

# Norma Portuguesa

---

NP EN 81-77  
2022

## **Regras de segurança para o fabrico e instalação de elevadores Aplicações particulares para ascensores de passageiros e de passageiros e carga**

### **Parte 77: Ascensores sujeitos a condições sísmicas**

Règles de sécurité pour la constructions et l'installation des élévateurs  
Applications particulières pour les ascenseurs et les ascenseurs de charge  
Partie 77 : Ascenseurs soumis à des conditions sismiques

Safety rules for the construction and installation of lifts  
Particular applications for passenger and goods passenger lifts  
Part 77: Lifts subject to seismic conditions

**ICS**  
91.120.25; 91.140.90

**HOMOLOGAÇÃO**  
Termo de homologação nº 1/2022, de 2022-01-03  
O presente documento substitui a NP EN 81-77:2017 (Ed.1).

**CORRESPONDÊNCIA**  
Versão portuguesa da EN 81-77:2018

**ELABORAÇÃO**  
CT 63 (DGEG)

**CÓDIGO DE PREÇO**  
X008

**2ª EDIÇÃO**  
2022-01-17

---

© IPQ reprodução proibida

Instituto Português da  Qualidade

Rua António Gião, 2  
2829-513 CAPARICA PORTUGAL

Tel. + 351-212 948 100 Fax + 351-212 948 101  
E-mail: [ipq@ipq.pt](mailto:ipq@ipq.pt) Internet: [www.ipq.pt](http://www.ipq.pt)

## **Preâmbulo nacional**

À Norma Europeia EN 81-77:2018 foi dado o estatuto de norma portuguesa em 2019-03-11 (Termo de Adoção nº 398/2019 de 2019-03-11).

O presente documento foi elaborado pela Comissão Técnica de Normalização CT 63 «*Elevadores, escadas mecânicas e tapetes rolantes*», cuja coordenação é assegurada pelo Organismo de Normalização Setorial, Direção-Geral de Energia e Geologia.



### **Aviso: Documento com direitos de propriedade**

#### **© IPQ reprodução proibida**

As normas e os documentos normativos são documentos abrangidos por direitos de Propriedade Intelectual a qual inclui a Propriedade Industrial, Direitos de Autor e Direitos Conexos. É proibida e punida, nos termos da legislação aplicável, a sua reprodução, utilização, distribuição ou divulgação pública, de qualquer parte deste documento, em qualquer formato, eletrónico ou mecânico, incluindo fotocópia ou colocação na internet ou numa intranet, sem autorização prévia escrita. A autorização deve ser requerida ao Instituto Português da Qualidade enquanto Organismo Nacional de Normalização.

**Versão portuguesa**

Regras de segurança para o fabrico e instalação de elevadores  
Aplicações particulares para ascensores de passageiros e de passageiros e carga  
Parte 77: Ascensores sujeitos a condições sísmicas

Sicherheitsregeln für die  
Konstruktion und den  
Einbau von Aufzügen  
Besondere Anwendungen für  
Personen- und  
Lastenaufzüge  
Teil 77: Aufzüge unter  
Erdbebenbedingungen

Règles de sécurité pour la  
construction et l'installation  
des ascenseurs  
Applications particulières  
pour les ascenseurs de  
charge  
Partie 77 : Ascenseurs  
soumis à des conditions  
sismiques

Safety rules for the  
construction and  
installation of lifts  
Particular  
applications for  
passenger and goods  
passenger lifts  
Part 77: Lifts subject  
to seismic conditions

A presente norma é a versão portuguesa da Norma Europeia EN 81-77:2018 e tem o mesmo estatuto que as versões oficiais. A tradução é da responsabilidade do Instituto Português da Qualidade.

Esta norma europeia foi aprovada pelo CEN em 2018-06-18.

Os membros do CEN são obrigados a submeter-se ao Regulamento Interno do CEN/CENELEC que define as condições de adoção desta norma europeia, como norma nacional, sem qualquer modificação.

Podem ser obtidas listas atualizadas e referências bibliográficas relativas às normas nacionais correspondentes junto do Secretariado Central ou de qualquer dos membros do CEN.

A presente norma europeia existe nas três versões oficiais (alemão, francês e inglês). Uma versão noutra língua, obtida pela tradução, sob responsabilidade de um membro do CEN, para a sua língua nacional, e notificada ao Secretariado Central, tem o mesmo estatuto que as versões oficiais.

Os membros do CEN são os organismos nacionais de normalização dos seguintes países: Alemanha, Áustria, Bélgica, Bulgária, Chipre, Croácia, Dinamarca, Eslováquia, Eslovénia, Espanha, Estónia, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Irlanda, Islândia, Itália, Letónia, Lituânia, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Baixos, Polónia, Portugal, Reino Unido, República Checa, República da Macedónia do Norte, Roménia, Sérvia, Suécia, Suíça e Turquia.

**CEN**

Comité Européen de Normalization  
Europäisches Komitee für Normung  
Comité Européen de Normalisation  
European Committee for Standardization

**Secretariado Central: Rue de la Science 23, B-1040 Brussels**

<b>Sumário</b>	<b>Página</b>
<b>Preâmbulo nacional</b> .....	<b>2</b>
<b>Preâmbulo europeu</b> .....	<b>5</b>
<b>0 Introdução</b> .....	<b>6</b>
<b>1 Objetivo e campo de aplicação</b> .....	<b>7</b>
<b>2 Referências normativas</b> .....	<b>7</b>
<b>3 Termos e definições</b> .....	<b>7</b>
<b>4 Lista de perigos significativos</b> .....	<b>9</b>
<b>5 Requisitos de segurança e/ou medidas de proteção</b> .....	<b>9</b>
<b>6 Verificação dos requisitos de segurança e/ou medidas de proteção</b> .....	<b>18</b>
<b>7 Informação para a utilização</b> .....	<b>19</b>
<b>Anexo A (normativo) Categorias Sísmicas de ascensores</b> .....	<b>20</b>
<b>Anexo B (informativo) Informação geral e determinação da aceleração de projeto</b> .....	<b>21</b>
<b>Anexo C (informativo) Sistema de deteção da onda primária</b> .....	<b>24</b>
<b>Anexo D (informativo) Cálculo de guias</b> .....	<b>25</b>
<b>Anexo ZA (informativo) Relação entre a presente norma europeia e os requisitos essenciais da Diretiva 2014/33/UE destinados a ser cumpridos</b> .....	<b>30</b>
<b>Bibliografia</b> .....	<b>32</b>

## **Preâmbulo europeu**

O presente documento (EN 81-77:2018) foi preparado pelo Comité Técnico CEN/TC 10 «*Lifts, escalators and moving walks*», cujo secretariado é assegurado pela AFNOR.

A esta norma europeia deve ser atribuído o estatuto de norma nacional, seja por publicação de um texto idêntico, seja por adoção, o mais tardar em maio 2019 e as normas nacionais divergentes devem ser anuladas o mais tardar em maio 2019.

Pode acontecer que alguns elementos do presente documento sejam objeto de direitos de patente. O CEN não é responsabilizado pela identificação de alguns ou de todos esses direitos.

Este documento substitui a EN 81-77:2013.

O presente documento foi elaborado no âmbito de um mandato atribuído ao CEN pela Comissão Europeia e pela Associação Europeia de Comércio Livre, e vem apoiar os requisitos essenciais da(s) Diretiva(s) UE.

No que se refere às relações com a(s) Diretiva(s) UE, consultar o Anexo informativo ZA, que constitui parte integrante deste documento.

As seguintes alterações em relação à EN 81-77:2013 foram implementadas nesta nova edição:

- a atualização de referências e os seus requisitos associados em relação à EN 81-20:2014;
- correções editoriais gerais realizadas desde a última publicação;
- substituição do Anexo ZA em relação ao mandato M/549/C(2016) 5844 final da Comissão e da Diretiva 2014/33/UE;
- a indicação visual do modo sísmico;
- A substituição da massa  $P$  por  $P_{EC}$  no cálculo das guias (Anexo D).

Este documento é parte da série de normas EN 81 *Safety rules for the construction and installation of lifts*.

De acordo com o Regulamento Interno do CEN/CENELEC, o presente documento tem que ser implementado pelos organismos nacionais de normalização dos seguintes países: Alemanha, Áustria, Bélgica, Bulgária, Chipre, Croácia, Dinamarca, Eslováquia, Eslovénia, Espanha, Estónia, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Irlanda, Islândia, Itália, Letónia, Lituânia, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Baixos, Polónia, Portugal, Reino Unido, República Checa, República da Macedónia do Norte, Roménia, Sérvia, Suécia, Suíça e Turquia.

## **0 Introdução**

### **0.1 Generalidades**

No objetivo e campo de aplicação desta norma é indicada a maquinaria à qual se aplica e a forma como os perigos e as situações ou acontecimentos perigosos são cobertos.

A presente norma europeia é uma norma do tipo C, tal como definido na EN ISO 12100.

Quando as disposições da presente norma do tipo C são diferentes das mencionadas em normas de tipo A ou B, as disposições da presente norma do tipo C sobrepõem-se às disposições das outras normas, para as máquinas que foram concebidos e fabricadas seguindo as disposições desta norma do tipo C.

### **0.2 Observações Gerais**

**0.2.1** O objeto desta norma é o de definir regras de segurança adicionais para ascensores de passageiros e de passageiros e carga, visando a proteção de pessoas e bens contra os riscos que a seguir se descrevem relacionados com a utilização, a manutenção, a inspeção e as operações de emergência em ascensores sujeitos a condições sísmicas.

**0.2.2** O objetivo da presente norma europeia é:

- evitar a perda de vidas e reduzir a gravidade das lesões;
- evitar o encarceramento de pessoas no(s) ascensor(es);
- evitar danos;
- evitar problemas ambientais relacionados com fugas de óleo;
- reduzir o número de ascensores fora de serviço.

### **0.3 Princípios**

A análise do risco, a terminologia e as soluções técnicas foram realizadas tendo em consideração os métodos das normas EN ISO 12100 e EN ISO 14798.

### **0.4 Pressupostos**

Assume-se que foram realizadas negociações para cada contrato entre o proprietário e o fornecedor/instalador sobre a aceleração de projeto ( $a_d$ ) a ser considerada e sobre a posição mais efetiva para a colocação do sistema de deteção sísmica, se existir, e o sistema de deteção de onda primária, se existir. O projetista do edifício ou o proprietário do ascensor deverá fornecer a aceleração de projeto ( $a_d$ ) a qual deve ser documentada na informação para o proprietário a fornecer pelo instalador.

Esta norma europeia cobre apenas os efeitos dos sismos sobre os ascensores e não a natureza dos mesmos.

## 1 Objetivo e campo de aplicação

A presente norma europeia especifica as disposições especiais e as regras de segurança para ascensores de passageiros e de passageiros e carga instalados de forma permanente em edifícios que estão em conformidade com a EN 1998-1 (Eurocódigo 8).

Este documento define requisitos adicionais à EN 81-20 e à EN 81-50.

Aplica-se a novos ascensores de passageiros e de passageiros e carga. No entanto, pode ser usada como base para a melhoria da segurança de ascensores de passageiros e de passageiros e carga existentes.

A presente norma europeia não introduz disposições adicionais especiais ou regras de segurança para ascensores da categoria sísmica 0 tal como se define no Anexo A, Quadro A.1.

Este documento não considera outros riscos devidos a eventos sísmicos (por exemplo incêndio, inundação, explosão).

## 2 Referências normativas

Os seguintes documentos, em todo ou em parte, são referenciados normativamente neste documento e são indispensáveis para a sua aplicação. Para as referências datadas, aplica-se apenas a edição citada. Para as referências não datadas aplica-se a última edição do documento referido (incluindo as emendas).

EN 81-20:2014	<i>Safety rules for the construction and installation of lifts – Lifts for the transport of persons and goods – Part 20: Passenger and goods passenger lifts</i>
EN 81-50:2014	<i>Safety rules for the construction and installation of lifts – Examinations and tests – Part 50: Design rules, calculations, examinations and tests of lift components</i>
EN 81-72:2015	<i>Safety rules for the construction and installation of lifts – Particular applications for passenger and goods passenger lifts – Part 72: Firefighters lifts</i>
EN 81-73:2016	<i>Safety rules for the construction and installation of lifts – Particular applications for passenger and goods passenger lifts – Part 73: Behaviour of lifts in the event of fire</i>
EN ISO 12100:2010	<i>Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction (ISO 12100:2010)</i>
ISO 7465:2007	<i>Passenger lifts and service lifts – Guide rails for lift cars and counterweights – T-type</i>

## 3 Termos e definições

Para os fins do presente documento, aplicam-se os termos e definições da EN 81-20:2014 e da EN 81-50:2014, bem os seguintes:

### 3.1 ponto de enganche

Ponto de interferência entre elementos flexíveis e fixos.

**NOTA 1 à secção:** Exemplos de elementos flexíveis são cabos, corrente(s), cabo(s) de manobra.

**NOTA 2 à secção:** Exemplos de elementos fixos são fixações das guias, parafusos e grampos das guias, placas de união das guias, palhetas e dispositivos similares.

### **3.2 aceleração de projeto**

$a_d$

Aceleração horizontal a utilizar para o cálculo das forças - momentos que atuam sobre os sistemas do ascensor e que resultam dos eventos sísmicos.

**NOTA 1 à secção:** Ver Anexo B.

### **3.3 categorias sísmicas do ascensor**

Categorias nas quais os ascensores foram divididos, em função da aceleração de projeto ( $a_d$ ).

**NOTA 1 à secção:** O Quadro A.1 apresenta as categorias sísmicas dos ascensores.

### **3.4 onda primária**

onda de compressão de natureza longitudinal.

**NOTA 1 à secção:** O alerta antecipado de sismos é possível através da deteção das ondas primárias não destrutivas que progridem mais rapidamente pela crosta terrestre do que as ondas secundárias destrutivas. A dimensão do tempo de antecipação depende do atraso entre a chegada da onda primária e a chegada de outras ondas destrutivas, geralmente na ordem de segundos para sismos distantes e de grande magnitude.

### **3.5 onda secundária**

Onda de cisalhamento que é de natureza transversal, sendo o seu movimento perpendicular à direção de propagação da onda.

**NOTA 1 à secção:** As ondas secundárias propagam-se através de sólidos, contrariamente às ondas de superfície. São destrutivas e chegam depois das ondas primárias.

### **3.6 nível de ativação sísmica**

Aceleração sísmica que ativa o sistema de deteção sísmica.

### **3.7 modo sísmico**

Modo especial de funcionamento do ascensor após a deteção do nível de ativação sísmica.

### **3.8 modo de espera sísmico (*stand-by*)**

Modo especial de funcionamento do ascensor após a deteção da onda primária sem ativação do sistema de deteção sísmica.

### **3.9 funcionamento normal**

Modo de funcionamento do ascensor quando não está em modo sísmico ou em modo de espera sísmico.

### **3.10 dispositivo de retenção**

Dispositivo mecânico fixado com segurança a um elemento estrutural da cabina, ou à arcada do contrapeso ou da massa de equilíbrio, desenhado para reter a cabina do ascensor e o contrapeso (massa de equilíbrio) nas suas guias durante a atividade sísmica.

### **3.11 junta de expansão**

Solução projetada para absorver de forma segura a dilatação e contração térmica, de diversos materiais de construção, de modo a absorver a vibração, ou para permitir o movimento devido ao assentamento do edifício ou a sismos.

## 4 Lista de perigos significativos

Esta secção contém todos os perigos significativos, situações e acontecimentos perigosos, que são tratados no presente documento, identificados pela avaliação do risco como significativos para este tipo de maquinaria e que requerem ações para eliminar ou reduzir o risco (ver Quadro 1).

**Quadro 1 – Lista de perigos significativos**

Nº.	Perigos conforme a lista do Anexo B da EN ISO 12100:2010	Secções relevantes
1	Aceleração, desaceleração	5.4.1, 5.5, 5.8.2,
	Peças angulosas	5.2
	Aproximação de um elemento móvel a uma parte fixa	5.4.2, 5.5
	Mobilidade da maquinaria	5.3,5.9
	Elementos móveis	5.4.1, 5.4.3
	Elementos rotativos	5.6.1, 5.6.2,5.9
2	Falha da alimentação elétrica normal	5.10.2, 5.10.3.5
8	Comportamento humano	6, 7
9	Poluição	5.7, 5.9
	Falha do circuito de controlo	5.10.3.4, 5.10.3.5

## 5 Requisitos de segurança e/ou medidas de proteção

### 5.1 Generalidades

Os ascensores de passageiros e de passageiros e carga devem cumprir os requisitos de segurança e/ou as medidas de proteção das secções seguintes quando sujeitos a condições sísmicas. Adicionalmente, os ascensores de passageiros e de passageiros e carga devem ser projetados de acordo com os princípios da EN ISO 12100 para os perigos relevantes, mas não significativos, que não são tratados nesta norma.

Se não for especificado de forma diferente, aplicam-se os requisitos seguintes aos ascensores de categoria sísmica 1, 2 e 3.

### 5.2 Caixa do ascensor

Por forma a prevenir-se que os cabos de suspensão, os cabos do limitador, os cabos de manobra, e os cabos ou correntes de compensação, balancem na caixa, e possam enganchar-se nas partes fixas do equipamento, os pontos de enganche criados por fixações, soleiras, dispositivos e outros equipamentos instalados na caixa, devem ser protegidos de acordo com o Quadro 2.

**Quadro 2 - Proteção dos pontos de enganche**

<b>Altura da caixa</b>	<b>Distância horizontal entre pontos de enganche e componentes do ascensor</b>	<b>Componentes do ascensor</b>	<b>Medidas de proteção</b>	<b>Comentários</b>
≤ 20 m			Desnecessárias	
> 20 m ≤ 60 m	< 900 mm	Cabos de manobra	Instalar medidas de proteção, por exemplo através de um arame de proteção no canto da fixação de guias ou noutro ponto de enganche próximo dos cabos de manobra	Necessário se qualquer parte do seio dos cabos de manobra está a uma distância menor que 900 mm de um ponto de enganche
	< 750 mm	Corrente(s) de compensação Cabo(s) de compensação Cabo do limitador de velocidade do contrapeso	Instalar medidas de proteção, por exemplo através de um arame de proteção no canto da fixação das guias ou outros pontos de enganche	Curso total
	< 500 mm	Cabo do limitador de velocidade da cabina	Instalar medidas de proteção, por exemplo através de um arame de proteção no canto da fixação das guias ou outros pontos de enganche	Curso total
	< 300 mm	Cabos de suspensão	Instalar medidas de proteção, por exemplo através de um arame de proteção no canto da fixação das guias ou outros pontos de enganche	Curso total
> 60 m	Proteger todos os pontos de enganche independentemente da distância horizontal	Cabos de manobra Corrente(s) de compensação Cabo(s) de compensação Cabo do limitador de velocidade do contrapeso Cabo do limitador de velocidade da cabina Cabos de suspensão	Instalar medidas de proteção, por exemplo através de um arame de proteção no canto da fixação das guias ou outros pontos de enganche	Curso total

### 5.3 Espaços de maquinaria e de rodas

Quando os edifícios são projetados com juntas de expansão, subdividindo a estrutura em unidades dinamicamente independentes, toda a maquinaria do ascensor incluindo as entradas de patamar e a caixa do ascensor devem colocar-se no mesmo lado de uma junta de expansão (ver EN 81-20:2014, 0.4.2).

### 5.4 Cabina

#### 5.4.1 Massa da cabina para o cálculo do ascensor

Para o cálculo do ascensor, as forças geradas pela aceleração de projeto ( $a_d$ ) devem ser calculadas tendo em consideração:

- para ascensores de passageiros, a massa da cabina mais 40 % da carga nominal uniformemente distribuída;
- para ascensores de passageiros e carga, a massa da cabina mais 80 % da carga nominal uniformemente distribuída.

#### 5.4.2 Dispositivos de retenção na cabina

Para ascensores das categorias 2 e 3, a arcada de cabina deve ser equipada superior e inferiormente com dispositivos de retenção, capazes de manter a arcada de cabina nas suas guias.

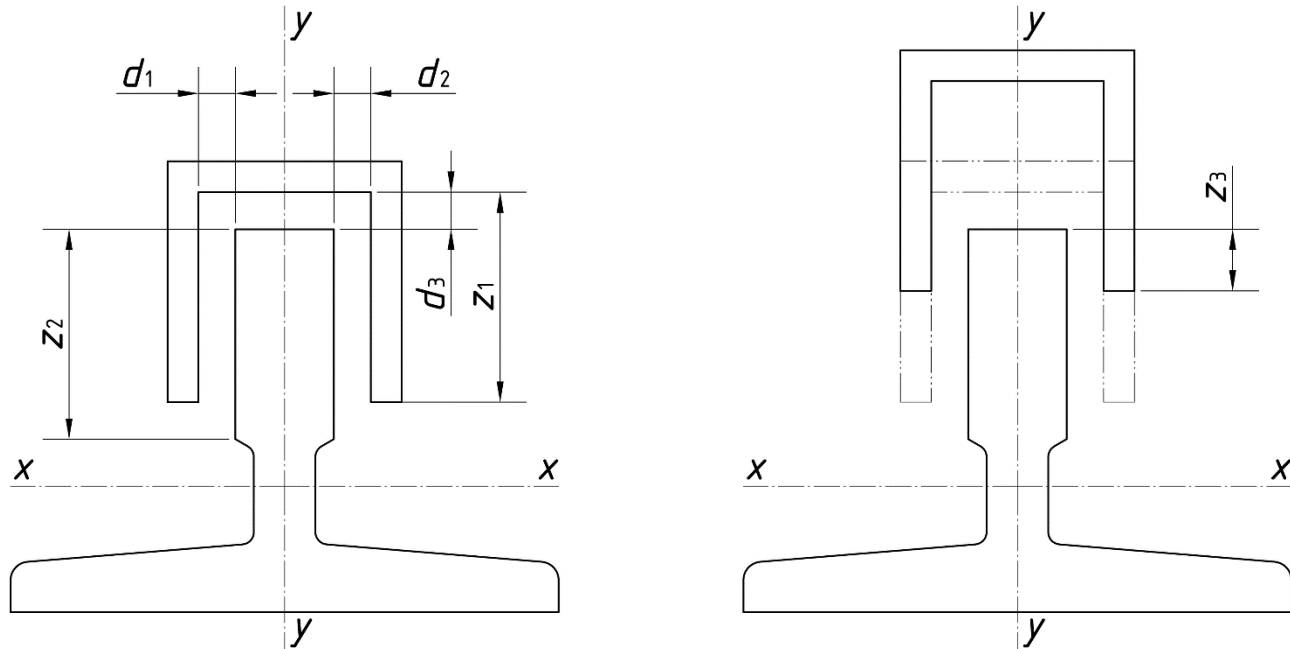
Os dispositivos de retenção devem colocar-se de maneira que distribuam as cargas de uma forma similar à das roçadeiras. Os dispositivos de retenção devem ser integrados ou instalados na proximidade da fixação das roçadeiras.

Quando a cabina está centrada com as guias, as folgas  $d_1$ ,  $d_2$  e  $d_3$  (Figura 1 a)) entre o dispositivo de retenção e as guias não devem ser superiores a 5 mm e as dimensões escolhidas não devem provocar o disparo acidental do paraquedas durante um sismo.

A profundidade do dispositivo de retenção ( $z_1$ ) deve ser limitada para evitar a colisão com as fixações das guias ou com outros dispositivos fixos, mas deve ser suficientemente longa, para garantir um mínimo de sobreposição entre os dispositivos de retenção e o nariz da guia durante um sismo. A profundidade necessária para os dispositivos de retenção também se correlaciona com o tipo de guia através da flecha admissível da guia (ver 5.8.2).

Durante um sismo, a distância mínima de sobreposição ( $z_3$ ) entre os dispositivos de retenção e o nariz da guia deve ser de pelo menos 5 mm (Figura 1 b)).

A estrutura da cabina e dos dispositivos de retenção deve ser suficiente para suportar sem deformação permanente, as cargas e as forças a que estão submetidos, incluindo as forças geradas pela aceleração de projeto ( $a_d$ ).



a) Posição nominal e folgas do dispositivo de retenção b) Distância mínima de sobreposição requerida para o dispositivo de retenção durante o sismo

#### Legenda

- $d_1$  folgas entre o dispositivo de retenção e a guia
- $d_2$  folgas entre o dispositivo de retenção e a guia
- $d_3$  folgas entre o dispositivo de retenção e a guia
- $x$  eixo x da guia
- $y$  eixo y da guia
- $z_1$  profundidade do dispositivo de retenção
- $z_2$  altura do nariz da guia
- $z_3$  distância de sobreposição do dispositivo de retenção durante um sismo ( $\geq 5$  mm)

Figura 1 – Dispositivo de retenção

#### 5.4.3 Dispositivos de encravamento das portas de cabina

Para ascensores da categoria sísmica 2 e 3, e para evitar a abertura das portas de cabina, estas devem ser dotadas de dispositivo de encravamento que deve ser concebido e operar de modo similar ao descrito na EN 81-20:2014, 5.3.9.2.

#### 5.5 Contrapeso ou massa de equilíbrio

O contrapeso ou massa de equilíbrio deve ser dotado superior e inferiormente de dispositivos de retenção, capazes de manter a arcada entre as guias.

Os dispositivos de retenção devem instalar-se de forma que distribuam as cargas de uma forma similar às roçadeiras. Os dispositivos de retenção devem ser integrados ou instalados na proximidade da fixação das roçadeiras.

As folgas  $d_1$ ,  $d_2$  e  $d_3$  (Figura 1 a)) entre os dispositivos de retenção e as guias não devem ser superiores a 5 mm. Quando existe um paraquedas no contrapeso, as dimensões adotadas para as folgas  $d_1$ ,  $d_2$  e  $d_3$  não devem causar a atuação acidental do paraquedas.

Durante um sismo, a distância mínima de sobreposição ( $z_3$ ) entre os dispositivos de retenção e o nariz da guia não deve ser inferior a 5 mm (Figura 1 b)).

A estrutura do contrapeso ou da massa de equilíbrio e dos dispositivos de retenção deve ser suficiente para suportar sem deformação permanente, as cargas e as forças a que estão submetidos, incluindo as forças geradas pela aceleração de projeto ( $a_d$ ).

A resistência dos dispositivos de retenção e da arcada do contrapeso ou da arcada da massa de equilíbrio deve ser calculada considerando a distribuição vertical da massa do conjunto da arcada do contrapeso ou da arcada da massa de equilíbrio, incluindo dos seus blocos.

Se o contrapeso ou a massa de equilíbrio é construído por blocos, devem ser tomadas as medidas necessárias para evitar que os blocos possam sair da arcada considerando o valor da aceleração de projeto.

## **5.6 Suspensão e compensação**

### **5.6.1 Proteção para as rodas de tração, desvio e carretos**

Os dispositivos para impedir que os cabos possam sair dos gornes das rodas de tração e das rodas de desvio devem incluir um dispositivo de retenção colocado a não mais de 15° dos pontos onde os cabos entram e saem dos gornes e pelo menos um dispositivo de retenção intermédio a cada 90° do ângulo de abraçamento. A resistência e rigidez dos dispositivos de retenção e a sua distância às rodas de tração e às rodas de desvio, comparados com o diâmetro dos cabos devem ser tais que se garanta a sua eficácia.

Os dispositivos para impedir que as correntes possam sair dos carretos devem incluir um dispositivo de retenção colocado a não mais de 15° dos pontos em que as correntes entram e saem dos carretos.

### **5.6.2 Meios de compensação**

Os meios de compensação instalados de acordo com EN 81-20:2014, 5.5.6 devem ser guiados, no poço, para limitar a sua oscilação e evitar que possam alcançar pontos de enganche.

## **5.7 Precaução contra danos ambientais**

Os ascensores hidráulicos devem ser dotados de uma válvula de rotura. A válvula de rotura deve cumprir com os requisitos da EN 81-20:2014, 5.6.3.

## **5.8 Sistema de guiamento**

### **5.8.1 Generalidades**

As guias, as suas uniões e fixações devem cumprir com os requisitos da EN 81-20:2014, 5.7 e devem também suportar as cargas e forças geradas pela aceleração de projeto ( $a_d$ ).

Quando são instalados dispositivos de retenção, os dispositivos de retenção da cabina e do contrapeso ou massa de equilíbrio, devem ser considerados como pontos de apoio da arcada para a verificação do cálculo de guias.

**NOTA:** O Anexo D descreve um método exemplificativo para a seleção de guias.

### 5.8.2 Tensões e flechas admissíveis durante um evento sísmico

**5.8.2.1** Na ausência de dispositivos de retenção, as flechas máximas admissíveis do sistema de guias de cabina devem cumprir com os requisitos da EN 81-20:2014, 5.7, tendo em conta a carga e as forças geradas pelo ascensor incluindo as forças geradas pela aceleração de projeto ( $a_d$ ).

**5.8.2.2** Quando são instalados dispositivos de retenção, devem ser cumpridos os requisitos abaixo indicados. Os fatores de segurança para as guias devem estar de acordo com o indicado no Quadro 3.

**Quadro 3 – Fatores de segurança para as guias**

Alongamento ( $A_5$ )	Fator de segurança
$A_5 \geq 12 \%$	1,8
$8 \% \leq A_5 < 12 \%$	3,0

Para guias de acordo com a ISO 7465:2007, devem utilizar-se os valores do Quadro 4.

**Quadro 4 – Tensões admissíveis  $\sigma_{perm}$**

Rm (Resistência à tração da guia) (N/mm <sup>2</sup> )	370	440	520
$\sigma_{perm}$ (Tensões admissíveis) (N/mm <sup>2</sup> )	205	244	290

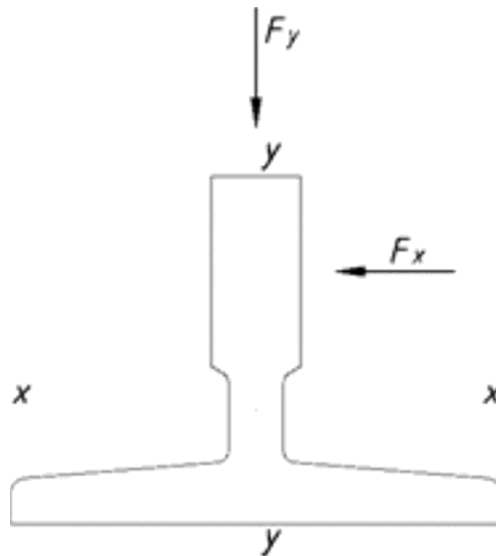
A flecha máxima admissível para as guias de cabina ou contrapeso (massa de equilíbrio) na direção  $y$  (ver Figura 2) deve ser tal que o comprimento de sobreposição entre o nariz da guia e o dispositivo de retenção não seja inferior a 5 mm (ver Figura 1 b)).

A flecha máxima admissível para as guias de cabina, contrapeso ou massa de equilíbrio na direção  $x$  (ver Figura 2) deve aplicar-se também na direção  $y$ .

A flecha máxima admissível inclui as flechas da guia, das suas fixações e das vigas de separação, quando estas existam. Para guias de perfil "T" as flechas máximas admissíveis em milímetros (ver Figura 1) são:

$$\delta_{perm} = z_1 - 2d_3 - 5 \quad (1)$$

mas nunca superior a 40 mm.



#### Legenda

- $F_x$  força exercida na guia pelas roçadeiras ou pelos dispositivos de retenção no eixo  $x$   
 $F_y$  força exercida na guia pelas roçadeiras ou pelos dispositivos de retenção no eixo  $y$   
 $x-x$  eixo  $x$  da guia  
 $y-y$  eixo  $y$  da guia

**Figura 2 - Eixos de guia e forças**

### 5.9 Maquinaria e outros equipamentos do ascensor

Toda a maquinaria, rodas de desvio e as vigas e suportes associados, terminais de cabos, limitador de velocidade, rodas e dispositivos para a compensação de tensão nos cabos, devem ser projetados e fixados de modo a evitar a sua viragem ou deslocação como resultado das forças que se lhes impõem, incluindo as forças geradas pela aceleração de projeto ( $a_d$ ).

Os ascensores hidráulicos devem preferencialmente utilizar tubagens flexíveis, mas quando seja essencial utilizar tubagens rígidas, devem utilizar-se pontas flexíveis na união entre tubagens.

### 5.10 Instalações e aparelhagens elétricas

#### 5.10.1 Instalações elétricas na caixa do ascensor

A fixação dos interruptores de patamar ou de fim de curso, palhetas ou dispositivos similares fixados na caixa, deve ser projetada e instalada para suportar as cargas e as forças que lhes são impostas, incluindo as forças geradas pela aceleração de projeto ( $a_d$ ). Adicionalmente, estes dispositivos devem ser protegidos para evitar danos causados pelo balançar dos cabos de suspensão ou outros no interior da caixa.

#### 5.10.2 Comportamento do ascensor em caso de falha da alimentação principal de energia

Os ascensores das categorias sísmicas 2 e 3, devem ser capazes de movimentar a cabina de modo automático até ao piso mais próximo, seja em sentido de subida ou descida, por forma a evitar o encarceramento de pessoas na cabina em resultado da falha de alimentação elétrica normal.

No patamar, o ascensor deve funcionar como a seguir se descreve:

- a) no caso de um ascensor com portas automáticas, uma vez estacionado num patamar, deve abrir as portas, ficar fora de serviço e manter as portas abertas;
- b) no caso de um ascensor com portas de acionamento manual, quando a cabina chega ao piso designado, a(s) porta(s) deve(m) desencravar-se, e o ascensor retirado de serviço.

Onde a EN 81-73 é aplicada, os regulamentos nacionais não permitem que as portas permaneçam abertas, devendo neste caso serem fornecidos meios para a abertura das portas (mesmo com a alimentação elétrica ligada), possibilitando ao serviço de resgate verificar se a cabina está presente e se as pessoas não estão encarceradas (ver EN 81-20:2014, 0.4.2).

O envio automático ao patamar mais baixo tal como se define na EN 81-20:2020, 5.12.1.10 a) deve ser tornado inoperativo.

O funcionamento do ascensor em caso de falha da alimentação elétrica normal não deve sobrepor-se a(os):

- dispositivos elétricos de segurança;
- manobra de inspeção (EN 81-20:2014, 5.12.1.5);
- manobra elétrica de emergência (EN 81-20:2014, 5.12.1.6);
- interruptor do ascensor de bombeiros (EN 81-72:2015, 5.8.1).

### **5.10.3 Sistema de deteção sísmica**

**5.10.3.1.** Deve ser instalado um sistema de deteção sísmica para ascensores com contrapeso ou massa de equilíbrio pertencentes à categoria sísmica 3.

**5.10.3.2** Quando o sistema de deteção sísmica é utilizado exclusivamente para enviar informação ao ascensor, este poderá ser colocado no poço do ascensor que serve o piso mais baixo do edifício. No caso de previsíveis interferências com outras fontes de vibração, é permitida uma localização alternativa do detetor sísmico (ver pressupostos na Introdução).

**5.10.3.3** O sistema de deteção sísmica deve cumprir com as seguintes especificações:

- deteção de aceleração tri-axial;
- nível de disparo sísmico  $\leq 1,00 \text{ m/s}^2$  em qualquer direção incluindo vetores;  
**NOTA:** “Vetor” refere-se à aceleração resultante das reações combinadas nos planos x, y e z.
- frequência de resposta entre 0,5 Hz e 10 Hz;
- tempo de reação do sistema  $\leq 3 \text{ s}$  (5.10.3.5);
- ensaio automático do sistema  $\leq 24 \text{ h}$  (5.10.3.4);
- sistema de fonte de alimentação elétrica de emergência para  $\geq 24 \text{ h}$  (5.10.3.6);
- reinicialização manual do disparo de alarme (5.10.3.7).

#### 5.10.3.4 Disponibilidade e diagnósticos

O sistema de deteção sísmica deve ser capaz de funcionar a qualquer momento logo que o ascensor esteja à disposição dos utilizadores.

A função da deteção sísmica, incluindo a interligação entre o sistema de deteção sísmica e o comando do ascensor, deve ser ensaiada a cada 24 h. Se se detetar uma falha durante o ensaio ou se se interromper a interligação entre o sistema de deteção sísmica e o quadro de manobra do ascensor, o ascensor deve ser colocado fora de serviço normal aquando da próxima paragem ao piso, permanecendo aí estacionado com as portas abertas.

#### 5.10.3.5 Tempo de reação do sistema

O tempo de reação do sistema não deve exceder 3 s. O tempo de reação do sistema corresponde à duração máxima admissível entre o momento em que a onda sísmica ultrapassa pela primeira vez o limiar de ativação sísmica selecionado e o momento em que o ascensor entra em modo sísmico como descrito em 5.10.4.

#### 5.10.3.6 Alimentação elétrica de emergência

O funcionamento do sistema de deteção sísmica não deve ser impedido ou interrompido mesmo em caso de comutação da alimentação elétrica ou de falha da alimentação elétrica da rede. Quando se utiliza uma fonte de energia elétrica de emergência, esta deve ser capaz de fornecer energia elétrica por pelo menos 24 h.

#### 5.10.3.7 Rearme do dispositivo de deteção sísmica

O rearme do dispositivo de deteção sísmica e o retorno do ascensor ao funcionamento normal devem ser realizados apenas pela atuação manual do dispositivo de rearme.

O dispositivo de rearme manual do ascensor deve ser instalado fora da caixa, claramente identificado, e acessível apenas a pessoas autorizadas, p. ex., dentro de um armário fechado.

**NOTA:** No caso de aplicação da EN 81-72, os bombeiros são considerados pessoas autorizadas.

#### 5.10.3.8 Indicador visual

**5.10.3.8.1** O modo sísmico deve ser indicado visualmente. O indicador deve ser localizado próximo do dispositivo manual de reinicialização (*reset*).

**5.10.3.8.2** No caso de aplicação da EN 81-72, o indicador deve ser também colocado no nível de acesso dos bombeiros, cerca do interruptor de bombeiro, onde deve também ser indicado onde se encontra o dispositivo manual de reinicialização.

#### 5.10.4 Comportamento do ascensor em modo sísmico

Após a ativação do sistema de deteção sísmica, o ascensor deve comportar-se como a seguir se descreve:

- a) todas as chamadas de cabina e patamar devem ser canceladas. As novas chamadas devem ser ignoradas;
- b) um ascensor em movimento deve reduzir a sua velocidade ou parar e deslocar-se até ao próximo patamar possível com a cabina afastada do contrapeso ou da massa de equilíbrio, a uma velocidade máxima de 0,3 m/s;
- c) quando o ascensor está ao piso:
  - 1) um ascensor com portas automáticas deve abrir as portas, ser retirado de serviço e manter as portas abertas;

- 2) um ascensor com portas de acionamento manual ou não automáticas, deve permanecer estacionado e ser retirado de serviço mantendo as portas desencravadas;
- 3) no caso de um ascensor de bombeiros com a fase 2 ativa, a porta automática deve funcionar conforme definido na EN 81-72.

Onde os regulamentos nacionais não permitam que as portas permaneçam abertas, devem ser fornecidos meios para a abertura das portas (mesmo com a alimentação elétrica ligada), possibilitando ao serviço de resgate verificar se a cabina está presente e se as pessoas não estão encarceradas (ver EN 81-20:2014, 0.4.2).

No caso da falha da fonte de alimentação normal e no caso da ativação do sistema de deteção sísmica, o ascensor deve funcionar como descrito acima.

**NOTA:** No caso da aplicação da EN 81-72, existe sempre uma fonte de alimentação secundária.

O modo sísmico não deve sobrepor-se aos seguintes dispositivos ou manobras:

- dispositivos elétricos de segurança;
- manobra de inspeção (EN 81-20:2014, 5.12.1.5);
- manobra elétrica de emergência (EN 81-20:2014, 5.12.1.6);
- funcionamento da fase 2 do ascensor de bombeiros (EN 81-72).

## **6 Verificação dos requisitos de segurança e/ou medidas de proteção**

### **6.1 Documentação de conformidade técnica**

A documentação de conformidade técnica deve ser fornecida para facilitar a verificação de acordo com 6.2. A documentação de conformidade técnica deve conter a informação necessária para verificar que as partes constituintes estão corretamente projetadas e que a instalação está em conformidade com esta norma europeia.

### **6.2 Verificação do projeto**

O Quadro 5 dá indicações sobre os métodos pelos quais os requisitos de segurança e/ou as medidas de proteção descritas na Secção 5 devem ser verificados. As subsecções secundárias não listadas no quadro são verificadas enquanto parte da subsecção respetiva. Por exemplo, a Subsecção 5.8.2 é verificada como parte da Subsecção 5.8.

**Quadro 5 – Meios de verificação dos requisitos de segurança e/ou das medidas de proteção**

Subsecção	Requisitos de segurança	Categoria sísmica do ascensor	Inspeção visual a)	Projeto / Cálculos b)	Ensaio / Verificação de funcionamento c)	Medição d)	Informação para o utilizador e)
5.2	Prevenção ou proteção de enganche	1-3	X	X		X	
5.3	Espaços de maquinaria e caixa localizados no mesmo lado de uma junta de dilatação	1-3	X				

(continua)

**Quadro 5 – Meios de verificação dos requisitos de segurança e/ou das medidas de proteção (conclusão)**

Subsecção	Requisitos de segurança	Categoria sísmica do ascensor	Inspeção visual a)	Projeto / Cálculos b)	Ensaio / Verificação de funcionamento c)	Medição d)	Informação para o utilizador e)				
5.4.2		Dispositivos de retenção na cabina				2	X	X		X	
5.4.3		Dispositivos de encravamento da(s) porta (s)de cabina				2	X	X	X		
5.5		Dispositivos de retenção do contrapeso ou da massa de equilíbrio				1-3	X	X		X	
5.6.1		Proteção para as rodas de tração, rodas e carretos				1-3	X			X	
5.6.2		Guiamento dos meios de compensação				1-3	X				
5.7		Precauções contra danos ambientais				1-3	X				
5.8		Sistema de guiamento				1-3	X	X		X	
5.9		Maquinaria				1-3	X	X			
5.10.1		Instalações elétricas na caixa do ascensor				1-2-3	X	X			X
5.10.2		Comportamento do ascensor em caso de falha da alimentação principal de energia				2-3	X	X	X		X
5.10.3		Sistema de deteção sísmica				3	X	X	X		X
5.10.4		Funcionamento do ascensor em modo sísmico				3	X	X	X		X
Secção 7		Informação para o uso				1-2-3	X	X			X
Anexo C		Sistema de deteção da onda primária (opcional)				3	X	X	X		X

a) A Inspeção visual será utilizada para verificar as características necessárias para cumprir os requisitos através do exame visual dos componentes fornecidos.  
b) Os desenhos e cálculos permitem verificar se as características de conceção dos componentes fornecidos satisfazem os requisitos.  
c) O ensaio/verificação de funcionamento são utilizados para verificar se as características fornecidas desempenham as suas funções de tal modo que satisfaçam os requisitos.  
d) A medição verifica, pelo uso de instrumentos, se os requisitos são satisfeitos dentro dos limites estabelecidos.  
e) Verificar que os pontos relevantes são tratados no manual de instruções ou através de sinalização.

## 7 Informação para a utilização

As instruções de manutenção a fornecer pelo instalador devem ter em conta a informação para o pessoal de manutenção por forma a que este possa realizar corretamente as verificações periódicas do ascensor, em particular o equipamento sísmico (isto é, dispositivos de retenção da arcada de cabina e de contrapeso, sistema de deteção sísmica, a proteção de pontos de enganche).

As instruções de manutenção a fornecer pelo instalador devem considerar a informação necessária para permitir que o pessoal da manutenção do ascensor o possa verificar em segurança após um sismo, incluindo a condição física da caixa (queda de escombros, etc.) antes de reinicializar o dispositivo de deteção sísmica e de colocar o ascensor em funcionamento normal.

No caso da aplicação da EN 81-72, a informação considerada no manual de instruções de acordo com a EN 81-20:2014, 7.2.2 deve conter também a informação necessária para os bombeiros relativa à posição e funcionalidade do dispositivo manual de reinicialização (*reset*) do sistema de deteção sísmica, quando exista.

No manual de instruções a ser fornecido ao proprietário o comportamento do ascensor em caso de terremoto deve ser descrito, bem como a necessidade de manter e periodicamente verificar que o equipamento sísmico está operacional.

A aceleração de projeto ( $a_d$ ) deve ser documentada na informação do proprietário fornecida pelo instalador.

## **Anexo A**

(normativo)

### **Categorias Sísmicas de ascensores**

Para os propósitos desta norma europeia, os ascensores foram divididos em categorias, tendo em conta a aceleração de projeto ( $a_d$ ). O Quadro A.1 mostra as categorias dos ascensores.

**Quadro A.1 - Categoria sísmica do ascensor**

<b>Aceleração de projeto(m/s<sup>2</sup>)</b>	<b>Categoria sísmica do ascensor</b>	<b>Comentário</b>
$a_d$	0	Os requisitos da EN 81-20 e da EN 81-50 são adequados, pelo que não são requeridas ações adicionais
$1 < a_d \leq 2,5$	1	São requeridas ações corretivas menores.
$2,5 < a_d \leq 4$	2	São requeridas ações corretivas médias.
$a_d > 4$	3	São requeridas ações corretivas substanciais.

## Anexo B (informativo)

### Informação geral e determinação da aceleração de projeto

#### B.1 Generalidades

Aceleração de projeto ( $a_d$ ) é uma função da aceleração da gravidade, do comportamento do solo, da importância dos elementos não estruturais e de outros parâmetros como se descreve de seguida, e é disponibilizada pelo projetista/projetista/projetista do edifício (ver 0.4).

Os ascensores são considerados como elementos não estruturais segundo a EN 1998-1.

As fórmulas seguintes poderão ser utilizadas para calcular a aceleração de projeto ( $a_d$ ) (ver EN 1998-1:2004, Fórmulas (4.24) e (4.25)):

$$a_d = S_a \left( \frac{\gamma_a}{q_a} \right) g \quad (\text{B.1})$$

$$S_a = \alpha \cdot S \cdot \left( \frac{3 \cdot \left( 1 + \frac{z}{H} \right)}{1 + \left( 1 - \frac{T_a}{T_1} \right)^2} - 0,5 \right) \quad (\text{B.2})$$

onde, de acordo com a EN 1998-1:

- $a_d$  é a aceleração de projeto, em metros por segundo ao quadrado;
- $g$  é a aceleração da gravidade, em metros por segundo ao quadrado;
- $S_a$  é o coeficiente sísmico aplicável aos elementos não estruturais (adimensional);
- $\gamma_a$  é o coeficiente de importância do elemento (deve considerar-se igual a 1. Para ascensores utilizados para aplicações especiais de segurança o valor será aumentado de acordo com a EN 1998-1.  $\gamma_a$  é uma grandeza adimensional); os ascensores utilizados para aplicações especiais de segurança são os instalados nos hospitais e em serviços de emergência;
- $q_a$  é o fator/coeficiente de comportamento do elemento (deve ser considerado igual a 2;  $q_a$  é adimensional);
- $\alpha$  é a relação entre a aceleração do solo, para um terreno de Tipo A ( $a_g$ ) como calculada na EN 1998-1, para a aceleração da gravidade  $g$  ( $\alpha = a_g/g$  é adimensional);
- $S$  é o coeficiente de solo conforme a EN 1998-1 (adimensional);
- $T_a$  é o período de vibração fundamental, expresso em segundos, dos elementos não estruturais ( $T_a = 0$  se o ascensor não afeta o período de vibração fundamental do edifício. Noutros casos, este valor deve ser aumentado de acordo aos cálculos);
- $T_1$  é o período de vibração fundamental do edifício na direção relevante, expresso em segundos.

- $z$  é a altura, em metros, dos elementos não estruturais acima do nível de aplicação da ação sísmica (fundação ou topo de uma cave rígida);
- $H$  é a altura do edifício, em metros, medida desde o topo do sistema de fundação, considerando o terreno no piso 0.

O valor do coeficiente sísmico  $S_a$ , não deve ser inferior a  $\alpha \cdot S$ .

**NOTA:** Cada país é responsável pelo fornecimento correto, detalhado e atualizado de valores provenientes de: acontecimentos sísmicos detetados, dados recolhidos e elaboração de estatísticas.

## B.2 Exemplo de cálculo da aceleração de projeto

O propósito deste exemplo é apresentar a metodologia de cálculo da aceleração de projeto ( $a_d$ ) (ver Quadro B.1). As fórmulas utilizadas para avaliar o coeficiente sísmico ( $S_a$ ) e a aceleração de projeto ( $a_d$ ) são as apresentadas no início deste anexo.

**Quadro B.1 - Exemplo de dados numéricos de entrada**

Símbolo	Valor	Unidade medida	Descrição
$a_g$	3,2	m/s <sup>2</sup>	aceleração do solo num terreno do tipo A, conforme calculado na EN 1998-1
$\alpha$	0,326 2	-	relação $a_g/g$ ; $\alpha$ é a relação entre a aceleração do solo, para um terreno de Tipo A ( $a_g$ ) para a aceleração da gravidade $g$ ( $\alpha = a_g/g$ é adimensional)
$S$	1,15	-	coeficiente de solo (conforme a EN 1998-1:2004, Quadro 3.2)
$z$	20	m	altura da parte do ascensor considerada na posição mais elevada acima do nível de aplicação da ação sísmica (fundação ou topo de uma cave rígida)
$H$	20	m	é a altura do edifício, em metros, medida desde o topo do sistema de fundação, considerando o terreno no piso 0
$T_a$	0	s	máximo entre os períodos de vibração fundamental dos componentes do ascensor
$T_1$	1	s	período de vibração fundamental do edifício na direção relevante
$\gamma_a$	1	-	coeficiente de importância do elemento (conforme a EN 1998-1:2004, 4.3)
$q_a$	2	-	coeficiente de comportamento de um elemento não estrutural (de acordo com o Quadro 4.4 da EN 1998-1:2004)
$g$	9,81	m/s <sup>2</sup>	aceleração da gravidade

O Quadro acima mostra os valores numéricos de entrada escolhidos para um caso específico que representa um edifício numa zona sísmica de risco elevado ( $a_g$ ), tendo uma altura ( $H$ ), em que os elementos estruturais e não-estruturais são da mesma altura ( $z = H$ ), em que o ascensor não afeta o período fundamental da vibração do edifício ( $T_a = 0$ ), e em que o coeficiente de importância ( $\gamma_a$ ) e o coeficiente de comportamento ( $q_a$ ) foram selecionados conforme o critério detalhado neste anexo.

Utilizando os valores numéricos anteriores, os resultados finais para o coeficiente sísmico ( $S_a$ ) e para a aceleração de projeto ( $a_d$ ) são:

$$S_a = 0,937 8 \quad (B.3)$$

$$a_d = 4,6 \text{ m/s}^2 \quad (B.4)$$

De acordo com o Quadro A.1, a categoria sísmica resultante para o ascensor é a 3.

## **Anexo C** (informativo)

### **Sistema de deteção da onda primária**

Adicionalmente ao sistema de deteção sísmica, nos ascensores de categoria sísmica 3, poderá ser instalado um sistema de deteção de onda primária que cumpra com as seguintes especificações:

- nível de ativação da onda primária  $\leq 0,25 \text{ m/s}^2$
- direção de deteção: vertical;
- frequência de resposta: 0,5 Hz to 20 Hz.

Quando o sistema de deteção de onda primária é utilizado exclusivamente para enviar informação ao ascensor, poderá ser instalado no poço do ascensor que serve a parte mais baixa do edifício. No caso de ser expectável a interferência com outras fontes de vibração, é permitida a localização alternativa do sistema de deteção de onda primária.

No caso de instalação de um sistema de deteção de onda primária, após a ativação deste sistema, mas sem que se tenha ativado o sistema de deteção sísmica, o ascensor deve funcionar como em seguida se descreve:

- um ascensor estacionado num patamar deve permanecer nessa condição durante os 60 s seguintes. Se durante este período de tempo, o sistema de deteção sísmica for ativado, o ascensor deve entrar em modo sísmico como se descreve em 5.10.4, caso contrário o ascensor deve ser reposto automaticamente em funcionamento normal;
- um ascensor em movimento deve reduzir a velocidade ou parar e continuar até ao piso mais próximo em sentido de subida ou de descida com uma velocidade máxima de cabina de 0,3 m/s. No patamar: um ascensor com portas de acionamento automático deve abri-las e permanecer neste estado durante 60 s após se iniciar o modo de espera sísmico; um ascensor com portas de acionamento manual ou não automáticas deve desbloquear as portas e permanecer neste estado durante 60 s após iniciar o modo de espera sísmico. Se durante este período de tempo, o sistema de deteção sísmica for ativado, o ascensor deve funcionar como se descreve em 5.10.4, caso contrário o ascensor deve ser reposto automaticamente em funcionamento normal.

A ativação do sistema de deteção de onda primária, não deve sobrepor-se a:

- dispositivos elétricos de segurança;
- manobra de inspeção (EN 81-20:2014, 5.12.1.5);
- manobra elétrica de emergência (EN 81-20:2014, 5.12.1.6);
- o funcionamento da fase 2 do ascensor de bombeiros (EN 81-72).

## Anexo D

(informativo)

### Cálculo de guias

#### D.1 Generalidades

Este anexo apresenta as modificações ao cálculo do sistema de guias conforme a EN 81-20:2014, 5.7 e a EN 81-50:2020, 5.10 e Anexo C com vista a tomar-se em consideração o impacto da aceleração de projeto na cabina, no contrapeso e na massa de equilíbrio.

#### D.2 Massa da carga nominal

Sob condições sísmicas, a massa da carga nominal deverá ser calculada utilizando a fórmula:

$$Q_{SE} = k_{SE} \cdot Q \quad (D.1)$$

onde

$k_{SE}$  é o fator de carga sísmica ( $k_{SE} = 0,4$  para ascensores de passageiros;  $k_{SE} = 0,8$  para ascensores de passageiros e carga);

$Q$  é a carga nominal, em quilogramas;

$Q_{SE}$  é a massa da carga nominal sob condições sísmicas, expressa em quilogramas.

#### D.3 Forças sísmicas

**D.3.1** A força sísmica gerada pelas massas da cabina submetidas à aceleração de projeto ( $a_d$ ) deve ser avaliada utilizando a fórmula:

$$F_{SE} = a_d (P_{EC} + k_{SE} \cdot Q) \quad (D.2)$$

em que

$a_d$  é a aceleração de projeto, em metros por segundo ao quadrado;

$P_{EC}$  é a massa da cabina vazia (ignorando as massas dos cabos de manobra e dos cabos/correntes de compensação), em quilogramas;

$k_{se}$  é o fator de carga sísmica ( $k_{SE} = 0,4$  para ascensores de passageiros;  $k_{SE} = 0,8$  para ascensores de passageiros e carga);

$Q$  é a carga nominal, em quilogramas;

$F_{SE}$  é a força sísmica gerada pelas massas da cabina submetida à aceleração de projeto ( $a_d$ ), expressa em newtons.

**D.3.2** A força sísmica gerada pelo contrapeso ou massa de equilíbrio submetidos à aceleração de projeto ( $a_d$ ) deve ser avaliada utilizando a fórmula:

$$F_{SE} = a_d (P_{EC} + q \cdot Q) \quad (D.3)$$

em que

- $a_d$  é a aceleração de projeto, em metros por segundo ao quadrado;
- $q$  é o fator de equilíbrio que representa a parte da carga nominal que é equilibrada pelo contrapeso, ou a parte da massa da cabina que é equilibrada pela massa de equilíbrio;
- $Q$  é a carga nominal, em quilogramas;
- $P_{EC}$  é a massa da cabina vazia (ignorando as massas dos cabos de manobra e dos cabos/correntes de compensação), expressa em quilogramas;
- $F_{SE}$  é a força sísmica gerada pelo contrapeso ou massa de equilíbrio submetidos à aceleração de projeto ( $a_d$ ), expressa em newtons.

## D.4 Casos da carga

As cargas e forças e os cenários de carga que devem ser tomados em consideração são apresentados no Quadro D.1.

**Quadro D.1 - Cargas e forças que devem ser consideradas nos diversos cenários de carga**

Casos da carga	Cargas e forças	$P$	$P_{EC}$	$Q$	$M_{cwt}/M_{bw}$ $t$	$F_S$	$F_p$	$M_g$	$M_{aux}$	$WL$	$F_{SE}$
Uso normal	em funcionamento	x		x	x		$x^a$	x	x	x	
	carga + descarga	x				x	$x^a$	x	x	x	
Funcionamento do dispositivo de segurança	dispositivo de segurança ou similar	x		x	x		$x^a$	x	x		
	válvula de rutura	x		x			$x^a$	x	x		
Condição sísmica	em funcionamento		x	$x^b$	x		$x^a$	x	x	x	x

a) Ver EN 81-20:2014, 5.7.2.3.5.  
b) A carga a considerar é  $Q_{SE} = k_{SE}Q$ .

onde

- $P$  é a massa da cabina vazia e dos componentes suportados pela mesma, isto é parte do cabo de manobras, cabos/correntes de compensação (quando existam), etc., expressa em quilograma;

$F_p$  é a força exercida por todas as fixações numa guia (devido ao assentamento normal do edifício ou contrações do betão), expressa em newtons;

$M_g$  é a massa de uma prumada de guias, expressa em quilograma.

Deverão ser consideradas as forças e os binários, por cada guia, devido a equipamento auxiliar fixo à guia  $M_{aux}$ , à exceção dos limitadores de velocidade e dos seus equipamentos associados, interruptores ou dos equipamentos de posicionamento.

As cargas devidas ao vento ( $WL$ ) deverão ser consideradas em ascensores localizados no exterior de um edifício com caixa parcialmente fechada, e serão determinadas por negociação com o projetista do edifício.

Para cursos que não excedam 40 m, a força  $F_p$  poderá ser ignorada na fórmula.

As forças de guiamento de um contrapeso ou de uma massa de equilíbrio ( $G$ ) deverão ser avaliadas, considerando:

- o ponto de atuação da massa;
- a suspensão; e
- as forças devidas aos cabos/correntes de compensação (se existentes), tensionados ou não.

Deverá de ser considerada, num contrapeso ou massa de equilíbrio, guiado(a) e suspenso(a) centralmente, uma excentricidade, do ponto de atuação da massa a partir do centro de gravidade da secção horizontal da área do contrapeso ou da massa de equilíbrio, de pelo menos em 5 % da largura e em 10 % da profundidade.

Para o ponto de atuação das massas da cabina, consultar a EN 81-20:2014, 5.7.2.3.2.

## D.5 Fatores de impacto

Sob condições sísmicas, as massas da cabina ( $P_{EC} + Q_{SE}$ ) deverão ser multiplicadas pelo fator de impacto  $k_2 = 1,2$ .

## D.6 Direção da aceleração

A aceleração deverá ser considerada de acordo com o seguinte Quadro D.2.

**Quadro D.2 - Aceleração a considerar sob condições sísmicas**

Tensão de flexão relativa ao eixo x	$a_x = a_d$	$a_y = 0$
Tensão de flexão relativa ao eixo y	$a_x = 0$	$a_y = a_d$

## D.7 Distribuição vertical das massas

A distribuição vertical das massas da cabina e do contrapeso ou massa de equilíbrio deverá ser considerada.

A carga nas roçadeiras ou nos dispositivos de retenção deverá ser calculada considerando o valor máximo do resultado das seguintes fórmulas:

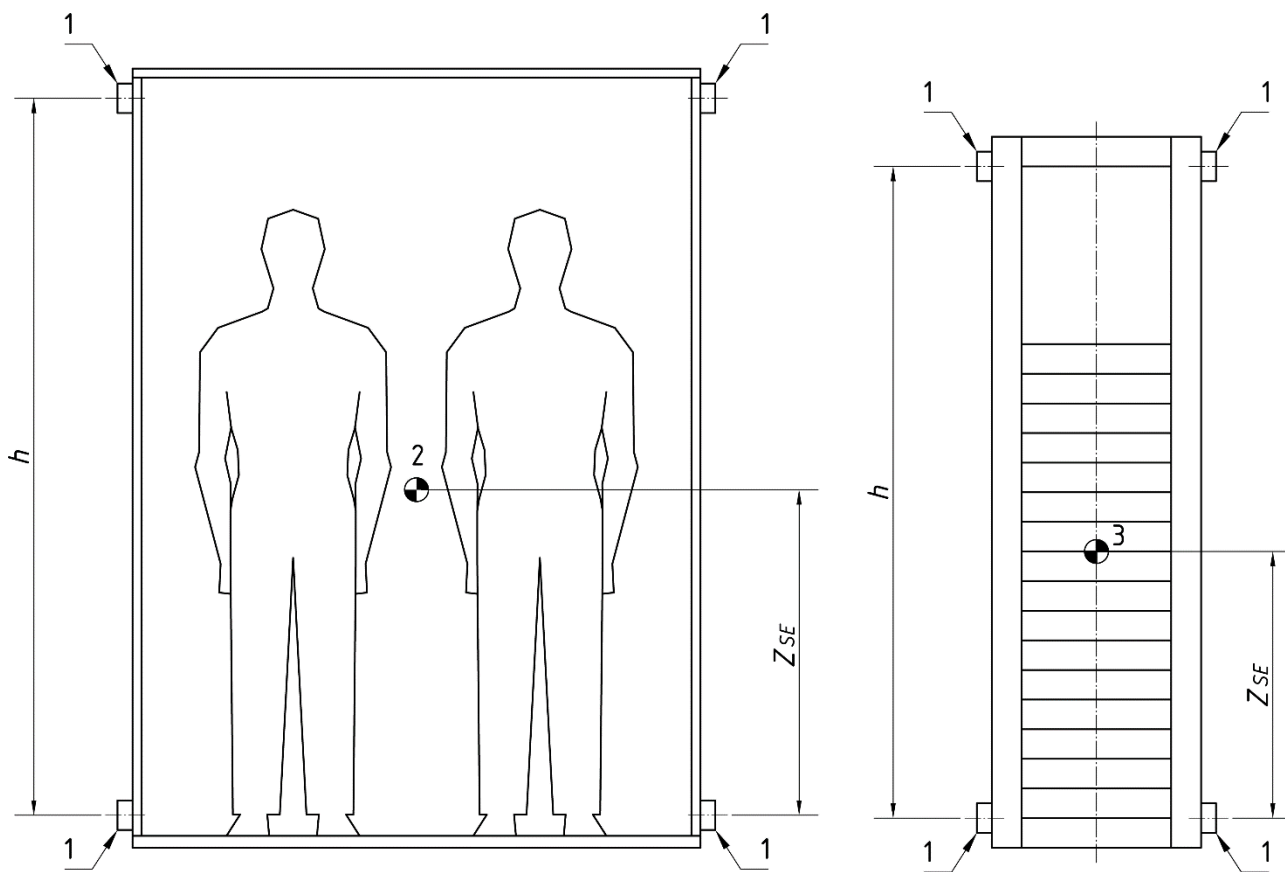
$$X_{SE} \text{ é o valor máximo de } \frac{Z_{SE}}{h} \text{ e } \frac{h - Z_{SE}}{h} \quad (D.4)$$

onde

$Z_{SE}$  é a distância em Z- direção medida a partir dos dispositivos de retenção inferiores ao centro de gravidade da cabina ou do contrapeso ou massa de equilíbrio incluindo a carga  $Q_{SE}$ , que é o ponto de aplicação em Z- direção onde a força sísmica  $F_{SE}$  é aplicada (ver Figura D.1), em metros;

$h$  é a distância entre roçadeiras ou dispositivos de retenção, em metros;

$X_{SE}$  é a razão de carga das roçadeiras ou dos dispositivos de retenção.



**Legenda**

- 1 roçadeira ou dispositivo de retenção
- 2 centro de gravidade da cabina (calculado considerando a massa  $Q_{SE}$ )
- 3 centro de gravidade do contrapeso ou massa de equilíbrio
- $h$  distância entre as roçadeiras ou dispositivos de retenção
- $Z_{SE}$  distância a partir dos dispositivos de retenção inferiores ao centro de gravidade

**Figura D.1 – Clarificação de parâmetros**

## D.8 Forças de flexão sobre as guias de cabina

Sob condições sísmicas, a força de flexão das guias deverá ser avaliada utilizando a fórmula (para o significado dos símbolos, ver a Norma EN 81-50:2014, Anexo C):

a) Força de flexão relativa ao eixo y da guia:

$$F_x = \frac{k_2 g_n \left[ Q_{SE}(x_Q - x_s) + P_{EC}(x_p - x_s) \right]}{nh} + \frac{a_x (P_{EC} + Q_{SE}) X_{SE}}{n} \quad (D.5)$$

b) Força de flexão relativa ao eixo x da guia:

$$F_y = \frac{k_2 g_n \left[ Q_{SE}(y_Q - y_s) + P_{EC}(y_p - y_s) \right]}{\frac{n}{2} h} + \frac{a_y (P_{EC} + Q_{SE}) X_{SE}}{\frac{n}{2}} \quad (D.6)$$

## D.9 Forças de flexão sobre a guia de contrapeso ou massa de equilíbrio

Sob condições sísmicas, a força de flexão sobre as guias deverá ser avaliada utilizando a fórmula (para o significado dos símbolos, ver as Normas EN 81-20 e EN 81-50):

a) Força de flexão relativa ao eixo y da guia:

$$F_x = \frac{k_2 g_n (P_{EC} + qQ) e_x D_x}{nh} + \frac{a_x (P_{EC} + qQ) X_{SE}}{n} \quad (D.7)$$

b) Força de flexão relativa ao eixo x da guia:

$$F_y = \frac{k_2 g_n (P_{EC} + qQ) e_y D_y}{\frac{n}{2} h} + \frac{a_y (P_{EC} + qQ) X_{SE}}{\frac{n}{2}} \quad (D.8)$$

onde

$e_x$  é uma excentricidade de 10 % do ponto de atuação da massa a partir do centro de gravidade na direção de x;

$e_y$  é uma excentricidade de 5 % do ponto de atuação da massa a partir do centro de gravidade na direção de y;

$D_x$  é a dimensão do contrapeso ou da massa de equilíbrio na direção de x;

$D_y$  é a dimensão do contrapeso ou da massa de equilíbrio na direção de y.

**Anexo ZA**  
(informativo)

**Relação entre a presente norma europeia e os requisitos essenciais da  
Diretiva 2014/33/UE destinados a ser cumpridos**

Esta norma europeia foi elaborada no âmbito de um pedido de normalização “M/549 C (2016) 5884 final” da Comissão, para fornecer um meio voluntário de conformidade com os requisitos essenciais da Diretiva 2014/33/UE do Parlamento Europeu e do Conselho de 26 de fevereiro de 2014 no que respeita à harmonização das leis dos Estados-Membros relativas aos ascensores e componentes de segurança para ascensores (reformulação).

Uma vez que esta norma é citada no Jornal Oficial da União Europeia ao abrigo dessa Diretiva, a conformidade com as secções normativas da presente norma, indicadas nos Quadro ZA.1 e Quadro ZA.2, confere, dentro dos limites do objetivo e campo de aplicação da presente norma, uma presunção da conformidade com os requisitos essenciais correspondentes a essa Diretiva e dos regulamentos da Associação Europeia de Comércio Livre (EFTA) associados.

**Quadro ZA.1 – Correspondência entre a presente norma europeia e o Anexo I da  
Diretiva 2014/33/UE**

<b>Requisitos essenciais de saúde e de segurança do Anexo I da Diretiva 2014/33/UE</b>	<b>Secção(ões)/Subsecções desta EN</b>	<b>Observações / Notas</b>
1.1	Ver Quadro ZA.2.	
1.2	5.4.1 Massa da cabina para o projeto do ascensor 5.4.2 Dispositivos de retenção na cabina	
1.3	5.4.1 Massa da cabina para o projeto do ascensor 5.4.2 Dispositivos de retenção na cabina	
1.4.4	5.6 Suspensão e compensação	
1.6.4	5.10 Instalações e aparelhagens elétricas	
2.1	5.4.3 Dispositivo de encravamento na porta de cabina	
4.3	5.5 Contrapeso ou massa de equilíbrio	
6.2 a)	7 Informação para o uso	

**Quadro ZA.2 – Correspondência entre a presente norma europeia e o Anexo I da Diretiva 2006/42/CE**

<b>Requisitos essenciais de saúde e de segurança do Anexo I da Diretiva 2006/42/CE</b>	<b>Secção(ões)/Subsecções desta norma europeia</b>	<b>Observações / Notas</b>
1.1.2 (a),	5.1 Generalidades 5.7 Precaução contra danos ambientais	
1.3.1	5.2 Caixa do ascensor 5.3 Espaços de maquinaria e rodas 5.9 Maquinaria e outros equipamentos do ascensor	
4.1.2.2	5.4.2 Dispositivos de retenção na cabina 5.5 Contrapeso ou massa de equilíbrio 5.8 Sistema de guiamento	

**AVISO 1:** A presunção de conformidade só permanece válida desde que a referência a esta norma europeia seja mantida na lista publicada no Jornal Oficial da União Europeia. Os utilizadores desta norma deverão consultar frequentemente a última lista publicada no Jornal Oficial da União Europeia.

**AVISO 2:** Outra legislação da União poderá ser aplicável aos produtos abrangidos pelo objetivo e campo de aplicação da presente norma.

## **Bibliografia**

- [1] EN ISO 14798:2013 *Lifts (elevators), escalators and moving walks – Risk assessment and reduction methodology (ISO 14798:2009)*
- [2] ISO/TR 25741 *Lifts and escalators subject to seismic conditions – Compilation report*
- [3] ASME A17.1–2013 *Safety code for elevators and escalators \_id="b9"*
- [4] Japan Guide for Earthquake Resistant Design & Construction of Vertical Transportation (Edition 1998)
- [5] NZS 4332:1997 *Non-domestic passenger and goods lifts*
- [6] EN 1998-1:2004 *Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings*