scala internazionale degli eventi nucleari (International Nuclear Event Scale, INES) prevede sette livelli ed è logaritmica: il passaggio al livello successivo significa un grado di gravità dieci volte superiore. I livelli da 1 a 3 descrivono anomalie o avarie, i livelli da 4 a 7 descrivono incidenti con rilascio crescente di sostanze radioattive nell'ambiente.

Il decorso di un incidente in una centrale nucleare si divide in tre fasi: la fase preliminare che va dall'inizio dell'evento fino al rilascio di radioattività nell'ambiente, la fase nube che va dal rilascio di radioattività fino al passaggio della nube di particelle e la fase suolo durante la quale il terreno contaminato continua a emettere radiazioni.

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.

Marzo 2011
Fukushima (Giappone)
Incidente causato da
una catastrofe naturale

L'11 marzo 2011, al largo della costa giapponese si è verificato un terremoto di magnitudo 9.0 che ha generato uno tsunami. Quest'ultimo ha danneggiato gravemente la centrale nucleare di Fukushima Dai-ichi, provocando la fusione del nocciolo nei reattori da 1 a 3. Sono fuoriuscite grandi quantità di materiale radioattivo che hanno contaminato l'ambiente. Circa 150 000 persone hanno dovuto lasciare temporaneamente o definitivamente l'area attorno alla centrale. Sulla base della stima della quantità di sostanze radioattive rilasciate, l'autorità giapponese per la sorveglianza dell'energia nucleare ha classificato gli incidenti al 7° livello della scala INES («incidente catastrofico»). Secondo le prime informazioni delle autorità giapponesi, nessuno sarebbe stato irradiato in modo acuto. Tuttavia, nell'ambito dell'evacuazione si contano 60 decessi. Nel 2017 il numero dei decessi a lungo termine connessi all'evacuazione è stato stimato in 2000 persone circa. Fino al 2017, i costi dei lavori di decontaminazione ammontavano a circa 26 miliardi di franchi. Un ritorno della popolazione nelle aree evacuate si rivela difficile anche dopo le misure di risanamento.

Aprile 1986
Černobyl' (Ucraina)
Catastrofe durante
un test

In seguito a sostanziali difetti di costruzione del reattore e ad errori procedurali e umani durante un test di sicurezza, il 26 aprile 1986 si è verificato un grave disastro nella centrale nucleare di Černobyl'. L'incidente è stato classificato al 7° livello della scala INES. La fusione del nocciolo del reattore n° 4 ha provocato una violenta esplosione che ha scoperchiato il reattore. L'enorme quantità di grafite liberata ha causato un incendio che ha cominciato a sprigionare vapore radioattivo. In particolare gli isotopi volatili hanno formato degli aerosol che sono stati trasportati nell'aria a migliaia di chilometri di distanza prima di essere lavati dalla pioggia nell'atmosfera. Solo il 6 maggio 1986 si è riusciti a bloccare l'emissione di sostanze radioattive. Secondo le stime, la catastrofe ha causato 30 vittime dirette e 200 persone sono state colpite da sindrome da radiazione acuta. A queste si aggiungono centinaia di migliaia di persone leggermente contaminate e centinaia di migliaia di sfollati.

Gennaio 1969
Lucens (Svizzera)
Fusione del nocciolo in
un reattore sperimentale

Il 21 gennaio 1969 si è verificato un incidente nel reattore nucleare sperimentale di Lucens, che era stato inaugurato un anno prima. L'incidente è stato classificato al 5° livello della scala INES. Al momento di riavviare il reattore dopo una revisione, diverse barre di combustibile si sono surriscaldate e il nocciolo si è parzialmente fuso per un guasto al sistema di raffreddamento. Nonostante lo spegnimento automatico, una condotta pressurizzata è scoppiata provocando una fuga di gas radioattivi nella caverna del reattore (contenimento). Si è riusciti a sigillare solo parzialmente il contenimento. Alcune sostanze radioattive gassose sono state quindi rilasciate nell'ambiente attraverso le falle. Il pericolo per l'uomo e l'ambiente era tuttavia limitato poiché il reattore si trovava fortunatamente in una galleria. Le misurazioni non hanno rilevato livelli di radiazioni pericolose nei dintorni del reattore. I lavori di sgombero si sono conclusi nel maggio del 1973. Durante i successivi lavori di decontaminazione e smantellamento del reattore sono stati riempiti 250 fusti con scorie radioattive.



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">– Quantità e tipo di sostanze radioattive presenti o generate– Tipo di reattore / modello– Influssi esterni (pericoli naturali, attentati terroristici)
-------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Momento	<ul style="list-style-type: none">– Momento del giorno, giorno della settimana, stagione (esposizione delle persone, in particolare all'aperto)– Condizioni meteorologiche: direzione e intensità del vento, precipitazioni durante il rilascio delle sostanze radioattive
---------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Luogo / Estensione	<ul style="list-style-type: none">– Estensione della fase nube e della fase suolo– Caratteristiche della zona colpita (densità demografica, superfici agricole)
--------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Decorso dell'evento	<ul style="list-style-type: none">– Tempo di preallerta– Modalità di rilascio:<ul style="list-style-type: none">– filtrata– non filtrata (p. es. attraverso una falla del contenimento provocata da un'esplosione)– Comportamento delle forze d'intervento e delle autorità competenti– Reazione della popolazione e della politica
---------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



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">– Incidente con danneggiamento del nocciolo (fusione parziale del nocciolo)– Cedimento del contenimento e rilascio non filtrato di radioattività– Momento del rilascio dopo l'inizio dell'incidente: 12 ore– Termini sorgente: iodio 10^{15} Bq; cesio (classe Rb-Cs) : 10^{14} Bq; gas nobili : $3,10^{18}$ Bq– Condizioni meteorologiche: tempo stabile, senza pioggia |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
-
- | | |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 – forte | <ul style="list-style-type: none">– Incidente con grave danneggiamento del nocciolo– Cedimento del contenimento e rilascio non filtrato di radioattività– I termini sorgente dello iodio e del cesio sono superiori di dieci volte rispetto allo scenario «marcato».– Rilascio del 100 % di gas nobili– Momento del rilascio dopo l'inizio dell'incidente: 9 ore– Condizioni meteorologiche medie |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
-
- | | |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 – estremo | <ul style="list-style-type: none">– Incidente con grave danneggiamento del nocciolo– Cedimento del contenimento e rilascio non filtrato di radioattività– I termini sorgente dello iodio e del cesio sono superiori di 100 a 1000 volte rispetto allo scenario «marcato».– Rilascio del 100 % di gas nobili– Momento del rilascio dopo l'inizio dell'incidente: 2-4 ore– Condizioni meteorologiche: tempo stabile, senza pioggia |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



Scenario

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

Situazione iniziale / fase preliminare

Verso le 4:00 del mattino si verifica un incidente in una centrale nucleare svizzera. Un tubo del refrigerante si rompe nell'involucro di sicurezza. Scatta lo spegnimento automatico del reattore. Il gestore della centrale informa immediatamente l'Ispettorato federale della sicurezza nucleare (IFSN) e la Centrale nazionale d'allarme (CENAL). L'IFSN aggiorna costantemente la CENAL sull'evoluzione della situazione. La CENAL organizza una conferenza telefonica con il gestore della centrale nucleare, la CENAL, l'IFSN e lo stato maggiore di condotta del cantone. Dopo la conferenza, informa le autorità cantonali di tutta la Svizzera.

Dopo il guasto al sistema di raffreddamento, le barre di combustibile non vengono più sufficientemente raffreddate. La temperatura del nocciolo del reattore aumenta al punto da causare una fusione parziale del nocciolo. A causa del surriscaldamento, verso le 6:30 una parte della radioattività fuoriesce dal recipiente pressurizzato nell'involucro di sicurezza (contenimento), dove viene trattenuta. In questa fase dell'incidente, la CENAL ordina misure di protezione per la popolazione secondo la strategia dei provvedimenti in funzione delle dosi dell'ordinanza sullo Stato maggiore federale Protezione della popolazione. Sulla base delle previsioni dell'IFSN sull'evoluzione della situazione e considerato il pericolo di rilascio di sostanze radioattive nell'atmosfera, la popolazione della zona minacciata viene evacuata per precauzione. Nonostante l'allarme tempestivo tramite messaggio ICARO (Informazione Catastrofe Allarme Radio Organizzazione) via radio e tramite l'app Alertswiss, alcune parti della popolazione non vengono raggiunte e non riescono a mettersi in salvo per tempo.

Fase dell'evento (fase nube)

Verso le 13:00, il contenimento cede causando un rilascio incontrollato di radioattività non filtrata per circa due ore. Le poche persone che si trovano all'aperto nelle immediate vicinanze dell'impianto sono esposte a una dose elevata di radiazioni. Le persone non protette sono esposte a una dose relativamente elevata fino a una distanza di 20 km. La dose può superare i 10 mSv anche per coloro che si trovano in casa nella zona 2, fino a 50 km nella direzione del vento. Nella zona di passaggio della nube radioattiva il suolo viene contaminato a lungo termine.

Fase di ripristino

Dopo il passaggio della nube, le persone rimaste sul posto possono essere evacuate dalla zona più colpita nel giro di alcune ore o qualche giorno. A tale scopo vengono impiegati tutti i mezzi di trasporto disponibili. La circolazione è quindi perturbata in diversi punti. Anche molte persone che abitano più lontano lasciano spontaneamente la zona contaminata.

Gli abitanti delle zone più contaminate devono essere definitivamente trasferiti. Quelli delle regioni meno colpite ricevono istruzioni sul comportamento da adottare per ridurre al minimo l'esposizione alla radioattività. Devono evitare di uscire inutilmente all'aperto. I prodotti agricoli vengono sottoposti a un controllo della radioattività prima di essere messi sul mercato. Si allestisce un centro di consulenza per le persone colpite.

Dove possibile, la zona irradiata viene decontaminata tramite lavaggio delle superfici e asportazione del suolo. Vista l'estensione dell'area colpita, questi lavori durano diversi anni. I rifiuti radioattivi prodotti da questi lavori devono essere stoccati correttamente per decenni. Le zone che non possono essere decontaminate vengono sbarrate a lungo termine. La



circolazione rimane fortemente perturbata finché gli assi principali vengono decontaminati e dichiarati nuovamente agibili.

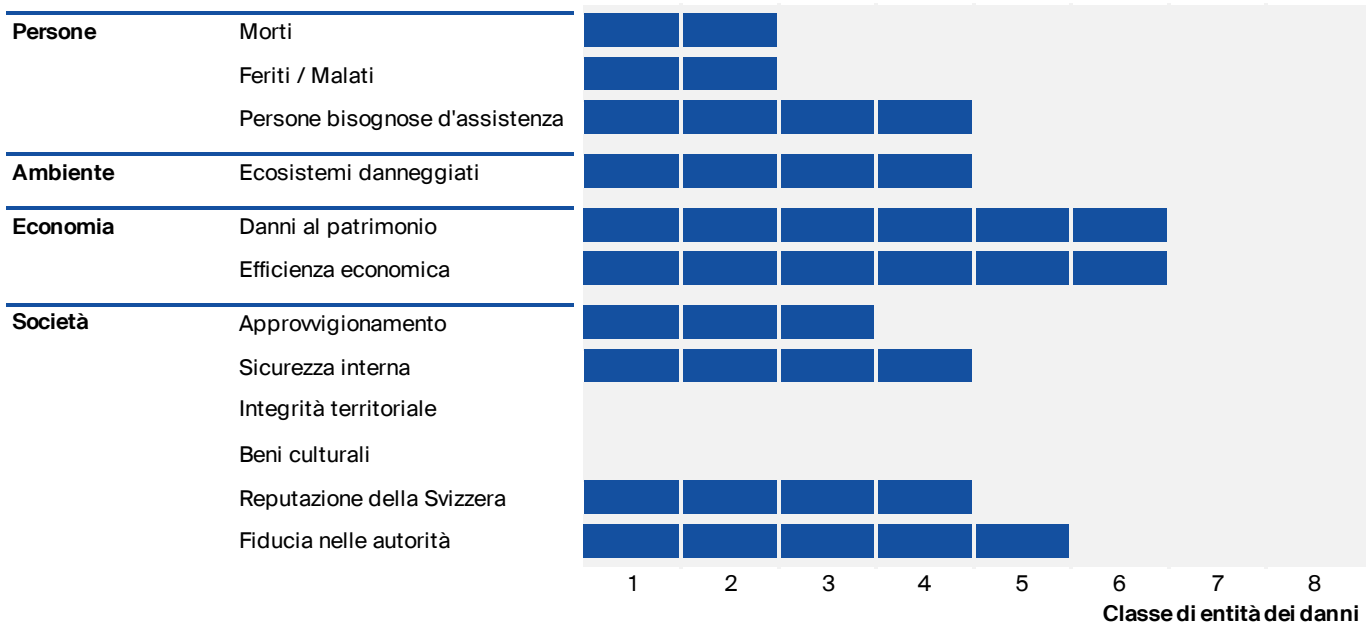
Decorso temporale Dopo una fase preliminare di nove ore, il rilascio e la diffusione della nube radioattiva si protraggono per diverse ore. Le misure di decontaminazione adottate nei primi anni dopo l'incidente permettono di ridurre fortemente le conseguenze. Il completo ripristino della normalità richiede però diversi decenni.

Estensione spaziale La zona più colpita è quella sottovento nelle immediate vicinanze della centrale nucleare. È ipotizzabile una contaminazione radioattiva a lungo termine di vaste aree. L'estensione delle aree colpite dipende molto dalle condizioni atmosferiche.



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

Il numero delle persone colpite dalle radiazioni è basso poiché gran parte della popolazione riesce a mettersi prontamente al riparo grazie all'allerta precoce. Solo poche persone che rimangono all'aperto subiscono danni da radiazioni. Alcune persone vengono esposte alle radiazioni durante la gestione dell'emergenza nella centrale nucleare.

Circa 300 000 persone fuggono o vengono evacuate dalla regione colpita. Di conseguenza, si verificano incidenti stradali che causano una ventina di vittime, diverse decine di feriti gravi e diverse centinaia di feriti medi e leggeri.

La maggioranza delle persone evacuate e in fuga vengono provvisoriamente ospitate da parenti e conoscenti. Ciononostante, migliaia di persone devono essere temporaneamente sistemate e sostenute in alloggi di fortuna. Centinaia di migliaia di persone che lasciano la zona colpita vengono gradualmente sottoposte a un controllo della contaminazione radioattiva.

L'evento e le sue conseguenze traumatizzano una parte della popolazione anziana (insicurezza, ansia, sradicamento, smarrimento esistenziale). Ne conseguono disturbi della salute.

Ambiente

Una zona di diverse migliaia di km² viene contaminata dalle radiazioni, ma la contaminazione diminuisce sensibilmente con l'aumentare della distanza dal luogo dell'incidente. A causa della risospensione, la contaminazione radioattiva si estende anche alle regioni limitrofe.



Vengono colpiti anche i corsi d'acqua, in particolare l'Aar. Parte dell'acqua utilizzata per la decontaminazione finisce nelle canalizzazioni, e da qui negli impianti di depurazione e infine nei corsi e specchi d'acqua, perpetuando la contaminazione. La radioattività diminuisce più o meno rapidamente a seconda della sostanza rilasciata. Per precauzione, la CENAL impone un divieto assoluto di raccolto e pascolo nelle regioni colpite.

Economia

L'economia della zona colpita si arresta temporaneamente. In particolare il turismo, la produzione di derrate alimentari e altre aziende di produzione devono affrontare difficoltà a medio e lungo termine per rimettersi in piedi. Dove possibile, le loro sedi vengono trasferite in zone non contaminate. L'economia della zona colpita subisce danni duraturi.

Il suolo e gli immobili colpiti perdono molto valore e la loro decontaminazione genera costi elevati. Nelle immediate vicinanze del luogo dell'incidente, occorre asportare lo strato superiore del suolo. Si accumulano pertanto grandi quantità di materiali contaminati, che devono a loro volta essere eliminati in modo adeguato.

In totale, le perdite economiche ammontano a diverse decine di miliardi di franchi.

Società

La zona più colpita viene temporaneamente evacuata. In particolare ai margini della zona evacuata, dove la contaminazione radioattiva è minore, sussiste il pericolo di saccheggi. Le forze di sicurezza intensificano le ronde e i controlli.

Gli abitanti della zona più colpita vengono definitivamente trasferiti. Molte persone che se lo possono permettere abbandonano anche le zone meno colpite.

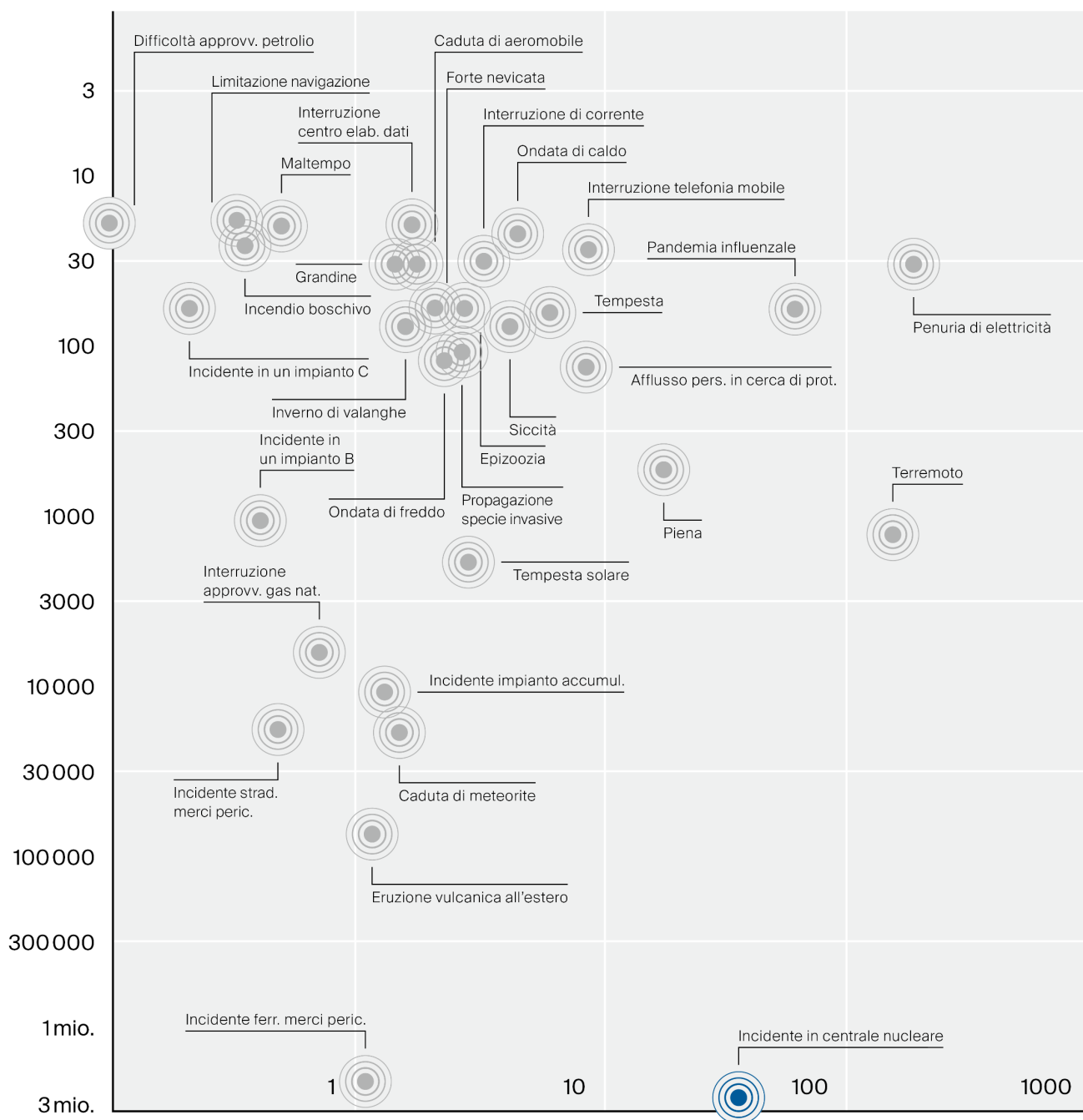


Rischio

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



Danni aggregati
in mia. di franchi



Basi legali

- Costituzione
- Costituzione federale della Confederazione Svizzera del 18 aprile 1999; RS 101: art. 90 (Energia nucleare) e art. 196 (Disposizioni transitorie)
-
- Leggi
- Legge federale del 20 dicembre 2019 sulla protezione della popolazione e sulla protezione civile (LPPC); RS 520.1
 - Legge federale del 21 marzo 2003 sull'energia nucleare (LENu); RS 732.1
 - Legge del 22 marzo 1991 sulla radioprotezione (LRaP); RS 814.50
-
- Ordinanze
- Ordinanza del 2 marzo 2018 sullo Stato maggiore federale Protezione della popolazione (OSMFP); RS 520.17
 - Ordinanza del 14 novembre 2018 sulla protezione d'emergenza in prossimità degli impianti nucleari (Ordinanza sulla protezione d'emergenza, OPE); RS 732.33
 - Ordinanza del 26 aprile 2017 sulla radioprotezione (ORaP); RS 814.501
 - Ordinanza del DFI del 16 dicembre 2016 sull'acqua potabile e sull'acqua per piscine e docce accessibili al pubblico (OPPD); RS 817.022.11
 - Ordinanza del DFI del 16 dicembre 2016 sui tenori massimi di contaminanti (Ordinanza sui contaminanti, OCont); RS 817.022.15



Ulteriori informazioni

Sul pericolo

- Blättler / Cartier / Schmid (2003): Umsetzung DMK. Massnahmen im Bereich Aufenthaltsbeschränkung, Transit und Kontaminationskontrolle im Falle eines KKW-Unfalls. Commissione federale per la protezione NBC (ComNBC), Spiez
- Ispettorato federale della sicurezza nucleare (IFSN) (2016): Schlussbericht Aktionsplan Fukushima. IFSN, Brugg
- Ispettorato federale della sicurezza nucleare (IFSN) (2014): ENSI-AN-8293. Esame degli scenari di riferimento per la pianificazione d'emergenza nei dintorni delle centrali. IFSN, Brugg
- Ispettorato federale della sicurezza nucleare (IFSN) (2011): Auswirkungen Fukushima 11032011. Radiologische Auswirkungen aus den kerntechnischen Unfällen in Fukushima vom 11.03.2011. IFSN, Brugg
- Ufficio federale della protezione della popolazione (UFPP) (2015): Concetto di protezione d'emergenza in caso di incidente in una centrale nucleare in Svizzera. UFPP, Berna
- Ufficio federale della protezione della popolazione (UFPP) (2015): Guida alla protezione delle infrastrutture critiche. UFPP, Berna
- Ufficio federale della protezione della popolazione (UFPP) / Ufficio federale dell'ambiente (UFAM) (2015): Scenari di riferimento NBCN. UFPP e UFAM, Spiez.
- Ufficio federale della sanità pubblica (UFSP) (2007): Radioattività e radioprotezione. UFSP, Berna

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