

Prevenzione degli incidenti rilevanti nelle aziende civili che utilizzano sostanze esplosive

Un modulo del Manuale concernente l'ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Ufficio federale dell'ambiente UFAM

Prevenzione degli incidenti rilevanti nelle aziende civili che utilizzano sostanze esplosive

Un modulo del Manuale concernente l'ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti

Nota editoriale

Valenza giuridica

La presente pubblicazione è un aiuto all'esecuzione elaborato dall'UFAM in veste di autorità di vigilanza. Destinata in primo luogo alle autorità esecutive, essa concretizza le prescrizioni federali in materia di diritto ambientale (in relazione a concetti giuridici indeterminati e alla portata o all'esercizio della discrezionalità) nell'intento di uniformarne un'applicazione uniforme della legislazione. Le autorità esecutive che vi si attengono possono legittimamente ritenere che le loro decisioni siano conformi al diritto federale. Sono ammesse soluzioni alternative, purché conformi al diritto vigente.

Editore

Ufficio federale dell'ambiente (UFAM)

L'UFAM è un ufficio del Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni (DATEC).

Direzione del progetto

Michael Hösli (UFAM)

Autori

Dr. Peter Gerber (Emch+Berger AG), Dr. Renato Spahni (Emch+Berger AG), Dr. Dominique Huber (AWEL ZH), Dr. Philippe Kindler (KL BE), Raphaël Gonzalez (UFAM)

Gruppo di lavoro

Christian Bieri (Fedpol), Patrick Blanc (FOR ZH), Alois Degonda (ANU GR), Daniel Dietrich (Fedpol), Christophe Dirren (SPT VS), Clo Gregori (SSE SA), Werner Good (GVZ), Jean-Pascal Guinand (Sugyp SA), Ergin Hacilar (RUAG AG), Bruno Hertzog (AfU TG), Pascal Imhof (GS-VBS)*, Fabian Venetz (SSE SA), Thomas Willen (Pyrowillen), Tamara Zurfluh (AfU UR)

*Supporto specialistico da parte di Bienz, Kummer und Partner AG

Indicazione bibliografica

UFAM (ed.) 2022: Prevenzione degli incidenti rilevanti nelle aziende che utilizzano sostanze esplosive. Un modulo del Manuale concernente l'ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti. Ufficio federale dell'ambiente, Berna. Pratica ambientale n. 1807: 50 pagg.

Traduzione

Servizio linguistico italiano, UFAM

Grafica e impaginazione

Funke Lettershop AG

Foto di copertina

Deposito di sostanze esplosive in casse
© J-Hyde, Adobe Stock

Link per scaricare il PDF

www.bafu.admin.ch/uv-1807-i

La versione stampata non è disponibile.

La presente pubblicazione è disponibile anche in tedesco e francese. La lingua originale è il tedesco.

© UFAM 2022

Sommario

Abstract	5
Premessa	6
Introduzione	7
1 Campo di applicazione secondo l'ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti (OPIR)	10
1.1 Chiarimento del campo di applicazione mediante la quantità netta di esplosivo	10
1.2 Procedura con le materie esplosive multicomponenti	12
2 Misure di sicurezza per le aziende civili che utilizzano sostanze esplosive	13
2.1 Tipi di impianti	13
2.2 Misure di sicurezza edilizie	14
2.3 Misure di sicurezza tecniche	14
2.4 Piani di sicurezza – misure di sicurezza organizzative	15
3 Stima dell'entità in relazione alla popolazione per il rapporto breve	16
3.1 Determinazione degli scenari di incidenti rilevanti determinanti	16
3.2 Spiegazioni relative ai parametri della tavola degli scenari	18
3.3 Stima del numero di morti	23
4 Valutazione dell'entità in relazione all'ambiente per il rapporto breve	27
4.1 Valutazione dell'entità per le acque superficiali	27
4.2 Valutazione dell'entità per le acque sotterranee	28
5 Indicazioni per l'analisi dei rischi	29
Allegato	34
Glossario	48
Bibliografia	49

Abstract

This enforcement aid explains the procedure for evaluating the scope of application of the Major Accidents Ordinance (MAO) and for estimating the extent of possible harm or damage for the summary report. Basic principles for compliance with general safety measures are also presented. This enforcement aid provides support for the owners of civil installations that work with explosives in the application of the specific requirements of the MAO and for the enforcement authorities in the implementation of the monitoring and evaluation procedure in accordance with the MAO.

La presente aiuto all'esecuzione illustra come verificare il campo d'applicazione secondo l'ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti (OPIR) e come effettuare la stima dell'entità dei danni a livello di rapporto breve. Inoltre, indica le misure di sicurezza da adottare. In tal modo, il presente aiuto all'esecuzione supporta i detentori delle aziende civili con esplosivi nell'attuazione delle esigenze specifiche dell'OPIR e le autorità esecutive nello svolgimento della procedura di controllo e di valutazione secondo l'OPIR.

Die vorliegende Vollzugshilfe erläutert das Vorgehen zur Ermittlung des Geltungsbereichs gemäss Störfallverordnung (StFV) und zur Ausmassschätzung auf Stufe Kurzbericht. Zudem werden Grundsätze zum Treffen von Sicherheitsmassnahmen aufgezeigt. Diese Vollzugshilfe hilft somit den Inhabern von zivilen Betrieben mit Explosivstoffen bei der Umsetzung der spezifischen Anforderungen aus der StFV und den Vollzugsbehörden bei der Durchführung des Kontroll- und Beurteilungsverfahrens gemäss StFV.

La présente aide à l'exécution explique la démarche à suivre pour vérifier si l'ordonnance sur les accidents majeurs (OPAM) est applicable et pour évaluer l'ampleur des dommages potentiels à l'étape du rapport succinct. Elle fournit également les grands principes pour définir les mesures de sécurité à prendre. Cette aide à l'exécution se veut donc un outil à l'intention des détenteurs d'entreprises civiles travaillant avec des substances explosives, qui doivent se conformer aux exigences spécifiques de l'OPAM, et une aide pour les autorités d'exécution afin qu'elles puissent mener à bien la procédure de contrôle et d'évaluation prescrite par cette ordonnance.

Keywords :

Explosives, scope in accordance with the MAO, estimation of extent of possible harm or damage, safety measures

Parole chiave:

esplosivi, campo d'applicazione secondo l'OPIR, stima dell'entità dei danni, misure di sicurezza

Stichwörter:

Explosivstoffe, Geltungsbereich gemäss StFV, Ausmassschätzung, Sicherheitsmassnahmen

Mots-clés :

Explosifs, champ d'application selon l'OPAM, évaluation de l'ampleur des dommages, mesures de sécurité

Premessa

L'esperienza mostra che nelle aziende che trattano sostanze esplosive gli incidenti rilevanti sono rari, ma non possono essere completamente esclusi. In Svizzera non si verificano da decenni incidenti rilevanti con esplosivi e occorre fare in modo che non se ne verifichino anche in futuro. Il presente aiuto all'esecuzione fornisce un contributo a tale scopo.

Dalla sua revisione avvenuta nel 2015, sono soggette all'ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti (OPIR) anche le aziende in cui si trattano esplosivi. Esempi di queste aziende si trovano nei settori produzione, stoccaggio, smaltimento e distribuzione di esplosivi come fuochi d'artificio o munizioni. Nel campo d'applicazione dell'OPIR possono rientrare anche i grandi cantieri in cui vengono impiegati esplosivi.

Con il presente aiuto all'esecuzione, elaborato in un gruppo di lavoro composto da autorità e detentori di aziende civili, vengono messe a disposizione linee guida per l'armonizzazione dell'esecuzione. L'aiuto all'esecuzione prescrive come occorre verificare l'ambito di applicazione dell'OPIR in questo specifico settore. Per le aziende che rientrano nel campo d'applicazione dell'OPIR, l'aiuto all'esecuzione fornisce una panoramica delle misure di sicurezza edilizie, tecniche e organizzative idonee. Per la valutazione dell'entità di eventuali danni alla popolazione o all'ambiente in seguito a un incidente rilevante, importante nell'ambito dell'esecuzione dell'OPIR, vengono presentate le necessarie basi metodiche.

Il confronto costante con il tema della prevenzione degli incidenti rilevanti è un compito permanente per le aziende che rientrano nel campo d'applicazione dell'OPIR. In ultima analisi, questo sforzo contribuisce anche a garantire una gestione sostenibile ed evoluta degli esplosivi. Per dirla con le parole del padre della dinamite, Alfred Nobel (1833–1896): *«Il successo non è un obiettivo che si raggiunge, bensì lo spirito con cui si intraprende e si prosegue il viaggio»*.

Josef Eberli, divisione Prevenzione dei pericoli
Ufficio federale dell'ambiente (UFAM)

Introduzione

Struttura del Manuale sull'ordinanza sugli incidenti rilevanti

Il Manuale concernente l'ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti è un aiuto all'esecuzione completamente integrato e strutturato in modo modulare, che sostiene i detentori degli impianti assoggettati e le autorità esecutive nell'attuazione dell'OPIR conforme alla legge. Il mantello di tutti i moduli è costituito dalla «Parte generale», che spiega le disposizioni dell'ordinanza che si applicano a tutti gli impianti assoggettati. Per quanto concerne le aziende, la Parte generale rimanda ai moduli «Aziende con potenziale di pericolo chimico» e «Criteri di valutazione concernenti l'ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti». Una panoramica di tutti i moduli disponibili con la possibilità di scaricarli è disponibile sul sito Internet dell'UFAM (aiuti all'esecuzione¹).

Modulo «Prevenzione degli incidenti rilevanti nelle aziende civili che utilizzano sostanze esplosive»

Il modulo specifico per impianti «Prevenzione degli incidenti rilevanti nelle aziende civili che utilizzano sostanze esplosive» è una concretizzazione delle basi menzionate sopra e tratta in modo specifico le aziende civili con sostanze esplosive². Si basa tra l'altro sulle basi per l'esecuzione dell'OPIR^{[3],[4],[5]} e sulla legislazione in materia di esplosivi^{[2],[11]}. Quest'ultima costituisce per le aziende civili con esplosivi una base importante per quanto riguarda le regole della tecnica riconosciute. Le disposizioni della legislazione in materia di esplosivi devono essere rispettate da tutte le aziende, quindi anche da quelle con quantitativi di sostanze inferiori alle soglie di assoggettamento fissate nell'OPIR. Il modulo comprende le indicazioni necessarie per applicare correttamente i criteri per la determinazione dei quantitativi soglia di cui all'allegato 1.1 numero 4 OPIR (cap. 1). Inoltre presenta principi e idee per la definizione e l'attuazione di misure di sicurezza (cap. 2). Ai titolari viene altresì mostrato come possono redigere un rapporto breve³ di cui all'articolo 5 OPIR ^[1] e alle autorità esecutive come possono valutare la necessità di un'analisi dei rischi di cui all'articolo 7 OPIR. Il fulcro è costituito dalla «tavola degli scenari», con la quale vengono estrapolati gli scenari di incidente rilevante determinanti per l'allestimento di un rapporto breve. Con il termine «scenari di incidente rilevante determinanti» si intendono gli scenari dai quali risultano gli effetti peggiori possibili per la popolazione. Su questa base viene determinata l'entità del danno mediante modelli per proiezione di macerie, onda d'urto e irradiazione di calore. Per valutare se è necessaria una valutazione dell'entità dei danni per l'ambiente si possono utilizzare criteri di esclusione (cap. 4). Se questi criteri non sono adempiuti, nel rapporto breve occorre indicare le valutazioni dell'entità dei danni per le acque superficiali e/o sotterranee tenendo conto delle grandezze di influenza specifiche del luogo. Infine, il presente modulo fornisce indicazioni per l'allestimento dell'analisi dei rischi (cap. 5). Nel seguente diagramma di flusso (fig. 1) è rappresentato sinteticamente l'impiego dei summenzionati strumenti ausiliari nell'ambito della procedura di controllo e valutazione secondo l'OPIR.

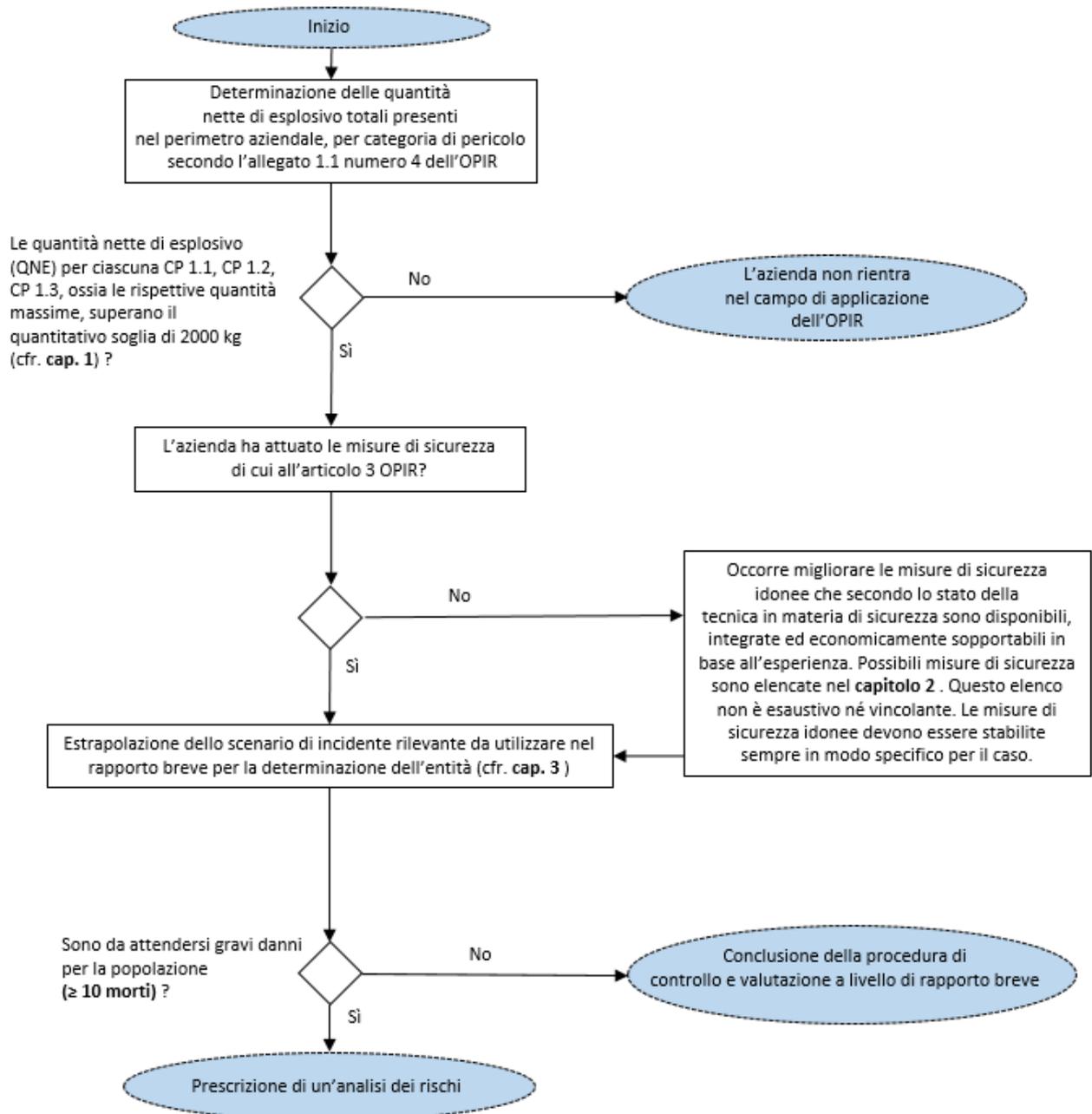
1 www.bafu.admin.ch/bafu/it/home/temi/incidenti-rilevanti/aiuti-esecuzione.html

2 Per le aziende militari con esplosivi si applicano le disposizioni delle direttive concernenti il concetto di sicurezza per l'utilizzo di munizioni e sostanze esplosive (WSUME, [3]), le linee guida tecniche per lo stoccaggio di munizioni (TLM, [4]) del DDPS nonché vari altri documenti militari confidenziali come prescrizioni tecniche (pt) e linee guida (pt e linee guida, [14]).

3 Per le aziende militari con esplosivi, un rapporto di sicurezza corrisponde a un rapporto breve secondo l'OPIR.

Figura 1

Procedura di controllo e valutazione a livello di rapporto breve: valutazione di un possibile danno grave alla popolazione. Per gli indicatori di danno «Acque superficiali» e «Acque sotterranee», dei criteri di esclusione sono disponibili al capitolo 4 del presente aiuto all'esecuzione.



Categorie utilizzate per le sostanze esplosive

Le definizioni e le categorie utilizzate nel presente aiuto all'esecuzione per le sostanze esplosive sono illustrate nella tabella 1 e si basano sull'ordinanza sugli esplosivi (OEspl^[2]) e sulle denominazioni usuali nell'impiego commerciale, civile e militare di sostanze esplosive. Non sono considerate sostanze esplosive ai sensi del presente aiuto all'esecuzione le sostanze esplicitamente escluse secondo l'articolo 5 della legge sugli esplosivi (LEspl^[1]) come i prodotti intermedi instabili o i gas infiammabili.

Le sostanze esplosive possono presentarsi sotto forma solida, polverosa, liquida o gelatinosa in involucri e/o imballaggi diversi. Rientrano tra le sostanze esplosive anche le componenti responsabili per l'attivazione dell'innesco. A tal proposito si distingue tra innescanti, mezzi d'innesco e mezzi di accensione.

Gli innescanti vengono installati nei mezzi d'innesco della tecnica di brillamento (ad es. detonatori) e si possono fare esplodere già con leggeri influssi meccanici o termici. Nelle capsule a percussione dei proiettili sono presenti innescanti per innescare la carica propulsiva.

I mezzi d'innesco (tecnica di brillamento) e di accensione (pirotecnica) sono ausili che servono a innescare un'esplosione o una combustione, mettendo a disposizione l'energia iniziale per la reazione chimica di sostanze esplosive.

Tabella 1

Le categorie per le sostanze esplosive (qui ad es. polvere) sono descritte in relazione al tipo e alla composizione e possono essere attribuite a una o più categorie di pericolo⁴ (CP).

Sostanze esplosive (solide, in polvere, liquide, gelatinose)			
Categoria	Esempi	Categorie di pericolo (CP)	Prescrizioni e basi
Sostanze esplosive	<ul style="list-style-type: none"> • TNT (Trinitrotoluolo) • RDX (Royal Demolition Explosive, esogene, ciclotrinitrometilammina, ciclonite, T4) • HMX (High-Molecular-weight RDX, ottogene, ciclotetrametilene-tetranitroammina, homociclonite) • Polvere nera (confinata) • Materiale esplosivo nitrato d'ammonio • Nitroglicerina (NGL) 	CP 1.1	• Art. 2 OEspl ^[2]
Innescanti (componente di mezzi d'innesco)	<ul style="list-style-type: none"> • Azoturo di piombo • Stifnato di piombo • Azoturo d'argento 	CP 1.1	• Art. 2 OEspl
Mezzi d'innesco / di accensione (ausili per innescare un'esplosione o una combustione)	<ul style="list-style-type: none"> • Micce • Stoppini • Micce per scopi pirotecnici • Capsule fulminanti • Detonatori 	CP 1.1 CP 1.3	• Art. 3 OEspl
Polvere (polvere da sparo, propellente)	<ul style="list-style-type: none"> • Polvere di nitrocellulosa • Polvere nera 	CP 1.1 CP 1.3	• Art. 7a LEspl
Elemento / oggetto pirotecnico (effetti acustici, ottici, termici, meccanici)	<ul style="list-style-type: none"> • Per scopi commerciali (razzi di segnalazione e di soccorso, razzi antigrandine) • Fuochi d'artificio (a.e. razzi, batterie, vulcani) 	CP 1.1 CP 1.2 CP 1.3	• Art. 5 OEspl
Munizioni in aziende civili	<ul style="list-style-type: none"> • Oggetti esplosivi per impieghi militari, civili e delle autorità 	CP 1.1 CP 1.2 CP 1.3	• WSUME ^[3] , OCSM ^[5]

⁴ Per quanto riguarda il trasporto, la categoria di pericolo è definita conformemente alle prescrizioni dell'«Accordo relativo al trasporto internazionale su strada delle merci pericolose (ADR)» nonché del regolamento (CE) n. 1272/2008 (regolamento CLP).

1 Campo di applicazione secondo l'ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti (OPIR)

Con le spiegazioni contenute in questo capitolo il titolare di un'azienda in cui si trattano esplosivi può chiarire se l'azienda rientra nel campo d'applicazione dell'OEspl. Il presupposto centrale per la determinazione del quantitativo soglia è l'attribuzione delle sostanze esplosive a una categoria di pericolo (CP) sulla base delle caratteristiche di pericolo⁵, rispettivamente l'attribuzione di rifiuti speciali a un codice dei rifiuti della serie 16 04 0X (rifiuti esplosivi).

1.1 Chiarimento del campo di applicazione mediante la quantità netta di esplosivo

Per chiarire il campo di applicazione occorre determinare le quantità nette di esplosivo (QNE, Net Explosive Quantity [NEQ]) per ciascuna CP 1.1, CP 1.2, CP 1.3, ossia determinare le rispettive quantità massime e confrontarle con il quantitativo soglia dell'OPIR^[6] di 2000 kg. A tale scopo si sommano le QNE di tutte le sostanze esplosive con la medesima categoria di pericolo o con la medesima indicazione di pericolo⁶:

- QNE della categoria di pericolo 1.1 (indicazione di pericolo H200 o H201, pericolo di proiezione di macerie e onda d'urto)
- QNE della categoria di pericolo 1.2 (indicazione di pericolo H202, pericolo di proiezione di macerie)
- QNE della categoria di pericolo 1.3 (indicazione di pericolo H203, pericolo di irradiazione di calore)

La QNE per ciascuna CP viene sommata per l'intero perimetro aziendale, ossia tutte le unità aziendali come il magazzino e la produzione (cfr. esempio nella fig. 2), tenendo conto delle quantità massime di tutte le possibili quantità parziali⁷ secondo le procedure e le capacità aziendali^[6].

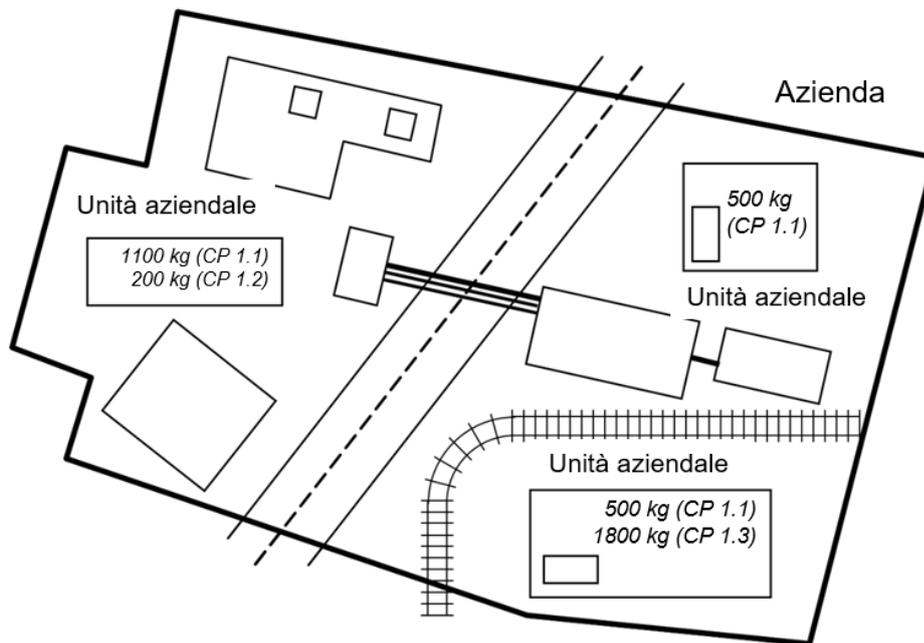
5 Conformemente alle prescrizioni dell'«Accordo relativo al trasporto internazionale su strada delle merci pericolose (ADR)» nonché del regolamento (CE) n. 1272/2008 (regolamento CLP).

6 I pericoli fisici (all. 1.1 n. 42 OPIR) costituiscono solo una piccola parte delle caratteristiche di pericolo determinanti per i chiarimenti relativi al campo di applicazione dell'OPIR per gli esplosivi. Per chiarire il campo di applicazione dell'OPIR in relazione a determinate sostanze esplosive possono essere eventualmente rilevanti anche i criteri per i pericoli per la salute (all. 1.1 n. 41 OPIR) nonché altri pericoli (all. 1.1 n. 44 OPIR), se questi portano a quantitativi soglia inferiori a 2000 kg (H330 o EUH032; QS = 200 kg).

7 La definizione delle capacità massime avviene ad esempio sulla base di autorizzazioni d'esercizio secondo le prescrizioni cantonali sulla protezione preventiva contro gli incendi e/o secondo le autorizzazioni di deposito relative alla legislazione in materia di esplosivi (art 42 cpv. 3 LEspl) rilasciate dalle competenti autorità cantonali. Le autorizzazioni di deposito si riferiscono alle quantità massime ammesse per pirotecnica ed esplosivo civile.

Figura 2**Esempio relativo al chiarimento del campo di applicazione sulla base della QNE**

Sommando tre unità aziendali, nell'azienda sono presenti complessivamente 2100 kg QNE della CP 1.1, 200 kg QNE della CP 1.2 e 1800 kg QNE della CP 1.3. Queste quantità indicate per CP e unità aziendale corrispondono comprovatamente alle possibili quantità parziali massime secondo le procedure e le capacità aziendali⁶ presenti sull'area dell'azienda. Pertanto, l'azienda è soggetta all'OPIR a causa del superamento del quantitativo soglia per la CP 1.1.

**QNE totale per categoria di pericolo**

A differenza del consueto metodo per la determinazione della quantità massima^[6], nel quale non è richiesta la somma di sostanze o preparati diversi con caratteristiche uguali, per le sostanze esplosive occorre rilevare la QNE totale per ciascuna CP. Pertanto vengono sommate sostanze esplosive diverse. Ciò avviene per motivi pragmatici:

- perché le caratteristiche di pericolo delle sostanze esplosive (tab. 1) sono determinate in misura sostanziale da fattori come l'involucro, l'imballaggio e la densità di carica. L'attribuzione di una sostanza esplosiva a una classe di pericolo avviene sulla base delle relative prescrizioni dell'ADR^[8] a dipendenza dei parametri menzionati sopra. Di conseguenza, per sostanze esplosive identiche sono possibili effetti completamente diversi. Ad esempio, le sostanze esplosive in polvere possono avere effetti di reazione a catena a causa dell'effetto comprimente dell'imballaggio. A causa di questo effetto, i detonatori possono sviluppare reazioni a catena o, invece, non rappresentare più un pericolo elevato;
- perché una determinazione della quantità massima secondo gli ingredienti degli esplosivi non è praticabile, poiché in particolare nel caso di fuochi d'artificio i dati sulla loro composizione dettagliata spesso non sono disponibili.

La QNE è fondamentale nota sulla base dei principi dell'ADR^[8], del certificato CE della direttiva UE 2013/29/UE^[9] o della norma per gli oggetti pirotecnici SN-EN-15947^[10]. Si tratta di un'informazione obbligatoria per il fabbricante, della quale deve disporre per poter immettere sul mercato i propri prodotti. Se ciò nonostante non è disponibile alcuna QNE dichiarata secondo le basi sopra menzionate, per la determinazione del superamento dei quantitativi soglia occorre prendere la quantità lorda delle sostanze esplosive compresi il materiale dell'involucro e l'imballaggio.

QNE totale per codice di rifiuti

Per chiarire il campo di applicazione occorre considerare anche i rifiuti esplosivi, ossia i rifiuti speciali con un codice dei rifiuti della serie 16 04 0X. Le quantità massime dei rifiuti speciali con lo stesso codice vengono sommate per l'intera area aziendale e le somme confrontate con il quantitativo soglia di 2000 kg⁸.

Delimitazione

Anche le sostanze esplosive instabili con l'indicazione di pericolo H200 hanno un quantitativo soglia di 2000 kg. Le sostanze instabili sotto forma di prodotti intermedi della fabbricazione di prodotti chimici che perdono le loro proprietà esplosive prima della conclusione del processo di produzione nonché i prodotti esplosivi che non sono stati fabbricati per brillamenti non vengono trattati nell'ambito del presente aiuto all'esecuzione o non sono considerati esplosivi in tal senso. Le sostanze esplosive delle CP 1.4, 1.5 e 1.6 non hanno alcun quantitativo soglia secondo l'OPIR e, pertanto, non vengono ulteriormente menzionate.

1.2 Procedura con le materie esplosive multicomponenti

Per le materie esplosive non miscelate o le materie esplosive multicomponenti non composte, la quantità massima non deve essere determinata secondo il capitolo 1.1 se sono adempiuti i seguenti criteri:

- I componenti delle materie esplosive multicomponenti sono efficacemente protetti (cfr. ad es. l'art. 78 cpv. 3 OEspI), ossia sono depositati separatamente dai mezzi d'innescio detonanti (LEspI^[11], art. 20);
- I singoli componenti di materie esplosive multicomponenti⁹ devono essere depositati separatamente gli uni dagli altri, rispettando le prescrizioni della legislazione in materia di prodotti chimici^[12], le prescrizioni delle competenti autorità antincendio^[13] e nel caso del nitrato di ammonio se applicabile all'aiuto all'esecuzione «Störfallvorsorge bei Lager für ammoniumnitrathaltige Dünger» (non disponibile in italiano)^[14].

Se sono adempite le condizioni riportate sopra, le quantità dei singoli componenti, sostanze e preparati vengono determinate singolarmente sulla base delle loro caratteristiche di pericolo^[6].

⁸ Secondo l'ordinanza del DATEC sulle liste per il traffico di rifiuti (OLTRif), anche i rifiuti con un codice dei rifiuti della serie 16 04 0X (rifiuti esplosivi) hanno un quantitativo soglia di 2000 kg. La loro quantità massima deve essere determinata addizionando tutti i rifiuti contrassegnati con un codice della serie 16 04 0X. Questo metodo conservativo viene applicato alla luce del fatto che si può trattare di rifiuti «Out of specifications» e, pertanto, di materiale instabile o reattivo.

⁹ Le materie esplosive multicomponenti sono composte da più componenti (sostanze, preparati, oggetti) che possono essere separati fisicamente. Queste materie diventano esplosive solo se vengono miscelate o assemblate tra loro.

2 Misure di sicurezza per le aziende civili che utilizzano sostanze esplosive

Misure di sicurezza edilizie, tecniche e organizzative

Il titolare di un'azienda deve attuare le misure di sicurezza necessarie secondo lo stato della tecnica. Le aziende soggette all'OPIR devono inoltre adottare sotto la propria responsabilità le misure di sicurezza disponibili secondo l'articolo 3 OPIR. Si tratta di misure di sicurezza secondo lo sviluppo della tecnica in materia di sicurezza che possono essere integrate in base all'esperienza e sono sopportabili sotto il profilo economico.

Per quanto concerne il deposito e la produzione di sostanze esplosive, in questo aiuto all'esecuzione si distingue tra misure di sicurezza edilizie, tecniche e organizzative. Numerose misure di sicurezza risultano da ordinanze e direttive per gli impianti civili^{[2], [11], [13]} e militari^{[3], [4], [15]}. A titolo di compendio, nelle tabelle 2, 3 e 4 sono elencate possibili misure di sicurezza derivanti da queste fonti nonché misure di sicurezza secondo lo stato della tecnica in materia di sicurezza. Questo elenco non è esaustivo né vincolante. A dipendenza del tipo di impianto (cfr. cap. 2.1), occorre definire nel caso concreto misure di sicurezza idonee specifiche per il caso.

2.1 Tipi di impianti

Per valutare misure di sicurezza idonee ed effettuare la valutazione dell'entità per la popolazione (cap. 3) si distinguono quattro tipi di impianti. Con il termine «impianti» si intendono singole unità aziendali nel perimetro aziendale. In caso di un singolo evento sono interessate contemporaneamente tutte le sostanze esplosive presenti in questo impianto.

2.1.1 Impianti in superficie con costruzione leggera

Rientrano tra gli impianti in superficie con costruzione leggera (*ISleggeri*) il deposito di sostanze esplosive in superficie, ad esempio in container ISO o, ad esempio, in costruzioni leggere fabbricate in acciaio¹⁰ o in legno.

2.1.2 Impianti in superficie

Gli impianti in superficie (IS) comprendono locali adibiti a deposito, magazzino o produzione con costruzione massiccia di elementi prefabbricati in calcestruzzo o cemento armato, ma senza copertura di terra o terrapieni laterali. Per quanto concerne le misure di sicurezza, nelle tabelle 2, 3 e 4 si distingue tra deposito (IS-D) e produzione (IS-P).

2.1.3 Impianti coperti di terra

Gli impianti coperti di terra (ICT) sono impianti in superficie in cemento armato coperti di terra, con terrapieni su tre lati e il lato d'accesso privo di terrapieno. Un sottogruppo è costituito dagli impianti sotterranei con interrimento di più metri. Ma questi non sono qui considerati distintamente per la valutazione dell'entità dei danni.

¹⁰ Involucro degli edifici in lamiera.

2.1.4 Impianti sotto roccia

Gli impianti sotto roccia (ISR) sono composti da una o più camere situate direttamente nella roccia geologicamente idonea. Gli impianti sotto roccia possono avere strutture complesse di camere e corridoi di collegamento, ma hanno generalmente un cunicolo d'accesso.

2.2 Misure di sicurezza edilizie

Per tutti gli impianti occorre esaminare misure di sicurezza edilizie (esempi nella tab. 2) nonché adeguarle e dimensionarle in base al tipo e alla grandezza dell'impianto. Occorre altresì documentare le basi di misurazione per le aperture di scarico e i terrapieni.

Tabella 2

Panoramica delle possibili misure di sicurezza edilizie in base al tipo di impianto.

	Misure di sicurezza edilizie	Tipi di impianti
1	Le aperture di sfogo e i punti di rottura predeterminati (apertura di sfiato) consentono, a seconda della categoria di pericolo ¹¹ delle sostanze depositate, lo sfogo della pressione e/o la proiezione di macerie in zone senza elevata densità di popolazione.	ISleggeri, IS-P, IS-D, ICT
2	Costruzione leggera dell'edificio per ridurre la proiezione di macerie.	ISleggeri IS-P
3	Terrapieno	Tutti
4	I compartimenti tagliafuoco devono essere strutturati per le singole camere di deposito, in particolare con locali tecnici e di climatizzazione separati, secondo i requisiti delle prescrizioni antincendio al fine di prevenire o ritardare una trasmissione dell'evento mediante incendio.	Tutti
5	Fodera protettiva per prevenire la trasmissione di un'esplosione tramite detriti.	IS-D
6	A titolo di protezione contro gli effetti esterni, gli impianti devono essere protetti, ad esempio, da una recinzione e da porte con protezione antieffrazione per evitare accessi non autorizzati e involontari.	Tutti

2.3 Misure di sicurezza tecniche

Per tutti gli impianti occorre esaminare misure di sicurezza tecniche (esempi nella tab. 3) nonché adeguare e dimensionare la loro modalità di funzionamento in base al tipo e alla grandezza dell'impianto. Occorre documentare le basi di misurazione per, ad esempio, sistemi di protezione parafulmine, protezione antiesplosione, sistemi di allarme e di spegnimento.

¹¹ In caso di deposito di sole sostanze della CP 1.3, parti dell'involucro dell'edificio (ad es. tetto o parete laterale) possono essere strutturate come apertura di sfogo. In presenza di CP 1.1 e CP 1.2 – detonazione – è difficile dimensionare un'efficace sfogo della pressione.

Tabella 3

Panoramica delle possibili misure di sicurezza tecniche in base al tipo di impianto.

	Misure di sicurezza tecniche	Tipi di impianti
1	Sistema esterno per la messa a terra dell'impianto come protezione contro un innesco. Protezione parafulmine interna, parti metalliche a bassa impedenza collegate tra loro e con la protezione parafulmine esterna.	Tutti
2	Ove necessario, le installazioni e i mezzi d'esercizio nei locali di produzione devono essere eseguiti conformemente alle norme ESD e alle direttive ATEX e non devono diventare fonti d'innesco ¹² .	ISleggeri IS-P
3	Gli impianti elettrici nei depositi devono essere protetti (isolamento elettrico, interruzione della corrente in caso di non utilizzo) e non devono diventare fonti d'innesco.	ISleggeri, IS- D, ICT, ISR
4	Sistemi d'allarme (rilevatore di incendio, sistema di rilevamento gas, videosorveglianza) per intervento tempestivo o evacuazione di persone.	Tutti
5	Sistemi di spegnimento (come ad es. estintori a mano, sprinkler/Hi-FOG, impianto di spegnimento a CO ₂ ecc.) per prevenire o ridurre una propagazione dell'evento.	Tutti
6	Le condizioni di stoccaggio come temperatura, umidità, protezione contro le vibrazioni e così via devono essere adeguate per le sostanze presenti nel deposito. Queste condizioni vanno garantite, ad esempio, mediante ausili tecnici come installazioni di aerazione, deumidificatori ecc.	Tutti

2.4 Piani di sicurezza – misure di sicurezza organizzative

I piani di sicurezza e le risultanti misure di sicurezza organizzative devono essere redatti in forma scritta. Il livello di documentazione dipende dalle dimensioni dell'impianto e dai possibili rischi.

Tabella 4

Panoramica dei possibili piani di sicurezza e delle misure di sicurezza organizzative in base al tipo di impianto.

	Piani di sicurezza	Tipi di impianti
1	<i>Piani di sicurezza: occorre garantire limitazioni di accesso per le persone non autorizzate e le sostanze esplosive devono essere protette contro il furto.</i>	Tutti
2	<i>Piani di stoccaggio: ad esempio deposito separato di sostanze esplosive e inneschi o per garantire l'altezza di riempimento massima consentita per la polvere propellente senza compressione (involucro) a dipendenza della temperatura.</i>	Tutti
3	<i>Pianificazione degli interventi per incidenti rilevanti composto da documenti d'intervento volti a sostenere una reazione del personale rapida e commisurata alla situazione nonché del piano d'intervento dei pompieri.</i>	Tutti
4	<i>Piano per prevenire l'innesco di esplosioni o la trasmissione di esplosioni tra le unità aziendali (ad es. tramite distanze di sicurezza secondo l'OEsp¹³).</i>	Tutti
5	<i>Piano per la formazione e il perfezionamento professionale dei collaboratori in relazione ai pericoli derivanti dalle sostanze esplosive (ad esempio formazione sulla sicurezza in azienda).</i>	Tutti
6	<i>Piano di manutenzione e di preservazione</i>	Tutti

¹² La sigla ESD sta per «Electro-Static-Discharge» e significa scarica elettrostatica; ATEX sta per «atmosphères explosibles» e significa atmosfere esplosive.

¹³ Per prevenire effetti domino in aziende con danni gravi risultanti da impianti in superficie (IS) sono eventualmente ipotizzabili come misure di sicurezza supplementari secondo l'articolo 8 OPIR distanze di sicurezza maggiori tra le unità aziendali stabilite sulla base di un'analisi dei rischi in conformità con i principi di cui al capitolo 5. In caso di rischio non sopportabile, queste misure possono andare oltre i requisiti dell'OEsp.

3 Stima dell'entità in relazione alla popolazione per il rapporto breve

Metodo per la determinazione dell'entità dei danni alla popolazione a seguito di incidenti rilevante

L'obiettivo di questo capitolo è consentire ai detentori di aziende di valutare autonomamente l'entità di eventuali danni alla popolazione in seguito a incidenti rilevanti (art. 5 cpv. 1 lett. f OPIR) con sostanze esplosive. Per l'applicazione semplificata dell'aiuto all'esecuzione è disponibile sulla homepage dell'UFAM un'applicazione basata su Excel, che consente una valutazione automatizzata dell'entità¹⁴. Questa valutazione deve essere effettuata per tutte le unità aziendali e per tutti i tipi di impianti (cfr. cap. 2.1) in cui sono presenti sostanze esplosive della CP 1.1, CP 1.2 e CP 1.3 nonché rifiuti esplosivi. I risultati della valutazione dell'entità devono essere documentati nel rapporto breve. Viene definita «unità aziendale» un edificio o una parte dell'edificio contigua e chiusa nella quale si trattano sostanze esplosive. Pertanto può essere un deposito, deposito intermedio, deposito giornaliero, locale di produzione, punto di smaltimento o magazzino. A prescindere dal suo utilizzo operativo, per la valutazione dell'entità all'unità aziendale viene attribuito uno dei tipi di impianti indicati al capitolo 2.1. Per ciascuna unità aziendale occorre definire lo scenario di incidente rilevante determinante, da cui risultano poi i relativi settori di letalità. In questo modo, insieme alla densità di popolazione locale o al numero di persone esposte è possibile determinare l'entità di eventuali danni alla popolazione.

3.1 Determinazione degli scenari di incidenti rilevanti determinanti

Per determinare l'entità dei danni in caso di incidente rilevante occorre selezionare gli scenari, le cause e le sequenze di eventi che a giudizio d'uomo possono portare ai peggiori danni possibili alla popolazione (o all'ambiente). Per la valutazione dell'entità occorre considerare solo misure di sicurezza passive, in questo caso il terrapieno. Lo strumento per l'estrapolazione di questi scenari di incidenti rilevanti è la tavola degli scenari (tab. 5), i cui parametri descrivono le condizioni limite determinanti per uno scenario di incidente rilevante. Si tratta della situazione iniziale locale (blu), delle caratteristiche dei possibili eventi (grigio) e degli effetti dannosi attesi (giallo).

¹⁴ L'applicazione basata su Excel è disponibile in Internet all'indirizzo www.bafu.admin.ch/uv-1807-i/modulo Prevenzione degli incidenti rilevanti nelle aziende civili che utilizzano sostanze esplosive

Tabella 5

Tavola degli scenari per l'estrapolazione di scenari di incidente rilevante riguardanti il pericolo per la popolazione

Panoramica dei parametri per la determinazioni di eventuali scenari di incidenti rilevanti e delle entità per tutti i tipi di impianti ed esposizioni di persone. **CP 1.3^a**: Sostanze o pezzi pirotecnici della CP 1.3 che non sono attribuiti ai fuochi d'artificio delle categorie F1, F2 o F3 di cui all'allegato 1 numero 2 OEspI; **CP 1.3^b**: pezzi pirotecnici della CP 1.3 che sono attribuiti ai fuochi d'artificio delle categorie F1, F2 o F3 di cui all'allegato 1 numero 2 OEspI; **valutazione dell'entità specifica per caso^c**: valutazione dell'entità o determinazione del rischio caso per caso mediante modelli idonei; i raggi di letalità nelle figure All.1 - All.12 sono disponibili nell'allegato II.

P1 Unità aziendale, tipo di impianto	P2 Categoria di pericolo (CP)	P3 Evento e quantità (QNE, QTNT)	P4 Terrapianto	P5 Effeto fisico	P6 Esposizione	P7 Raggi di letalità (R ₉₀ , R ₅₀ , R ₁₀ , R ₁)	P8 Zone di letalità e orientamento
Impianto in superficie con costruzione leggera (ad es. container)	CP 1.1 & CP 1.2 & CP 1.3 ^a	Detonazione (QNE, QTNT)	–	Proiezione di macerie da cratere Proiezione di macerie da pratero Onda d'urto	All'aperto / nei veicoli	Fig. All. 1	Circolare
					Negli edifici	Fig. All. 2	Circolare
	CP 1.3 ^b	Combustione (QNE) e palla di fuoco (QNE)	–	Irradiazione di calore	All'aperto / nei veicoli	Fig. All. 3	Circolare
					Negli edifici	Fig. All. 4	Circolare
Impianto in superficie	CP 1.1 & CP 1.2 & CP 1.3 ^a	Detonazione (QNE, QTNT)	Nessun terrapianto	Proiezione di macerie da cratere Proiezione di macerie da pratero Onda d'urto	All'aperto / nei veicoli	Fig. All. 5	Circolare o settore
					Negli edifici	Fig. All. 6	Circolare o settore
			Terrapianto	Proiezione di macerie da cratere Proiezione di macerie da pratero Onda d'urto	All'aperto / nei veicoli	Fig. All. 7	Circolare o settore
					Negli edifici	Fig. All. 8	Circolare o settore
	CP 1.3 ^b	Combustione (QNE) e palla di fuoco (QNE)	–	Irradiazione di calore	All'aperto / nei veicoli	Fig. All. 3	Circolare
					Negli edifici	Fig. All. 4	Circolare
Impianto coperto di terra	CP 1.1 & CP 1.2 & CP 1.3 ^a	Detonazione (QNE, QTNT)	–	Proiezione di macerie da cratere Onda d'urto	All'aperto / nei veicoli	Fig. All. 9	Settore, lato riempito
					Negli edifici	Fig. All. 10	Settore, lato riempito
			Nessun terrapianto	Proiezione di macerie da cratere Proiezione di macerie da pratero Onda d'urto	All'aperto / nei veicoli	Fig. All. 11	Settore, lato di accesso
					Negli edifici	Fig. All. 12	Settore, lato di accesso
	CP 1.3 ^b	Combustione (QNE) e palla di fuoco (QNE)	–	Irradiazione di calore	All'aperto / nei veicoli	Fig. All. 3	Settore, lato di accesso
					Negli edifici	Fig. All. 4	Settore, lato di accesso
Impianto sotto roccia	CP 1.1 & CP 1.2 & CP 1.3 ^a & CP 1.3 ^b	Detonazione (QNE, QTNT)	–	Proiezione di macerie da cratere Stollentrümmerwurf Luftstoss Zugangsstollen	All'aperto / nei veicoli e negli edifici	Valutazione dell'entità specifica per il caso ^c	–

Mediante la determinazione del tipo di impianto (**P1**) e della categoria di pericolo della sostanza esplosiva depositata (**P2**) risultano i possibili eventi (**P3**). Considerando un terrapieno (**P4**) e l'effetto fisico (**P5**) si possono leggere per l'esposizione della popolazione (**P6**) i raggi di letalità (**P7**) e i settori di letalità (**P8**).

La tavola degli scenari serve a sviluppare lo scenario «Worst Case», che deve essere descritto nel rapporto breve per tutte le unità aziendali nell'area dell'azienda¹⁵. Se sono ipotizzabili scenari che portano a danni gravi e che non possono essere estrapolati con la tavola degli scenari, occorre descrivere dettagliatamente anche questi.

Nel successivo capitolo 3.2 sono disponibili spiegazioni dei singoli parametri della tavola degli scenari che occorre tassativamente consultare per comprendere la formazione degli scenari.

3.2 Spiegazioni relative ai parametri della tavola degli scenari

3.2.1 Tipo di impianto (P1)

Per determinare lo scenario di incidente rilevante occorre definire il tipo di impianto per l'unità aziendale (**P1**). Se l'attribuzione del tipo di impianto (cap. 2.1) non è univoca, si devono determinare gli scenari per tutti i tipi di impianti ipotizzabili e, conservativamente, considerare come determinante lo scenario con la maggiore entità.

3.2.2 Evento determinate (P2 e P3)

Il parametro **P2** indica la categoria di pericolo delle sostanze esplosive presenti e il parametro **P3** descrive il genere di effetto degli eventi atteso, ossia detonazione, combustione o palla di fuoco. Una detonazione è possibile in presenza di sostanze della CP 1.1 e in misura ridotta della CP 1.2 nonché in alcuni casi anche della CP 1.3. In situazioni in cui possono essere presenti insieme sostanze delle CP 1.1 e 1.2 si deve presumere che l'intera quantità di sostanze esplosive può diventare detonante.

La classificazione della categoria di pericolo è orientata alle esigenze del trasporto di merci pericolose e descrive le rilevanti caratteristiche di pericolo di una sostanza esplosiva in fase di deposito, smaltimento o produzione non in modo esaustivo in ogni caso. Ciò vale in particolare per sostanze e pezzi pirotecnici della CP1.3, che per la valutazione dell'entità devono essere considerate in modo differenziato. A dipendenza del grado di compressione provocato da un edificio di deposito, dalla densità di carica come pure da altri parametri specifici a ciascuna sostanza, è possibile che al verificarsi di un evento una sostanza attribuita alla categoria di pericolo 1.3 possa presentare un comportamento detonante. Pertanto, i pezzi pirotecnici della CP 1.3 vengono ulteriormente differenziati sulla base delle prescrizioni della direttiva concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla messa a disposizione sul mercato di articoli pirotecnici¹⁷:

- CP 1.3^a: sostanze esplosive della CP 1.3 che sono attribuite ai fuochi d'artificio della categoria F4;
- CP 1.3^b: sostanze esplosive della CP 1.3 che sono attribuite ai fuochi d'artificio e ai pezzi pirotecnici delle categorie F1, F2, F3, P1, P2, P3, T1 o T2.

Per i fuochi d'artificio della CP 1.3^b si può presumere che a causa dell'imballaggio e della QNE ridotta per ciascun pezzo pirotecnico, anche in caso di quantità lorde più grandi e in caso di compressione (ad es. un edificio di

¹⁵ Eventuali trasmissioni di eventi ad altre unità aziendali devono essere considerate secondo il Manuale concernente l'ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti, allegato A 1, pagina 46 (effetti domino). Le entità per scenari parziali in relazione all'indicatore di danno Numero di morti vanno addizionate.

deposito) ci si può attendere una combustione e non una detonazione¹⁶. Sulla base di queste definizioni, occorre distinguere le combinazioni di sostanze esplosive in un impianto riportate nella tabella 5 a seconda delle categorie di pericolo presenti:

- QNE pura della CP 1.1, CP 1.2 o CP 1.3^a → detonazione;
- QNE mista della CP 1.1, CP 1.2 o CP 1.3^a e CP 1.3^b → detonazione;
- QNE pura della CP 1.3^b → combustione e palla di fuoco.

Nel quadro della valutazione dell'entità, a prescindere dal tipo di evento (**P3**: detonazione, combustione o palla di fuoco) la QNE viene utilizzata come valore d'ingresso al posto della quantità di TNT equivalente (QTNT¹⁷) per il calcolo della letalità. La QTNT viene quindi considerata uguale alla QNE (1 kg QTNT \triangleq 1 kg QNE). Questo approccio va di norma classificato come conservativo. Una considerazione più affinata, ossia la considerazione della QTNT per il calcolo degli effetti dell'evento, è necessaria solo nell'ambito di una determinazione del rischio (cap. 5).

Per la valutazione dell'entità si deve utilizzare la quantità massima di sostanza esplosiva in kg QNE che può essere presente nell'unità aziendale sommando le QNE delle CP 1.1, 1.2 e 1.3^a. Per delimitare le unità aziendali per la valutazione dell'entità, occorre tenere conto di distanze di sicurezza per prevenire la trasmissione di esplosioni. Le distanze di trasmissione sicure risultano dalle prescrizioni di cui all'allegato 7 OEspl nonché dai principi illustrati nel capitolo 5. Questi ultimi vanno considerati nella valutazione dell'entità a livello di rapporto breve per gli impianti in superficie (IS) secondo la seguente riflessione. Se la distanza di trasmissione sicura di cui al capitolo 5 è maggiore rispetto alla distanza di cui all'allegato 7 OEspl, non si può escludere un effetto domino. Se questo settore comprende un altro IS, per la valutazione dell'entità si deve tenere conto della QNE complessiva dei due impianti¹⁸.

3.2.3 Effetto di un terrapieno (P4)

L'effetto protettivo delle misure di sicurezza di cui al capitolo 2.2 non può essere raffigurato in ogni caso. In molti casi questo effetto dipende dalle peculiarità dell'impianto e dal dimensionamento delle misure di sicurezza per eventi specifici. Ad esempio, l'effetto delle aperture di sfogo¹⁹ dipende da fattori come le specifiche di prodotto della sostanza esplosiva, il volume dello spazio libero, il carico di esposizione dinamico ecc. Questi fattori possono variare nel tempo. Per questa ragione le aperture di sfogo nonché la maggior parte delle misure descritte nel capitolo 2 non vengono considerate in modo standard.

Nella valutazione dell'entità si possono considerare come misure di sicurezza solo terrapieni per IS e ICT (lato d'accesso) – parametro **P4**. Negli altri scenari («-» nella tab. 5) non viene considerato alcun effetto ridotto. Le basi di misurazione per terrapieni efficaci devono essere descritte nel rapporto breve (cfr. ad es. le prescrizioni nell'all. II). Con terrapieni efficaci si riduce l'effetto dannoso della proiezione di macerie delle pareti o della galleria.

¹⁶ A seconda della dimensione, i fuochi d'artificio della categoria F4, ad esempio grandi fuochi d'artificio sotto forma di bombe sferiche e cilindriche, appartengono alla CP 1.1 o 1.3. Un'attribuzione di fuochi d'artificio della categoria F4 alla CP 1.3 qui definita è possibile per i pezzi pirotecnici con una quota di QNE ridotta.

¹⁷ Quantity Trinitrotoluene (QTNT): quantità di TNT equivalente per cui l'energia liberata dall'esplosione di 1 kg di TNT = 4.184 MJ = 4.184 × 10⁶ J

¹⁸ Per le aree aziendali con più depositi dove non si può escludere un effetto domino è necessario esaminare il singolo caso per stabilire l'evento determinante per la valutazione dell'entità.

¹⁹ Se le aperture di sfogo sono comprovatamente armonizzate con il tipo e la quantità della sostanza esplosiva sia nello stato attuale che in quello futuro dell'unità aziendale, negli scenari di incidente rilevante l'evento detonazione può essere sostituito con l'evento combustione/palla di fuoco.

I raggi di letalità ridotti per la valutazione dell'entità secondo gli scenari nella tabella 5 sono riportati nelle figure All.7 – All. 10 dell'allegato II.

3.2.4 Effetti fisici (P5)

Gli effetti fisici dei possibili scenari di incidente rilevante riguardanti il pericolo per la popolazione comprendono la proiezione di macerie, l'onda d'urto (sovrappressione) e l'irradiazione di calore e sono raffigurati come parametro **P5** nella tabella 5 in base al tipo di impianto e di evento.

Per la proiezione di macerie, nei modelli utilizzati si può considerare l'effetto della proiezione di macerie dal cratere, dalle pareti o dalla galleria per quantità di sostanze esplosive fino a 15 tonnellate per gli impianti in superficie con costruzione leggera e fino a 50 tonnellate per gli impianti in superficie con costruzione massiccia e gli impianti coperti di terra. Per quantità di esplosivo maggiori occorre effettuare valutazioni dell'entità specifiche per ciascun caso. Per il calcolo della sovrappressione a seguito di una detonazione si presume un'onda d'urto circolare intorno all'unità aziendale o un getto d'aria dal cunicolo d'accesso. L'irradiazione di calore durante una combustione o una palla di fuoco si calcola in modo identico per entrambi i casi sulla base dell'energia termica delle sostanze esplosive.

3.2.5 Esposizione (6)

Per quanto riguarda l'esposizione, occorre distinguere i casi degli effetti dannosi sulle persone all'aperto, nei veicoli (automobile, treno) e negli edifici (**P6**, tab. 5), poiché questi sono determinanti per il tipo di danno. A titolo di semplificazione conservativa per il rapporto breve, per le persone esposte nei veicoli si applicano le stesse letalità applicate per le persone all'aperto.

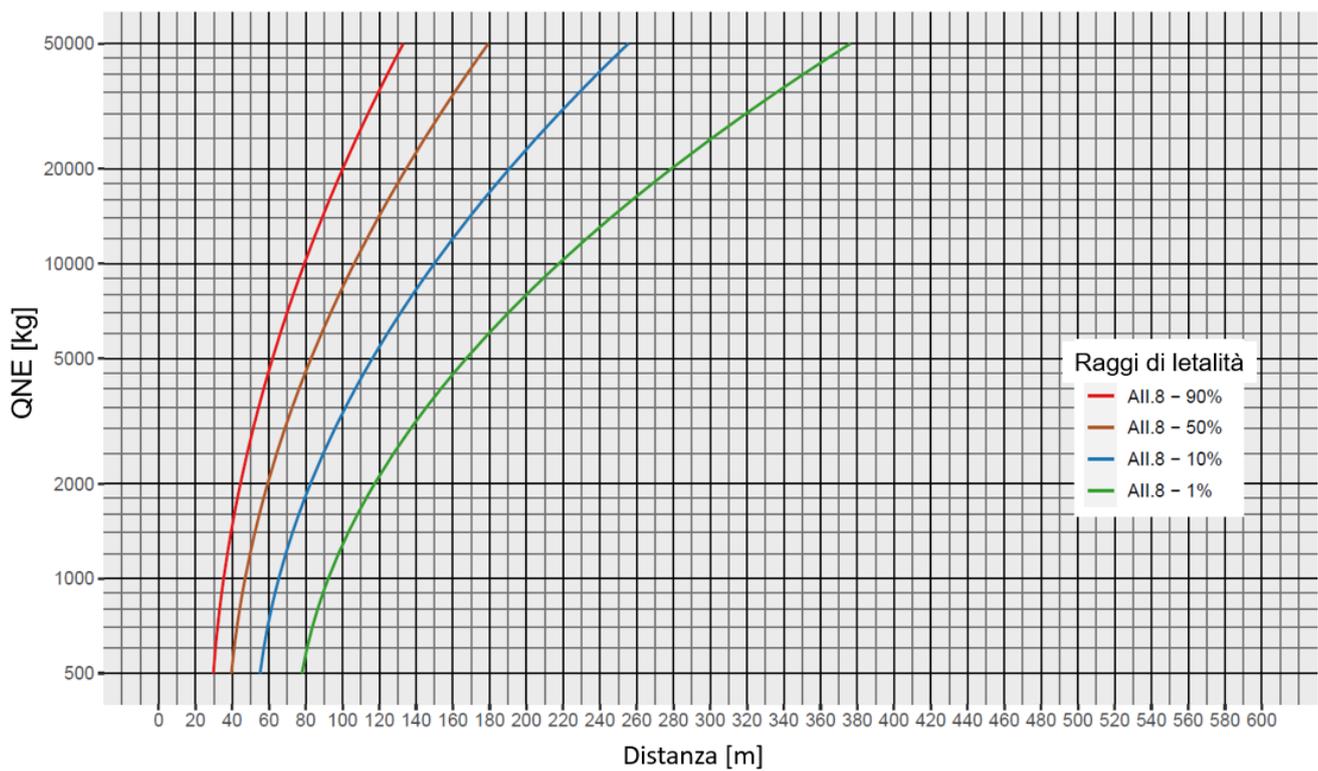
3.2.6 Letalità (P7, P8)

Per ciascuno scenario di detonazione nella tavola degli scenari (tab. 5) sono state calcolate le singole letalità per le proiezioni di macerie, ad esempio proiezione di macerie da cratere (λ_{T1}) e da parete (λ_{T2}), e per l'onda d'urto (λ_D) come funzione della distanza e addizionate in una letalità complessiva (λ) tenendo conto della probabilità di sopravvivenza:

$$\lambda = 1 - (1 - \lambda_{T1}) \times (1 - \lambda_{T2}) \times (1 - \lambda_D)$$

Per lo scenario dell'irradiazione di calore la letalità complessiva corrisponde a quella dell'irradiazione di calore.

Dalle letalità complessive per ciascuno scenario vengono selezionati i raggi per i valori di letalità prescritti (raggi di letalità) del 90 %, 50 %, 10 % e 1 % e rappresentati in funzione della QNE. A titolo di esempio, nella figura 3 sono rappresentati i raggi di letalità per le persone negli edifici in caso di detonazione in IS con terrapieno. Il parametro **P7** nella tabella 5 indica per ciascuno scenario i raggi di letalità dalle figure All.1 – All.12 nell'allegato II.

Figura 3**Letalità per le persone negli edifici in caso di detonazione in IS con terrapieno***Identico alla figura All. 8 nell'allegato II.*

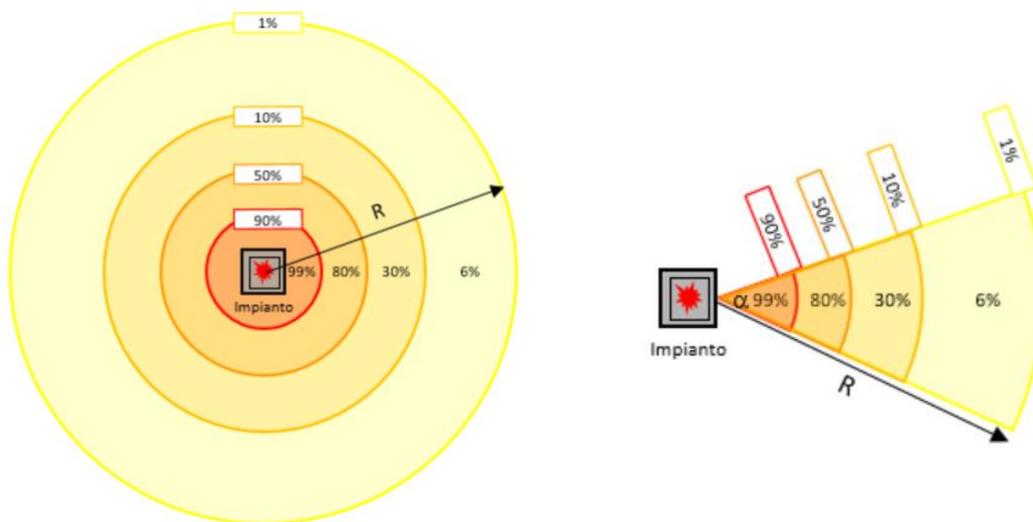
Per gli impianti sotto roccia l'effetto dannoso fisico, e quindi la letalità, dipende da moltissimi fattori specifici per ciascun impianto e ciò rende impossibile effettuare una valutazione conservativa dell'entità semplice e unitaria. Per questi impianti occorre allestire in modo specifico per il singolo caso una valutazione dell'entità o eventualmente una determinazione del rischio mediante modelli idonei.

A ciascuno scenario è attribuita una zona di letalità circolare o una letalità in un settore (settore circolare), ad esempio sul lato d'accesso o sul lato protetto da un terrapieno (**P8**, tab. 5). Queste zone sono illustrate nella figura 4.

Figura 4

Zone di letalità

Letalità nella zona di letalità circolare (a sinistra) e nel settore, ad esempio sul lato d'accesso o sul lato del terrapieno (a destra). R indica il raggio di letalità per i valori di letalità (90 %, 50 %, 10 %, 1 %). I valori percentuali nelle superfici con colori diversi (99 %, 80 %, 30 %, 6 %) indicano la letalità media sulle rispettive superfici. Per il settore di letalità viene applicato l'angolo di apertura $\alpha = 45^\circ$.



Le superfici delle zone di letalità si possono calcolare come funzione dei raggi di letalità e dell'angolo di apertura del settore secondo la tabella 8 (cfr. esempio di calcolo 1). Per le persone che sono esposte in queste superfici si applicano le letalità medie di ciascuna zona di letalità.

Tabella 8

Calcolo delle superfici delle zone di letalità

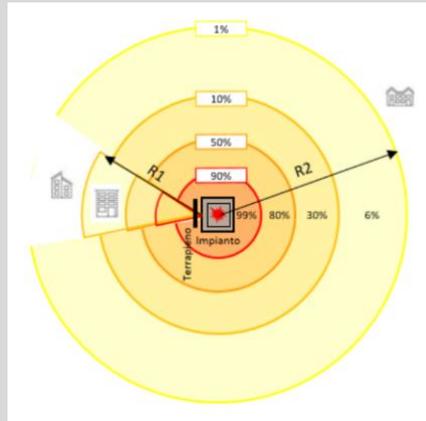
Formule per il calcolo delle singole zone di letalità per le superfici circolari o con l'impiego di un angolo di apertura per settori circolari α (ad es. $\alpha = 45^\circ$).

Zone di letalità	Letalità medie, λ_x	Superficie della zona di letalità circolare	Superficie del settore di letalità
$0\text{ m} - R_{90}$	99 %	$A_{90} = \pi \times R_{90}^2$	$S_{90} = \frac{\alpha}{360^\circ} \times \pi \times R_{90}^2$
$R_{90} - R_{50}$	80 %	$A_{50} = \pi \times (R_{50}^2 - R_{90}^2)$	$S_{50} = \frac{\alpha}{360^\circ} \times \pi \times (R_{50}^2 - R_{90}^2)$
$R_{50} - R_{10}$	30 %	$A_{10} = \pi \times (R_{10}^2 - R_{50}^2)$	$S_{10} = \frac{\alpha}{360^\circ} \times \pi \times (R_{10}^2 - R_{50}^2)$
$R_{10} - R_1$	6 %	$A_1 = \pi \times (R_1^2 - R_{10}^2)$	$S_1 = \frac{\alpha}{360^\circ} \times \pi \times (R_1^2 - R_{10}^2)$

Esempio di calcolo 1: detonazione in IS con terrapieno

In un impianto in superficie sono presenti sostanze esplosive della categoria di pericolo 1.1 con QNE di 5000 kg. Quale pericolo sussiste per le persone negli edifici e a quale distanza?

L'impianto dispone su un lato (sinistro) di un terrapieno in direzione di una vicina zona abitata.



Per questo caso si può vedere dalla tavola degli scenari nella tabella 5 che i raggi di letalità $R1$ sono indicati tenendo conto del terrapieno nella figura All.8 e quelli senza terrapieno $R2$ nella figura All.6. I raggi vengono definiti come segmenti circolari con 45° e 315° intorno all'impianto. Dai raggi dei valori di letalità della figura All.8 risultano:

$R1(90\% \text{ letalità}) = 62 \text{ m}$	$R2(90\% \text{ letalità}) = 160 \text{ m}$
$R1(50\% \text{ letalità}) = 83 \text{ m}$	$R2(50\% \text{ letalità}) = 250 \text{ m}$
$R1(10\% \text{ letalità}) = 116 \text{ m}$	$R2(10\% \text{ letalità}) = 410 \text{ m}$
$R1(1\% \text{ letalità}) = 167 \text{ m}$	$R2(1\% \text{ letalità}) = 590 \text{ m}$

Le letalità (λ_x) per le persone nei segmenti circolari intorno all'impianto devono essere caratterizzate secondo la tabella 8 come segue:

$\lambda_{90}(0 \text{ m} - 62 \text{ m}) = 99\%$	$\lambda_{90}(0 \text{ m} - 160 \text{ m}) = 99\%$
$\lambda_{50}(62 \text{ m} - 83 \text{ m}) = 80\%$	$\lambda_{50}(160 \text{ m} - 250 \text{ m}) = 80\%$
$\lambda_{10}(83 \text{ m} - 116 \text{ m}) = 30\%$	$\lambda_{10}(250 \text{ m} - 410 \text{ m}) = 30\%$
$\lambda_1(116 \text{ m} - 167 \text{ m}) = 6\%$	$\lambda_1(410 \text{ m} - 590 \text{ m}) = 6\%$
$\lambda_0(> 167 \text{ m}) = 0\%$	$\lambda_0(> 590 \text{ m}) = 0\%$

3.3 Stima del numero di morti

La stima del numero di persone nelle zone di letalità deve essere effettuata con le formule di calcolo per ciascuna esposizione nella tabella 9. In questo modo si determina il numero di persone all'aperto e negli edifici sulla base delle superfici calcolate (tab. 8), delle probabilità di presenza²⁰ e della densità di popolazione (cfr. esempi nella tabella 10).

²⁰ Normalmente si applica la seguente ipotesi worst-case: 100 % della popolazione presente, di cui il 10 % all'aperto.

Il numero di persone nel traffico stradale (automobile) è proporzionale alla lunghezza del tratto nella rispettiva zona di letalità (L_x in km) diviso la velocità segnalata (v in km/h) e al traffico medio giornaliero (DTV in veicoli/g) nonché al numero medio di persone per ciascun veicolo (tab. 9).

Tabella 9

Calcolo del numero di persone nella zona di letalità (densità di popolazione B_x in persone/km², superficie A_x in km²) in funzione della probabilità di presenza, della lunghezza del tratto nella zona di letalità (L_x in km), del traffico medio giornaliero (DTV) e della velocità segnalata (v in km/h).

Esposizione	Calcolo del numero di persone P_x nella zona di letalità x
Persone all'aperto	$P_x = A_x \times B_x \times 10\%$
Automobile	$P_x = L_x/v \times DTV/12h/d \times 1.6 P/Fzg$
Persone negli edifici	$P_x = A_x \times B_x \times 90\%$

Tabella 10

Esempi di valori conservativi per densità di popolazione in aree tipiche²¹.

Descrizione della zona	Densità di popolazione (persone/km ²)
Zona agricola, case isolate	500
Insedimenti sparsi	1000
Villaggio, zona residenziale tranquilla	2000
Zona residenziale	4000
Zona residenziale e commerciale	8000
Zona urbana, centri commerciali, centro cittadino	16 000

Con questa stima approssimativa risulta di norma per gli scenari di incidente rilevante un'entità conservativa. In alternativa, il numero di persone all'aperto o negli edifici nelle singole zone di letalità può essere determinato sulla base di un'osservazione dettagliata mediante l'impiego di dati sulla popolazione inseriti in una griglia²² o contando i singoli edifici e il numero di persone (occupazione)²³ per ciascun edificio. Per le case plurifamiliari si presume di norma un'occupazione media di due persone per unità abitativa, mentre per le case unifamiliari si presume un'occupazione media di tre persone. Anche il numero di persone esposte può essere determinato per mezzo dei dati dell'anagrafe dei Comuni o dei dati censuari.

Il traffico ferroviario (treno) costituisce un caso speciale con numero di persone molto variabile a seconda del momento. Per la valutazione dell'entità occorre prevedere di considerare solo il numero di persone del traffico ferroviario che si riscontra almeno una volta la settimana ogni volta per almeno un'ora. Si può presumere che nell'ambito di una determinazione del rischio i livelli di esposizione massimi che si verificano più raramente non contribuiscono in misura determinante al rischio complessivo, ragione per cui questi casi non vengono considerati anche a livello di rapporto breve. Per l'incidenza (H_{10} in h/settimana) si deve tenere conto della lunghezza dei binari

21 www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/stoerfallvorsorge/uv-umwelt-vollzug/Ausmassabschaetzung_bei_Betrieben_m_hochaktiven_Stoffen.xlsx.download.xlsx/ausmassabschaetzung-HAS-StfV.xlsx

22 STATENT/STATPOP, Statistica della popolazione e delle economie domestiche/Statistica strutturale delle imprese, www.bfs.admin.ch

23 Rapporto quadro sulla valutazione dell'entità e la determinazione dei rischi standardizzati degli impianti di gas naturale ad alta pressione, pagina 28, 2010.

all'interno del raggio di letalità del 10 % (L_{10} in km), della velocità del treno (v in km/h) e del numero di treni al giorno (N_Z in 1/d) come segue:

$$H_{10} = L_{10}/v \times N_Z/17h/d \times 168h/settimana$$

Con un'incidenza $H_{10} \geq 1$ occorre verificare nel quadro di una valutazione del singolo caso l'influsso del numero di persone del traffico ferroviario tenendo conto della probabilità di un incidente rilevante con danni gravi. L'elenco riportato nella tabella 11 mostra in quali condizioni si ha un'incidenza rilevante. Ad esempio, l'incidenza con 20 treni al giorno a una velocità di 80 km/h e una lunghezza dei binari di 0,4 km all'interno del raggio di letalità del 10 % e maggiore di 1 ora alla settimana e, pertanto, è rilevante.

Tabella 11

Incidenza rilevante ($H_{10} \geq 1$ h/settimana)

Elenco del numero di treni in entrambe le direzioni al giorno (N_Z in 1/d) che a dipendenza della lunghezza dei binari – per i tratti a binario doppio L_{10} corrisponde alla somma della lunghezza di entrambi i binari – all'interno del raggio di letalità del 10 % (L_{10}) porta a un'incidenza superiore a (H_{10}) un'ora alla settimana, presumendo una velocità segnalata di 80 km/h (v).

N_Z 1/d	min. L_{10} km
5	1,4
10	0,7
20	0,4
80	0,1
160	0,05

La valutazione dell'entità va effettuata per le esposizioni all'aperto/nel veicolo e negli edifici (cap. 3.2.5). Per l'esposizione all'aperto/nel veicolo occorre aggiungere i numeri di persone in campo aperto, in automobile e in treno per ciascuna zona di letalità. Il numero di morti N_T per uno scenario risulta dalla somma dei prodotti di letalità media λ_x (tab. 8) e dal numero di persone P_x nella zona di letalità x :

$$N_T = \sum_x \lambda_x \times P_x$$

L'esempio di calcolo 2 mostra la procedura concreta per la valutazione dell'entità sulla base di valori numerici.

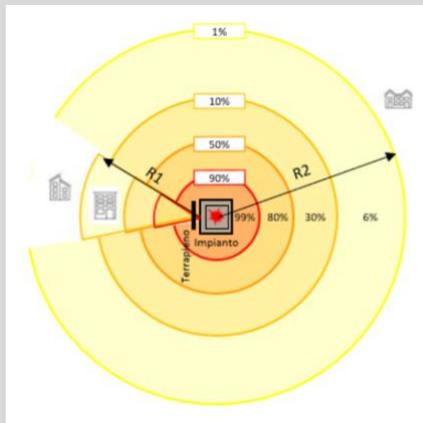
Lo scenario con il maggior numero di morti, generalmente lo scenario di detonazione, è lo scenario «Worst Case» per quanto concerne la letalità e, di conseguenza, è lo scenario di incidente rilevante con l'entità del danno determinante per la popolazione.

Esempio di calcolo 2

Per l'esempio di calcolo 1 si deve ora determinare il numero di morti nell'edificio.

Secondo la tabella 8, le superfici nella zona di letalità per i settori S1 sono ($\alpha = 45^\circ$) e S2 ($\alpha = 315^\circ$):

$S1_{90}$ con terrapieno (letalità 90 %) = $1,51 \cdot 10^{-3} \text{ km}^2$	$S2_{90}$ senza terrapieno (letalità 90 %) = $70,4 \cdot 10^{-3} \text{ km}^2$
$S1_{50}$ con terrapieno (letalità 50 %) = $1,20 \cdot 10^{-3} \text{ km}^2$	$S2_{50}$ senza terrapieno (letalità 50 %) = $101 \cdot 10^{-3} \text{ km}^2$
$S1_{10}$ con terrapieno (letalità 10 %) = $2,58 \cdot 10^{-3} \text{ km}^2$	$S2_{10}$ senza terrapieno (letalità 10 %) = $290 \cdot 10^{-3} \text{ km}^2$
$S1_1$ con terrapieno (letalità 1 %) = $5,67 \cdot 10^{-3} \text{ km}^2$	$S2_1$ senza terrapieno (letalità 1 %) = $495 \cdot 10^{-3} \text{ km}^2$



Nella zona di effetto esterna dell'impianto è situato un villaggio con una densità di popolazione di $4000 \text{ persone/km}^2$, la rimanente zona di effetto è situata nella zona agricola senza edifici residenziali. Pertanto, negli edifici sono presenti $4000 \text{ P/km}^2 \times 90\% = 3600 \text{ P/km}^2$ (tab. 9). Nelle zone di letalità interne fino a $R(10\%L) = 100 \text{ m}$ non sono presenti persone. Il numero di morti al verificarsi di un evento è quindi:

$$\begin{aligned}
 N_T \text{ con terrapieno} &= (0,99 \times 1,51 \cdot 10^{-3} \text{ km}^2 \times 0 \text{ P/km}^2 \\
 &+ 0,80 \times 1,20 \cdot 10^{-3} \text{ km}^2 \times 0 \text{ P/km}^2 \\
 &+ 0,30 \times 2,58 \cdot 10^{-3} \text{ km}^2 \times 0 \text{ P/km}^2 \\
 &+ 0,06 \times 5,67 \cdot 10^{-3} \text{ km}^2 \times 3600 \text{ P/km}^2) \\
 &= 1,2 \text{ persone}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_T \text{ senza terrapieno} &= (0,99 \times 70,4 \cdot 10^{-3} \text{ km}^2 \times 0 \text{ P/km}^2 \\
 &+ 0,80 \times 101 \cdot 10^{-3} \text{ km}^2 \times 0 \text{ P/km}^2 \\
 &+ 0,30 \times 290 \cdot 10^{-3} \text{ km}^2 \times 0 \text{ P/km}^2 \\
 &+ 0,06 \times 495 \cdot 10^{-3} \text{ km}^2 \times 0 \text{ P/km}^2) \\
 &= 0 \text{ persone}
 \end{aligned}$$

Pertanto non è da attendersi un danno grave.

4 Valutazione dell'entità in relazione all'ambiente per il rapporto breve

Le sostanze esplosive comprendono un largo gruppo di sostanze con le proprietà più svariate. Secondo il regolamento CLP dell'Unione europea, alcune di queste sostanze sono ad esempio da definire come (altamente) tossiche e/o con effetti nocivi di lunga durata per gli organismi acquatici. Queste sostanze sono classificate con le indicazioni di pericolo H400 (Altamente tossico per gli organismi acquatici), H410 (Molto tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata) o H411 (Tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata). Per alcune sostanze sono definiti anche valori massimi secondo l'ordinanza del DFI sull'acqua potabile e sull'acqua per piscine e docce accessibili al pubblico (OPPD²⁴). Queste sostanze sono rilevanti per la valutazione dell'entità riguardante l'ambiente ai sensi dell'OPIR. Attraverso la presentazione di criteri di esclusione, in questo capitolo viene data risposta alla domanda su quando si può rinunciare a una valutazione dell'entità dei danni per l'ambiente nel rapporto breve, ossia in quali casi sono da escludere danni gravi alle acque superficiali o sotterranee.

4.1 Valutazione dell'entità per le acque superficiali

Le modellazioni effettuate per la valutazione dell'entità dei danni tenendo conto di parametri conservativi indicano, per le acque superficiali, che in caso di incidente rilevante non sono da attendersi danni gravi ai corsi d'acqua.

Criteri di esclusione «acque superficiali - corsi d'acqua»

Per i corsi d'acqua non sono attesi danni gravi. Una valutazione dell'entità a livello di rapporto breve non è necessaria.

A differenza dei corsi d'acqua, per le acque superficiali stagnanti (> 1 km²) non è possibile escludere a priori danni gravi a causa dell'immissione generalmente maggiore di sostanze esplosive incombuste, poiché la superficie delle acque esposta è notevolmente più grande. In caso di esplosione le sostanze esplosive incombuste possono essere soffiate via e finire così nel lago. A causa di sostanze che secondo il regolamento CLP sono definibili come (altamente) tossiche e/o con effetti nocivi di lunga durata per gli organismi acquatici. Si tratta, ad esempio, di sostanze come il trinitrotoluolo (solubilità in acqua ca. 0,13 g/l, CL50 (pesci) 2,4 mg/l)²⁵, la nitroglicerina (solubilità in acqua ca. 1,5 g/l, CL50 (pesci) 2 mg/l) e la ciclonite «RDX» (solubilità in acqua ca. 0,06 g/l, CL50 (pesci) 5,9 mg/l).

²⁴ Ordinanza del DFI sull'acqua potabile e sull'acqua per piscine e docce accessibili al pubblico www.admin.ch/opc/it/classified-compilation/20143396/index.html

²⁵ I dati provengono dal dossier di registrazione dell'ECHA e dall'applicazione HazmatSuisse.

Criteria di esclusione «acque superficiali - acque stagnanti»

Una valutazione dell'entità dei danni a livello di rapporto breve non è necessaria se è adempiuto almeno uno dei seguenti criteri:

- non viene superato il quantitativo soglia concernente i criteri per pericoli per l'ambiente di cui all'allegato 1.1 numero 43 OPIR per nessuna sostanza o preparato presente nel perimetro aziendale;
- a una distanza fino a 100 metri intorno al perimetro aziendale non vi sono acque stagnanti ($> 1 \text{ km}^2$)²⁸.

4.2 Valutazione dell'entità per le acque sotterranee

Le modellazioni effettuate per la valutazione dell'entità dei danni tenendo conto di parametri conservativi indicano per le acque sotterranee che in caso di incidente rilevante sono possibili danni gravi ai corsi d'acqua. La possibilità che in caso di incidente rilevante possano verificarsi danni gravi alle acque sotterranee dipende dai valori massimi per l'acqua potabile specifici per ciascuna sostanza secondo l'OPPD²⁶, dalle proprietà chimiche delle sostanze liberate nonché dalla distanza da captazioni di acqua potabile per l'approvvigionamento pubblico. In caso di esplosione le sostanze esplosive incombuste possono essere soffiate via e sparse su zone di protezione S, per finire poi nella acque sotterranee attraverso l'acqua piovana. Se nella zona di protezione è situata una captazione di acqua potabile con una portata cumulata $\geq 2500 \text{ l/min}$ e viene superato uno dei valori massimi per la qualità dell'acqua potabile dell'OPPD o delle linee guida dell'OMS²⁷, sono possibili danni gravi²⁸. Con sostanze come il trinitrotoluolo e nitroglicerina non è fondamentalmente possibile escludere danni gravi.

Criteria di esclusione «acque sotterranee»

Una valutazione dell'entità dei danni a livello di rapporto breve non è necessaria se è adempiuto almeno uno dei seguenti criteri:

- se non viene superato il quantitativo soglia concernente i criteri per pericoli per l'ambiente di cui all'allegato 1.1 numero 43 dell'OPIR per nessuna sostanza o preparato presente nel perimetro aziendale;
- se a una distanza fino a 100 metri intorno al perimetro aziendale non vi sono zone di protezione con captazioni di acqua potabile pubbliche con una portata cumulata $\geq 2500 \text{ l/min}$ (sono considerate solo le captazioni con quantità erogate $\geq 500 \text{ l/min}$).

²⁶ Ordinanza del DFI sull'acqua potabile e sull'acqua per piscine e docce accessibili al pubblico www.admin.ch/opc/it/classified-compilation/20143396/index.html

²⁷ Guidelines for Drinking-water Quality, OMS, 2017 www.who.int/water_sanitation_health/publications/drinking-water-quality-guidelines-4-including-1st-addendum/fr/

²⁸ Criteri di valutazione concernenti l'ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti, un modulo del manuale concernente l'ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti (OPIR), UFAM, 2018.

5 Indicazioni per l'analisi dei rischi

Necessità di un'analisi dei rischi secondo l'articolo 6 OPIR

Secondo l'articolo 6 OPIR, un'analisi dei rischi è necessaria se sulla base del rapporto breve, con la procedura descritta nel presente aiuto all'esecuzione, non si possono escludere danni gravi.

Le prescrizioni dell'analisi dei rischi di cui all'allegato 4 OPIR prevedono per la determinazione dei principali scenari di incidente rilevanti, oltre alla valutazione dell'entità per la popolazione e l'ambiente, anche la valutazione della probabilità di accadimento. Occorre tenere conto in particolare delle prescrizioni del Manuale concernente l'OPIR²⁹. Indicazioni supplementari sono elencate qui di seguito in forma concisa e non esaustiva.

Determinazione della quantità di TNT equivalente

In un'analisi dei rischi, per la valutazione dell'impatto occorre utilizzare come valore d'ingresso la quantità di TNT equivalente (QTNT) per il calcolo della letalità nella tabella 5 (colonna P3). La QTNT può essere determinata fondamentalmente tramite equivalenti in TNT ed eventuali altri fattori per la partecipazione all'evento come, ad esempio, il tipo di imballaggio.

Esempi per gli equivalenti in TNT sono riportati nella tabella 12.

Tabella 12

Equivalenti in TNT f_{TNT}^e per sostanze esplosive tra l'altro secondo AASTP-4 NATO (2016), *Explosives Safety Risk Analysis Part II: Technical Background, Edition 1, versione 4, settembre 2016*.

Esplosivi	f_{TNT}^e
Tutti gli esplosivi (secondari)	1.2
Polvere preconcentrata UN 0081 (fino all'85 % di nitroglicerina)	1.2
Pasta propellente UN 0159 (inumidita fino al 50 % di nitroglicerina)	1.2
Nitrocellulosa bagnata con alcol	0.5
ANFO, emulsioni esplosive	0.75
Tutti gli innescanti	0.5
Micce	0.1
Detonatori pirotecnici	0.5
Polvere propellente della CP 1.1	1.0
Polvere nera (a seconda della compressione)	0.3 - 0.5
Carica primaria, composto ad effetto di lampo	1.2
Fosforo, razzi luminosi Fumogeni, micce a tempo	0.1
Sostanze chimiche traccianti	0.0
Sostanze esplosive e munizioni militari secondo l'OCSM ^[5]	-

Considerazione di misure di sicurezza

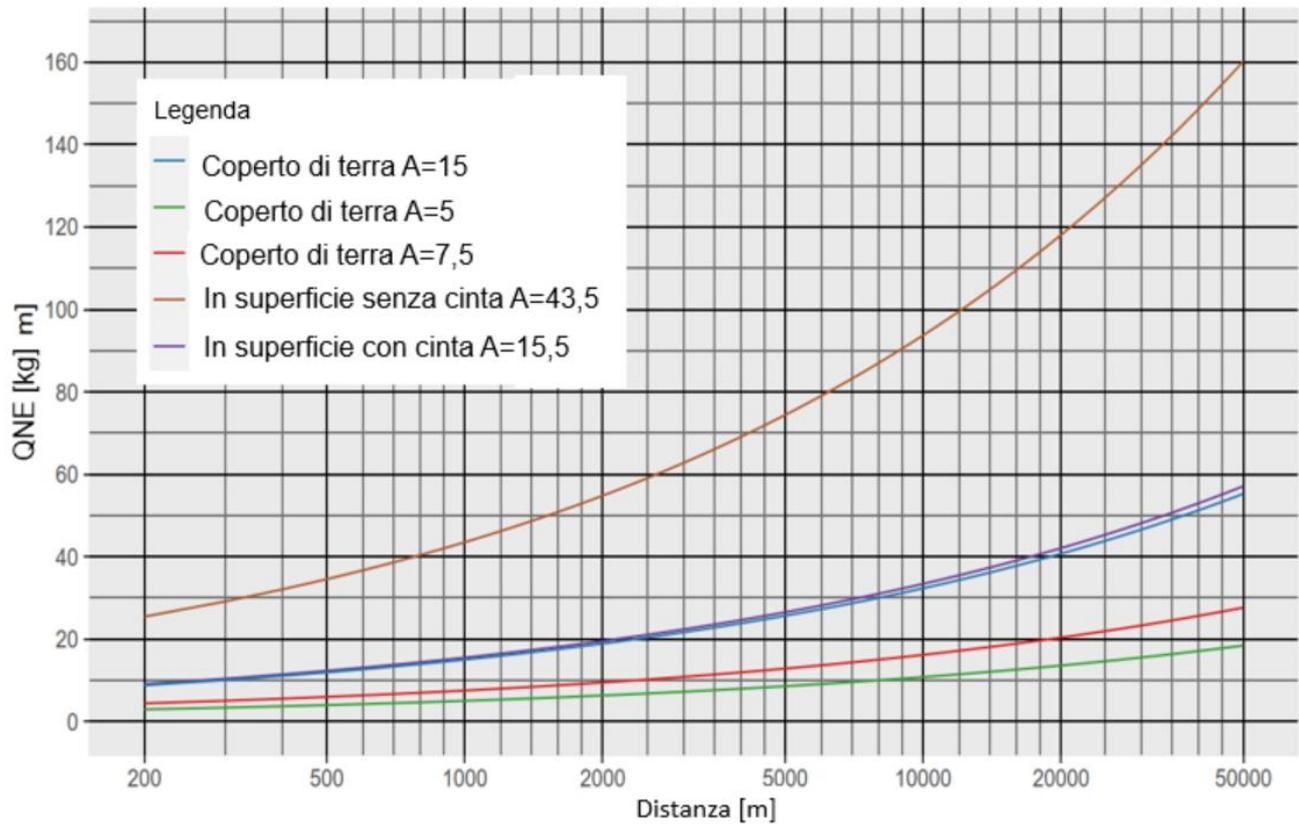
Nell'analisi dei rischi si possono considerare nei calcoli dell'entità del danno per ciascuno scenario, ad esempio, misure di sicurezza attive che non vengono considerate nel rapporto breve, sulla base del loro effetto.

Sicurezza di trasmissione (effetti domino)

Per quanto concerne eventuali effetti domino, rispettivamente l'accertamento della rilevanza di questi scenari per l'analisi dei rischi, occorre verificare le distanze di trasmissione sicure di cui alla tabella 5 in funzione delle QNE depositate (dati da TLM^[4]).

Figura 5

Distanze di trasmissione sicure per impianti in superficie e coperti di terra.



La distanza di trasmissione sicura d in metri (m) tra due edifici si calcola come prodotto del parametro di cinta o di layout A e della NEM in kg secondo la seguente formula:

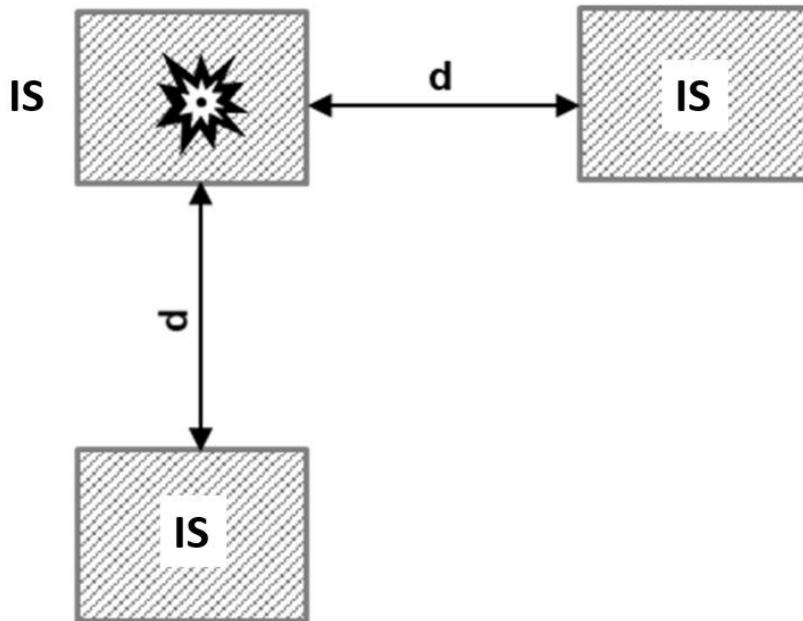
$$d = A \times \left(\frac{NEM}{1000 \text{ kg}} \right)^{\frac{1}{3}}$$

Per IS il parametro A dipende dalla cinta ed è il seguente:

- $A = 15.5$ per impianti dotati di cinta
- $A = 43.5$ per impianti non dotati di cinta

Figura 6

Esempio di pianta per distanze di trasmissione sicure per impianti in superficie senza terrapieno.

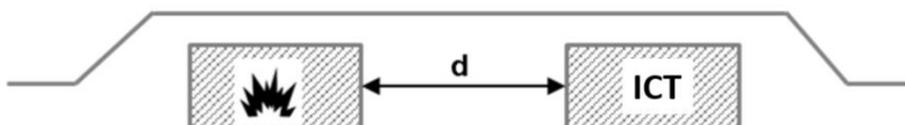


Per ICT il parametro A dipende dalla cinta ed è il seguente:

- $A = 5$ per ICT senza copertura comune / distanza aperture laterali
- $A = 7.5$ per ICT con copertura comune
- $A = 15$ per ICT con accessi opposti

Figura 7

Esempio di vista laterale su distanze di trasmissione sicure per impianti coperti di terra con copertura comune.



Per gli scenari con combustione e palla di fuoco (categoria 1.3b) non è necessario considerare l'effetto domino per la determinazione dell'entità del danno a livello di rapporto breve e di analisi dei rischi.

Effetto fisico

Nell'analisi dei rischi occorre verificare i singoli effetti fisici e rappresentare le loro zone di letalità in modo adeguato alla situazione. Ad esempio, per la proiezione di macerie delle pareti si deve tenere conto del volume effettivo dell'impianto, dell'orientamento del campo di macerie o di eventuali rilievi del terreno presenti.

Esposizione

Nell'analisi dei rischi si deve tenere conto in modo dettagliato del tempo di permanenza delle possibili persone esposte sulla base dell'orario (giorno o notte) e del giorno della settimana. Inoltre, per il calcolo del numero di morti occorre sostituire le stime per la densità di popolazione media con dati sulla popolazione inseriti in una griglia o con la posizione di singoli oggetti.

Allegato

Allegato I – Terrapieno efficace

Esempio di terrapieno efficace

Per ridurre una proiezione di macerie delle pareti di un ICT è necessario costruire un terrapieno su tutti e quattro i lati. Il terrapieno riduce anche il rischio di una trasmissione dell'esplosione ad altri impianti (fig. Al.1). Al contrario della proiezione di macerie delle pareti, a una distanza maggiore dietro il terrapieno non c'è alcuna riduzione del danno causato dalla sovrappressione.

Un terrapieno con le dimensioni e le masse indicate nella figura Al.1 è un esempio di terrapieno efficace (dati da TLM^[4]).

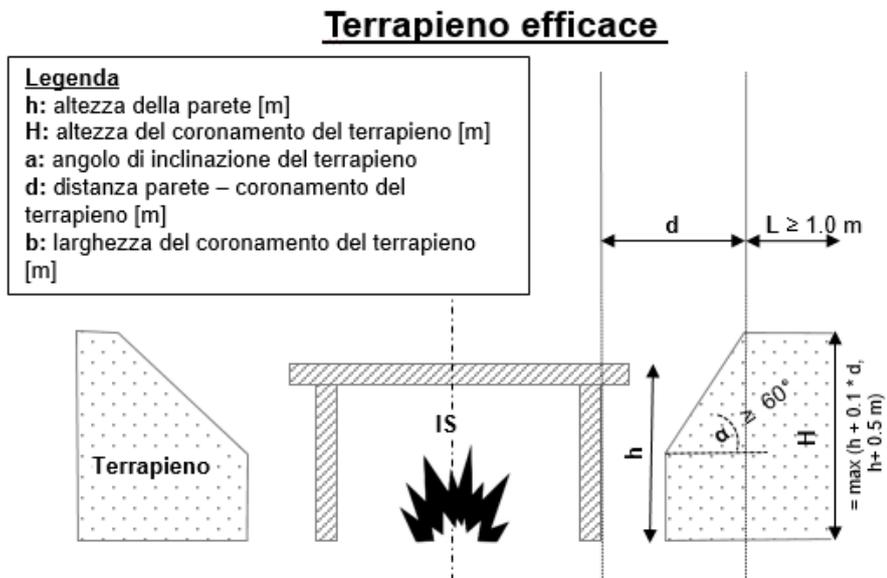
Il terrapieno deve essere concepito in modo tale da resistere agli effetti di un'esplosione nell'impianto. A tale scopo il terrapieno deve essere costruito in modo interconnesso, collegato e ancorato. Bordi con calcestruzzo e interventi in superficie come la piantumazione sono mezzi idonei ad aumentare la stabilità in caso di riempimento di terra. Inoltre occorre garantire che il terrapieno non venga distrutto dalla formazione del cratere (cfr. all. 7 OEspI^[2]).

Sono equiparate a un terrapieno efficace anche altre costruzioni come muri, edifici disabitati e forme naturali del terreno come ad esempio le pareti rocciose, purché abbiano le dimensioni e i requisiti edilizi adatti.

Figura A1.1

Dimensionamento di un terrapieno efficace per IS

Dimensionamento di un terrapieno efficace per impianti in superficie con indicazioni per l'altezza e la larghezza del coronamento del terrapieno in funzione dell'altezza del muro e della distanza dal coronamento del terrapieno.

**Osservazioni**

Sono considerati terrapieni protettivi efficaci: muri, altre costruzioni, strutture naturali sul terreno, a condizione che abbiano le dimensioni richieste.

Con un terrapieno efficace, per gli IS si possono utilizzare al posto dei raggi di letalità delle figure AII.5 e AII.6 i raggi di letalità delle figure AII.7 e AII.8 (tab. 5). Per il lato di accesso degli IS si possono utilizzare al posto dei raggi di letalità delle figure AII.11 e AII.12 i raggi di letalità delle figure AII.9 e AII.10.

Allegato II – Raggi di letalità per singoli scenari

Figura All.1

Raggi di letalità per le persone all'aperto o nei veicoli in caso di detonazione in impianti in superficie con costruzione leggera.

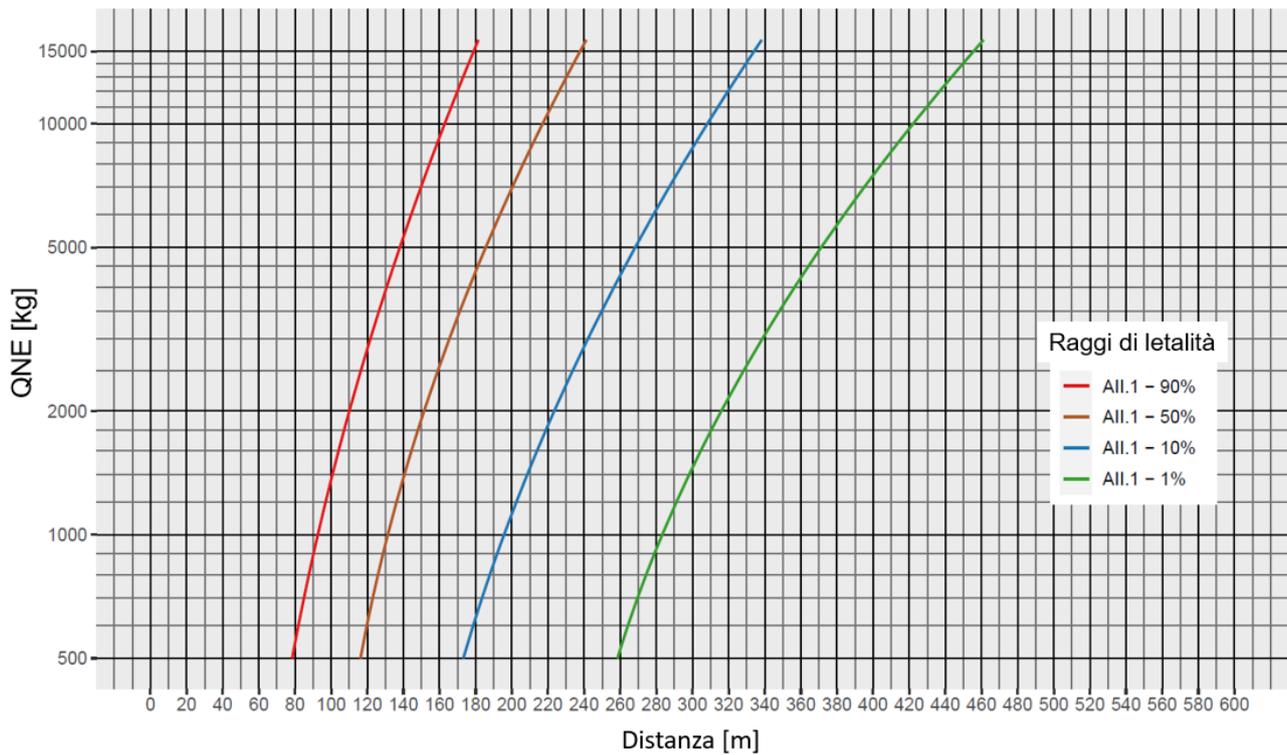


Figura AII.2

Raggi di letalità per le persone negli edifici in caso di detonazione in impianti in superficie con costruzione leggera.

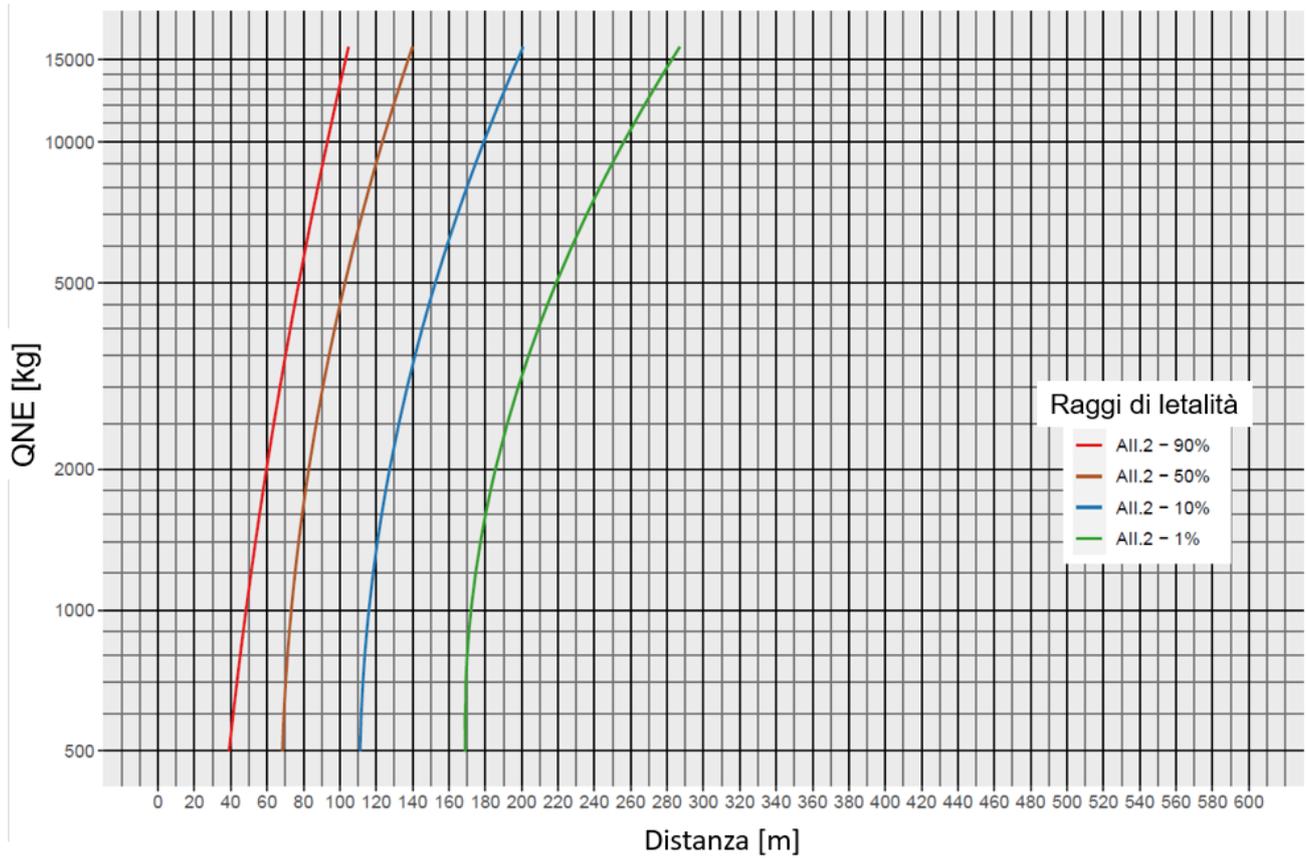


Figura All.3

Raggi di letalità per le persone all'aperto o nei veicoli in caso di combustione e palla di fuoco in tutti gli impianti con sostanze esplosive della CP 1.3^b.

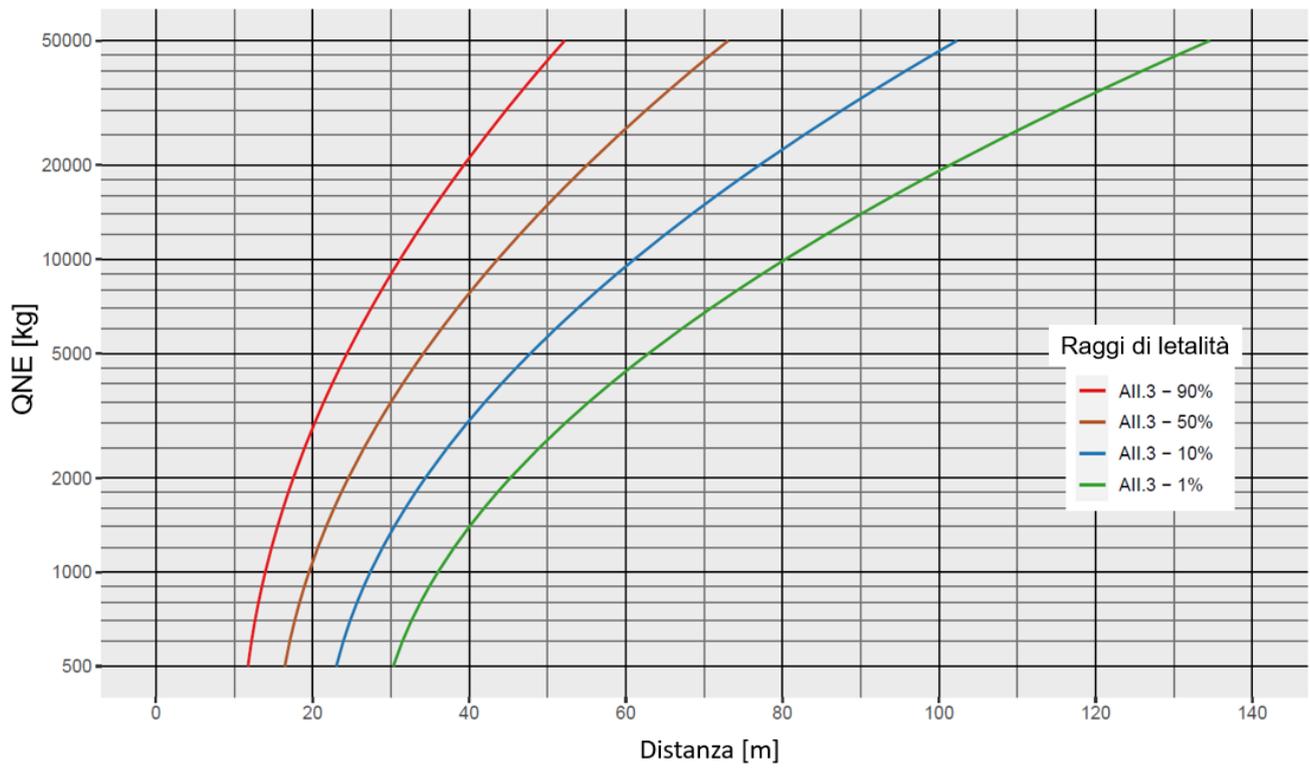


Figura All.4

Raggi di letalità per le persone negli edifici in caso di combustione e palla di fuoco in tutti gli impianti con sostanze esplosive della CP 1.3^b.

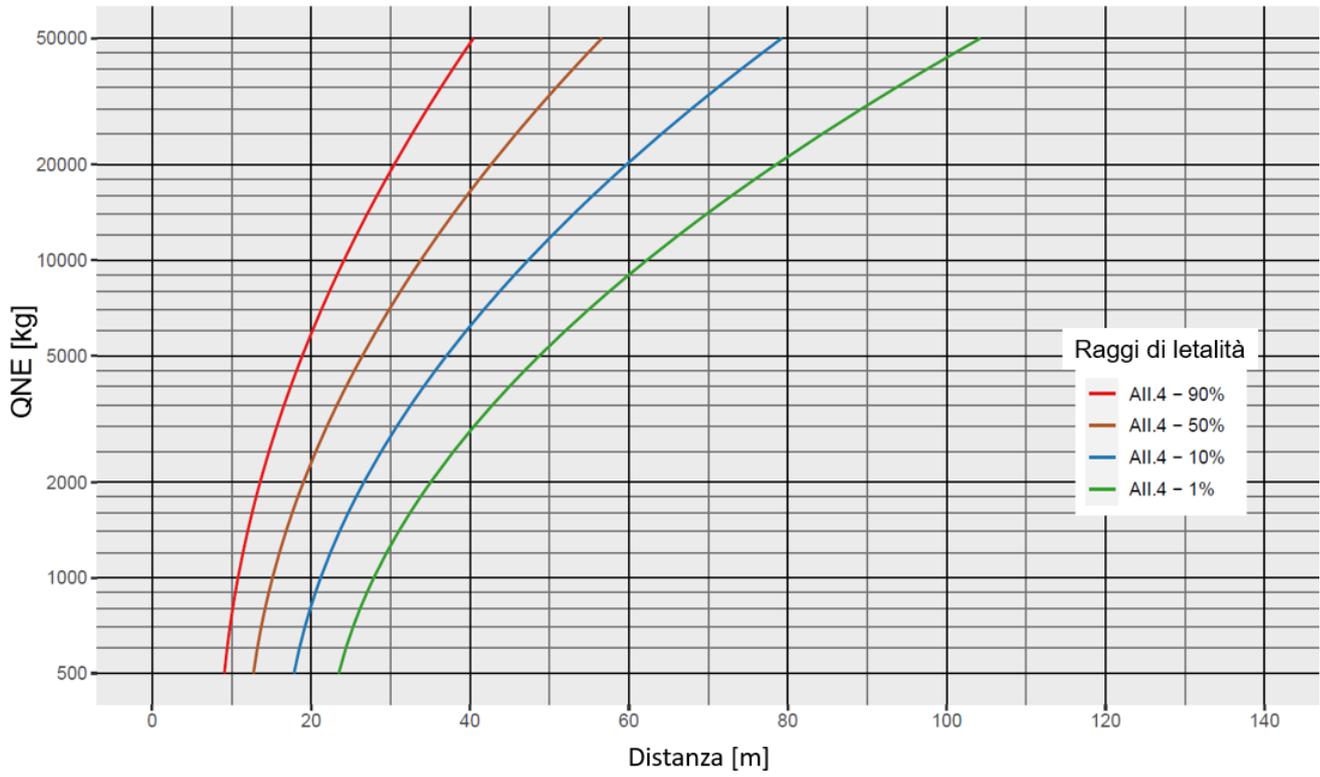


Figura AII.5

Raggi di letalità per le persone all'aperto o nei veicoli in caso di detonazione in impianti in superficie senza terrapieno.

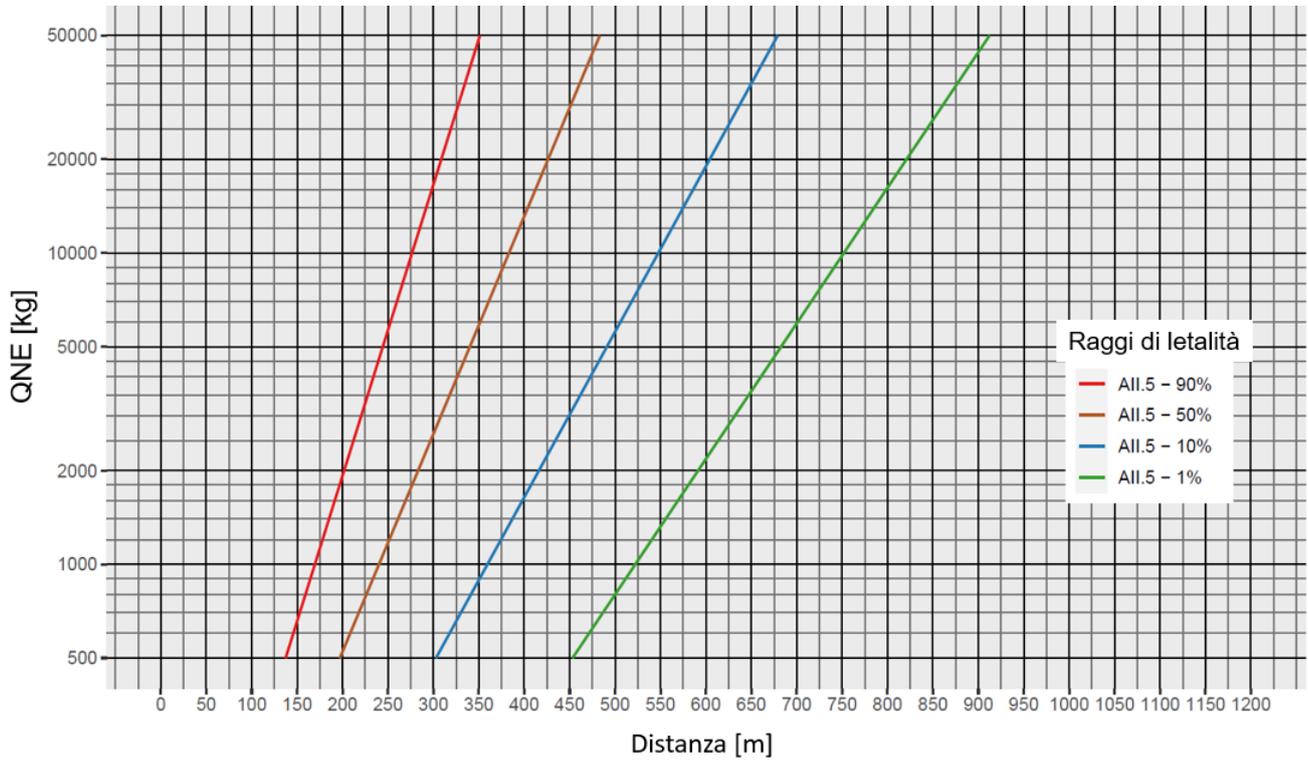


Figura AII.6

Raggi di letalità per le persone negli edifici in caso di detonazione in impianti in superficie senza terrapieno.

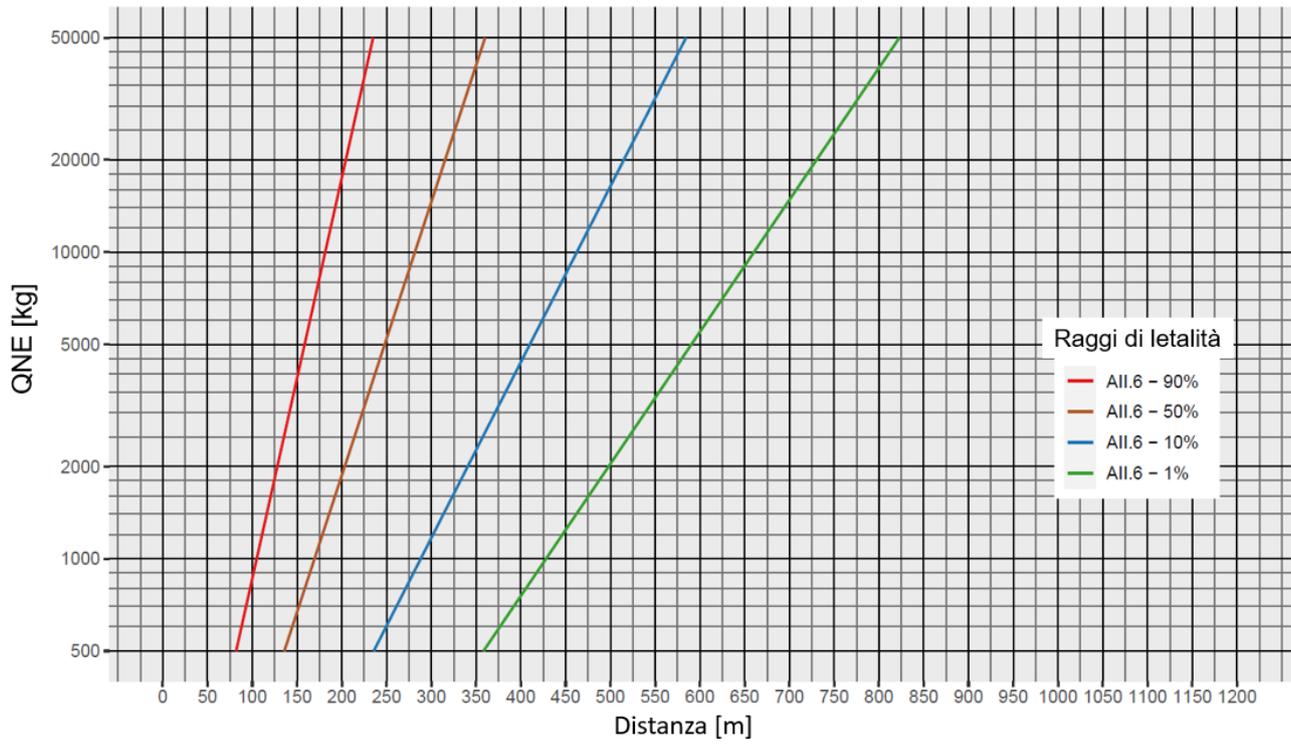


Figura All.7

Raggi di letalità per le persone all'aperto o nei veicoli in caso di detonazione in impianti in superficie senza terrapieno.

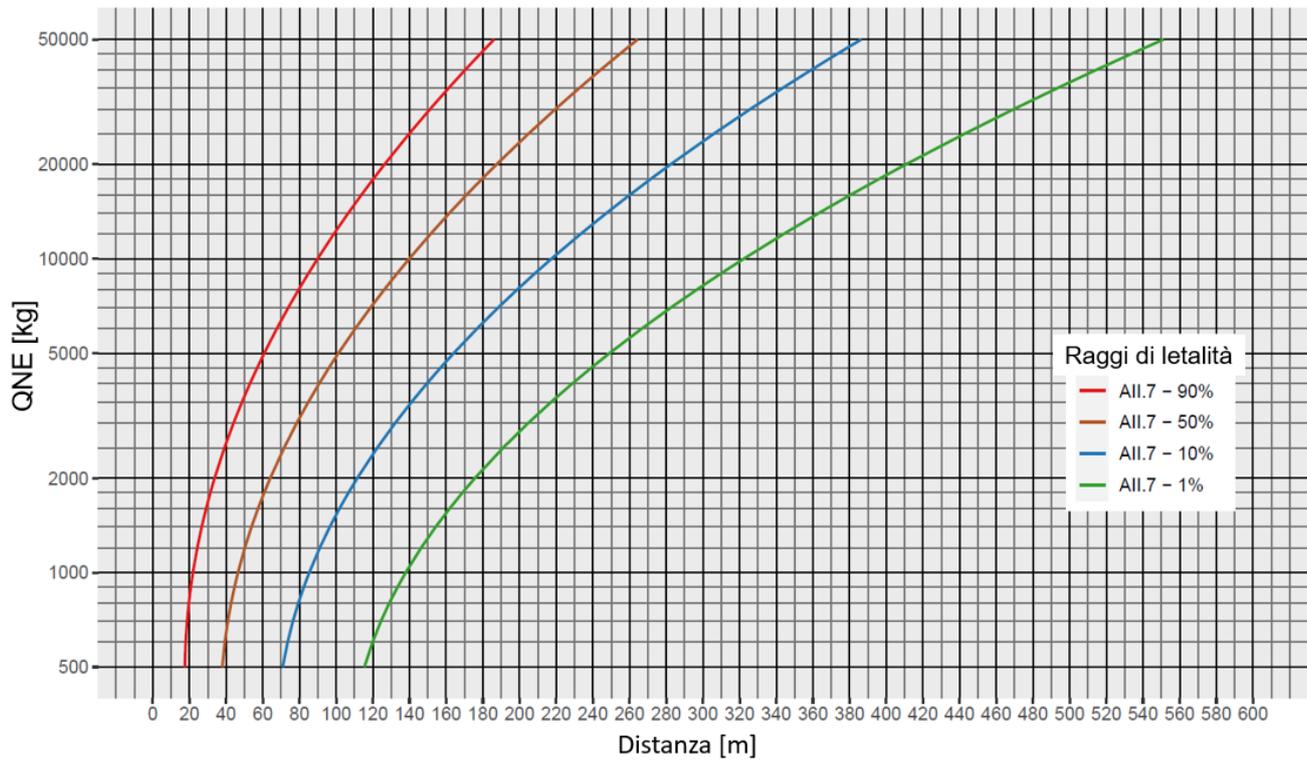


Figura AII.8

Raggi di letalità per le persone negli edifici in caso di detonazione in impianti in superficie con terrapieno.

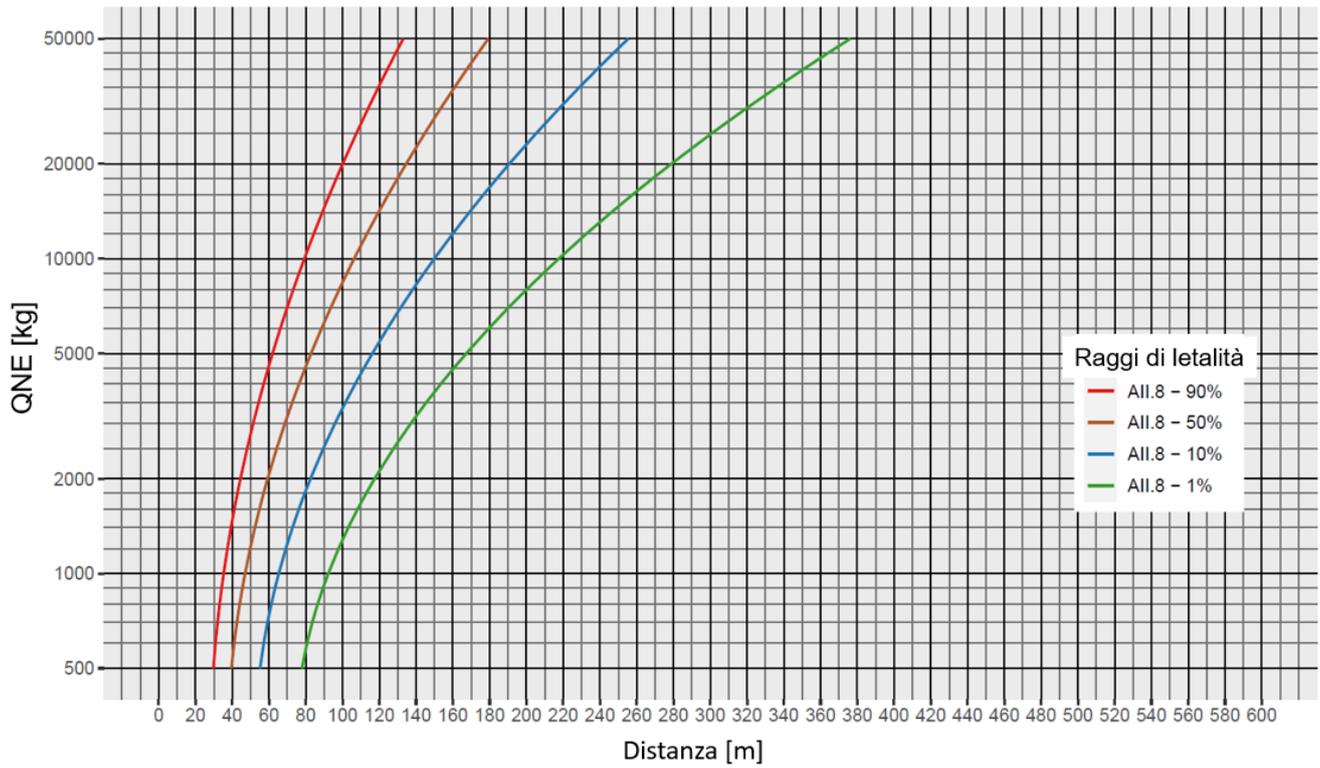


Figura AII.9

Raggi di letalità per le persone all'aperto/nei veicoli in caso di detonazione in impianti coperti di terra, su un lato riempito di terra o sul lato d'accesso protetto da un terrapieno.

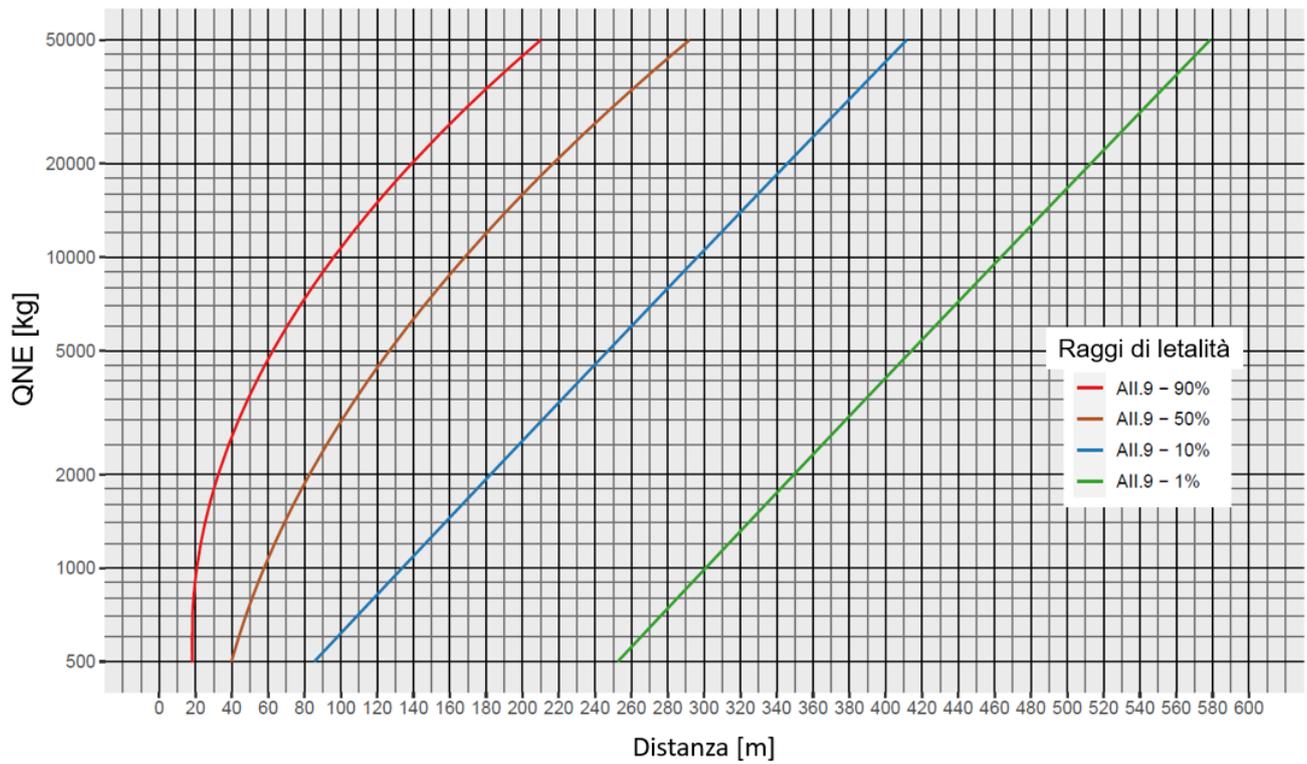


Figura All.10

Raggi di letalità per le persone negli edifici in caso di detonazione in impianti coperti di terra, su un lato riempito di terra o sul lato d'accesso protetto da un terrapieno.

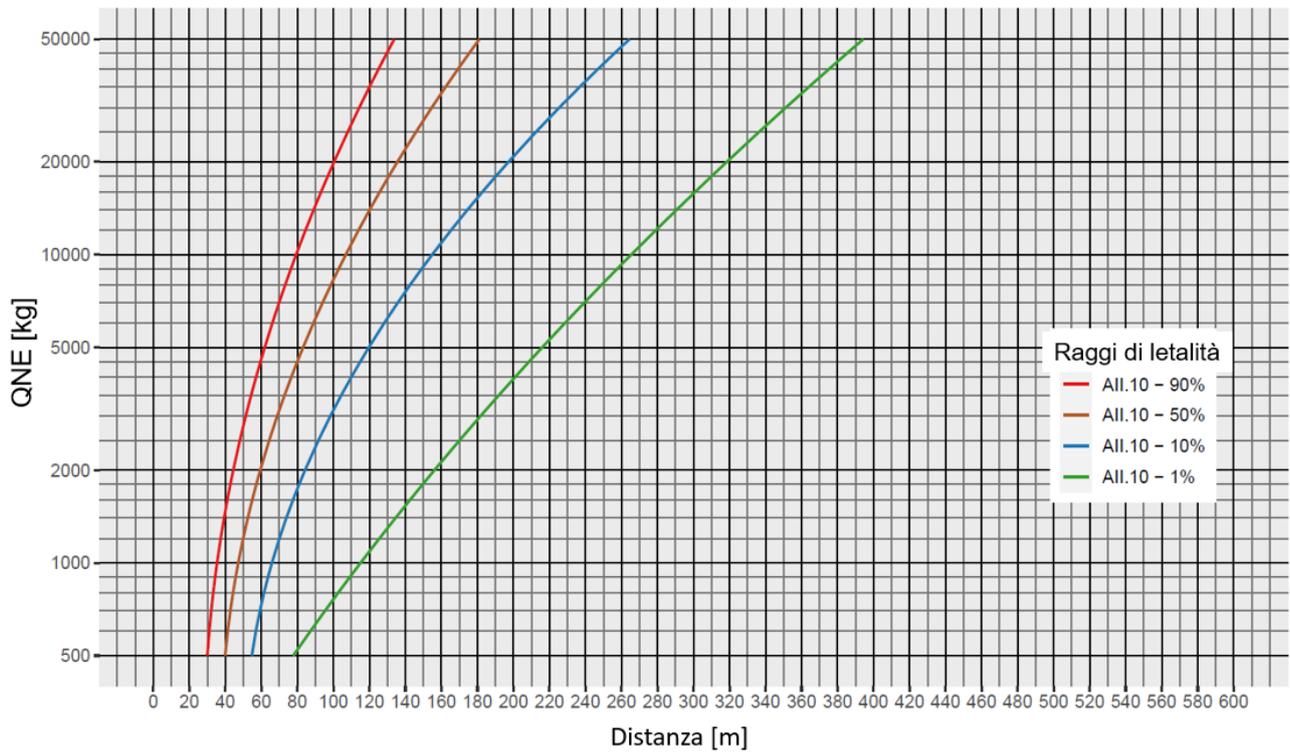


Figura All.11

Raggi di letalità per le persone all'aperto o nei veicoli in caso di detonazione in impianti coperti di terra senza terrapieno sul lato d'accesso.

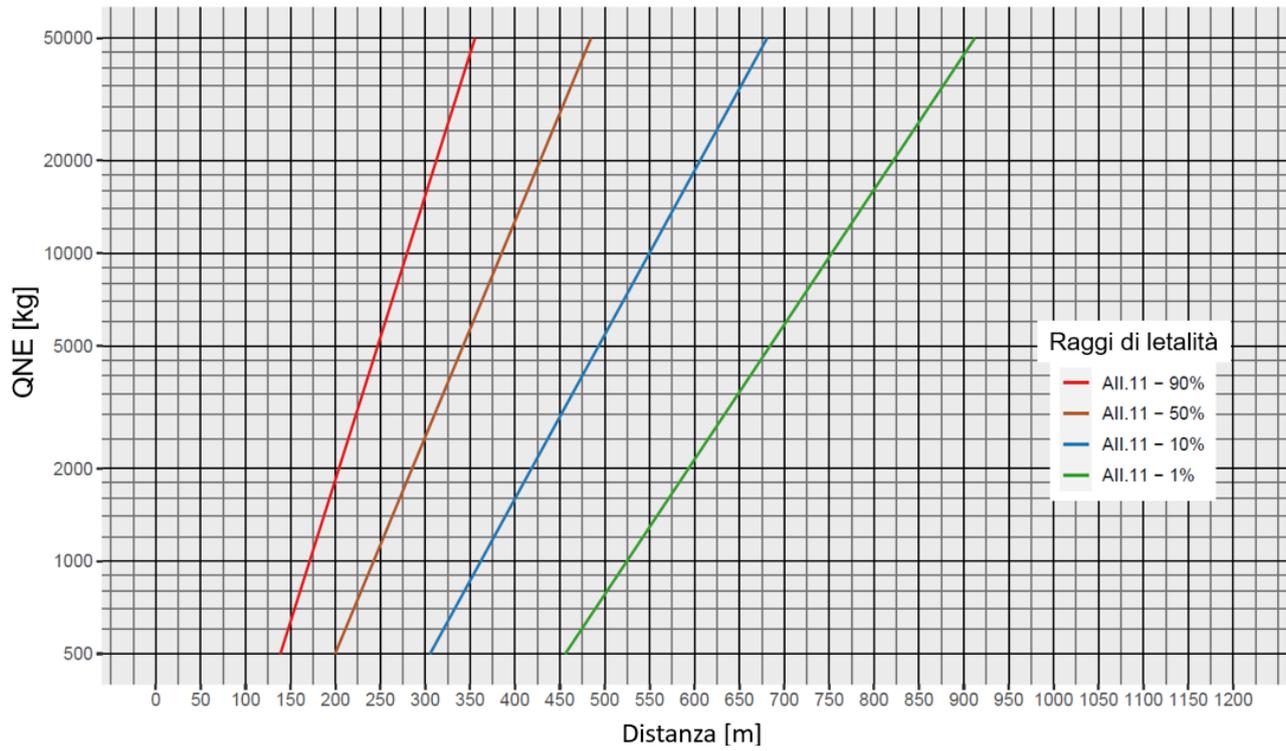
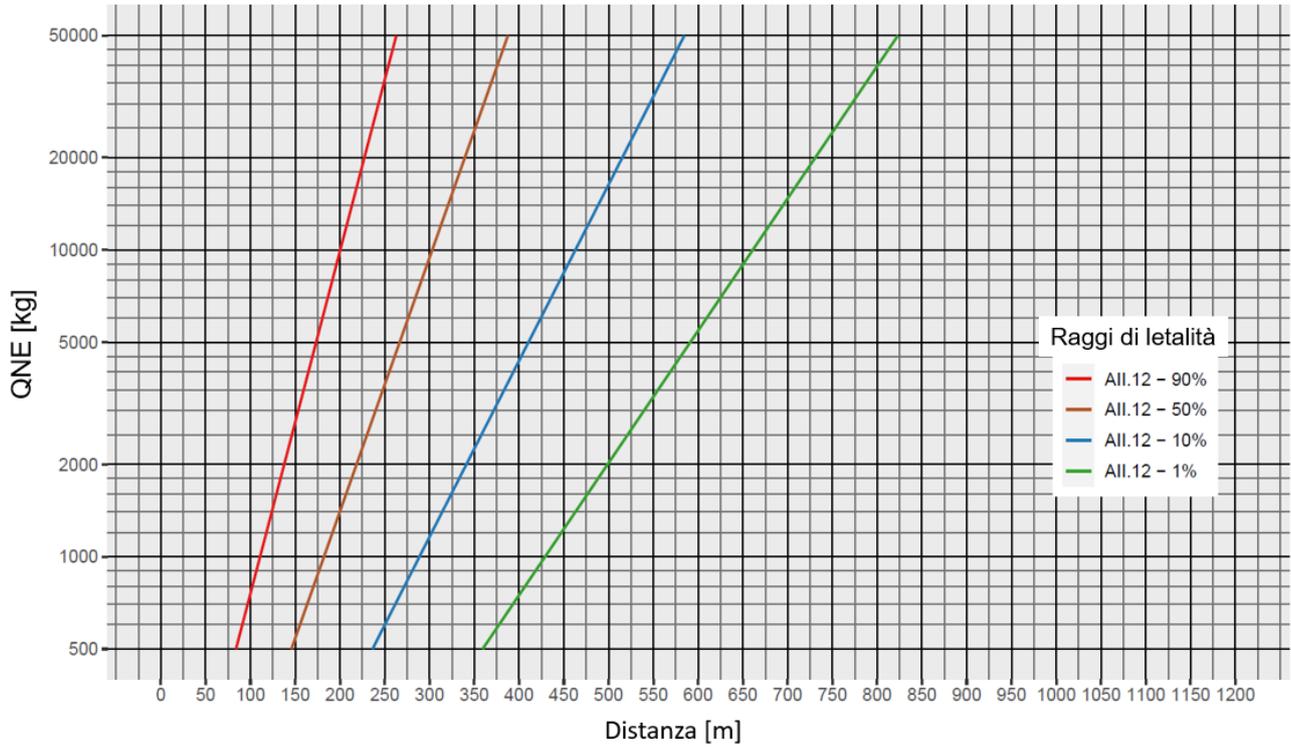


Figura All.12

Raggi di letalità per le persone negli edifici in caso di detonazione in impianti coperti di terra senza terrapieno sul lato d'accesso.



Glossario

BEC-O

Blast Effects Computer – Open (BEC-O) versione 1 sotto forma di foglio di calcolo (<https://denix.osd.mil/ddes/ddes-technical-papers/>) del Dipartimento della difesa americano.

Combustione

La combustione di una sostanza esplosiva è una reazione esotermica che si differenzia da una detonazione tra l'altro per la sua velocità. La combustione avviene con velocità diverse. La velocità dipende dal tipo e dalla composizione della sostanza esplosiva. La velocità di combustione può variare da pochi mm/s a mille m/s.

Compressione

Compressione parziale o totale di una sostanza esplosiva, per effetto della quale in caso di esplosione aumentano la risultante temperatura e la pressione.

Detonazione

Reazione esplosiva caratterizzata da una velocità dell'onda esplosiva che va da alcuni km/s fino alla velocità del suono. e pressioni che spesso raggiungono circa 20 bar.

Equivalente in TNT

L'equivalente in TNT (Q_{TNT}) è una misura di massa per l'energia che viene liberata da un'esplosione, rispettivamente per la forza esplosiva di una sostanza esplosiva. L'intera energia liberata da un'esplosione viene confrontata con l'equivalente qualità di TNT necessaria per liberare la stessa quantità di energia.

Impianti in superficie con costruzione leggera

Impianto in superficie con costruzione leggera (IS/leggero) per il deposito di sostanze esplosive.

Impianti coperti di terra

Impianto coperto di terra (ICT) per il deposito di sostanze esplosive, che per motivi di protezione visiva e/o protezione contro gli effetti esterni viene ricoperto con terra.

Impianti sotto roccia

Impianto sotto roccia (ISR) per il deposito di sostanze esplosive, che per motivi di protezione visiva e/o protezione contro gli effetti esterni sono scavati nella roccia sotto forma di gallerie.

Palla di fuoco

In caso di combustione l'energia liberata si propaga nell'ambiente sotto forma di una palla di fuoco ascendente.

Proiezione di macerie da cratere

In caso di esplosioni in impianti, la pressione spinge il terreno verso i lati e verso l'alto partendo dal centro dell'esplosione. Si crea un cratere generalmente circolare, dal quale vengono proiettati terreno, pietre e macerie.

Proiezione di macerie da galleria:

Per effetto della pressione, negli ISR vengono proiettate orizzontalmente macerie in direzione del prolungamento dell'asse del cunicolo d'accesso.

Proiezione di macerie da parete

Per effetto della pressione negli IS o ICT vengono proiettate orizzontalmente macerie da parete.

Quantità netta di esplosivo

La quantità netta di esplosivo (QNE) è la massa delle sostanze esplosive incluso il flemmatizzante senza involucro e imballaggio.

IS

Impianto in superficie (IS) con costruzione massiccia per il deposito e il trattamento di sostanze esplosive.

Bibliografia

- [1] Ordinanza del 27 febbraio 1991 sulla protezione contro gli incidenti rilevanti (OPIR).
- [2] Ordinanza del 27 novembre 2000 sugli esplosivi (OEspl, stato al 1° aprile 2021).
- [3] Direttive concernenti il concetto di sicurezza per l'utilizzo di munizioni e sostanze esplosive (WSUME), 2020.
- [4] Linee guida tecniche per lo stoccaggio di munizioni (TLM), 2010, revisione del 2016.
- [5] Ordinanza dell'11 febbraio 2004 sulla circolazione stradale militare (OCSM, stato al 1° gennaio 2021), Elenco delle merci e delle quantità autorizzate.
- [6] I quantitativi soglia secondo l'ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti (OPIR), 3a edizione aggiornata del marzo 2017; 1a edizione 2006.
- [7] UN Recommendations on the Transport of Dangerous Goods – Model Regulations Twentyfirst revised edition, UN 2019.
- [8] Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road, ADR applicable as from 1st January 2021.
- [9] Direttiva 2013/29/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 12 giugno 2013, concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla messa a disposizione sul mercato di articoli pirotecnici.
- [10] Articoli pirotecnici – Fuochi artificiali, categorie F1, F2 e F3, SN EN 15947, 2016.
- [11] Legge del 25 marzo 1977 sugli esplosivi (legge sugli esplosivi, LEspl, stato al 1° aprile 2021).
- [12] Legge federale del 15 dicembre 2000 sulla protezione contro le sostanze e i preparati pericolosi (legge sui prodotti chimici, LPChim, stato al 1° gennaio 2017).
- [13] Prescrizioni della protezione antincendio AICAA, 2015 www.bsvonline.ch
- [14] Störfallvorsorge bei Lager für ammonium-nitrathaltige Dünger, Vollzugshilfe für Inhaber und zuständige Behörden, UFAM 2011.
- [15] Documenti militari classificati come prescrizioni e direttive tecniche.
- [16] Aziende con potenziale di pericolo chimico, un modulo del manuale concernente l'ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti (OPIR), UFAM 2018.
- [17] Direttiva 2013/29/CE (rifusione della direttiva 2013/29/CE) del Parlamento europeo e del Consiglio, del 12 giugno 2013, concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla messa a disposizione sul mercato di articoli pirotecnici, EN 15947-3:2015 (D).
- [18] Brown, M.E. and Rugunanan, R.A., A temperature-profile Study of the Combustion of Black Powder and its constituent binary mixtures. *Propellants, Explosives, Pyrotechnics*, 14: 69 - 75, 1989, <https://doi.org/10.1002/prep.19890140205>
- [19] van der Voort, M. M. & Weerheijm, J.: A statistical description of explosion produced

debris dispersion, International Journal of Impact Engineering, 59, pag. 29 - 37, 2013.

- [20] DDESB BEC-O, Blast Effects Computer – Open (BEC-O), Version 1, User's Manual and Documentation, Technical Paper 20, US Department of Defense Explosives Safety Board, 11th June 2018.
- [21] Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Referenzszenarien zur Richtlinie 96/82/EG, Dr. Heinz Koinig, Vienna, 1999.
- [22] Umweltforschungsplan des Bundesamtes für Umwelt Naturschutz und Reaktorsicherheit, Forschungsbericht 297 48 428 UBA-FB 000039/2, Ermittlung und Berechnung von Störfallablaufszszenarien nach Massgabe der 3. Störfallverwaltungsvorschrift, Band 2, TU Berlino, 2001.
- [23] AASTP-1 NATO (2010), Manual of NATO safety principles for the storage of military ammunition and explosives, 1st edition, 313 pag, maggio 2010.