
Barreiras e taludes

Alerta

Este documento é válido a partir da data indicada em sua capa. Como as Normas Técnicas Internacionais sobre Munição (IATG) são submetidas a revisões regulares, os usuários devem consultar o site do projeto IATG (<http://www.un-arm.org>) a fim de verificar a situação atual, ou o site do Departamento das Nações Unidas para Questões de Desarmamento de Armas Convencionais, em <http://www.un.org/disarmament>.

Nota de direitos autorais

Este documento é uma Norma Técnica Internacional sobre Munição (IATG) e seu direito autoral é protegido pela ONU. Não é permitido reproduzir, armazenar ou transmitir este documento em sua totalidade, ou trechos dele, de alguma forma, ou por qualquer meio, para qualquer outro fim sem a permissão prévia por escrito da UNODA, que age em nome da ONU.

Este documento não deve ser vendido.

Departamento das Nações Unidas para Questões de Desarmamento
Sala S-3120, ONU, Nova York, NY 10017, EUA

E-mail: un-arm@un.org
Telefone: (+1) (212) 963 5876
Fax: (+1) (212) 963 5369

Sumário

Sumário

Prefácio

Introdução

Barreiras e Taludes

- 1 Escopo
- 2 Referências normativas
- 3 Termos e definições
- 4 Barreiras e Taludes
- 5 Tipos funcionais de barreiras (NÍVEL 2)
- 6 Localização de barreiras (NÍVEL 2)
- 7 Materiais para barreiras (NÍVEL 2)
- 8 Barreiras de terra (NÍVEL 1)
 - 8.1 Altura da barreira
 - 8.2 Comprimento da barreira
 - 8.3 Declives
- 9 Outros materiais comparados a terra (NÍVEL 1)
 - 9.1 Barreiras de parede (NÍVEL 2)
 - 9.2 Outros tipos de barreiras (NÍVEL 1)
 - 9.2.1 Uso de munição do tipo DR 1.4 como ceifas horizontais
 - 9.2.2 Barreiras na água
 - 9.2.3 Barreiras no solo
 - 9.2.4 Unitização (NÍVEL 2)
10. Projeto de barreiras e suas funções variáveis (NÍVEL 2)
11. Proteção de barreiras e Taludes contra explosão por sobrepressão

Anexo A (normativo) Referências

Anexo B (informativo) Referências

Anexo C (informativo) Tipos de barreiras

Anexo D (informativo) Altura das barreiras – determinação

Prefácio

A Resolução 61/72¹ da Assembleia Geral solicitou que o Secretário-Geral estabelecesse um grupo de especialistas governamentais para pensar nos passos seguintes para melhorar a cooperação quanto à questão do armazenamento de excedente de munição convencional. O relatório do grupo² até a 63ª sessão da Assembleia Geral apresentou um panorama abrangente dos problemas que surgem do acúmulo de estoque excedente de munição convencional. O grupo observou que a cooperação relativa à gestão eficiente do armazenamento precisa endossar uma abordagem de “gestão total”, indo desde a categorização e sistemas contábeis, essenciais para garantir o manuseio e o armazenamento seguro e para identificar excessos, até sistemas de segurança física e procedimentos de vigilância e testes para avaliar a estabilidade e a confiabilidade da munição. O grupo recomendou especificamente que se desenvolvessem orientações técnicas adequadas.

A 63ª sessão da Assembleia Geral adotou a Resolução A/RES/63/61,³ que recebeu o relatório do grupo de especialistas governamentais e encorajou fortemente os Estados a implantarem suas recomendações. Isso propiciou as condições para o desenvolvimento de orientações técnicas adequadas.⁴

O trabalho de preparar e revisar essas normas foi conduzido por um Painel de Revisão Técnica (TRP), com apoio de organizações internacionais, governamentais e não governamentais. A última versão de cada orientação, junto com a informação a respeito do trabalho do grupo de revisão técnica, pode ser encontrada em <http://www.un-arm.org>. A IATG será revisada pelo menos a cada cinco anos para refletir novas normas e práticas de gestão do armazenamento de munição convencional e para incorporar mudanças devidas a emendas adequadas a regulamentos e requisitos internacionais.

¹ Assembleia Geral da ONU. Resolução A/RES/61/72, *Problems arising from the accumulation of conventional ammunition stockpiles in surplus*. 6 dez. 2006.

² Assembleia Geral da ONU. A/63/182, *Problems arising from the accumulation of conventional ammunition stockpiles in surplus*. 28 jul. 2008. (Relatório do Grupo de Especialistas Governamentais).

³ Assembleia Geral da ONU. Resolução A/RES/63/61, *Problems arising from the accumulation of conventional ammunition stockpiles in surplus*. 12 jan. 2009.

⁴ Para facilitar é referido como Normas Técnicas Internacionais sobre Munição (IATG).

Introdução

Esta IATG detalha como barreiras horizontais e taludes podem ser utilizadas para interceptar fragmentos de baixo ângulo e alta velocidade de um evento explosivo em um lado da barreira, para evitar a iniciação imediata de explosivos no outro lado. Esses fragmentos são a ameaça predominante que leva a tal ocorrência. Barreiras também podem proteger o pessoal de fragmentos de baixo ângulo e detritos, além de oferecer alguma proteção em um Local Exposto (LE) contra explosões e chamas. O projeto, a construção e a localização corretos são essenciais para fazer uso de forma eficaz das Quantidades de Distância (QDs) calculadas⁵.

As características naturais do solo podem ser utilizadas para esse propósito, mas as formas mais comuns são montes artificiais de terra, concreto armado e paredes de alvenaria, ou uma combinação dos três. Uma barreira pode ser completamente destruída em uma explosão, mas seu design deve ser feito de forma que seja capaz de parar ou desacelerar de forma suficiente fragmentos de baixo ângulo e alta velocidade antes de desmoronar ou ser dispersada. Se a proteção do pessoal for proporcionada por uma barreira, então seu projeto precisa garantir que não apresente algum risco adicional.

Para ser eficaz, uma barreira deve ser construída com materiais devidamente especificados para uma espessura mínima de eficácia.

⁵ Ver IATG 02.20 *Quantidades de Distância e Separação*.

Barreiras e taludes

1 Escopo

Esta IATG introduz diferentes tipos de barreiras e taludes, explica a função que desempenham e recomenda como devem ser situadas e construídas.

2 Referências Normativas

Os documentos mencionados a seguir são indispensáveis para a aplicação deste documento. Para as referências datadas, apenas a edição citada se aplica. Para referências sem data, a edição mais recente do documento mencionado (incluindo quaisquer emendas) se aplica.

Uma lista de referências normativas está disponível no Anexo A. Essas referências são documentos importantes mencionados neste guia e fazem parte de suas provisões.

Outra lista de referências informativas está disponível no Anexo B na forma de bibliografia, que lista documentos adicionais contendo outras informações úteis sobre a construção e aplicação de barreiras e taludes.

3 Termos e definições

Para os fins deste guia, os termos e definições a seguir, bem como a lista mais abrangente disponível no IATG 01.40:2015(E) *Termos, definições e abreviações*, são aplicáveis.

O termo “autoridade técnica nacional” refere-se a *departamento(s), organização(ões) ou instituição(ões) governamentais responsável(is) pela regulação, pela gestão, pela coordenação, operação de atividades de armazenamento e manuseio de munição convencional.*

Os termos “barreira” ou “barricada” referem-se a *uma característica natural do solo, monte artificial, barricada ou muro capaz de interceptar projeções de baixo ângulo e alta velocidade em um local propenso à explosão, e evitar a iniciação de estoques de explosivos armazenados nas proximidades.*

Em todos os módulos das Normas Técnicas Internacionais sobre Munição, as palavras “deve”, “deveria”, “pode” e “deveria” são usadas para expressar diretrizes de acordo com seu uso nos padrões ISO.

- a) **“deve” indica uma exigência:** É usada para indicar exigências que devem ser seguidas a fim de obedecer ao documento e das quais não se permitem desvios.
- b) **“deveria” indica uma recomendação:** É usada para indicar que, entre diversas possibilidades, uma é recomendada como particularmente adequada, sem mencionar ou excluir outras, ou que determinada ação é preferível, mas não necessariamente exigida, ou que (na forma negativa, “não deveria”) certa possibilidade ou ação é censurável mas não proibida
- c) **“pode” indica permissão:** É usada para indicar uma ação permitida dentro dos limites do documento.
- d) **“poderia” indica possibilidade ou capacidade:** É usada para afirmações de possibilidade e capacidade, seja material, física ou casual.

4 Barreiras e taludes

Para os fins deste documento, os termos “barricada” e “barreira” são intercambiáveis. Uma barreira é um obstáculo cujo papel é interceptar fragmentos de baixo ângulo e alta velocidade provenientes de uma explosão. Ao fazê-lo, também será evitada a iniciação de explosivos armazenados atrás da barreira. Características naturais do solo podem ser utilizadas para esse propósito, mas, no quando isso não for possível, alguma construção será necessária.

As barreiras mais comuns são montes de terra, concreto armado (CA) e paredes de alvenaria, ou uma

combinação dos três tipos. Uma barreira pode ser completamente destruída em uma explosão, mas seu projeto deve ser feito de forma que seja capaz de parar ou desacelerar de forma suficiente fragmentos de baixo ângulo e alta velocidade antes de desmoronar ou ser dispersada.

Para ser eficaz, uma barreira deve ser construída com materiais devidamente especificados para uma espessura mínima de eficácia. Esta IATG fornece detalhes e diagramas da construção, os quais a autoridade técnica nacional deve modificar de acordo com seus próprios regulamentos nacionais; porém, sugere-se que as orientações aqui fornecidas sejam o mínimo exigido.

Note-se que, embora barreiras também protejam o pessoal de fragmentos e mísseis de baixo ângulo e alta velocidade, além de fornecer certa proteção em um Local Exposto (LE) contra explosões e chamas, sua função primária é a prevenção contra a iniciação de explosivos por fragmentos de baixo ângulo e alta velocidade, sendo esses a principal ameaça que leva a tal ocorrência.

Não se considera que uma barreira seja capaz de impedir fragmentos de ângulo alto e detritos que sobrevoam a barreira e são geralmente a base para as distâncias mínimas de edifícios habitados. Contudo, para menores quantidades reais de explosivos (QREs), um conceito de barreira e de edifício pode ser criado para reduzir as distâncias de edifício habitado. Um teste em larga escala deve ser realizado para validar o projeto.

5 Tipos funcionais de barreira (NÍVEL 2)

As barreiras podem ser divididas em quatro áreas funcionais e são definidas pelo tipo de proteção fornecida. Porém, nem sempre é possível distinguir claramente os tipos de barreira, pois suas funções mudam e se mesclam de acordo com sua posição em relação a um LE ou a um Local Propenso à Explosão (LPE). No entanto, a classificação por função ainda é útil, pois indica uma medida da força necessária à barreira.

Os quatro tipos de barreira são:

- a) uma barreira receptora. Essa barreira protege os explosivos dentro do LE o qual circunda contra o ataque direto de detritos e fragmentos de baixo ângulo e alta velocidade, vindos de uma explosão em um LPE adjacente. Esse tipo deve ser utilizado para LEs em que a quantidade de explosivos é muito grande para que uma barreira interceptora no LPE seja eficaz a uma distância de quantidade especificada que não pode ser alterada. Uma barreira receptora deve estar mais próxima possível do LE que esteja protegendo;
- b) uma barreira interceptora. Uma barreira interceptora está posicionada próxima ao LPE, e é criada para proteger explosivos no LE contra ataques diretos de fragmentos de baixo ângulo e alta velocidade. A barreira pode ser prejudicada pela cratera formada pela explosão e destruída pela carga da explosão. Contudo, ela deve se manter em posição por tempo o suficiente para interceptar e retardar os fragmentos antes de desmoronar.
- c) uma barreira contentora. Esse tipo é criado para conter os fragmentos de alta velocidade projetados a partir de uma explosão vinda de dentro. Ela protege pessoal e o LE nas imediações dos efeitos de uma explosão interna, de modo que deve permanecer substancialmente intacta após a explosão. Em termos reais, uma barreira contentora só é prática para pequenas quantidades de explosivos (< 1000 kg) e só tem valor ao redor de edifícios de processamento ou pilhas de munições relativamente pequenas;
- d) uma barreira de cobertura. Como o nome sugere, essa é uma barreira criada para atuar como uma tela blindada entre um LPE e um LE. Ela é projetada para interceptar a fragmentação em um ângulo maior do que o normal para uma barreira. Pode estar situada no LE, mas é geralmente mais eficaz se situada no LPE. Se estiver localizada no LPE, a barreira deve ser alta o suficiente para interceptar todos os fragmentos projetados a 40° ou menos, e manter-se substancialmente intacta após uma explosão. A linha de 40° deve ser medida a partir do centro do topo da pilha de explosivos, se o teto for leve, e a partir do centro do teto se esse não for de construção leve⁶. Os efeitos da carga potencial decorrente do sobrepressão da explosão também devem ser considerados na fase d projeto para garantir que a barreira não desmoronará sobre a estrutura que estava protegendo.

⁶ Ver IATG 05.20 *Tipos de edifícios para armazenamento de explosivos.*

6 Localização de barreiras (NÍVEL 2)

A barreira deve estar o mais próxima possível do LPE ou do LE, dependendo de seu propósito. A ponta ou a frente da barreira deve estar pelo menos a uma distância mínima de 1 m da pilha de explosivos ou da parede de qualquer edifício que esteja protegendo. Porém, o acesso ao estoque, equipamentos de manuseio (EM), manutenção do edifício etc, podem exigir uma distância maior. Isso pode, por sua vez, exigir uma barreira maior.

No local em que a barreira possa ser minada por uma cratera potencial, ou onde a QRE ultrapassa os 75.000 kg da Divisão de Risco (DR) 1.1, a barreira deveria ser movida para fora a fim de evitar sua debilitação. Como alternativa, a espessura da barreira pode ser aumentada proporcionalmente à quantidade de explosivos, para que ao menos 2/3 de sua base esteja fora da cratera potencial. O diâmetro (D) aproximado da cratera em metros é dado através da fórmula $D = Q^{1/3}$, em que Q é o QRE em kg.

Para uma previsão mais precisa do tamanho da cratera, especialmente onde a debilitação possa ocorrer, métodos de design apropriados devem ser empregados. Estes levam em consideração a profundidade da explosão, o solo ou outro tipo de material sobre o qual a cratera é formada, incluindo quaisquer efeitos de placas de concreto. Deve-se solicitar aconselhamento técnico sobre munições de especialistas.

7 Materiais para barreiras

Uma explosão pode dispersar o material utilizado em uma barreira, especialmente se esta tiver a superfície vertical ou quase vertical. O perigo de detritos resultantes pode iniciar explosivos em edifícios adjacentes e apresentar riscos ao pessoal. Para minimizar esses efeitos, materiais para uma das especificações da Tabela 1 devem ser utilizados na construção. Os materiais estão listados por ordem de preferência.

A estabilidade da inclinação da barreira deveria ser verificada em uma base de caso por caso. O fator exigido de segurança contra deslize rotacional dependerá da função da barreira, das consequências da falta de uma utilização segura da instalação e do grau de rompimento causado enquanto os reparos são realizados, se houver falha⁷. Contudo, o fator de segurança deve ser $\geq 1,2$ em longo prazo.

No caso de uma inclinação com preenchimento reforçado, deve-se exigir informações do fabricante para determinar o número e tipo de reforços, comprimentos embutidos e espaçamento vertical⁸. A participação dos fabricantes desses materiais desde o início do processo de criação é essencial. No lugar previsto para o preenchimento reforçado em uma barreira de face vertical ou quase vertical, isto é, $> 70^\circ$, com um detalhe envoltório ou um elemento voltado ao concreto pré-moldado, o material do preenchimento deve ser de livre escoamento e também cumprir com os requisitos do fabricante. Como tal configuração constitui um "muro", o fator de segurança contra deslizamento não deve ser menor que 2,0, e o fator contra deslize rotacional, menor que 1,5.

Medidas deveriam ser tomadas para evitar o esburacamento ou túneis, em uma barreira, feito por coelhos, cupins ou outros animais escavadores. Aconselhamento e detalhes típicos de proteção contra animais escavadores podem ser obtidos a partir de agências especializadas⁹. Isso é importante pois, se uma barreira diminui, ainda que apenas uma pequena porção, a quantidade de explosivos que podem ser mantidos legalmente no LPE também diminui.

Se for pouco provável que uma barreira se disperse em uma explosão, então ela não precisa ser construída com materiais especiais. Contudo, isso limita severamente a flexibilidade de armazenamento, sendo melhor construir a barreira com as especificações de materiais listadas na Tabela 1. A cobertura de terra para edifícios e iglus também devem cumprir os requisitos dos materiais listados na Tabela 1.

Descrição do Material (ordem de preferência)	Limites de Gradação ⁽¹⁾⁽²⁾		Design do Declive ⁽⁴⁾ (Dependente)
	Material Inferior	Material de Qualidade	

7 Ver IATG 02.10 *Introdução aos processos e princípios do gerenciamento de riscos.*

8 Ver IATG 05.20 *Tipos de edifícios para armazenamento de explosivos.*

9 Algumas experiências sugerem que o uso de inseticidas apropriados, misturados à terra durante a construção da barreira, tem um bom efeito.

	Tamanho Máximo de Partícula	Conteúdo Máximo (% por Peso: 20 – 75mm)	Conteúdo Máximo de Finos (% por Peso: <63µm)	Conteúdo Máximo de Argila (% por Peso: <2µm)	da mecânica do solo)
Areia Bem Graduada	6.3mm	0%	15% ⁽¹⁾	5% ⁽¹⁾	1:1.5 to 2 (33 ⁰ to 26 ⁰)
Areia Bem Graduada Pedregosa, Argilosa ou Siltosa (inorgânica)	7.5mm	5% ⁽¹⁾	20% ⁽¹⁾	5% ⁽¹⁾	1:1.3 to 2.5 (37 ⁰ to 21 ⁰)
Preenchimento inorgânico	Outros materiais inorgânicos que atendam aos requisitos de gradação acima				

Tabela 1: Materiais de construção para barreiras

NOTA 1 Partículas inferiores e de maior qualidade devem ser distribuídas uniformemente por todo o material para proporcionar um preenchimento homogêneo.

NOTA 2 O material utilizado deveria ter um Coeficiente de Uniformidade (D_{60} / D_{10}) de 6 ou maior.

NOTA 3 Escombros de edifícios demolidos ou quaisquer outros materiais semelhantes não devem ser utilizados na construção de barreiras devido ao risco de maior perigo de projeção.

NOTA 4 As exigências de estabilidade do declive são definidas nesta IATG; projetos de declives tabulados são apenas indicativos e podem variar conforme:

- A força e natureza do solo e pedra de base e a profundidade até o lençol freático;
- O grau de compactação e preparação da superfície fornecidas ao preenchimento;
- O conteúdo e o potencial de erosão dos materiais de preenchimento;
- O conteúdo de umidade de compactação em que os materiais de preenchimento não são de livre escoamento;
- A adoção de medidas de drenagem para controlar pressões de água dos poros em curto/longo prazo;
- O reforço do preenchimento com geossintéticos, malha de arame etc.

8 Barreiras de terra (NÍVEL 1)

É indispensável que as barreiras tenham a geometria correta. Isso reduz os riscos de detritos e fragmentos de alta velocidade escaparem por cima ou pelas extremidades da barreira. Deveriam ser usadas margens generosas às dimensões da barreira, para que as linhas de visão estejam completamente bloqueadas.

8.1 Altura da barreira (NÍVEL 1)

Para eliminar problemas de visão da linha de altura, as dimensões para uma barreira de terra devem ser regidas pela regra dos 2 graus. Isso se encontra ilustrado no Anexo C. Essa regra não se aplica a distâncias de separação menores que $LPE < 5Q^{1/3}$. Em locais onde os LPE estão separados por uma distância $> 5Q^{1/3}$, as barreiras devem ser avaliadas individualmente. Uma alternativa à regra dos dois graus é garantir que há pelo menos 0,6 m de altura adicional da barricada ao longo da linha de visão de um LPE a outro.

Uma barreira pode ser construída com uma largura mínima de 2,4 m a um nível igual ao da altura máxima dos explosivos armazenados, mais um adicional de 600 mm. Uma barreira pode também ser erguida à altura do beiral do edifício, e protegido por ela. Esses requisitos se encontram ilustrados no Anexo D.

No caso de pilhas baixas de explosivos serem armazenadas em um LPE e a regra dos 2 graus resultar em uma barreira menor que o beiral do edifício, deveria ser considerado um aumento na altura da barreira até que essa atinja o beiral. Isso ajudará a limitar o lançamento de detritos do edifício. Porém, isso pode resultar em barreiras excepcionalmente altas, e cabe à autoridade nacional encontrar um equilíbrio.

8.2 Comprimento da barreira

O ideal seria que a barreira envolvesse por completo o LPE que protege, uma vez que isso permite flexibilidade na continuação do desenvolvimento. Porém, se não for esse o caso, a barreira deveria então se estender, sem qualquer redução da altura total, para além dos lados do LPE – eliminando, assim, quaisquer linhas de visão potenciais para outros LPE e LE. Esse comprimento não deve ser menor que 1 metro em cada extremidade da barreira em todos os lados barricados do LPE. O Anexo C fornece um diagrama dessa situação.

8.3 Declives

A barreira deve ser inclinada de forma que fique estável. Esse declive varia de acordo com os materiais de construção utilizados, mas normalmente não deveria ser mais íngreme que 1:2 ou 26° a partir da horizontal. Quanto mais plana a inclinação, menor será a erosão e, por conseguinte, menor a manutenção necessária.

9 Outros materiais comparados a terra (NÍVEL 1)

No caso do uso de tijolos, concreto ou aço serem utilizados para apoiar a face vertical de uma barreira do tipo 2 ou do tipo 3 (ver Cláusula 10), sua eficácia em deter fragmentos de alta velocidade será maior quando comparada a uma barreira feitas apenas de terra. Os dados relativos a essa eficácia estão na Tabela 2.

Material	Eficácia comparada ao solo (valor nominal de 1)
Tijolo	x 4
Concreto	x 6
Aço	x 24

Tabela 2: Eficácia de materiais comparados ao solo

Essa eficácia significa que a espessura da barreira pode ser reduzida de acordo. Contudo, a massa equivalente de uma barreira interceptora não deve ser reduzida abaixo de 2,4 m de terra no topo da pilha ou beiral do LPE, para evitar que ocorra dispersão da barreira.

9.1 Barreiras de paredes (NÍVEL 2)

Paredes de edifícios feitas de concreto ou alvenaria podem ser utilizadas como barreiras. Contudo, elas devem ser criadas com esse propósito em mente. Paredes já existentes provavelmente não serão adequadas para a tarefa. No local onde explosivos ou o pessoal devem ser protegidos, as paredes devem ser projetadas para resistir a desabamentos. Para pequenas QREs, como aquelas encontradas em edifícios de processo, a Tabela 3 lista a espessura necessária para barreiras contentoras com cantilêver, de altura máxima de 3 m e a 1 m de distância dos explosivos, de modo a evitar um colapso. Para QREs maiores, deveria ser procurado aconselhamento especializado.

QRE (kg)	Espessura da Parede de CA Reforçada em Centros de 3 m, com 0,2% de Armadura de Tração. (mm)	Espessura Nominal da Parede de Tijolo (mm)
2.5	225	340
5	225	340

QRE (kg)	Espessura da Parede de CA Reforçada em Centros de 3 m, com 0,2% de Armadura de Tração. (mm)	Espessura Nominal da Parede de Tijolo (mm)
7	225	450
12	225	570
18	300	680
35	450	Não permitido
50	600	Não permitido
68	750	Não permitido

Tabela 3: Espessura necessária para barreiras contentoras com cantiléver.

9.2 Outros tipos de barreira (NÍVEL 1)

Pode haver ocasiões, como o armazenamento de munições em campo, em que o uso de barreiras improvisadas será necessário. Veja o IATG 04.10 *Armazenamento em campo e temporário* para mais detalhes técnicos.

Testes de larga escala são, muitas vezes, a base para a validação da eficácia do uso desses outros projetos não tradicionais de barreira. Novos testes devem ser conduzidos para situações em que as limitações ou condições associadas à aprovação inicial para o uso da barreira forem excedidas ou seus impactos forem desconhecidos.

9.2.1 Uso de munição do tipo DR 1.4 como barreiras

Munições da DR 1.4 podem ser empilhadas de modo a fornecer uma proteção amortecedora do armazenamento entre pilhas de outros tipos de DR. Contudo, esses estoques da DR 1.4 podem ser destruídos no caso da explosão de uma pilha adjacente. Esse uso da DR 1.4 deve ser considerado apenas em uma emergência.

9.2.2. Barreiras de água

Diversas barreiras de água apropriadas estão atualmente disponíveis no mercado. São eficazes, mas só devem ser consideradas como temporárias, devido a problemas de manutenção e capacidade de sobrevivência. A água é um meio eficaz para desacelerar um fragmento de alta velocidade. A manutenção dos tanques de água em temperaturas extremas também é algo problemático.

9.2.3 Barreiras de solo

Novamente, diversas barreiras apropriadas preenchidas de terra estão atualmente no mercado. O preenchimento dessas deve atender aos requisitos dos materiais listados na Tabela 1.

9.2.4 Unitização¹⁰ (NÍVEL 2)

Unitização é a repartição de explosivos em compartimentos individuais, utilizando paredes divisoras ou barreiras internas, permitindo em alguns casos o uso de QDs reduzidas. O tema da unitização é complexo, e deveria ser obtido aconselhamento técnico de especialistas sobre munições, antes que sua aplicação e a subsequente redução da QD sejam autorizadas¹¹. Esse conceito é geralmente aplicável apenas a pequenas

¹⁰ Ver IAT 02.20 *Distâncias quantitativas e de separação*.

¹¹ Como exemplo, um dos requisitos nacionais para uso de taludes internas é que devem ser construídas com o uso de blocos de concreto autoclavado e aerado, ou um equivalente aprovado, como barreira. A espessura da barreira deve ser no mínimo de 300 mm. Blocos de concreto autoclavado e aerado são projetados para serem sacrificados se preciso, e devem possuir uma densidade entre 550 e 750 kg/m³ e resistência à compressão entre 4 e 5 N/mm². Os blocos não precisam ser ligados com

QREs < 200 kg.

10 Design de barreiras e suas funções variáveis (NÍVEL 2)

Existem seis designs de construção de barreiras:

- a) Tipo I. É uma construção de um monte de terra com inclinação dupla;
- b) Tipo II. É um monte de terra de face vertical e inclinação única, ou de face vertical parcial;
- c) Tipo III. Um monte de terra de inclinação dupla íngreme, algumas vezes denominado do tipo “Chilver”;
- d) Tipo IV. Muitas vezes descrito como um edifício de casamata ou barreira combinada. Esse tipo inclui edifícios completamente enterrados a não mais que 600 mm abaixo do nível do solo¹²;
- e) Tipo V. Essas são barreiras de paredes construídas com tijolos, concreto armado e construção composta;
- f) Tipo VI. Características naturais de um local, como montes, morros e assim por diante. No mínimo, elas devem ter o mesmo tamanho que uma barreira do tipo I.

Não seria prudente definir de forma rígida o uso de cada tipo de barreira, pois suas funções e características protetoras muitas vezes se sobrepõem; porém, no geral, os Tipos I, II e III, que compreendem barreiras inclinadas, são as mais utilizadas para fins de armazenamento. Elas são as mais funcionais por poderem ser utilizadas para as quatro funções de proteção (ver o parágrafo 5). Barreiras do tipo IV fazem uso da estrutura do LPE para apoiar a terra, e as de tipo V são utilizadas principalmente como barreiras receptoras ou projetadas como barreiras contentoras. Diagramas dessas barreiras estão disponíveis no Anexo C.

11 Proteção de barreiras e taludes contra explosão por excesso de pressão

Procedimentos gerais para prever a mitigação da pressão *versus* tipos e localizações de designs gerais de taludes até o momento não foram desenvolvidos. Porém, com base em trabalhos diretamente experimentais, a carga de sobrepressão em uma área superficial protegida por uma barricada é reduzida em aproximadamente 50% quando forem atendidas as seguintes condições:

- a) localização. A distância de afastamento entre a barricada e a área protegida está dentro da altura de duas taludes;
- b) altura. O topo da barricada é, no mínimo, tão alto quanto o topo da área protegida;
- c) comprimento. O comprimento da barricada é no mínimo duas vezes maior que o comprimento da área protegida.

argamassa, assim permitindo que suas células sejam facilmente ajustáveis em tamanho para atender às necessidades do armazenamento.

¹² Se estiver abaixo de 0,6 m, o edifício pode ser considerado um armazenamento subterrâneo.

Anexo A **(normativo)** **Referências**

Os documentos normativos a seguir contêm provisões, que, ao serem citadas nesse texto, constituem provisões desta parte do guia. Para referências datadas, alterações ou revisões subsequentes de qualquer uma dessas publicações não se aplicam. No entanto, partes em acordos baseados nesta parte do guia são incentivadas a investigar a possibilidade de aplicar as edições mais recentes dos documentos normativos indicados a seguir. Para referências sem data, a última edição do documento normativo mencionado se aplica. Membros da ISO mantêm registros de ISOs ou Normas Europeias atualmente válidas:

- a) IATG 01.40:2015[E] *Termos, glossário e definições*. UNODA. 2015;
- b) IATG 01.50:2015[E] *Sistemas e códigos de classificação de perigo de explosão da ONU*. UNODA. 2015;
- c) IATG 02.10:2015[E] *Introdução aos processos e princípios do gerenciamento de riscos*. UNODA. 2015;
- d) IATG 02.20:2015[E] *Distâncias quantitativas e de separação*. UNODA. 2015;
- e) IATG 05.20:2015[E] *Tipos de edifícios para armazenamento de explosivos*. UNODA. 2015.

A última versão/edição dessas referências não deve ser utilizada. Escritório das Nações Unidas para Assuntos de Desarmamento (UNODA) guarda cópias de todas as referências¹³ utilizadas neste guia. Um registro da última versão/edição das Normas Técnicas Internacionais de Munições é mantido pelo UNODA, e pode ser acessado no site da IATG: <http://www.un-arm.org>. Autoridades nacionais, empregadores e outros corpos e organizações interessados devem obter cópias antes de iniciar programas de gestão de reservas de munições convencionais.

¹³ De acordo com o permitido pelos direitos autorais.

Anexo B **(informativo)** **Referências**

Os documentos informativos a seguir contêm provisões, que também deveriam ser consultadas para fornecer mais informações de base sobre o conteúdo deste guia¹⁴:

- a) AASTP-1, Edition 1 (Change 3). *Manual of NATO Safety Principles for the Storage of Military Ammunition and Explosives*. NATO. 04 May 2010¹⁵;
- b) *Handbook of Best Practices on Conventional Ammunition*, Chapter 2. Decision 6/08. OSCE. 2008;
- c) Joint Service Publication 482, Volume 1, Chapter 7, *Traverses*. UK MOD. November 2006;
- c) Technical Paper 15, Revision 3, *Approved Protective Constructions*. US Department of Defense Explosive Safety Board. May 2010; e
- e) US UFC 3-340-02 *Structures to Resist the Effects of Accidental Explosions*. US Department of Defense. 05 December 2008.

As últimas versões/edições dessas referências devem ser utilizadas. Escritório das Nações Unidas para Assuntos de Desarmamento (UNODA) guarda cópias de todas as referências¹⁶ utilizadas neste guia. Um registro da última versão/edição das Normas Técnicas Internacionais de Munições é mantido pelo UNODA, e pode ser acessado no site da IATG: <http://www.un-arm.org>. Autoridades nacionais, empregadores e outros corpos e organizações interessados devem obter cópias antes de iniciar programas de gestão de reservas de munições convencionais.

¹⁴ Dados de muitas dessas publicações foram utilizados para desenvolver este IATG.

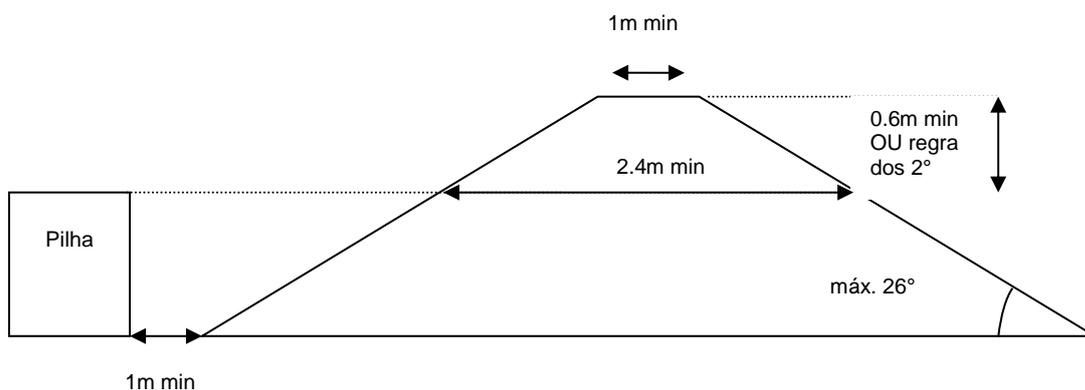
¹⁵ Embora esse documento estivesse em fase de elaboração quando utilizado para desenvolver este IATG, o rascunho foi aprovado na reunião da NATO CASG em 17/18 de junho de 2010.

¹⁶ De acordo com o permitido pelos direitos autorais.

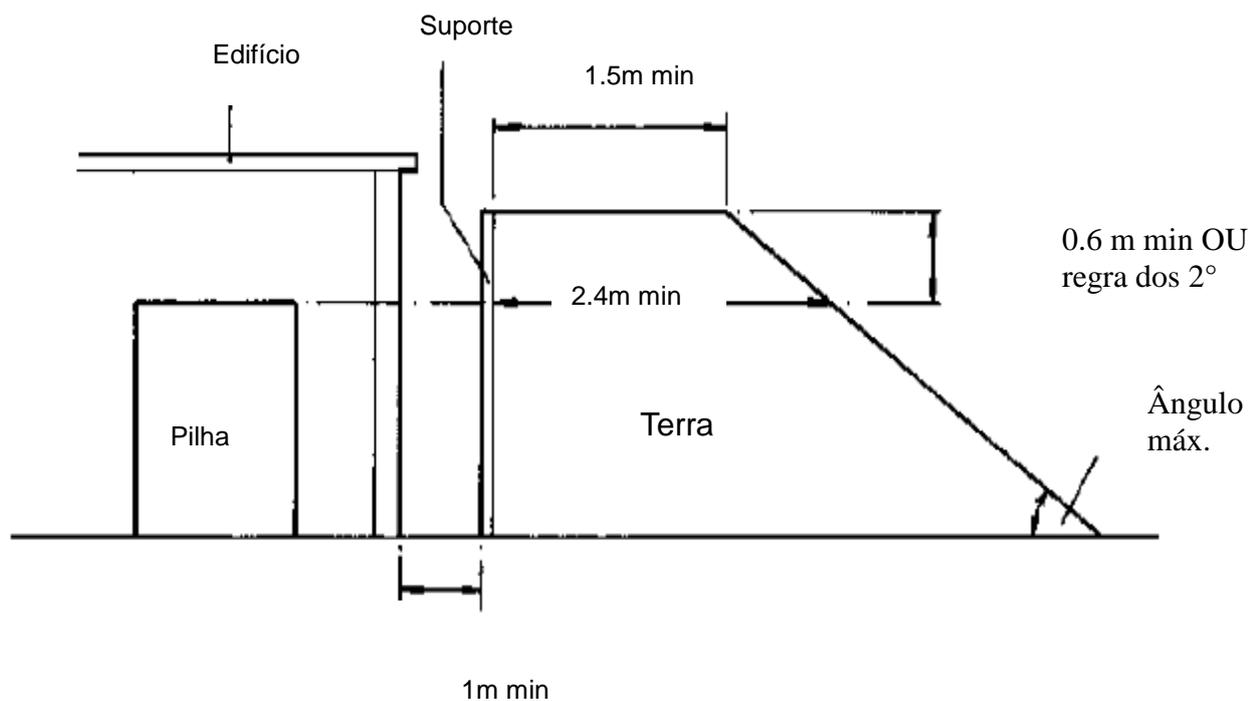
Anexo C (informativo) Tipos de barreiras

Este anexo fornece uma lista definitiva de tipos de barreiras. Ele destina-se a identificar os vários tipos de barreiras e seus projetos. Todos os diagramas que acompanham este IATG são cortesia da UK Joint Service Publication 482, Volume 1, Chapter 7, *Traverses*.

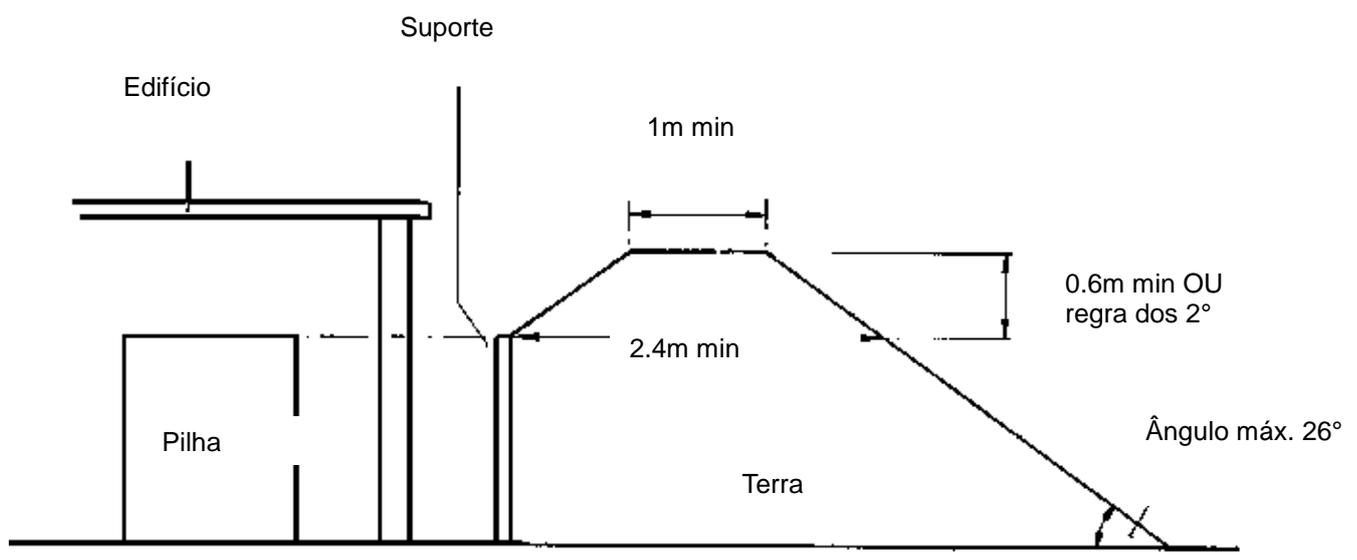
C.1 Tipo I – dupla inclinação padrão



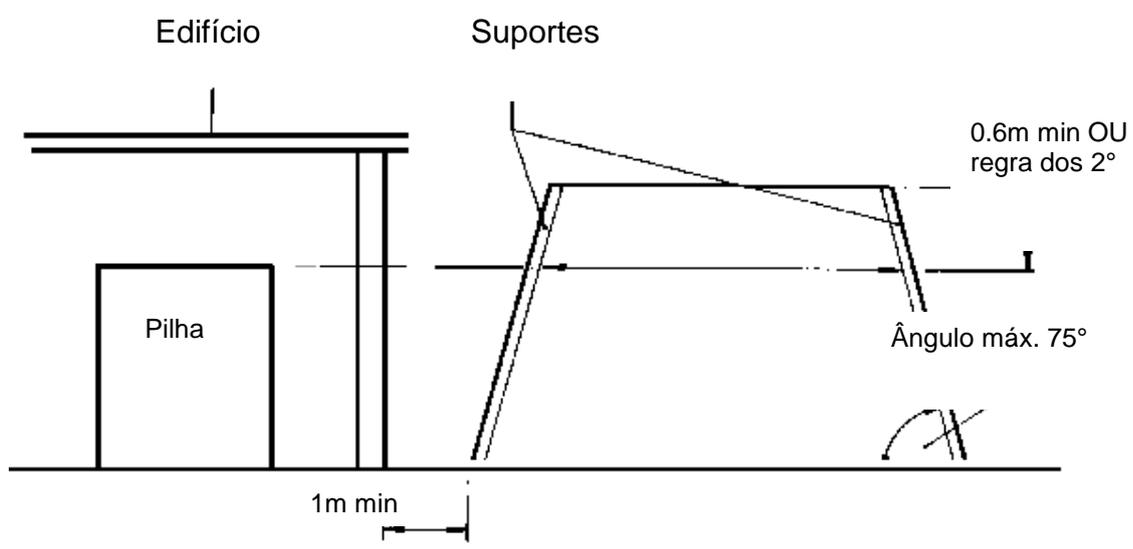
C.2 Tipo II – tipo com face vertical e inclinação única



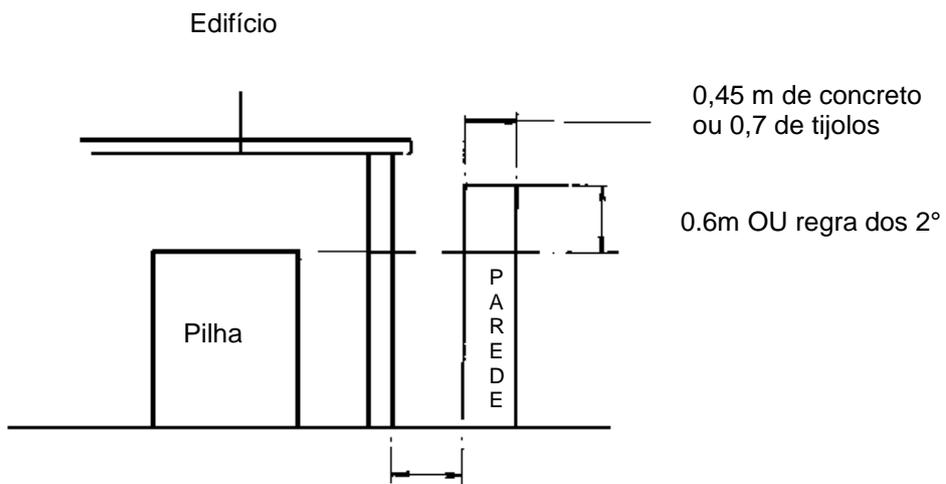
C.3 Tipo II – tipo parcialmente vertical, parcialmente inclinado



C.4 Tipo III – barreira de dupla inclinação íngreme (Chilver)



C.5 Tipo V – barreira de parede



Anexo D
(informativo)
Altura das barreiras – determinação

ALL DIMENSIONS IN m

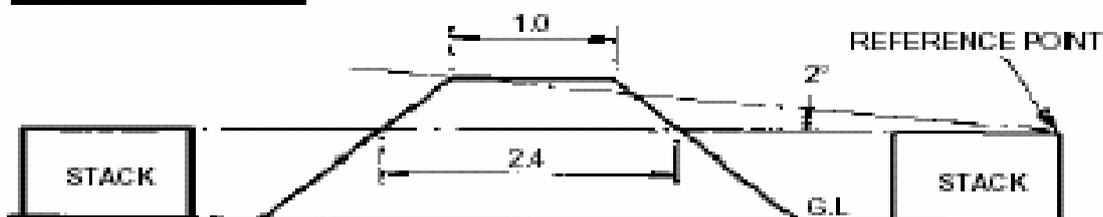


Fig 1 Determination of Traverse Height on Level Terrain

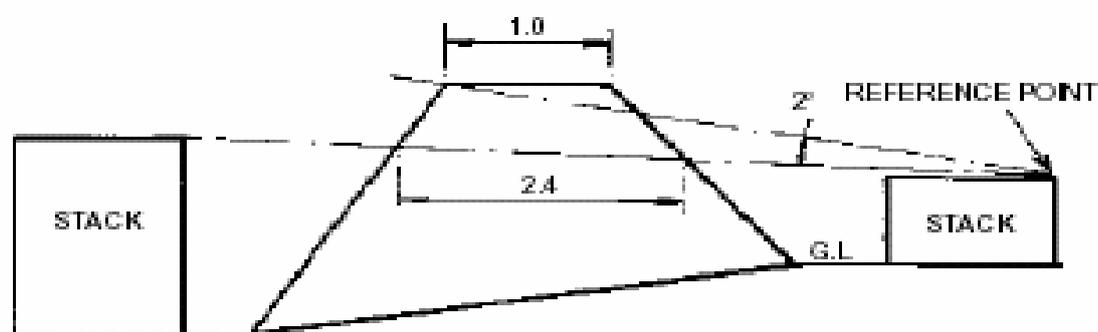


Fig 2 Determination of Traverse Height on Sloping Terrain

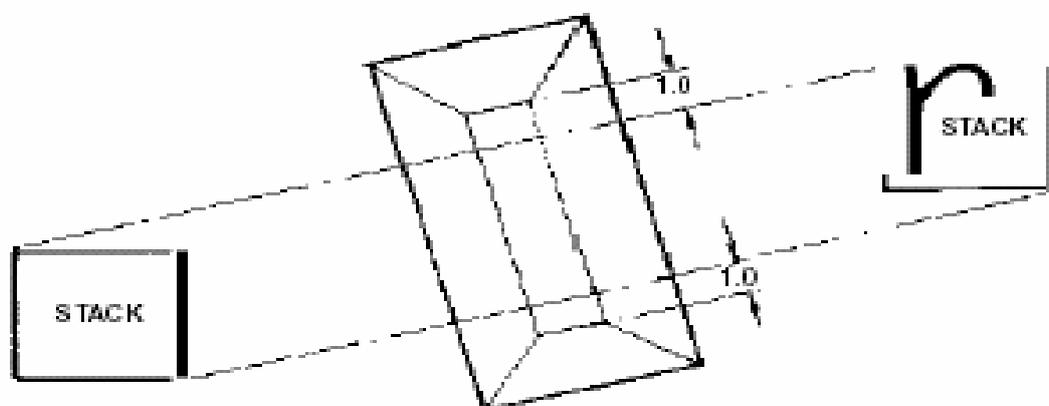


Fig 3 Determination of Traverse Length

Legenda

TODAS AS DIMENSÕES EM m

PILHA – PONTO DE REFERÊNCIA – PILHA

Fig. 1 Determinação da Altura da Barreira em Terreno Plano.

PILHA – PONTO DE REFERÊNCIA – PILHA

Fig. 2 Determinação da Altura da Barreira em Terreno Inclinado

PILHA – PILHA

Fig. 3 – Determinação do Comprimento da Barreira