

Noviembre 2001

TÍTULO

Reglas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores

Parte 1: Ascensores eléctricos

Safety rules for the construction and installation of lifts. Part 1: Electric lifts.

Règles de sécurité pour la construction et l'installation des ascenseurs. Partie 1: Ascenseurs électriques.

CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 81-1 de agosto 1998 y su AC de septiembre 1999.

OBSERVACIONES

En esta norma UNE se han incorporado las correcciones a la Norma EN 81-1:1998 recibidas mediante escrito de CEN de fecha 16 de diciembre 1998.

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE-EN 81-1 de junio 1999 y a su erratum de julio 1999.

ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 58 *Maquinaria de Elevación y Transporte*, cuya Secretaría desempeña AEM.

DOCUMENTO EXTRANJERO
COPIA AUTORIZADA POR CONVENIO
ENTRE MIEMBROS DE ISO
CENTRO DE DOCUMENTACIÓN DE IRAM
INSTITUTO ARGENTINO DE
NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN
Queda terminantemente prohibida
su reproducción parcial o total
sin autorización de IRAM

ICS 91.140.90

Sustituye a EN 81-1:1985

Descriptores: Ascensor, montacargas, definición, regla de construcción, cabina de ascensor, cable de compensación mecánica, amortiguador de choque, cuarto de máquinas, instalación eléctrica, dispositivo de seguridad, dispositivo de parada, dispositivo de bloqueo, placa indicadora, instrucción, mantenimiento, ensayo de conformidad, certificación.

Versión en español

Reglas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores

Parte 1: Ascensores eléctricos

Safety rules for the construction and installation of lifts. Part 1: Electric lifts.

Règles de sécurité pour la construction et l'installation des ascenseurs. Partie 1: Ascenseurs électriques.

Sicherheitsregeln für die Konstruktion und den Einbau von Aufzügen. Teil 1: Elektrisch betriebene Personen- und Lastenaufzüge.

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 1998-02-21. Los miembros de CEN están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional.

Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales, pueden obtenerse en la Secretaría Central de CEN, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CEN en su idioma nacional, y notificada a la Secretaría Central, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CEN son los organismos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

CEN
COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung
SECRETARÍA CENTRAL: Rue de Stassart, 36 B-1050 Bruxelles

ÍNDICE

	Página
ANTECEDENTES.....	8
0 INTRODUCCIÓN	9
0.1 Generalidades	9
0.2 Principios	9
0.3 Suposiciones.....	10
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	12
2 NORMAS PARA CONSULTA.....	12
3 DEFINICIONES	14
4 UNIDADES Y SÍMBOLOS.....	16
4.1 Unidades.....	16
4.2 Símbolos	16
5 HUECO DEL ASCENSOR	16
5.1 Disposiciones generales.....	16
5.2 Cerramiento del hueco.....	16
5.3 Paredes, suelo y techo del hueco	20
5.4 Construcción de las paredes del hueco y de las puertas de piso frente a una entrada de cabina	21
5.5 Protección de espacios situados bajo la trayectoria de la cabina, del contrapeso o de la masa de equilibrado	22
5.6 Protección en el hueco.....	22
5.7 Parte superior del hueco y foso	22
5.8 Utilización exclusiva del hueco del ascensor	25
5.9 Iluminación del hueco	25
5.10 Sistema de socorro	25
6 CUARTO DE MÁQUINAS Y POLEAS	25
6.1 Disposiciones generales.....	25
6.2 Accesos	26
6.3 Construcción y equipamiento de los cuartos de máquinas	26
6.4 Construcción y equipamiento de las salas de poleas	28
7 PUERTAS DE PISO	29
7.1 Disposiciones generales.....	29
7.2 Resistencia de las puertas y sus marcos.....	29
7.3 Altura y anchura de las puertas.....	30
7.4 Pisaderas, guías y suspensión de las puertas.....	31
7.5 Protección durante el funcionamiento de las puertas	31
7.6 Alumbrado de las inmediaciones y señalización de la presencia de la cabina	33
7.7 Control y enclavamiento de cierre de las puertas de piso.....	33
7.8 Cierre de las puertas con accionamiento automático.....	36
8 CABINA, CONTRAPESO Y MASA DE EQUILIBRADO.....	36
8.1 Altura de la cabina.....	36
8.2 Superficie útil de la cabina, carga nominal, número de pasajeros.....	36
8.3 Paredes, suelo y techo de la cabina	37
8.4 Guardapiés.....	38
8.5 Entrada a la cabina	38
8.6 Puertas de cabina	38
8.7 Protección durante el funcionamiento de las puertas	40

8.8	Inversión del movimiento de cierre	41
8.9	Dispositivo eléctrico de control de puertas de cabina cerradas.....	41
8.10	Puertas deslizantes con varias hojas interconectadas mecánicamente.....	41
8.11	Apertura de la puerta de cabina	42
8.12	Trampillas y puertas de socorro	42
8.13	Techo de cabina	43
8.14	Dintel de la cabina	43
8.15	Equipo sobre el techo de cabina.....	44
8.16	Ventilación	44
8.17	Alumbrado.....	44
8.18	Contrapeso y masa de equilibrado	44
9	SUSPENSIÓN, COMPENSACIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA SOBREVELOCIDAD.....	45
9.1	Suspensión	45
9.2	Relación entre el diámetro de poleas o tambores y el diámetro de los cables, amarres de los cables y cadenas	45
9.3	Tracción por adherencia de los cables.....	46
9.4	Arrollamiento de los cables en los ascensores de tambor	46
9.5	Reparto de la carga entre los cables o las cadenas	46
9.6	Cables de compensación	47
9.7	Protecciones de poleas de tracción, poleas y piñones	47
9.8	Paracaídas.....	48
9.9	Limitador de velocidad	49
9.10	Dispositivo de protección contra sobrevelocidad de la cabina en subida	51
10	GUÍAS, AMORTIGUADORES Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD DE FINAL DE RECORRIDO	52
10.1	Disposiciones generales relativas a las guías.....	52
10.2	Guiado de la cabina, del contrapeso o de la masa de equilibrado.....	53
10.3	Amortiguadores de cabina y de contrapeso	54
10.4	Carrera de los amortiguadores de cabina y de contrapeso	54
10.5	Dispositivos de seguridad de final de recorrido.....	55
11	HOLGURAS ENTRE CABINA Y PARED ENFRENTADA A SU ACCESO, ASÍ COMO ENTRE CABINA Y CONTRAPESO O MASA DE EQUILIBRADO ..	56
11.1	Disposición general	56
11.2	Holguras entre cabina y pared enfrentada de su acceso.....	56
11.3	Holguras entre cabina, contrapeso o masa de equilibrado.....	58
12	MÁQUINA.....	58
12.1	Disposición general	58
12.2	Accionamiento de la cabina, del contrapeso o de la masa de equilibrado.....	58
12.3	Empleo de poleas o piñones en voladizo.....	58
12.4	Sistema de frenado	58
12.5	Maniobra de socorro.....	59
12.6	Velocidad	60
12.7	Parada y control de parada de la máquina.....	60
12.8	Control de reducción normal de velocidad de la máquina cuando se utiliza carrera reducida de los amortiguadores.....	61
12.9	Dispositivos de seguridad contra cables o cadenas flojos	62
12.10	Limitador de tiempo de funcionamiento del motor.....	62
12.11	Protección de las máquinas	62
13	INSTALACIÓN Y APARATOS ELÉCTRICOS.....	63
13.1	Disposiciones generales	63
13.2	Contactores, contactores auxiliares, componentes de los circuitos de seguridad	64
13.3	Protección de los motores y otros equipos eléctricos.....	64

13.4	Interruptores principales.....	65
13.5	Cableado eléctrico.....	66
13.6	Alumbrado y enchufes de toma de corriente.....	67
14	PROTECCIÓN CONTRA DEFECTOS ELÉCTRICOS, MANDOS, PRIORIDADES.....	68
14.1	Análisis de fallos y dispositivos eléctricos de seguridad.....	68
14.2	Controles.....	72
15	ADVERTENCIAS, MARCADO E INSTRUCCIONES DE MANIOBRA.....	76
15.1	Disposiciones generales.....	76
15.2	Cabina.....	76
15.3	Techo de la cabina.....	77
15.4	Cuarto de máquinas y de poleas.....	78
15.5	Hueco.....	78
15.6	Limitador de velocidad.....	79
15.7	Foso.....	79
15.8	Amortiguadores.....	79
15.9	Identificación de los pisos de parada.....	79
15.10	Identificación eléctrica.....	79
15.11	Llave de desenclavamiento de las puertas de piso.....	79
15.12	Dispositivo de alarma.....	79
15.13	Dispositivos de enclavamiento.....	79
15.14	Paracaídas.....	80
15.15	Baterías de ascensores.....	80
15.16	Dispositivo de protección contra la sobrevelocidad en subida.....	80
16	INSPECCIONES, ENSAYOS, REGISTRO, MANTENIMIENTO.....	80
16.1	Inspecciones y ensayos.....	80
16.2	Registro.....	81
16.3	Información del instalador.....	81

ANEXOS

ANEXO A (Normativo)	LISTA DE DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS DE SEGURIDAD.....	83
ANEXO B (Normativo)	TRIÁNGULO DE DESENCLAVAMIENTO.....	84
ANEXO C (Informativo)	EXPEDIENTE TÉCNICO.....	85
C.1	Introducción.....	85
C.2	Generalidades.....	85
C.3	Detalles técnicos y planos.....	85
C.4	Esquemas eléctricos de principio.....	86
C.5	Verificación de la conformidad.....	86
ANEXO D (Normativo)	INSPECCIONES Y ENSAYOS ANTES DE LA PUESTA EN SERVICIO.....	87
D.1	Inspecciones.....	87
D.2	Ensayos y verificaciones.....	87
ANEXO E (Informativo)	INSPECCIONES PERIÓDICAS, INSPECCIONES Y ENSAYOS DESPUÉS DE UNA MODIFICACIÓN IMPORTANTE O DE UN ACCIDENTE.....	90
E.1	Inspecciones y ensayos periódicos.....	90
E.2	Inspecciones y ensayos después de una modificación importante o de un accidente.....	90

ANEXO F (Normativo)	COMPONENTES DE SEGURIDAD. PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO PARA LA VERIFICACIÓN DE LA CONFORMIDAD	92
F.0	Introducción	92
F.1	Dispositivos de enclavamiento de las puertas de piso.....	94
F.2	Disponible	97
F.3	Paracaídas.....	97
F.4	Limitadores de velocidad.....	103
F.5	Amortiguadores.....	105
F.6	Circuitos de seguridad que contengan componentes electrónicos	109
F.7	Dispositivo de protección contra sobrevelocidad de la cabina en subida	111
ANEXO G (Informativo)	CÁLCULO DE GUÍAS.....	115
G.1	Generalidades.....	115
G.2	Cargas y esfuerzos.....	115
G.3	Casos de cargas	117
G.4	Factores de impacto	117
G.5	Cálculos.....	118
G.6	Flechas admisibles.....	125
G.7	Ejemplos de métodos de cálculo.....	125
ANEXO H (Normativo)	COMPONENTES ELECTRÓNICOS. EXCLUSIÓN DE FALLOS	148
ANEXO J (Normativo)	ENSAYO DE CHOQUE PENDULAR.....	156
J.1	Generalidades.....	156
J.2	Banco para el ensayo.....	156
J.3	Paneles.....	156
J.4	Procedimiento de ensayo	156
J.5	Interpretación de los resultados.....	157
J.6	Informe de ensayo	157
J.7	Excepciones en los ensayos	157
ANEXO K (Normativo)	DISTANCIAS DE SEGURIDAD EN LA PARTE SUPERIOR DEL HUECO PARA ASCENSORES DE TRACCIÓN POR ADHERENCIA.....	162
ANEXO L (Normativo)	CARRERA REQUERIDA DE LOS AMORTIGUADORES.....	163
ANEXO M (Informativo)	EVALUACIÓN DE LA TRACCIÓN.....	164
M.1	Introducción	164
M.2	Cálculo de la tracción	164
M.3	Ejemplo práctico	168
ANEXO N (Normativo)	EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD DE LOS CABLES DE SUSPENSIÓN.....	171
N.1	Generalidades.....	171
N.2	Número equivalente de poleas N_{equiv}	171
N.3	Factor de seguridad	172
N.4	Ejemplos.....	174
ANEXO ZA (Informativo)	CAPÍTULOS DE ESTA NORMA EUROPEA RELACIONADOS CON LOS REQUISITOS ESENCIALES U OTRAS DISPOSICIONES DE LAS DIRECTIVAS UE	176

ANTECEDENTES

Esta norma europea ha sido elaborada por el Comité Técnico CEN/TC 10 *Ascensores y montacargas*, cuya Secretaría desempeña AFNOR.

Esta norma europea sustituye a la Norma EN 81-1:1985.

Esta norma europea ha sido elaborada bajo un Mandato dirigido a CEN por la Comisión Europea y por la Asociación Europea de Libre Cambio, y sirve de apoyo a los requisitos esenciales de Directiva(s) europea(s).

La relación con la(s) Directiva(s) UE se recoge en el anexo informativo ZA, que forma parte integrante de esta norma.

Esta norma europea deberá recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a la misma o mediante ratificación antes de finales de febrero de 1999, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deberán anularse antes de finales de febrero de 1999.

De acuerdo con el Reglamento Interior de CEN/CENELEC, los organismos de normalización de los siguientes países están obligados a adoptar esta norma europea: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

Ésta es la tercera edición de la norma. Es una modificación de la edición de 1985 y debe recibir el estatus de norma armonizada. Esta modificación se ha basado principalmente en los puntos siguientes:

- eliminación de desviaciones nacionales;
- incorporación de los requisitos esenciales de salud y seguridad establecidos por Directivas de la UE;
- eliminación de errores evidentes;
- incorporación de propuestas resultantes de requisitos de interpretación relacionados con el progreso técnico;
- incorporación de referencias a otras normas según el progreso en el campo afectado.

Después de la Encuesta de CEN sobre el proyecto de Norma prEN 81-1:1994 se adoptó la Directiva de Ascensores de la Unión Europea (95/16/CE). Los requisitos resultantes de los requisitos esenciales de seguridad y salud de dicha Directiva, si bien no se tomaron en consideración en ese proyecto, se resumieron en la Modificación prA1:1996 al proyecto de Norma prEN 81-1:1994 y además se sometieron a consulta a los miembros del Comité Técnico CEN/TC 10 para su aprobación. Habiendo recibido la aprobación, dicha Modificación se ha incorporado tomando en consideración los comentarios recibidos de los miembros del TC.

Esta norma no se corresponde en todos sus puntos con las reglas internas de CEN respecto al formato de las normas de seguridad. No obstante, el formato de esta norma ha sido aceptado por las partes interesadas y además, ha de verse como el mejor medio para implementar los requisitos esenciales de seguridad y salud en relación con otra redacción más formalista. Todo ello, considerando principalmente que la Directiva de la UE 95/16/CE entró en vigor el 1 de julio de 1997.

Con ocasión de la próxima revisión de esta norma estas deficiencias se eliminarán.

0 INTRODUCCIÓN

0.1 Generalidades

0.1.1 El objeto de esta norma es definir las reglas de seguridad en relación con los ascensores de pasajeros y ascensores de pasajeros y cargas con el fin de salvaguardar a las personas y objetos frente al riesgo de accidentes asociado al usuario, mantenimiento y operaciones de emergencia en ascensores¹⁾.

0.1.2 Se ha hecho un estudio de los diversos aspectos de los accidentes que pueden producirse en el campo de los ascensores en las siguientes áreas:

0.1.2.1 Posibles riesgos debido a:

- a) cizallamiento;
- b) aplastamiento;
- c) caída;
- d) choque;
- e) atrapamiento;
- f) fuego;
- g) choque eléctrico;
- h) fallo del material por:
 - 1) daño mecánico;
 - 2) desgaste;
 - 3) corrosión.

0.1.2.2 Personas a proteger:

- a) usuarios;
- b) personal de mantenimiento e inspección;
- c) personas que se encuentran fuera del hueco del ascensor, del cuarto de máquinas o del cuarto de poleas, en su caso.

0.1.2.3 Objetos a proteger:

- a) carga dentro de la cabina;
- b) componentes de la instalación del ascensor;
- c) zona del edificio en el que se encuentra instalado el ascensor.

0.2 Principios

A continuación se indica lo establecido para la elaboración de esta norma.

0.2.1 Esta norma no repite el conjunto de las reglas técnicas generales aplicables a la construcción eléctrica, mecánica, de la edificación o de la protección contra incendios de elementos de la misma.

1) En el Comité Técnico CEN/TC 10 se ha constituido un comité de interpretación para aclarar, si es necesario, el espíritu con que los expertos han redactado los capítulos de esta norma. Las interpretaciones que ya han sido editadas están en poder de los organismos nacionales de normalización.

No obstante, se ha considerado necesario establecer ciertos requisitos de buena construcción, bien porque son peculiares a la fabricación de ascensores o porque, en el caso de la utilización de ascensores, los requisitos pueden ser más exigentes que en otros usos.

0.2.2 Esta norma no sólo tiene en cuenta los requisitos esenciales de seguridad de la Directiva de Ascensores, sino que adicionalmente establece reglas mínimas para la instalación de los ascensores dentro de los edificios o construcciones. Pueden existir reglas para la construcción de los edificios en ciertos países, las cuales no pueden ignorarse.

Capítulos típicos afectados por estas reglas nacionales de la construcción, son aquéllos que definen los valores mínimos de la altura de los cuartos de máquinas y de poleas, así como las dimensiones de las puertas de acceso.

0.2.3 Cuando el peso, tamaño y/o forma de los componentes impidan o no aconsejen su manipulación manual, serán:

- a) bien equipados con accesorios de amarre para elevación, o
- b) bien diseñados de forma que puedan montarse dichos accesorios (por ejemplo por medio de taladros), o
- c) bien tener una configuración tal que permitan manejarse fácilmente por los medios usuales de elevación.

0.2.4 En la medida de lo posible, la norma precisa sólo los requisitos que los materiales y equipos tienen que satisfacer para asegurar el funcionamiento seguro de los ascensores.

0.2.5 Tienen que realizarse negociaciones entre el comprador y el suministrador, sobre:

- a) la utilización prevista del ascensor;
- b) las condiciones del entorno del ascensor;
- c) problemas de ingeniería civil;
- d) otros aspectos relativos al lugar de instalación.

0.3 Suposiciones

Se han considerado los posibles riesgos de cada componente que pueda incorporarse a una instalación completa de ascensor.

Consecuentemente, se han establecido las reglas correspondientes.

0.3.1 Los componentes son:

- a) diseñados conforme a prácticas usuales de ingeniería y cálculo, considerando todos los modos de fallo;
- b) de buena construcción mecánica y eléctrica;
- c) hechos con materiales de adecuada resistencia y calidad;
- d) libres de defectos.

No se utilizan materiales nocivos, tales como asbestos.

0.3.2 Los componentes se mantienen adecuadamente en buen estado de conservación y orden de marcha de tal manera que se mantengan las dimensiones requeridas a pesar de los desgastes.

0.3.3 Los componentes se elegirán e instalarán de modo que las influencias previsibles del entorno y las condiciones especiales de trabajo no afecten al funcionamiento seguro del ascensor.

0.3.4 Mediante el diseño de los elementos portantes de la carga, se asegura el funcionamiento seguro del ascensor para todas las cargas desde el 0% al 100% de la carga nominal.

0.3.5 Los requisitos de esta norma referentes a los dispositivos eléctricos de seguridad son tales que la posibilidad de un fallo en un dispositivo eléctrico de seguridad que cumpla con todos los requisitos de esta norma, no se ha considerado.

0.3.6 Cuando utilicen el ascensor de la forma prevista, los usuarios tienen que estar protegidos frente a su propia negligencia o descuido involuntario.

0.3.7 Un usuario puede, en ciertos casos, cometer una imprudencia. La posibilidad de dos actos simultáneos de imprudencia y/o el no seguimiento de las instrucciones de uso no se ha considerado.

0.3.8 Si en el transcurso del servicio de mantenimiento un dispositivo de seguridad, normalmente no accesible a los usuarios, se neutraliza deliberadamente, la seguridad del ascensor no se mantiene, pero se tomarán medidas compensatorias para proporcionar la seguridad a los usuarios de conformidad con las instrucciones de mantenimiento.

Se supone que el personal de mantenimiento es competente y trabaja en conformidad con las instrucciones.

0.3.9 Para fuerzas horizontales, se han utilizado las siguientes:

- a) fuerza estática: 300 N;
- b) fuerza resultante de un impacto: 1 000 N; reflejando los valores que una persona puede ejercer.

0.3.10 Con excepción de los puntos relacionados más abajo, un dispositivo mecánico que se haya construido conforme a la buena práctica y cumpla con los requisitos de esta norma no se deteriorará hasta el punto de crear peligro, sin posibilidad de detectarlo.

Los siguientes fallos mecánicos sí se han considerado:

- a) rotura de la suspensión;
- b) deslizamiento incontrolado de los cables sobre la polea motriz;
- c) rotura o aflojamiento de cualquier unión con cables auxiliares, cadenas o correas;
- d) fallo de uno de los elementos mecánicos del freno electromecánico, que participe en la aplicación de la acción de frenado sobre el tambor o disco;
- e) fallo de cualquier elemento asociado al elemento principal de tracción y la polea de tracción.

0.3.11 Se considera aceptable que haya caída libre desde la planta más baja sin que actúe el paracaídas antes de que la cabina choque con el (los) amortiguador(es).

0.3.12 Cuando la velocidad de la cabina está ligada a la frecuencia eléctrica de la red, hasta el momento de aplicar el freno mecánico, se supone que la velocidad no excede del 115% de la velocidad nominal o de una fracción de velocidad correspondiente.

0.3.13 La organización del edificio en el que está instalado el ascensor es tal que pueda responder eficazmente a una llamada de emergencia en un plazo razonable (véase el apartado **0.2.5**).

0.3.14 Se suministran medios de acceso para la manipulación de equipos pesados (véase el apartado **0.2.5**).

0.3.15 Para asegurar el buen funcionamiento de los equipos situados en el cuarto de máquinas, es decir, considerando el calor disipado por dichos equipos, se asume que la temperatura ambiente se mantiene entre +5 °C y +40 °C.

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

1.1 Esta norma especifica las reglas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores eléctricos, a tracción por adherencia o tambor de arrollamiento, instalados permanentemente, de nueva instalación y que sirvan niveles definidos, con una cabina destinada para el transporte de personas o de personas y carga, suspendida por cables o cadenas y desplazándose entre guías, con inclinación no mayor de 15° sobre la vertical.

1.2 Además de los requisitos de esta norma, deben considerarse requisitos adicionales para casos especiales (atmósfera potencialmente explosiva, condiciones climáticas extremas, condiciones de terremoto, transporte de mercancías peligrosas, etc.).

1.3 Esta norma no cubre:

- a) ascensores de tracción distintos a los indicados en el apartado **1.1**;
- b) instalación de ascensores eléctricos en edificios existentes²⁾ donde el espacio disponible no lo permita;
- c) modificaciones importantes (véase el **anexo E**) en un ascensor instalado con anterioridad a la aplicación de esta norma;
- d) aparatos elevadores tales como: paternosters, ascensores de minas, elevadores para máquinas de teatro, aparatos de enganche automático, skips, elevadores de construcción de edificios o de obras públicas, elevadores en barcos, plataformas de exploración o dragado del mar, aparatos para construcción y mantenimiento;
- e) instalaciones donde la inclinación de las guías sobre la vertical es superior a los 15°;
- f) seguridad durante el transporte, instalación, reparación y desmontaje de ascensores.

No obstante, esta norma puede tomarse de forma útil como referencia.

El ruido y las vibraciones no se han considerado en esta norma porque no son factores significativos para el uso seguro del ascensor.

1.4 Esta norma no especifica los requisitos adicionales necesarios para el uso de los ascensores en caso de incendio.

2 NORMAS PARA CONSULTA

Esta norma europea incorpora disposiciones de otras publicaciones por su referencia, con o sin fecha. Estas referencias normativas se citan en los lugares apropiados del texto de la norma y se relacionan a continuación. Las revisiones o modificaciones posteriores de cualquiera de las publicaciones referenciadas con fecha, sólo se aplican a esta norma europea cuando se incorporan mediante revisión o modificación. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de esa publicación.

Normas CEN/CENELEC

EN 294:1992 – *Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores.*

EN 1050 – *Seguridad de las máquinas. Principios para la valoración del riesgo.*

EN 10025 – *Productos laminados en caliente de acero no aleado para construcciones metálicas de uso general. Condiciones técnicas de suministro.*

2) Los edificios existentes son edificios que están en uso o lo estaban antes de que el pedido del ascensor fuera cursado. Si la estructura interna de un edificio existente se renueva totalmente, se considera edificio nuevo.

EN 50214 – *Cables flexibles para ascensores y montacargas.*

EN 60068-2-6 – *Ensayos ambientales. Parte 2: Ensayos. Ensayo Fc: Vibración (sinusoidal).*

EN 60068-2-27 – *Procedimiento de ensayos ambientales básicos. Parte 2: Ensayos. Ensayos Ea y guía: Choques.*

EN 60068-2-29 – *Procedimientos de ensayos ambientales básicos. Parte 2: Ensayos. Ensayo Eb y guía: Golpeteo.*

EN 60249-2-2 – *Material base para circuitos impresos. Parte 2: Especificaciones. Sección 2: Papel de celulosa con resina fenólica, laminado con cobre, de calidad económica.*

EN 60249-2-3 – *Material base para circuitos impresos. Parte 2: Especificaciones. Sección 3: Papel de celulosa con resina epoxídica, laminado con cobre, de inflamabilidad definida (ensayo de combustión vertical).*

EN 60742 – *Transformadores de separación de circuitos y transformadores de seguridad. Requisitos.*

EN 60947-4-1 – *Aparatura de baja presión. Parte 4: Contadores y arrancadores de motor. Sección 1: Contadores y arrancadores electromecánicos.*

EN 60947-5-1 – *Aparatura de baja tensión. Parte 5: Aparatos y elementos de conmutación para circuitos de mando. Sección 1: Aparatos electromecánicos para circuitos de mando.*

EN 60950 – *Seguridad de los equipos de tratamiento de la información, incluyendo los equipos eléctricos de oficina.*

EN 62326-1 – *Tarjetas impresas. Parte 1: Especificación genérica.*

EN 12015:1998 – *Compatibilidad electromagnética. Normas de familias de producto para ascensores, escaleras y andenes móviles. Emisión.*

EN 12016:1998 – *Compatibilidad electromagnética. Normas de familias de productos para ascensores, escaleras y andenes móviles. Inmunidad.*

prEN 81-8:1997 – *Ensayos de resistencia al fuego de las puertas de piso. Método de ensayo y evaluación.*

Normas CEI

CEI 60664-1 – *Coordinación de aislamiento de los equipos en las redes de baja tensión. Parte 1: Principios, especificaciones y ensayos.*

CEI 60747-5 – *Dispositivos semiconductores. Dispositivos discretos y circuitos integrados. Parte 5: Dispositivos optoelectrónicos.*

Documentos de armonización CENELEC

HD 21.1 S3 – *Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V inclusive. Parte 1: Prescripciones generales.*

HD 21.3 S3 – *Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones nominales U_0/U inferiores o iguales a 450/750V. Parte 3: Cables sin cubierta para instalaciones fijas.*

HD 21.4 S2 – *Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones nominales U_0/U inferiores o iguales a 450/750 V, inclusive. Parte 4: Cables bajo canalización para instalaciones fijas.*

HD 21.5 S3 – *Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones nominales U_0/U inferiores o iguales a 450/750 V. Cables flexibles.*

HD 22.4 S3 – *Cables aislados con goma para tensiones hasta 450/750 V. Parte 4: Cables y cables flexibles.*

HD 214 S2 – *Materiales aislantes eléctricos. Índices de resistencia a la formación de caminos conductores en condiciones húmedas.*

HD 323.2.14 S2 – *Métodos básicos de ensayo ambiental. Parte 2: Ensayos. Ensayo N: Cambio de temperatura.*

HD 360 S2 – *Cables aislados con goma para utilización normal en ascensores.*

HD 384.4.41 S2 – *Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 4: Protección para garantizar la seguridad. Capítulo 41: Protección contra las descargas eléctricas.*

HD 384.5.54 S1 – *Instalación eléctrica en edificios. Parte 5: Selección e instalación de equipos eléctricos. Capítulo 54: Conexiones a tierra y conductores de protección.*

HD 384.6.61 S1 – *Instalación eléctrica en edificios. Parte 6: Verificación. Capítulo 61: Verificación inicial.*

Normas ISO

ISO 7465:1997 – *Ascensores y montacargas. Guías para cabina y contrapeso. Perfiles T.*

3 DEFINICIONES

Para los fines de esta norma, se aplican las siguientes definiciones:

amortiguador (*buffer*) (*amortisseur*) (*Puffer*): Órgano destinado a servir de tope deformable de final de recorrido y constituido por un sistema de frenado por fluido o muelle (u otro dispositivo equivalente).

ascensor de adherencia (*traction drive lift*) (*ascenseur à adhérence*) (*Treibscheiben-Aufzug*): Ascensor en el que los cables de tracción se accionan por adherencia en las gargantas de la polea motriz de la máquina.

ascensor de tracción por arrastre (*Positive drive lift includes drum drive*) (*ascenseur à treuil attelé*) (*trommelaufzug, Kettenaufzug*): Ascensor con suspensión por cadenas o por cables cuya tracción no se realiza por adherencia.

ascensor para cargas y pasajeros (*goods passenger lift*) (*ascenseur de charge*)³⁾ (*Lastenaufzug*): Ascensor destinado principalmente al transporte de cargas, generalmente acompañadas de personas.

cabina (*car*) (*cabine*) (*Fahrkorb*): Elemento del ascensor destinado a transportar a las personas y/o la carga.

cable de seguridad (*safety rope*) (*câble de sécurité*) (*Sicherheitsseil*): Cable auxiliar unido a la cabina, al contrapeso o a la masa de equilibrado con la finalidad de que el paracaídas actúe en caso de rotura de la suspensión.

cadena eléctrica de seguridad (*electric safety chain*) (*chaîne électrique des sécurités*) (*Elektrische Sicherheitskette*): El conjunto de dispositivos eléctricos de seguridad conectados en serie.

carga de rotura mínima del cable (*minimum breaking load of a rope*) (*charge de rupture minimale d'un câble*) (*Mindestbruchkraft eines Seiles*): El producto del cuadrado del diámetro nominal del cable (en milímetros cuadrados) por la resistencia nominal a la tracción de los hilos (en newtons por milímetros cuadrados) y por un coeficiente característico del tipo de construcción del cable.

carga nominal (*rated load*) (*charge nominale*) (*Nennlast*): Carga para la que se ha construido el aparato.

3) La expresión francesa "ascenseur de charge" se ha introducido en el documento en la versión francesa con objeto de facilitar la armonización de los textos en las tres lenguas de CEN y para simplificar. De ninguna manera define una categoría particular o adicional de ascensor.

contrapeso (*counterweight*) (*contrepoids*) (*Gegengewicht*): Masa que asegura la tracción.

cordón de maniobra (*travelling cable*) (*câble pendentif*) (*Hängekabel*): Cable eléctrico flexible entre la cabina y un punto fijo.

crystal laminado (*laminated glass*) (*verre feuilleté*) (*Verbundsicherheitsglas VSG*): El conjunto de dos o más láminas de cristal unidas entre sí por una lámina de plástico.

cuarto de máquinas (*machine room*) (*local de machines*) (*Triebwerksraum*): Sala donde se hallan la(s) máquina(s) y/o su equipo asociado.

cuarto de poleas (*pulley room*) (*local de poulies*) (*Rollenraum*): Sala donde no se encuentra la máquina y se hallan las poleas y, eventualmente, el limitador de velocidad y el equipo eléctrico.

estribo (*sling*) (*étrier*) (*Rahmen*): Estructura metálica que soporta a la cabina, el contrapeso o la masa de equilibrado y a la que se fijan los elementos de suspensión. Esta estructura puede formar parte integrante de la cabina.

foso (*pit*) (*cuvette*) (*Schachtgrube*): Parte del hueco situada por debajo del nivel de parada más bajo servido por la cabina.

guardapiés (*apron*) (*garde-pieds*) (*Schürze*): Parte vertical lisa, que se extiende hacia abajo desde la pisadera del umbral de entrada o de cabina.

guías (*guide rails*) (*guides*) (*Führungsschienen*): Componentes rígidos destinados a guiar la cabina, el contrapeso, o la masa de equilibrado.

hueco (*well*) (*gaine*) (*Schacht*): Espacio por el cual se desplaza la cabina, el contrapeso o la masa de equilibrado. Este espacio queda materialmente delimitado por el fondo del foso, las paredes y el techo del hueco.

limitador de velocidad (*overspeed governor*) (*limiteur de vitesse*) (*Geschwindigkeitsbegrenzer*): Dispositivo que, por encima de una velocidad ajustada previamente, ordena la parada de la máquina y, si es necesario, provoca la actuación del paracaídas.

máquina de ascensor (*lift machine*) (*machine*) (*Triebwerk*): Unidad que incluye el motor, que proporciona el movimiento y la parada del ascensor.

masa de equilibrado (*balancing weight*) (*masse d'équilibrage*) (*Ausgleichgewicht*): Masa para ahorro de energía por equilibrado de toda o parte de la masa de la cabina.

nivelación (*levelling*) (*nivelage*) (*Einfahren*): Operación que permite mejorar la precisión de parada de la cabina al nivel de los pisos.

paracaídas (*safety gear*) (*parachute*) (*Fangvorrichtung*): Dispositivo mecánico que se destina a parar e inmovilizar la cabina, el contrapeso o la masa de equilibrado sobre sus guías en caso de exceso de velocidad o de rotura de los órganos de suspensión.

paracaídas de acción amortiguada (*progressive safety gear*) (*parachute à prise amortie*) (*Bremsfangvorrichtung*): Paracaídas con el que la deceleración se produce por una acción frenante y para el que se diseñan disposiciones especiales para limitar las fuerzas sobre la cabina, el contrapeso o la masa de equilibrado a un valor admisible.

paracaídas de acción instantánea (*instantaneous safety gear*) (*parachute à prise instantanée*) (*Sperrfangvorrichtung*): Paracaídas en el que la acción total de bloqueo sobre las guías es casi inmediata.

paracaídas de acción instantánea y efecto amortiguado (*instantaneous safety gear with buffered effect*) (*parachute à prise instantanée avec effet amorti*) (*Sperrfangvorrichtung mit Dämpfung*): Paracaídas cuya detención sobre las guías se logra por bloqueo casi inmediato, pero de forma que la reacción sobre la cabina, el contrapeso o la masa de equilibrado se limita por la intervención de un sistema intermedio de amortiguamiento.

parte superior del hueco (*headroom*) (*partie supérieure de la gaine*) (*Schachtkopf*): Parte del hueco comprendida entre el último nivel servido por la cabina y el techo del hueco.

pasajero (*passenger*) (*passager*) (*Fahrgast*): Cualquier persona transportada por un ascensor en la cabina.

renivelación (*re-levelling*) (*isonivelage*) (*Nachstellen*): Operación que permite, mediante correcciones sucesivas y después de la parada del ascensor, el corregir la posición de parada durante las operaciones de carga y descarga.

superficie útil (*available car area*) (*surface utile de la cabine*) (*Nutzfläche des Fahrkorbes*): Es la superficie de la cabina que pueden ocupar los pasajeros y la carga durante el funcionamiento del ascensor, medida a un metro por encima del nivel del suelo y sin tener en cuenta los pasamanos, si existen.

usuario (*user*) (*usager*) (*Benutzer*): Persona que utiliza los servicios de un ascensor.

velocidad nominal (*rated speed*) (*vitesse nominale*) (*Nenngeschwindigkeit*): Velocidad v de la cabina en metros por segundo para la que se ha construido el aparato.

zona de desenclavamiento (*unlocking zone*) (*zone de déverrouillage*) (*Entriegelungszone*): Espacio por encima y por debajo del nivel de parada al que debe hallarse el suelo de la cabina para poder desenclavar la puerta del piso de dicho nivel.

4 UNIDADES Y SÍMBOLOS

4.1 Unidades

Las unidades utilizadas se han tomado del Sistema Internacional de unidades (SI).

4.2 Símbolos

Los símbolos se explican al utilizar la fórmula correspondiente.

5 HUECO DEL ASCENSOR

5.1 Disposiciones generales

5.1.1 Los requisitos de este capítulo se aplican a los huecos que contengan una o varias cabinas de ascensor.

5.1.2 El contrapeso o la masa de equilibrado de un ascensor debe hallarse en el mismo hueco que la cabina.

5.2 Cerramiento del hueco

5.2.1 El ascensor debe separarse de su entorno por:

- a) paredes, suelo y techo, o
- b) un espacio suficiente.

5.2.1.1 Hueco totalmente cerrado. En las secciones del edificio donde se requiera que el hueco participe en la no propagación de incendios, el hueco debe estar completamente cerrado por paredes, suelo y techo sin perforaciones.

Las únicas aperturas permitidas son:

- a) aperturas para las puertas de piso;
- b) aperturas de puertas de inspección y emergencia en el hueco y trampillas de inspección;

- c) aperturas de salida para escape de gases y humos en caso de incendio;
- d) aperturas de ventilación;
- e) aperturas necesarias para el funcionamiento del ascensor, entre el hueco y el cuarto de máquinas o poleas;
- f) aperturas en la separación entre ascensores, de acuerdo con el apartado **5.6**.

5.2.1.2 Hueco parcialmente cerrado. Cuando no se requiere que el hueco participe en la no propagación de incendios, por ejemplo ascensores panorámicos instalados en patios, galerías, torres, etc. se puede admitir que el hueco no esté totalmente cerrado, si se prevé que:

- a) la altura de los cerramientos en los puntos normalmente accesibles a las personas debe ser suficiente para proteger a dichas personas de:
 - resultar dañadas por las partes móviles del ascensor, e
 - interferir en el funcionamiento seguro del ascensor mediante objetos manuales que se puedan introducir alcanzando partes móviles.

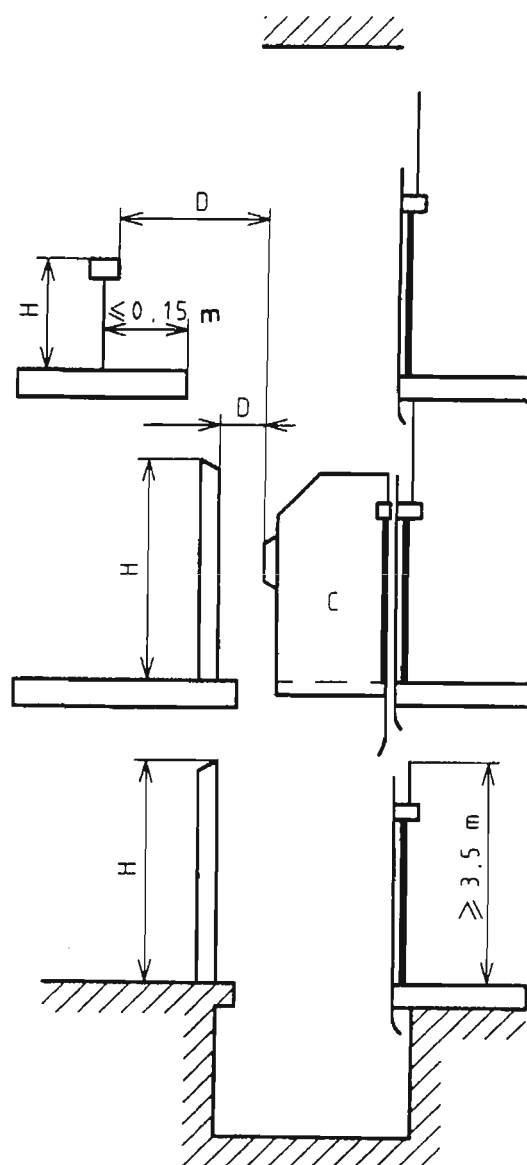
La altura se considera suficiente si está en conformidad con las **figuras 1 y 2**, es decir:

- 1) 3,50 m como mínimo del lado de la puerta de piso;
- 2) 2,50 m como mínimo en los otros lados y con una distancia mínima horizontal de 0,50 m con respecto a las partes móviles del ascensor.

Si la distancia con respecto a las partes móviles excede de 0,50 m, el valor de 2,50 m puede reducirse progresivamente hasta una altura mínima de 1,10 m en una distancia de 2,0 m;

- b) el cerramiento no debe tener perforaciones;
- c) el cerramiento debe distar, como máximo, 0,15 m de los bordes del piso, escalera o plataforma (véase la **figura 1**);
- d) se debe evitar toda posible interferencia del funcionamiento del ascensor con otros equipos [véanse los apartados **5.8 b)** y **16.3.1 c)**];
- e) se deben tomar precauciones especiales para ascensores expuestos a la intemperie (véase el apartado **0.3.3**), por ejemplo ascensores instalados por el exterior de la fachada del edificio.

NOTA – Solamente se deberían instalar ascensores con hueco parcialmente cerrado después de haber tomado en plena consideración las condiciones medioambientales y la localización.



- C cabina
H altura del cerramiento
D distancia a las partes en movimiento del ascensor (véase la figura 2)

Fig. 1 – Hueco parcialmente cerrado

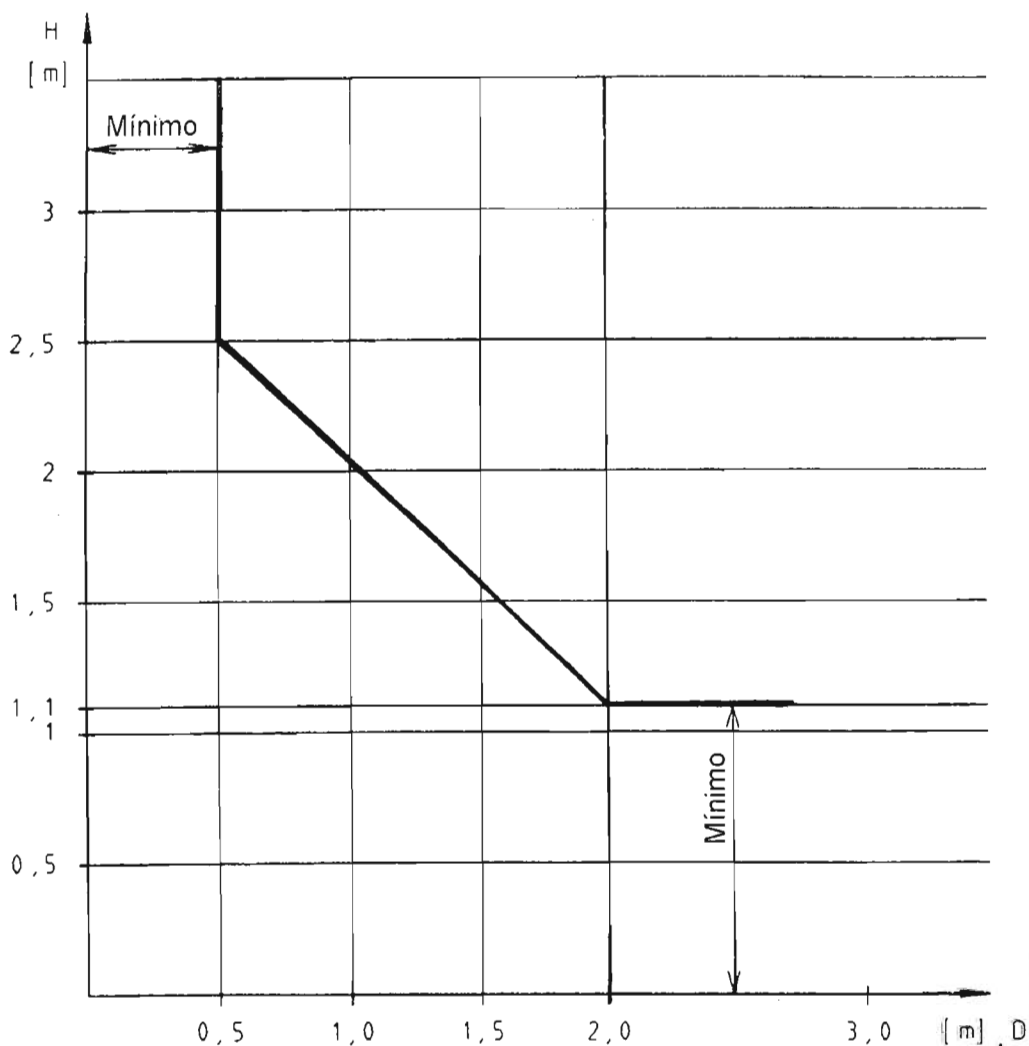


Fig. 2 – Hueco parcialmente cerrado. Distancias

5.2.2 Puertas de inspección y de socorro. Trampillas de inspección

5.2.2.1 Las puertas de inspección, las de socorro y las trampillas de inspección del hueco no deben utilizarse excepto si la seguridad de los usuarios así lo requiere, o si los requisitos de mantenimiento lo imponen.

5.2.2.1.1 Las puertas de inspección deben tener una altura mínima de 1,40 m y una anchura mínima de 0,60 m.

Las puertas de socorro deben tener una altura mínima de 1,80 m y una anchura mínima de 0,35 m.

Las trampillas de inspección deben tener una altura máxima de 0,50 m y una anchura máxima de 0,50 m.

5.2.2.1.2 Cuando la distancia entre pisaderas consecutivas excede 11 m, se deben prever puertas de socorro intermedias, de manera que la distancia entre pisaderas no sea mayor de 11 m. Este requisito no se aplica en el caso de cabinas adyacentes equipadas con puerta de socorro cumpliendo el apartado 8.12.3.

5.2.2.2 Las puertas de inspección, de socorro y las trampillas de inspección no deben abrir hacia el interior del hueco.

5.2.2.2.1 Las puertas y trampillas deben estar provistas de una cerradura con llave que permita el cierre y el enclavamiento sin llave.

Las puertas de inspección y socorro se deben poder abrir sin llave desde el interior del hueco, incluso cuando estén enclavadas.

5.2.2.2.2 El funcionamiento del ascensor debe estar subordinado automáticamente a mantener en posición de cierre estas puertas y trampillas. Para este efecto, deben utilizarse dispositivos eléctricos de seguridad conforme al apartado **14.1.2**.

En el caso de puerta(s) de acceso al foso (véase el apartado **5.7.3.2**) no se requiere un dispositivo eléctrico de seguridad si dicho acceso no da a una zona peligrosa. Este es el caso en el que la distancia vertical libre entre las partes más bajas de la cabina, el contrapeso y la masa de equilibrado, incluyendo los guardapiés durante el funcionamiento normal y el foso de la cabina, es de al menos 2 m.

La presencia de cordones de maniobra, cables/cadenas de compensación y su equipo, las poleas tensoras del cable del limitador de velocidad y equipos similares no se considera peligrosa.

5.2.2.3 Las puertas de inspección, socorro y trampillas de inspección no deben tener perforaciones y deben responder a los mismos requisitos de resistencia mecánica que las puertas de piso y cumplir con los reglamentos pertinentes de protección contra incendios en edificios.

5.2.3 Ventilación del hueco. El hueco debe estar ventilado convenientemente y no debe utilizarse para ventilación de salas que no pertenezcan a los ascensores.

NOTA – En ausencia de otras normas o reglamentos apropiados se recomienda prever orificios de ventilación, a situar en la parte superior del hueco, de una superficie mínima del 1% de la sección horizontal del hueco.

5.3 Paredes, suelo y techo del hueco

La estructura del hueco debe cumplir los reglamentos de la construcción de edificios y soportar, al menos, las cargas que puedan deberse a la maquinaria, a las guías como consecuencia de la actuación del paracaídas o en caso de descentrado de la carga en la cabina, por la acción de los amortiguadores en caso de impacto y las originadas por la actuación del sistema anti-rebote y por la acción de carga y descarga, etc.

5.3.1 Resistencia de las paredes

5.3.1.1 Para un funcionamiento seguro del ascensor, las paredes deben tener una resistencia mecánica tal que al aplicar una fuerza de 300 N distribuida uniformemente en una superficie de 5 cm² de sección redonda o cuadrada aplicada en ángulo recto en cualquier punto de una u otra cara deben:

- a) resistir sin deformación permanente;
- b) resistir sin deformación elástica mayor de 15 mm.

Véase también el apartado **5.4**.

5.3.1.2 Los paneles de cristal, planos o formados, situados en lugares normalmente accesibles a personas, deben ser de cristal laminado hasta las alturas requeridas en el apartado **5.2.1.2**.

5.3.2 Resistencia del fondo del foso

5.3.2.1 El fondo del foso debe ser capaz de soportar bajo cada guía, excepto si éstas son colgadas:

la fuerza en newtons debida a la masa en kilogramos de la guía, más la reacción en newtons en el momento de actuar el paracaídas (véanse los apartados **G.2.3** y **G.2.4**).

5.3.2.2 El fondo del foso debe ser capaz de soportar bajo los amortiguadores de cabina 4 veces la carga estática impuesta por la masa de la cabina a plena carga:

$$4 \cdot g_n \cdot (P + Q)$$

donde

P es la suma de las masas de la cabina vacía y los componentes soportados por la cabina, es decir, parte de cordón de maniobra y cables/cadenas de compensación (si las hay), etc. en kilogramos;

Q es la carga nominal (masa), en kilogramos;

g_n es la aceleración de la gravedad [9,81 (m/s²)].

5.3.2.3 El fondo del foso bajo los amortiguadores de contrapeso o la masa de equilibrado debe ser capaz de soportar 4 veces la carga estática impuesta por la masa del contrapeso o la masa de equilibrado.

$$4 \cdot g_n \cdot (P + q \cdot Q) \quad \text{para el contrapeso}$$

$$4 \cdot g_n \cdot q \cdot P \quad \text{para la masa de equilibrado}$$

donde

P es la masa de la cabina vacía y los componentes soportados en ella, es decir, una parte del cordón de maniobra, de los cables/cadenas de compensación (si existen), etc. en kilogramos;

Q es la carga nominal (masa) en kilogramos;

g_n es la aceleración de la gravedad [9,81 (m/s²)];

q es el coeficiente de equilibrado (véase el apartado **G.2.4**).

5.3.3 Resistencia del techo. En caso de guías colgadas, los puntos de suspensión deben soportar al menos las cargas y esfuerzos de acuerdo con el apartado **G.5.1** sin menoscabo de las requeridas en los apartados **6.3.1** y/o **6.4.1**.

5.4 Construcción de las paredes del hueco y de las puertas de piso frente a una entrada de cabina

5.4.1 Los requisitos siguientes relacionados con las puertas de piso y paredes o parte de la pared situadas frente a una entrada de cabina deben aplicarse en toda la altura del hueco.

Para las holguras entre cabina y paredes de los accesos, véase el capítulo **11**.

5.4.2 El conjunto formado por las puertas de piso y cualquier pared, o parte de ella situada en frente de una entrada de cabina, debe formar una superficie sin perforaciones en toda la anchura de la abertura de cabina y deben excluirse las holguras de funcionamiento de las puertas.

5.4.3 Debajo de la pisadera de cada puerta de piso, la pared del hueco debe cumplir los siguientes requisitos:

- a) debe formar una superficie vertical que está directamente conectada con la pisadera de la puerta de piso y cuya altura sea, como mínimo, la mitad de la zona de desenclavamiento de la cerradura aumentada en 50 mm y su anchura sea, al menos, la de paso libre de la puerta de cabina, aumentada en 25 mm a cada lado;
- b) toda la superficie debe ser continua y estar compuesta por elementos lisos y duros, tales como chapas metálicas, y debe ser capaz de resistir una fuerza de 300 N aplicada en ángulo recto en cualquier punto de la pared, distribuida uniformemente en un área de 5 cm² de sección circular o cuadrada:
 - 1) sin deformación permanente;
 - 2) sin deformación elástica superior a 10 mm;

- c) ninguna proyección debe exceder de 5 mm. La proyección que exceda de 2 mm debe tener un chaflán de, al menos, 75° sobre la horizontal;
- d) además, debe:
 - 1) prolongarse hasta el dintel de la próxima puerta, o
 - 2) extenderse hacia abajo mediante un chaflán duro y liso cuyo ángulo con la horizontal sea, al menos, de 60°. La proyección horizontal de este chaflán no debe ser menor de 20 mm.

5.5 Protección de espacios situados bajo la trayectoria de la cabina, del contrapeso o de la masa de equilibrado

Cuando existan espacios accesibles que estén situados debajo de la trayectoria de la cabina, del contrapeso o de la masa de equilibrado, el fondo del foso debe calcularse para una carga mínima de 5 000 N/m², y

- a) debe instalarse un pilar que descienda hasta el suelo firme por debajo de los amortiguadores de contrapeso o bajo la proyección de la superficie de viaje de la masa de equilibrado, o
- b) el contrapeso o la masa de equilibrado debe ir provisto de un paracaídas.

NOTA – Los huecos de ascensor no deberían situarse por encima de un espacio accesible a personas.

5.6 Protección en el hueco

5.6.1 El espacio recorrido por el contrapeso o la masa de equilibrado debe quedar protegido mediante una pantalla rígida que se extienda desde una posición no superior a 0,30 m por encima del fondo del foso hasta, por lo menos, 2,50 m.

La anchura debe ser por lo menos igual a la anchura del contrapeso o de la masa de equilibrado más 0,10 m a cada lado.

Si dicha separación es perforada, tiene que respetarse el apartado 4.5.1 de la Norma EN 294.

5.6.2 Cuando el hueco contiene varios ascensores, debe existir una separación entre las partes móviles de los distintos ascensores.

Si dicha separación es perforada, tiene que respetarse el apartado 4.5.1 de la Norma EN 294.

5.6.2.1 Dicha separación debe extenderse por lo menos desde el punto más bajo del recorrido de la cabina, del contrapeso o de la masa de equilibrado hasta una altura de 2,50 m por encima del piso del nivel más bajo. La anchura debe ser la necesaria para impedir pasar de un foso al otro, excepto cuando se cumplan las condiciones del apartado 5.2.2.2.2.

5.6.2.2 La separación debe extenderse a toda la altura del hueco, si la distancia horizontal entre el borde del techo de cabina y una parte móvil de un ascensor adyacente (cabina, contrapeso o masa de equilibrado) es menor de 0,50 m.

La anchura de la separación debe ser igual, al menos, a la de la parte móvil, o parte de ésta que hay que proteger, más 0,10 m a cada lado.

5.7 Parte superior del hueco y foso

5.7.1 Espacios superiores en ascensores de adherencia. Los espacios superiores para ascensores de adherencia son los indicados a continuación y se ilustran en el anexo K.

5.7.1.1 Cuando el contrapeso descansa en su(s) amortiguador(es) totalmente comprimidos, deben cumplirse de forma simultánea, las siguientes cuatro condiciones:

- a) la longitud de las guías de la cabina debe ser tal que permita un recorrido guiado, expresado en metros, de al menos $0,1 + 0,035 v^{2,4}$;
- b) la distancia libre vertical, expresada en metros, entre el nivel de la superficie más alta del techo de la cabina, cuyas dimensiones son conforme al apartado 8.13.2 [quedan excluidas las superficies sobre los elementos contemplados en el apartado 5.7.1.1 c)] y el nivel de la parte más baja del techo del hueco (comprendiendo vigas y órganos situados bajo el techo) situados en la proyección de la cabina, debe ser, como mínimo, igual a $1,0 + 0,035 v^2$;
- c) la distancia libre vertical entre las partes más bajas del techo del hueco expresada en metros y:
 - 1) los órganos de mayor altura montados en dicho techo de cabina, deben ser igual o superior a $0,3 + 0,035 v^2$; a excepción de los casos previstos en 2);
 - 2) la parte más alta de las guíaderas, rodaderas, amarres de los cables, o los órganos de las puertas de cabina que se deslizan verticalmente, debe ser igual o superior a $0,1 + 0,035 v^2$;
- d) debe haber suficiente espacio por encima de la cabina para contener un paralelepípedo rectangular no menor de $0,50 \text{ m} \times 0,60 \text{ m} \times 0,80 \text{ m}$ apoyado sobre una de sus caras. Para los ascensores con suspensión directa, los cables de suspensión y sus amarres pueden incluirse en dicho volumen, siempre que ningún cable tenga su eje a una distancia superior a $0,15 \text{ m}$, de, al menos, a una cara vertical del paralelepípedo.

5.7.1.2 Cuando la cabina se encuentra sobre sus amortiguadores totalmente comprimidos, la longitud de las guías del contrapeso debe ser tal que permita un recorrido guiado igual o superior a $0,1 + 0,035 v^2$, expresado en metros.

5.7.1.3 Cuando se controla la deceleración del ascensor, de acuerdo con el apartado 12.8, el valor de $0,035 v^2$, indicado en los apartados 5.7.1.1 y 5.7.1.2 para el cálculo de los espacios, puede reducirse:

- a) a la mitad, para los ascensores cuya velocidad nominal no exceda de 4 m/s . Sin embargo, este valor no debe ser menor de $0,25 \text{ m}$,
- b) a la tercera parte, para los ascensores cuya velocidad nominal exceda de 4 m/s . Sin embargo, este valor no debe ser menor de $0,28 \text{ m}$.

5.7.1.4 En el caso de ascensores que están provistos de cables de compensación, cuya polea tensora está provista de un dispositivo anti-rebote (dispositivo de frenado o de bloqueo en caso de subida brusca) el valor de $0,035 v^2$ puede sustituirse por un valor ligado a la carrera posible de esta polea (dependiendo de la suspensión utilizada) aumentado en $1/500$ del recorrido de la cabina, con un mínimo de $0,2 \text{ m}$ para tener en cuenta la elasticidad de los cables.

5.7.2 Recorridos libres de seguridad en ascensores de arrastre

5.7.2.1 El recorrido guiado de la cabina desde el nivel más alto hasta que golpea los amortiguadores superiores debe ser al menos igual a $0,50 \text{ m}$. La cabina debe guiarse hasta el límite del recorrido de los amortiguadores.

5.7.2.2 Cuando los amortiguadores superiores están totalmente comprimidos por la cabina, deben cumplirse las tres condiciones siguientes simultáneamente:

- a) la distancia libre vertical, entre el nivel de la superficie más alta del techo de la cabina, cuyas dimensiones son conforme al apartado 8.13.2 (quedan excluidas las superficies sobre los órganos contemplados en el apartado 5.7.2.2 b) y el nivel de la parte más baja del techo del hueco, (comprendiendo vigas y órganos situados bajo el techo) situados en la proyección de la cabina, debe ser, como mínimo igual a 1 m ;

4) $0,035 v^2$ representa la mitad de la distancia de parada por gravedad al 115% de la velocidad nominal: $1/2 \cdot \frac{(1,15 v)^2}{2 \cdot g_n}$ $0,0337 v^2$ redondeado a $0,035 v^2$.

- b) la distancia libre vertical entre la parte más baja del techo del hueco y:
- 1) los órganos más altos fijados en el techo de la cabina, a excepción de los mencionados en 2), debe ser igual o superior a 0,30 m;
 - 2) la parte más alta de las guideras o rodaderas, amarres de los cables y los órganos de las puertas deslizantes verticales, si existen, debe ser al menos igual a 0,10 m;
- c) debe haber sobre la cabina un espacio suficiente capaz de contener un paralelepípedo rectangular no menor de 0,50 m × 0,60 m × 0,80 m apoyado sobre una de sus caras. Para los ascensores con suspensión directa, los cables o cadenas de suspensión y sus amarres pueden estar incluidos en dicho volumen, siempre que ningún cable tenga su eje a una distancia superior de al menos 0,15 m, a una cara vertical del paralelepípedo.

5.7.2.3 Cuando la cabina se apoya sobre sus amortiguadores totalmente comprimidos, la longitud de las guías de la masa de equilibrado, si ésta existe, debe ser tal que se pueda acomodar un recorrido guiado igual o superior a 0,30 m.

5.7.3 Foso

5.7.3.1 La parte inferior del hueco debe estar constituida por un foso cuyo fondo sea liso y aproximadamente a nivel, excepto para las bases de los amortiguadores y las guías o dispositivos de evacuación de agua.

Después de la instalación de los diferentes anclajes de guías, amortiguadores, rejillas, etc., este foso debe quedar protegido de infiltraciones de agua.

5.7.3.2 Si existe una puerta de acceso al foso, que no sea la puerta de piso, ésta debe cumplir con los requisitos del apartado **5.2.2**.

Esta puerta debe existir si la profundidad del foso es superior a 2,50 m y si la disposición del edificio lo permite.

A falta de otro acceso, debe preverse un dispositivo permanente en el hueco, fácilmente accesible desde la puerta de piso, y que permita al personal competente un descenso seguro al fondo del foso. Este dispositivo no debe interferir el gálibo de los elementos móviles del ascensor.

5.7.3.3 Cuando la cabina se apoya sobre sus amortiguadores totalmente comprimidos, deben cumplirse simultáneamente las siguientes tres condiciones:

- a) debe quedar un espacio suficiente en el foso que permita alojar como mínimo un paralelepípedo rectangular de 0,50 m × 0,60 m × 1,0 m que se apoye sobre una de sus caras;
- b) la distancia vertical libre entre el fondo del foso y las partes más bajas de la cabina, debe ser al menos 0,50 m. Esta distancia puede reducirse a un mínimo de 0,10 m dentro de una distancia horizontal de 0,15 m entre:
 - 1) los guardapiés o partes de la(s) puerta(s) verticalmente deslizante(s) y la(s) pared(es) adyacente(s);
 - 2) las partes más bajas de la cabina y las guías;
- c) la distancia vertical libre entre las partes más altas fijadas en el foso, por ejemplo el dispositivo tensor de los cables de compensación en su posición más alta y las partes más bajas de la cabina, excepto para los elementos indicados en los puntos b) 1) y b) 2) anteriores debe ser, al menos, 0,30 m.

5.7.3.4 En el foso debe haber:

- a) un (varios) dispositivo(s) de parada conforme(s) a los requisitos de los apartados **14.2.2** y **15.7**, accesible(s) desde la(s) puerta(s) que da(n) acceso al foso y desde el fondo del foso;
- b) una toma de corriente eléctrica (véase el apartado **13.6.2**);
- c) medios para accionar la iluminación del hueco del ascensor (véase el apartado **5.9**), accesibles al abrir la(s) puerta(s) de entrada al foso.

5.8 Utilización exclusiva del hueco del ascensor

El hueco debe destinarse exclusivamente al servicio del ascensor. No debe contener ni canalizaciones, ni órganos, cualesquiera que sean, extraños al servicio del ascensor. Se puede admitir que el hueco contenga material que sirva para su calefacción, excepto radiadores de agua caliente a presión o vapor. Sin embargo, cualquier órgano de mando y de reglaje debe encontrarse en el exterior del hueco.

En el caso de ascensores según el apartado **5.2.1.2** se entiende por "hueco", cuando el cerramiento:

- a) existe: el área dentro del cerramiento;
- b) no existe: el área que se encuentra dentro de una distancia horizontal de 1,50 m desde cualquier elemento móvil del ascensor (véase el apartado **5.2.1.2**).

5.9 Iluminación del hueco

El hueco debe estar provisto de una iluminación eléctrica de instalación fija que dé una intensidad de iluminación de, al menos, 50 lux a 1 m del techo de la cabina y en el fondo del foso, incluso con todas las puertas cerradas.

Este alumbrado debe comprender una lámpara situada como máximo a 0,50 m de los puntos más alto y más bajo del hueco, con otra(s) lámpara(s) intermedia(s).

En el caso de ascensores según el apartado **5.2.1.2**, esta iluminación puede no ser necesaria si la iluminación eléctrica que existe en las inmediaciones del hueco es suficiente.

5.10 Sistema de socorro

Si existe riesgo de que queden atrapadas personas trabajando dentro del hueco sin tener una posible salida prevista por el hueco o por la cabina, debe instalarse un sistema de alarma en los sitios donde tal riesgo exista.

Este sistema de alarma debe ser conforme a los apartados **14.2.3.2** y **14.2.3.3**.

6 CUARTO DE MÁQUINAS Y DE POLEAS

6.1 Disposiciones generales

6.1.1 Las máquinas del ascensor y su equipamiento asociado y las poleas deben estar en una sala especial y tener muros, suelo, techo y una puerta y/o trampilla, y no deben ser accesibles más que a personas autorizadas (mantenimiento, inspección y rescate de pasajeros).

Los cuartos de máquinas o de poleas no deben destinarse a otro uso distinto al del ascensor. No deben encerrar canalizaciones, cables ni dispositivos ajenos al servicio del ascensor.

Puede admitirse que estas salas contengan:

- a) máquinas de montacargas o escaleras mecánicas;
- b) equipos de aire acondicionado o calefacción de estas salas, excepto calefacción de agua caliente a presión o de vapor;
- c) detectores o instalaciones fijas de extinción de incendios, apropiadas para material eléctrico, con una temperatura de funcionamiento elevada, estables en el tiempo y convenientemente protegidos contra choques accidentales.

6.1.2 Las poleas deflectoras, o de reenvío, pueden instalarse en la parte superior del hueco si están en el exterior de la proyección del techo de la cabina y las inspecciones y ensayos, así como las operaciones de mantenimiento, pueden hacerse con toda seguridad desde el techo de la cabina o desde el exterior del hueco.

Sin embargo, puede instalarse una polea de desvío, de simple o de doble arrollamiento, por encima del techo de la cabina, para desvío de cables hacia el contrapeso o la masa de equilibrado, siempre que su eje pueda alcanzarse desde el techo de la cabina con completa seguridad.

6.1.3 La polea de tracción puede instalarse en el hueco si se cumplen estas condiciones:

- a) las inspecciones, ensayos y operaciones de mantenimiento pueden hacerse desde el cuarto de máquinas;
- b) las aberturas entre el cuarto de máquinas y el hueco son tan pequeñas como sea posible.

6.2 Accesos

6.2.1 El acceso hasta el interior de los cuartos de máquinas y poleas debe:

- a) poder iluminarse apropiadamente mediante uno o varios dispositivos eléctricos instalados permanentemente;
- b) ser fácilmente utilizable con total seguridad en cualquier circunstancia y sin necesitar el paso a una sala privada.

6.2.2 Debe efectuarse el acceso seguro del personal al cuarto de máquinas y poleas. Con preferencia debería efectuarse completamente por medio de escaleras. Si no es posible la instalación de escaleras, deben utilizarse escalas cumpliendo las condiciones siguientes:

- a) el acceso al cuarto de máquinas o de poleas no debe situarse a más de 4 m por encima del nivel accesible por escalera;
- b) las escalas deben fijarse al acceso de forma que no puedan retirarse;
- c) las escalas cuya altura exceda de 1,50 m deben formar un ángulo entre 65° y 75° sobre la horizontal, en posición de uso y no deben estar expuestos a resbalar o volcar;
- d) la anchura útil de la escala debe ser, al menos, de 0,35 m; la profundidad de los peldaños no debe ser menor de 25 mm y, en el caso de escalas verticales, la distancia entre peldaño y pared detrás de la escala no debe ser menor de 0,15 m; los peldaños se deben diseñar para una carga de 1 500 N;
- e) cerca de la parte alta de la escala debe haber, al menos, un asidero fácilmente accesible;
- f) debe prevenirse el riesgo de caída alrededor de la escala dentro de una distancia horizontal de 1,50 m, y a una altura superior a la de la escala.

6.3 Construcción y equipamiento de los cuartos de máquinas

6.3.1 Resistencia mecánica, superficie del suelo

6.3.1.1 Los cuartos de máquinas deben construirse de manera que resistan las cargas y los esfuerzos a los que están sometidos normalmente.

Deben construirse de materiales duraderos que no favorezcan la creación de polvo.

6.3.1.2 El suelo de estos cuartos debe ser de material no deslizante, por ejemplo cemento o chapa estriada.

6.3.2 Dimensiones

6.3.2.1 Las dimensiones de los cuartos de máquinas deben ser suficientes para permitir el trabajo fácil y seguro sobre el equipo, especialmente, el eléctrico.

En particular se debe disponer de un área de trabajo de, al menos, 2 m de altura libre, y:

- a) una superficie libre horizontal delante de los cuadros de maniobra y armarios. Esta superficie se define como sigue:
 - 1) profundidad, medida desde la cara exterior de los armarios o cuadros de maniobra, al menos de 0,70 m;
 - 2) anchura, la mayor de las dos dimensiones siguientes: 0,50 m o la anchura total del cuadro o armario;
- b) una superficie libre horizontal mínima de 0,50 m × 0,60 m para el mantenimiento e inspección de las partes en movimiento, donde sea necesario y eventualmente, para la maniobra manual de socorro (véase el apartado 12.5.1).

6.3.2.2 La altura libre de movimiento no debe ser inferior a 1,80 m.

El acceso a las superficies libres mencionadas en el apartado 6.3.2.1 debe tener una anchura mínima de 0,50 m. Este valor se puede reducir a 0,40 m cuando no haya partes en movimiento.

Por altura libre de movimiento se entiende la altura medida bajo los nervios de viga y:

- a) el suelo del área de acceso;
- b) el suelo del área de trabajo.

6.3.2.3 Por encima de las piezas giratorias de la máquina debe existir un espacio libre con una altura mínima de 0,30 m.

6.3.2.4 Cuando el cuarto de máquinas tenga varios niveles, cuya altura difiera en más de 0,50 m, deben preverse peldaños o escalones y guarda-cuerpos.

6.3.2.5 Cuando el suelo de los cuartos de máquinas tenga ranuras o canales cuya profundidad sea mayor de 0,50 m y su anchura inferior a 0,50 m, o cualquier canalización, éstos deben estar cubiertos.

6.3.3 Puertas y trampillas

6.3.3.1 Las puertas de acceso deben tener una anchura mínima de 0,60 m y una altura mínima de 1,80 m. Las puertas no deben abrir hacia el interior de la sala.

6.3.3.2 El paso de las trampillas de acceso debe ser de 0,80 m x 0,80 m como mínimo y debe estar contraequilibrado.

Todas las trampillas deben ser capaces de soportar sin deformación permanente, cuando están cerradas, 2 personas de 1 000 N cada una en cualquier posición y en un área de 0,20 m x 0,20 m.

Las trampillas no deben abrir hacia abajo, excepto si están asociadas a escalas plegables. Las bisagras, si las hay, deben ser de un tipo que no pueda desengancharse.

Cuando una trampilla está en posición abierta, deben tomarse precauciones para evitar la caída de personas (guarda-cuerpos, por ejemplo).

6.3.3.3 Las puertas o trampillas deben estar provistas de cerraduras de llave que permitan la apertura, sin ella, desde el interior de la sala.

Las trampillas utilizadas sólo para acceso de material pueden bloquearse solamente desde el interior del cuarto.

6.3.4 Otras aberturas. Las dimensiones de las aberturas en las losas y el suelo del cuarto de máquinas, deben reducirse al mínimo.

Para evitar el peligro de caída de objetos a través de las aberturas situadas encima del hueco y de las de paso de cables eléctricos, deben utilizarse forros que rebasen el nivel de suelo de las losas en 50 mm como mínimo.

6.3.5 Ventilación. Los cuartos de máquinas deben estar convenientemente ventilados. Si el hueco se ventila a través del cuarto de máquinas, esto tiene que tenerse en cuenta. El aire viciado que proceda de otras partes ajenas a los ascensores no debe evacuarse directamente al cuarto de máquinas. Los motores, equipos del ascensor, así como cables eléctricos, etc. deben protegerse de forma razonable de polvo, suciedad, vapores nocivos y humedad.

6.3.6 Alumbrado y tomas de corriente. El alumbrado eléctrico de los cuartos de máquinas debe asegurar 200 lux a nivel de suelo. Este alumbrado debe cumplir los requisitos del apartado 13.6.1.

Un interruptor, situado en el interior, próximo al o a los accesos y a una altura apropiada, debe permitir la iluminación de la sala.

Debe estar prevista, al menos, una toma de corriente (véase el apartado 13.6.2).

6.3.7 Manutención de los equipos. Deben preverse en el techo o vigas del cuarto de máquinas, según los casos, uno o varios soportes o ganchos metálicos, dispuestos para facilitar la elevación del material pesado durante su montaje o reposición. Debe indicarse la carga de trabajo segura (véase el apartado 15.4.5) sobre estos soportes o ganchos (véanse los apartados 0.2.5 y 0.3.14).

6.4 Construcción y equipamiento de las salas de poleas

6.4.1 Resistencia mecánica, naturaleza del suelo

6.4.1.1 Las salas de poleas deben construirse de manera que soporten las cargas y esfuerzos a los que se someterán normalmente.

Deben ser de material duradero y que no favorezca la creación de polvo.

6.4.1.2 El suelo de las salas de poleas debe ser no deslizante, por ejemplo cemento o hierro corrugado.

6.4.2 Dimensiones

6.4.2.1 Las dimensiones del cuarto de poleas deben ser suficientes para permitir al personal de mantenimiento llegar con facilidad y seguridad a todos los equipos.

Son aplicables los requisitos de los apartados 6.3.2.1 b) y 6.3.2.2, frases segunda y tercera.

6.4.2.2 La altura bajo el techo no debe ser inferior a 1,50 m.

6.4.2.2.1 Debe existir un espacio libre mínimo de 0,30 m por encima de las poleas.

6.4.2.2.2 Si existen cuadros de maniobra o armarios en las salas de poleas, las disposiciones de los apartados 6.3.2.1 y 6.3.2.2 son aplicables a esta sala.

6.4.3 Puertas y trampillas

6.4.3.1 Las puertas de acceso deben tener una altura mínima de 1,40 m y una anchura mínima de 0,60 m. No deben abrir hacia el interior de la sala.

6.4.3.2 Las trampillas de acceso para personas deben tener un paso libre de 0,80 m x 0,80 m y deben estar contraequilibradas.

Las trampillas deben resistir sin deformación permanente, cuando están cerradas, 2 personas de 1 000 N cada una en cualquier posición, sobre una superficie de 0,20 m x 0,20 m.

Las trampillas no deben abrirse hacia abajo salvo que estén asociadas a escaleras plegables. Si tienen bisagras, éstas no deben ser de un tipo que no pueda desengancharse.

Cuando una trampilla está en posición abierta, deben tomarse precauciones para evitar la caída de personas (por ejemplo, guarda-cuerpos).

6.4.3.3 Las puertas o trampillas deben estar provistas de cerraduras de llave que permitan la apertura, sin llave, desde el interior de la sala.

6.4.4 Otras aberturas. Las dimensiones de las aberturas en las losas y en el suelo de las salas de poleas deben reducirse al mínimo.

Para evitar la caída de objetos, deben utilizarse forros que rebasen el nivel de suelo en 50 mm como mínimo, en las aberturas situadas encima del hueco y en las de paso de cables eléctricos.

6.4.5 Dispositivo de parada. Debe instalarse un dispositivo de parada en el cuarto de poleas, cerca del (de los) punto(s) de acceso al mismo, conforme a los apartados **14.2.2** y **15.4.4**.

6.4.6 Temperatura. Si hay riesgo de helada o condensación en las salas de poleas, deben tomarse precauciones para proteger el material.

Si las salas de poleas contienen algún equipo eléctrico, la temperatura ambiente debe mantenerse análoga a la del cuarto de poleas.

6.4.7 Alumbrado y tomas de corriente. Debe existir un alumbrado eléctrico de instalación permanente en el cuarto de poleas, dando una intensidad de, al menos 100 lux en las poleas. Esta iluminación debe cumplir los requisitos del apartado **13.6.1**.

Un interruptor, situado en el interior de la sala, próximo al o a los accesos, a una altura apropiada, debe permitir la iluminación de la sala.

Debe preverse al menos una toma de corriente conforme al apartado **13.6.2**. Véase también el apartado **6.4.2.2.2**.

Si existen cuadros de control y armarios dentro del cuarto de poleas, se aplican los requisitos del apartado **6.3.6**.

7 PUERTAS DE PISO

7.1 Disposiciones generales

Las aberturas en el hueco, que sirven de acceso a la cabina, deben estar provistas de puertas de piso sin perforaciones.

En la posición de cierre, las holguras entre hojas, o entre hojas y sus largueros verticales, marcos y pisaderas, deben ser lo más reducidos posible.

Esta condición se considera cumplida cuando estas holguras operativas no superan 6 mm. Este valor puede alcanzar 10 mm debido al desgaste. Estas holguras deben medirse en el fondo de las hendiduras, si existen.

7.2 Resistencia de las puertas y sus marcos

7.2.1 Las puertas y sus marcos deben construirse de manera que su indeformabilidad quede garantizada a lo largo del tiempo. A este efecto se aconseja que sean metálicos.

7.2.2 Comportamiento ante el fuego. Las puertas de piso deben cumplir los reglamentos pertinentes en la protección contra incendios del edificio. El proyecto de Norma prEN 81-8 describe un método de ensayo al fuego.

7.2.3 Resistencia mecánica

7.2.3.1 Las puertas, con sus cerraduras, deben tener una resistencia mecánica tal que, en posición bloqueada y como consecuencia de la aplicación de una fuerza de 300 N perpendicular a la hoja, aplicada en cualquier lugar de una u otra cara, estando esta fuerza repartida uniformemente sobre una superficie de 5 cm² de sección circular o cuadrada, las citadas puertas deben:

- a) resistir sin deformación permanente;
- b) resistir sin deformación elástica superior a 15 mm;
- c) durante y después del ensayo no debe verse afectado el funcionamiento seguro de la puerta.

7.2.3.2 Con la aplicación de una fuerza manual (sin herramienta) de 150 N en la dirección de apertura de la(s) hoja(s) conductor(as) de las puertas de deslizamiento horizontal y las puertas plegables en el punto más desfavorable, la holgura definida en el apartado 7.1 puede exceder los 6 mm, pero no debe exceder de:

- a) 30 mm para puertas de apertura lateral;
- b) 45 mm total para puertas de apertura central.

7.2.3.3 Las hojas de las puertas de cristal deben fijarse de modo que las fuerzas que las fuerzas requeridas por esta norma que se les pueda aplicar se transmitan sin dañar las fijaciones del cristal.

Puertas con cristales de dimensiones mayores a las indicadas en el apartado 7.6.2 deben usar cristal laminado, además de resistir el ensayo de choque descrito en **anexo J**.

Después del ensayo, el funcionamiento seguro de la puerta no debe verse afectado.

7.2.3.4 La fijación del cristal en las hojas de las puertas debe asegurar que el cristal no puede deslizarse saliendo de las fijaciones, incluso cuando se deformen.

7.2.3.5 Las hojas de cristal deben estar marcadas con la siguiente información:

- a) nombre del fabricante y su marca;
- b) tipo de cristal;
- c) espesores (por ejemplo, 8/8/0,76 mm).

7.2.3.6 Para evitar que los niños se pillen las manos, las puertas automáticas de cristal deslizantes horizontalmente, cuyas dimensiones sean superiores a las indicadas en el apartado 7.6.2 deben proveerse con medios que minimicen los riesgos, tales como:

- a) reducir el coeficiente de fricción entre las manos y el cristal;
- b) hacer el cristal opaco hasta una altura de 1,10 m;
- c) detectar la presencia de dedos, u
- d) otros métodos equivalentes.

7.3 Altura y anchura de las puertas

7.3.1 Altura. Las puertas de piso deben tener una altura libre de 2 m como mínimo.

7.3.2 Anchura. El paso libre de las puertas de piso no debe superar en más de 50 mm a cada lado la anchura de la embocadura de cabina.

7.4 Pisaderas, guías y suspensión de las puertas

7.4.1 Pisadera. Cada puerta de piso debe tener una pisadera capaz de resistir el paso de las cargas que puedan introducirse en la cabina.

NOTA – Se recomienda dar una ligera contra pendiente, a la(s) pisadera(s) para evitar la caída de agua de lavado, rociado, etc., al hueco.

7.4.2 Guías

7.4.2.1 Las puertas de piso deben concebirse para evitar el acuñaamiento, descarrilamiento o rebasamiento de los extremos de recorrido, durante su funcionamiento normal.

Cuando por razón del desgaste, de la corrosión o de incendio, las guías se vuelvan ineficaces, otras guías de seguridad deben mantener las puertas de piso en su posición.

7.4.2.2 Las puertas de piso de deslizamiento horizontal deben estar guiadas en sus partes superior e inferior.

7.4.2.3 Las puertas de piso de deslizamiento vertical deben estar guiadas en ambos lados.

7.4.3 Suspensión de las puertas de deslizamiento vertical

7.4.3.1 Las hojas de las puertas de piso de deslizamiento vertical deben estar fijadas a dos elementos de suspensión independientes.

7.4.3.2 Los cables, cadenas y correas de suspensión deben calcularse con un coeficiente mínimo de seguridad de 8.

7.4.3.3 El diámetro de las poleas para cables de suspensión debe ser, al menos, igual a 25 veces el diámetro de los cables.

7.4.3.4 Los cables y cadenas de suspensión, deben estar protegidos para evitar la salida de sus gargantas o de sus piñones.

7.5 Protección durante el funcionamiento de las puertas

7.5.1 Generalidades. Las puertas y su entorno deben concebirse de manera que se reduzcan al mínimo los riesgos de daños por el atrapamiento de una parte del cuerpo de la persona, del vestido o de un objeto.

Con el fin de evitar el riesgo de cortes durante el funcionamiento, la cara exterior de las puertas automáticas de deslizamiento horizontal no debe tener hendiduras o proyecciones que excedan de 3 mm. Los cantos de dichas hendiduras deben tener chaflanes en la dirección de apertura del movimiento.

No son de aplicación estos requisitos para el acceso al triángulo de desbloqueo definido en el **anexo B**.

7.5.2 Puertas de accionamiento mecánico. Las puertas de accionamiento mecánico deben concebirse para reducir al mínimo las consecuencias de los daños de golpes de una hoja de la puerta contra las personas.

A este efecto deben respetarse los siguientes requisitos:

7.5.2.1 Puertas de deslizamiento horizontal

7.5.2.1.1 Puertas de accionamiento automático

7.5.2.1.1.1 El esfuerzo necesario para impedir el cierre de la puerta no debe superar 150 N. Esta medida no debe tomarse en el primer tercio del recorrido de la puerta.

7.5.2.1.1.2 La energía cinética de la puerta de piso y de sus elementos mecánicos que están rígidamente conectados a ella, calculada o medida⁵⁾ a la velocidad media de cierre, no debe rebasar 10 J.

La velocidad media de cierre de una puerta deslizante se calcula sobre su recorrido total, menos:

- a) 25 mm a cada extremo de recorrido, en el caso de puertas de cierre central;
- b) 50 mm de cada extremo de recorrido, en el caso de puertas de cierre lateral.

7.5.2.1.1.3 Un dispositivo sensible de protección debe mandar automáticamente la reapertura de la puerta, cuando un pasajero sea golpeado (o esté a punto de serlo) por la puerta, si franquea la entrada durante el movimiento de cierre.

Este dispositivo puede ser el de la puerta de cabina (véase el apartado **8.7.2.1.1.3**).

El efecto del dispositivo puede neutralizarse durante los últimos 50 mm del recorrido de cada hoja conductora de la puerta.

En el caso de un sistema que deje inoperante el dispositivo de protección después de una temporización fijada, para evitar las obstrucciones prolongadas del cierre de la puerta, la energía cinética definida en el apartado **7.5.2.1.1.2**, no debe superar 4 J cuando la puerta se mueve con el dispositivo de protección inoperante.

7.5.2.1.1.4 En el caso de puertas de cabina y de piso acopladas y operando simultáneamente, los requisitos de los apartados **7.5.2.1.1.1** y **7.5.2.1.1.2** son válidos para la unión del mecanismo de puertas.

7.5.2.1.1.5 El esfuerzo necesario para impedir la apertura de una puerta plegable no debe exceder de 150 N. Dicha medición debe hacerse con la puerta plegada de manera que los bordes externos contiguos de las hojas plegadas, o equivalente, por ejemplo el marco, estén a una distancia de 100 mm.

7.5.2.1.2 Puertas de accionamiento no automático. Cuando el cierre de las puertas se efectúa bajo el control y la vigilancia permanente de los usuarios, mediante una presión continua sobre un botón o similar, la velocidad media de cierre de la hoja más rápida debe limitarse a 0,3 m/s cuando la energía cinética, calculada o medida según el apartado **7.5.2.1.1.2** exceda de 10 J.

7.5.2.2 Puertas de deslizamiento vertical. Este tipo de puertas sólo debe utilizarse para ascensores destinados al transporte de cargas.

El cierre automático sólo debe utilizarse si se cumplen, simultáneamente, las siguientes cuatro condiciones:

- a) el cierre se efectúa bajo el control y la vigilancia permanente de los usuarios;
- b) la velocidad media de cierre de las hojas está limitada a 0,3 m/s;
- c) la puerta de cabina está construida según está previsto en el apartado **8.6.1**;
- d) la puerta de cabina está cerrada al menos en sus 2/3, antes de que la puerta de piso comience a cerrar.

7.5.2.3 Otros tipos de puertas. Cuando se utilizan otros tipos de puertas (por ejemplo, batientes con accionamiento automático), que tengan el riesgo de golpear a los usuarios cuando abren o cierran, se deben tomar precauciones análogas a las especificadas para puertas deslizantes accionadas automáticamente.

5) Medida, por ejemplo, con la ayuda de un dispositivo compuesto por un pistón graduado que actúa sobre un resorte que tiene una característica de 25 N/mm provisto de un anillo, con deslizamiento suave, que permita medir el punto extremo del desplazamiento en el momento del choque. Un cálculo fácil permite determinar la graduación correspondiente a los límites fijados.

7.6 Alumbrado de las inmediaciones y señalización de la presencia de la cabina

7.6.1 Alumbrado de las inmediaciones. La iluminación natural o artificial del piso, en la inmediación de las puertas de piso, debe alcanzar, al menos, 50 lux, a nivel del suelo de manera que el usuario pueda ver lo que tiene delante de él cuando abre la puerta de piso para entrar en la cabina, incluso en caso de fallo del alumbrado de la misma (véase el apartado 0.2.5).

7.6.2 Control de presencia de la cabina. En el caso de puertas de piso de apertura manual, el usuario necesita saber, antes de abrir la puerta, si la cabina se encuentra, o no, detrás.

A este efecto deben instalarse, o:

- a) una o varias mirillas transparentes que satisfagan, simultáneamente, las cuatro condiciones siguientes:
 - 1) resistencia mecánica como se especifica en el apartado 7.2.3.1 a excepción de los ensayos de choque pendular;
 - 2) espesor mínimo de 6 mm;
 - 3) superficie mínima de visión, por puerta de piso, de 0,015 m² con un mínimo de 0,01 m² por mirilla;
 - 4) anchura de, al menos, 60 mm y como máximo 150 mm. El borde interior de las mirillas, cuya anchura debe ser superior a 80 mm, debe estar al menos a 1 m del suelo, o
- b) una señal luminosa de la presencia de la cabina que sólo pueda encenderse cuando la cabina está a punto de detenerse o detenida en el piso considerado. Esta señal debe quedar encendida mientras la cabina permanezca en ese piso.

7.7 Control de enclavamiento y cierre de las puertas de piso

7.7.1 Protección contra los riesgos de caída. No debe ser posible, en funcionamiento normal, abrir una puerta de piso (o cualquiera de sus hojas, si tiene varias) a menos que la cabina esté parada o a punto de detenerse dentro de la zona de desenclavamiento de esta puerta.

La zona de desenclavamiento debe ser, como máximo, de 0,20 m arriba y abajo del nivel del piso.

Sin embargo, en el caso de puertas de piso y cabina de accionamiento mecánico y simultáneo, la zona de desenclavamiento puede extenderse como máximo a 0,35 m por encima y por debajo del nivel del piso.

7.7.2 Protección contra el corte

7.7.2.1 Con la excepción del apartado 7.7.2.2 no debe ser posible en servicio normal hacer funcionar el ascensor o mantenerlo en funcionamiento, si una puerta de piso (o cualquiera de sus hojas, si tiene varias) está abierta. No obstante, pueden realizarse operaciones previas que preparen el movimiento de la cabina.

7.7.2.2 Se admite el desplazamiento de la cabina con las puertas de piso abiertas en las zonas siguientes:

- a) en la zona de desenclavamiento, para permitir la nivelación o la renivelación al nivel de piso correspondiente, a condición de respetar los requisitos del apartado 14.2.1.2;
- b) en una zona máxima de 1,65 m por encima del nivel de piso, para permitir la carga o descarga de la cabina, a condición de cumplir con los requisitos de los apartados 8.4.3, 8.14 y 14.2.1.5 y además,
 - 1) la altura de paso libre entre el marco de la puerta de piso y el suelo de la cabina en cualquier posición, no debe ser inferior a 2 m;
 - 2) cualquiera que sea la posición de la cabina en el interior de la zona considerada, debe ser posible efectuar el cierre completo de la puerta de piso sin maniobra especial.

7.7.3 Enclavamiento y desenclavamiento de socorro. Toda puerta de piso debe estar provista de un dispositivo de enclavamiento que permita satisfacer las condiciones impuestas por el apartado 7.7.1. Este dispositivo debe estar protegido contra manipulación abusiva.

7.7.3.1 Enclavamiento. El enclavamiento efectivo de la puerta de piso, en su posición de cierre, debe preceder al desplazamiento de la cabina. Sin embargo, pueden efectuarse operaciones preliminares que preparen el movimiento de la misma. Este enclavamiento debe estar controlado por un dispositivo eléctrico de seguridad que cumpla con los especificado en el apartado 14.1.2.

7.7.3.1.1 La partida de la cabina no debe ser posible hasta que los elementos de enclavamiento estén encajados al menos 7 mm, véase la **figura 3**.

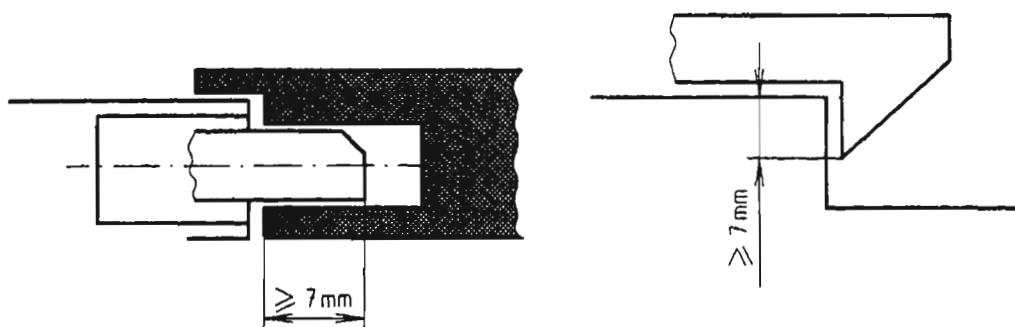


Fig. 3 – Ejemplo de elementos de enclavamiento

7.7.3.1.2 El elemento del dispositivo de seguridad eléctrico que controla el enclavamiento de la(s) hoja(s) de la puerta debe accionarse positivamente sin ningún mecanismo intermedio por el elemento de enclavamiento. Debe ser a prueba de negligencias, pero ajustable si es necesario.

Caso específico: En el caso de dispositivos de enclavamiento utilizados en instalaciones que requieren protección especial contra riesgos de humedad o explosión, la unión entre los elementos descritos anteriormente puede ser sólo positiva, de tal modo que solamente pueda romperse por destrucción deliberada del dispositivo de enclavamiento.

7.7.3.1.3 El enclavamiento de las puertas batientes debe hacerse lo más cerca posible de su(s) borde(s) de cierre vertical(es) y mantenerse incluso en el caso de desplome de la hoja.

7.7.3.1.4 Los elemento de enclavamiento y sus fijaciones deben ser resistentes a los choques y ser metálicos o estar reforzados con metal.

7.7.3.1.5 El enganche de los elementos de enclavamiento debe realizarse de manera que un esfuerzo de 300 N en el sentido de apertura de la puerta no disminuya la eficacia del enclavamiento.

7.7.3.1.6 El enclavamiento debe resistir, sin deformación permanente durante el ensayo previsto en el capítulo **F.1**, una fuerza mínima aplicada a nivel del enclavamiento y en el sentido de apertura de la puerta, de:

- a) 1 000 N en el caso de puertas deslizantes;
- b) 3 000 N sobre el cerrojo en el caso de puertas batientes.

7.7.3.1.7 El enclavamiento debe efectuarse y mantenerse por acción de la gravedad, imanes permanentes o muelles. Los muelles deben actuar a compresión, estar guiados y ser de dimensiones tales que, en el momento de desenclavar, no tengan las espiras juntas.

En los casos donde el imán permanente (o el muelle) no cumpla su función, no debe haber desenclavamiento por acción de la gravedad.

Si el elemento de enclavamiento se mantiene en posición por la acción de un imán permanente, no debe ser posible neutralizar su efecto por medios simples (por ejemplo: choques o calentamiento).

7.7.3.1.8 El dispositivo de enclavamiento debe estar protegido del riesgo de acumulación de polvo que pueda perjudicar su buen funcionamiento.

7.7.3.1.9 La inspección de las partes activas debe ser fácil, por ejemplo por medio de una mirilla transparente.

7.7.3.1.10 En caso de que los contactos de enclavamiento se encuentren dentro de una caja, los tornillos de la tapa deben ser de tipo imperdible, de manera que queden en los agujeros de la caja o de la tapa cuando ésta se abra.

7.7.3.2 Desenclavamiento de socorro. Cada puerta de piso debe poder desenclavarse desde el exterior por medio de una llave que se adapte al triángulo de desenclavamiento definido en el **anexo B**.

Estas llaves sólo deben entregarse al personal responsable acompañadas siempre de instrucciones escritas precisando las precauciones indispensables a tomar para evitar los accidentes derivados de un desenclavamiento que no esté seguido por un reenclavamiento efectivo.

El dispositivo de enclavamiento no debe quedar en la posición de desenclavado cuando la puerta de piso esté cerrada después de un desenclavamiento de socorro.

En el caso de puertas de piso arrastradas por la puerta de cabina, un dispositivo (muelle o peso) debe asegurar el cierre automático de la puerta de piso si esta puerta está abierta por cualquier razón y la cabina no se encuentra en la zona de enclavamiento.

7.7.3.3 El dispositivo de enclavamiento se considera un componente de seguridad y debe verificarse según los requisitos del capítulo **F.1**.

7.7.4 Dispositivo eléctrico de control de cierre en puertas de piso

7.7.4.1 Toda puerta de piso debe estar provista de un dispositivo eléctrico de seguridad de control de cierre, de acuerdo con el apartado **14.1.2** que permita satisfacer las condiciones impuestas en el apartado **7.7.2**.

7.7.4.2 En el caso de puertas de piso de deslizamiento horizontal acopladas con las puertas de cabina, este dispositivo puede ser común con el dispositivo de control de enclavamiento bajo la condición de que éste esté subordinado a que garantice el cierre efectivo de la puerta de piso.

7.7.4.3 En el caso de puertas de piso batientes, este dispositivo debe situarse al lado del borde de cierre de la puerta o en el dispositivo mecánico que controla el cierre de la puerta.

7.7.5 Requisitos comunes a los dispositivos de control de enclavamiento y de cierre de la puerta.

7.7.5.1 No debe ser posible hacer funcionar el ascensor con la puerta de piso abierta o no enclavada, desde los lugares normalmente accesibles a los usuarios, después de una sola maniobra que no forme parte del funcionamiento normal.

7.7.5.2 Los medios utilizados para verificar la posición del elemento de enclavamiento deben tener un funcionamiento positivo.

7.7.6 Puertas correderas de varias hojas unidas mecánicamente

7.7.6.1 Cuando una puerta corredera tenga varias hojas ligadas entre ellas por una unión mecánica directa, se admite:

- a) colocar el dispositivo especificado en el apartado **7.7.4.1** o en el **7.7.4.2** sobre una sola hoja, y
- b) no enclavar más que una sola hoja, siempre que este enclavamiento único impida la apertura de las otras hojas, por enganche de las hojas en posición de cierre en el caso de puertas telescópicas.

7.7.6.2 Cuando la puerta corredera comprenda varias hojas unidas mecánica e indirectamente (por ejemplo, cable, correa o cadena) se admite no enclavar más que una sola hoja siempre que este enclavamiento único impida la apertura de las otras hojas y que éstas no estén provistas de tiradores.

El cierre de la(s) hoja(s) no enclavada(s) por el dispositivo de enclavamiento debe controlarse por un dispositivo eléctrico de seguridad, de acuerdo con el apartado **14.1.2**.

7.8 Cierre de las puertas con accionamiento automático

Las puertas de piso con accionamiento automático deben, en servicio normal, cerrarse en caso de ausencia de orden de desplazamiento de la cabina, después de la temporización necesaria definida en función del tráfico del ascensor.

8 CABINA, CONTRAPESO Y MASA DE EQUILIBRADO

8.1 Altura de la cabina

8.1.1 La altura libre interior de la cabina debe ser de 2 m como mínimo.

8.1.2 La altura de la entrada (o entradas) de cabina, que permiten el acceso normal de los usuarios, debe ser de 2 m como mínimo.

8.2 Superficie útil de la cabina, carga nominal, número de pasajeros

8.2.1 Caso general. Para evitar la sobrecarga de la cabina por el número de pasajeros, debe limitarse su superficie útil. A este efecto, la relación entre la carga nominal y la superficie útil máxima se dan en la **tabla 1.1**.

Los nichos y extensiones de la cabina, incluso de altura inferior a 1 m y que estén protegidos o no por puertas de separación, no están autorizados, a menos que su superficie se haya tenido en cuenta en el cálculo de la superficie útil máxima de la cabina.

Cualquier superficie disponible en la entrada, cuando las puertas están cerradas, debe tomarse en consideración.

Además, cualquier sobrecarga en la cabina debe controlarse mediante un dispositivo conforme al apartado **14.2.5**.

Tabla 1.1

Carga nominal (masa)	Superficie útil máxima de cabina	Carga nominal (masa)	Superficie útil máxima de cabina
kg	m²	kg	m²
100 ¹⁾	0,37	900	2,20
180 ²⁾	0,58	975	2,35
225	0,70	1 000	2,40
300	0,90	1 050	2,50
375	1,10	1 125	2,65
400	1,17	1 200	2,80
450	1,30	1 250	2,90
525	1,45	1 275	2,95
600	1,60	1 350	3,10
630	1,66	1 425	3,25
675	1,75	1 500	3,40
750	1,90	1 600	3,56
800	2,00	2 000	4,20
825	2,05	2 500 ³⁾	5,00

1) Mínimo para un ascensor de una persona.
2) Mínimo para un ascensor de dos personas.
3) Por encima de 2 500 kg añadir 0,16 m² por cada 100 kg más.
Para cargas intermedias se determina la superficie por interpolación lineal.

8.2.2 Ascensores para personas y cargas. Los requisitos del apartado **8.2.1** deben aplicarse y, además, se debe tener en consideración para el cálculo de los elementos afectados no sólo la carga nominal, sino también el peso de los dispositivos de manutención que puedan, eventualmente, penetrar en la cabina.

8.2.3 Número de pasajeros. El número de pasajeros debe ser el menor de los siguientes:

- a) bien por la fórmula, $\frac{\text{carga nominal}}{75}$, redondeando a la cifra entera inferior, o bien
- b) por la **tabla 1.2**, tomando el valor inmediatamente inferior.

Tabla 1.2

Número de pasajeros	Superficie útil mínima de cabina m ²	Número de pasajeros	Superficie útil mínima de cabina m ²
1	0,28	11	1,87
2	0,49	12	2,01
3	0,60	13	2,15
4	0,79	14	2,29
5	0,98	15	2,43
6	1,17	16	2,57
7	1,31	17	2,71
8	1,45	18	2,85
9	1,59	19	2,99
10	1,73	20	3,13

Por encima de 20 pasajeros se añaden 0,115 m² por cada pasajero más.

8.3 Paredes, suelo y techo de la cabina

8.3.1 La cabina debe estar completamente cerrada por paredes, suelo y techo; las únicas aberturas autorizadas son las siguientes:

- a) entradas para el acceso normal de los usuarios;
- b) trampillas y puertas de socorro;
- c) orificios de ventilación.

8.3.2 Las paredes, el suelo y el techo deben tener una resistencia mecánica suficiente. El conjunto constituido por el estribo, guíaderas, paredes, techo y suelo de la cabina, debe ser suficientemente fuerte para resistir los esfuerzos que se le aplican durante el funcionamiento normal del ascensor, en el accionamiento del paracaídas o en el impacto de la cabina contra sus amortiguadores.

8.3.2.1 Cada pared de la cabina debe tener una resistencia mecánica tal que, cuando se aplique perpendicularmente a la pared, y en cualquier punto desde el interior hacia el exterior de la cabina, una fuerza de 300 N uniformemente distribuida sobre una superficie redonda o cuadrada de 5 cm², la pared debe:

- a) resistir sin deformación permanente;
- b) resistir sin deformación elástica superior a 15 mm.

8.3.2.2 Las paredes realizadas en cristal deben ser de cristal laminado y adicionalmente deben resistir los ensayos de choque pendular descritos en el **anexo J**.

Después de los ensayos, la función de seguridad de la pared no debe verse afectada.

Las paredes de cristal de la cabina que estén por debajo de 1,10 m sobre el nivel del suelo deben tener un pasamanos a una altura entre 0,90 m y 1,10 m. Este pasamanos debe fijarse independientemente del cristal.

8.3.2.3 Las fijaciones de los paneles de cristal sobre las paredes deben asegurar que el cristal no pueda salirse de su fijación, aún en el caso de que se deforme.

8.3.2.4 Los paneles de cristal deben estar marcados con la siguiente información:

- a) nombre del fabricante y su marca comercial;
- b) tipo de cristal;
- c) espesores (por ejemplo 8/8/0,76 mm).

8.3.2.5 El techo de la cabina debe satisfacer todos los requisitos del apartado **8.13**.

8.3.3 Las paredes, el suelo y el techo no deben estar constituidos por materiales que puedan resultar peligrosos por su gran inflamabilidad o por la naturaleza y la importancia de los gases y humos que puedan desprender.

8.4 Guardapiés

8.4.1 Toda pisadera de cabina debe estar provista de un guardapiés que se extienda sobre la anchura total de las entradas de piso con las que se enfrente. La parte vertical del guardapiés debe prolongarse hacia abajo por medio de un chaflán cuyo ángulo con el plano horizontal debe ser igual o superior a 60°. La proyección horizontal de este chaflán no debe ser inferior a 20 mm.

8.4.2 La altura de la parte vertical debe ser de 0,75 m como mínimo.

8.4.3 En el caso de ascensor con maniobra de puesta a nivel de carga (véase el apartado **14.2.1.5**), la altura de la parte vertical del guardapiés debe ser tal que, con la cabina en la posición más alta de carga o descarga, se extienda 0,10 m al menos, bajo la pisadera de la puerta de piso.

8.5 Entrada a la cabina

Las entradas a la cabina deben estar provistas de puertas.

8.6 Puertas de cabina

8.6.1 Las puertas de cabina no deben tener perforaciones, excepto para ascensores destinados al transporte de personas y cargas, para los que pueden emplearse puertas de cabina de deslizamiento vertical abriendo hacia arriba, que puedan estar provistas de malla metálica. Las dimensiones de la malla o de las perforaciones deben ser, como máximo, de 10 mm horizontalmente, por 60 mm verticalmente.

8.6.2 Cuando las puertas de cabina están cerradas deben obturar completamente las entradas de cabina, salvo las necesarias holguras de funcionamiento.

8.6.3 En posición de cierre de las puertas, las holguras entre las hojas o entre las hojas y los montantes verticales, dintel o pisadera deben ser tan pequeñas como sea posible.

Esta condición se considera cumplida si estas holguras de funcionamiento no rebasan 6 mm. Este valor puede llegar a 10 mm, debido al desgaste. Si existen hendiduras, estas holguras se miden al fondo de las mismas. Se exceptúan de estos requisitos las puertas de deslizamiento vertical contempladas en el apartado 8.6.1.

8.6.4 En el caso de puertas batientes éstas deben llegar a topes que eviten que abran fuera de la cabina.

8.6.5 La puerta de cabina debe equiparse con mirillas si la puerta de piso las tiene [véase el apartado 7.6.2 a)] a menos que la puerta de la cabina sea automática y permanezca en la posición de abierta cuando la cabina esté parada al nivel del piso.

Cuando se equipen mirilla(s), deben satisfacer los requisitos del apartado 7.6.2 a) y posicionarse de tal forma que la puerta de cabina esté en alineación visual con (las) mirilla(s) e la puerta de piso cuando la cabina está al nivel del mismo.

8.6.6 Pisaderas, guías, suspensión de puertas. Deben observarse las disposiciones del apartado 7.4 aplicables a las puertas de cabina.

8.6.7 Resistencia mecánica

8.6.7.1 Las puertas de cabina, en posición de cierre, deben tener una resistencia mecánica tal que, bajo la aplicación de una fuerza de 300 N perpendicular a la puerta, aplicada en cualquier lugar desde el interior de la cabina hacia el exterior, estando esta fuerza uniformemente distribuida sobre una superficie de 5 cm², en una sección de forma redonda o cuadrada, las puertas deben:

- a) resistir sin deformación permanente;
- b) resistir sin deformación elástica superior a 15 mm;
- c) durante y después del ensayo, la función de seguridad de la puerta no debe verse afectada.

8.6.7.2 Las hojas de la puerta de cristal deben fijarse de manera que al aplicarse los esfuerzos exigidos por esta norma, se transfieran sin peligro a los puntos de fijación del cristal.

Las puertas de cristal con dimensiones mayores de las establecidas en el apartado 7.6.2 deben ser de cristal laminado y además deben resistir los ensayos de choque pendular descritos en el **anexo J**.

Después de los ensayos, la función de seguridad de la puerta no debe verse afectada.

8.6.7.3 Las fijaciones del cristal en las puertas deben asegurar que el cristal no pueda salirse de su fijación aún en el caso de que se deforme.

8.6.7.4 Las hojas de cristal deben tener marcas con la siguiente información:

- a) nombre del suministrador y marca comercial;
- b) tipo de cristal;
- c) espesor (ejemplo 8/8/0,76 mm).

8.6.7.5 Para evitar que los niños se pillen las manos, las puertas de accionamiento automático deslizantes horizontalmente hechas de cristal de dimensiones superiores a las indicadas en el apartado 7.6.2 deben estar provistas de medios que minimicen el riesgo, tales como:

- a) reducción del coeficiente de fricción entre las manos y el cristal;
- b) haciendo opaco el cristal hasta una altura de 1,10 m;
- c) detectando la presencia de los dedos, u
- d) otros métodos equivalentes.

8.7 Protección durante el funcionamiento de las puertas

8.7.1 Generalidades. Las puertas y sus inmediaciones deben diseñarse de manera que se reduzcan al mínimo los riesgos de daños debidos al atrapamiento de una parte del cuerpo, de la ropa o de otro objeto.

Para evitar el riesgo de cortes durante el funcionamiento, la cara del lado de cabina de las puertas deslizantes de accionamiento automático no debe tener entrantes ni salientes superiores a 3 mm. Las aristas deben estar achaflanadas en la dirección del movimiento de apertura. Los dos requisitos anteriores se exceptúan para las puertas perforadas de acuerdo con el apartado 8.6.1.

8.7.2 Puertas de accionamiento mecánico. Las puertas de accionamiento mecánico deben diseñarse para reducir al mínimo los daños que pueda sufrir una persona al resultar golpeada por una hoja.

A este efecto se deben cumplir los requisitos indicados a continuación.

En el caso de puertas de cabina y de piso acopladas y accionadas simultáneamente, también los siguientes requisitos son válidos para el conjunto del mecanismo.

8.7.2.1 Puertas deslizantes horizontalmente

8.7.2.1.1 Puertas de accionamiento automático

8.7.2.1.1.1 El esfuerzo necesario para impedir el cierre de la puerta no debe ser superior a 150 N. Esta medición no debe hacerse en el primer tercio del recorrido de la puerta.

8.7.2.1.1.2 La energía cinética de la puerta de la cabina, y de los elementos mecánicos que estén rígidamente ligados a ella, calculada o medida⁶⁾ a la velocidad media de cierre, no debe ser superior a 10 J.

La velocidad media de cierre de las puertas deslizantes se calcula sobre su recorrido total, menos:

- a) 25 mm en cada extremo de recorrido para puertas de cierre central;
- b) 50 mm en cada extremo de recorrido para puertas de cierre lateral.

8.7.2.1.1.3 Un dispositivo de protección debe ordenar automáticamente la reapertura de la puerta en el caso de que un pasajero resulte golpeado por la puerta (o esté a punto de serlo) cuando franquea la entrada durante el movimiento de cierre.

El efecto del dispositivo puede neutralizarse durante los últimos 50 mm del recorrido de cada hoja de la puerta.

La energía cinética definida en el apartado 8.7.2.1.1.2 no debe ser superior a 4 J durante el movimiento de cierre, si se utiliza un sistema que hace inoperante la protección de la puerta después de una temporización fijada, para evitar las obstrucciones prolongadas durante el movimiento de cierre.

8.7.2.1.1.4 El esfuerzo necesario para retener la apertura de una puerta plegable no debe exceder de 150 N. Esta medición debe hacerse con la puerta plegada de manera que el borde exterior adyacente de las hojas plegables, o equivalente, por ejemplo el marco de la puerta, estén a una distancia de 100 mm.

8.7.2.1.1.5 Si la puerta plegable entra en un nicho, la distancia entre cualquier saliente del borde de hoja y el nicho debe ser, al menos, de 15 mm.

6) Usando la medición, por ejemplo, un dispositivo consistente en un pistón graduado, accionando un resorte con constante de 25 N/mm y fijado a una arandela de fácil deslizamiento, permitiendo llegar al extremo del movimiento en el momento del impacto a medir. Un cálculo fácil permite la graduación correspondiente a los límites fijados a determinar.

8.7.2.1.2 Puertas de accionamiento no automático. Cuando el cierre de la puerta se efectúa bajo control y supervisión permanente de los usuarios (por ejemplo: presión continua sobre un botón) o similar (mando de acción mantenida), la velocidad media de cierre de la hoja más rápida debe limitarse a 0,3 m/s si la energía cinética calculada o medida como se expresa en el apartado **7.5.2.1.1.2** es superior a 10 J.

8.7.2.2 Puertas deslizantes verticales. Este tipo de puerta sólo debe utilizarse para ascensores de personas y cargas.

Solo debe utilizarse el cierre mecánico si se cumplen, simultáneamente, las condiciones siguientes:

- a) el cierre se efectúa bajo control y supervisión permanente de los usuarios;
- b) la velocidad media de cierre de las hojas está limitada a 0,3 m/s;
- c) la puerta de cabina está construida conforme al apartado **8.6.1**;
- d) la puerta de cabina está cerrada, al menos, dos tercios antes que las puertas de piso inicien el cierre.

8.8 Inversión del movimiento de cierre

Si las puertas son de accionamiento automático, debe situarse un dispositivo que permita invertir el movimiento de cierre de la puerta incorporado al resto de mandos de cabina.

8.9 Dispositivo eléctrico de control de puertas de cabina cerradas

8.9.1 Con la excepción de lo especificado en el apartado **7.7.2.2** y en servicio normal no debe ser posible hacer funcionar el ascensor o mantenerlo en funcionamiento si una puerta de cabina (o una de las hojas, si la puerta tiene varias) está abierta. Sin embargo, pueden efectuarse maniobras preparatorias para el desplazamiento de la cabina.

8.9.2 Cada puerta de cabina debe suministrarse con un dispositivo eléctrico de seguridad para proporcionar la posición de cierre de acuerdo con el apartado **14.1.2** de forma que se satisfagan las condiciones impuestas en el apartado **8.9.1**.

8.9.3 Si la puerta de cabina necesita ser enclavada [véase el apartado **11.2.1 c)**], el dispositivo de enclavamiento debe diseñarse y operar en analogía al de las puertas de piso (véanse los apartados **7.7.3.1** y **7.7.3.3**).

8.10 Puertas deslizantes con varias hojas interconectadas mecánicamente

8.10.1 Cuando una puerta deslizante tiene varias hojas ligadas entre ellas por enlace mecánico directo, se admite:

- a) situar el dispositivo (véase el apartado **8.9.2**), bien:
 - 1) en una sola hoja (la hoja rápida en caso de puertas telescópicas), o
 - 2) en el elemento conductor, si la conexión mecánica entre ese elemento y las hojas es directa, y
- b) en el caso y condiciones del apartado **11.2.1 c)**, se enclava sólo una hoja, considerando que este enclavamiento simple previene la apertura de las otras hojas por enganche de las hojas en posición de cerrado en caso de puertas telescópicas.

8.10.2 Cuando las hojas están ligadas entre ellas por un enlace mecánico indirecto (por ejemplo: por cable, correa o cadena), se admite situar el dispositivo de control de cierre (véase el apartado **8.9.2**) sobre una sola hoja, a condición de que:

- a) no sea sobre una hoja conducida, y;
- b) que la hoja conducida lo sea por un enlace mecánico directo al elemento de arrastre de la puerta.

8.11 Apertura de la puerta de cabina

8.11.1 En el caso de parada imprevista cerca del nivel de un piso para permitir la salida de los pasajeros, con la cabina detenida y desconectada la alimentación del operador de puerta (si existe), debe ser posible:

- a) abrir o entreabrir manualmente la puerta de cabina desde el piso;
- b) abrir o entreabrir manualmente, desde el interior de la cabina, la puerta de cabina y la de piso al que está acoplada, en el caso de puertas de accionamiento simultáneo.

8.11.2 La apertura de la puerta de cabina prevista en el apartado **8.11.1**, se debe poder hacerse al menos en la zona de desenclavamiento.

El esfuerzo necesario para esta apertura no debe ser superior a 300 N.

En el caso de los ascensores contemplados en el apartado **11.2.1 c)** la apertura de la puerta de cabina desde su interior, no debe ser posible más que si la cabina se encuentra dentro de la zona de desenclavamiento.

8.11.3 El esfuerzo necesario para abrir durante la marcha del ascensor la puerta de cabina de un ascensor cuya velocidad nominal rebase 1 m/s, debe ser superior a 50 N.

Este requisito no es obligatorio en la zona de desenclavamiento.

8.12 Trampillas y puertas de socorro

8.12.1 La ayuda a los pasajeros que se encuentren en la cabina siempre debe venir del exterior. Esta ayuda se proporcionará, en particular, por la maniobra de socorro mencionada en el apartado **12.5**.

8.12.2 Si existe una trampilla de socorro en el techo de la cabina, para permitir la ayuda y la evacuación de los pasajeros, ésta debe medir como mínimo 0,35 m × 0,50 m.

8.12.3 Las puertas de socorro pueden utilizarse en el caso de cabinas adyacentes, a condición de que la distancia horizontal entre ellas no exceda de 0,75 m (véase el apartado **5.2.2.1.2**).

Las puertas de socorro, si existen, deben medir como mínimo 1,80 m de altura por 0,35 m de anchura.

8.12.4 Cuando hay trampillas o puertas de socorro, deben ser conformes a los apartados **8.3.2** y **8.3.3**, y deben cumplir, además, las condiciones siguientes:

8.12.4.1 Las trampillas y puertas de socorro deben suministrarse con medios de enclavamiento manual.

8.12.4.1.1 Las trampillas de socorro deben abrirse sin llave desde el exterior de la cabina y desde el interior de la cabina con la ayuda de una llave que se adapte al triángulo definido en el **anexo B**.

Las trampillas de socorro no deben abrirse hacia el interior de la cabina.

Las trampillas de socorro no deben, en posición abierta, proyectarse más allá del gálibo de la cabina.

8.12.4.1.2 Las puertas de socorro deben abrirse sin llave desde el exterior de la cabina y desde el interior de la cabina con la ayuda de una llave que se adapte al triángulo definido en el **anexo B**.

Las puertas de socorro no deben abrirse hacia el exterior de la cabina.

Las puertas de socorro no deben encontrarse en el recorrido de un contrapeso o masa de equilibrado o delante de un obstáculo fijo (se exceptúan las vigas de separación entre cabinas) que impidan el paso de una cabina a otra.

8.12.4.2 El enclavamiento requerido en el apartado **8.12.4.1** debe controlarse por medio de un dispositivo eléctrico de seguridad que cumpla con los requisitos del apartado **14.1.2**.

Este dispositivo debe ordenar la parada del ascensor si el enclavamiento deja de ser efectivo.

Solamente debe ser posible la puesta en marcha del ascensor después de un reenclavamiento voluntario.

8.13 Techo de cabina

Además de las condiciones mencionadas en el apartado **8.3**, el techo de cabina debe cumplir los siguientes requisitos:

8.13.1 El techo de cabina debe ser capaz de soportar en cualquier posición, el peso de dos personas de 1 000 N cada una, en un área de 0,20 m × 0,20 m, sin deformación permanente.

8.13.2 El techo de la cabina debe tener un espacio libre sobre el que se pueda estar, con una superficie mínima de 0,12 m², en la que la dimensión menor sea al menos de 0,25 m.

8.13.3 El techo de la cabina debe tener una balaustrada donde exista un espacio libre en el plano horizontal y perpendicular a su borde exterior que exceda de 0,30 m.

Las distancias libres deben medirse desde la pared del hueco, permitiendo mayores distancias por entrantes, si la anchura o la altura es menor de 0,30 m.

Esta balaustrada debe cumplir los siguientes requisitos:

8.13.3.1 Debe consistir en un pasamanos, un zócalo de 0,10 m de altura y una barra intermedia a media altura de la balaustrada.

8.13.3.2 Considerando el espacio libre en un plazo horizontal tras la parte exterior más saliente del pasamanos de la balaustrada, su altura debe ser, al menos:

a) 0,70 m donde el espacio libre llega hasta 0,85 m;

b) 1,10 m donde el espacio libre excede de 0,85 m.

8.13.3.3 La distancia horizontal entre la parte exterior del pasamanos de la balaustrada y cualquier parte en el hueco (contrapeso o masa de equilibrado, interruptores, guías, fijaguías, etc.) debe ser al menos 0,10 m.

8.13.3.4 La balaustrada, en su(s) lado(s) de acceso debe proporcionar un acceso fácil y seguro al techo de la cabina.

8.13.3.5 La balaustrada debe estar situada dentro de los 0,15 m como máximo del borde del techo de cabina.

8.13.4 Cuando sea apropiado, y en el caso de existir una balaustrada, alguna señalización de advertencia debe indicar el peligro de apoyarse sobre ella.

8.13.5 Si se utiliza cristal para el techo de cabina, éste debe ser laminado.

8.13.6 Las poleas y/o piñones fijados a la cabina deben tener protección conforme al apartado 9.7.

8.14 Dintel de la cabina

Cuando pueda existir un espacio vacío, entre el techo de la cabina y el dintel de la puerta de un piso cuando se abre esta puerta, debe prolongarse hacia arriba la parte superior de la entrada de cabina, sobre toda la anchura de la puerta de piso, mediante un panel vertical rígido que cierre el espacio vacío considerado. Esta hipótesis se estudia especialmente en el caso de ascensores con maniobra de puesta a nivel de carga (véase el apartado **14.2.1.5**).

8.15 Equipo sobre el techo de cabina

En el techo de cabina debe instalarse lo siguiente:

- a) un dispositivo de mando de acuerdo con el apartado 14.2.1.3 (maniobra de inspección);
- b) un dispositivo de parada de acuerdo con los apartados 14.2.2 y 15.3;
- c) una base de toma de corriente de acuerdo con el apartado 13.6.2.

8.16 Ventilación

8.16.1 Las cabinas provistas de puertas sin perforaciones deben suministrarse con orificios de ventilación en las partes alta y baja de la cabina.

8.16.2 La superficie efectiva de los orificios de ventilación situados en la parte alta de la cabina debe ser al menos igual al 1% de la superficie útil de la cabina. Esto mismo se aplica para los orificios situados en la parte baja de la cabina.

Los espacios alrededor de las puertas de cabina pueden tomarse en cuenta en el cálculo de la superficie de los orificios de ventilación, hasta un 50% de la superficie efectiva exigida.

8.16.3 Los orificios de ventilación deben concebirse o disponerse de tal forma que no sea posible atravesar las paredes de la cabina, desde el interior, con una varilla rígida recta de 10 mm de diámetro.

8.17 Alumbrado

8.17.1 La cabina debe estar provista de un alumbrado eléctrico permanente que asegure, en el suelo y en la proximidad de los dispositivos de mando, una iluminación de 50 lux, como mínimo.

8.17.2 Si el alumbrado es del tipo incandescente, debe haber por lo menos dos lámparas conectadas en paralelo.

8.17.3 La cabina debe estar iluminada continuamente mientras el ascensor está en uso.

En el caso de tener puertas de accionamiento automático la iluminación puede cortarse mientras la cabina se encuentra estacionada en un piso con las puertas cerradas conforme al apartado 7.8.

8.17.4 Debe existir una fuente de alimentación eléctrica de emergencia, de recarga automática, que sea capaz de alimentar, al menos, una lámpara de 1 W durante 1 h, en el caso de interrupción de la alimentación eléctrica del alumbrado normal. Este alumbrado de emergencia debe conectarse automáticamente desde el momento en que falla el suministro del alumbrado normal.

8.17.5 Si la fuente prevista anteriormente en el apartado 8.17.4 se utiliza también para alimentar el dispositivo de alarma de emergencia previsto en el apartado 14.2.3, su capacidad debe preverse en consecuencia.

8.18 Contrapeso y masa de equilibrado

La utilización de una masa de equilibrado se define en el apartado 12.2.1.

8.18.1 Si el contrapeso o masa de equilibrado incorpora pesas, deben tomarse las disposiciones necesarias para evitar su desplazamiento. A este fin debe utilizarse lo siguiente:

- a) o un bastidor en el que se mantengan las pesas;
- b) o bien, si las pesas son metálicas y si la velocidad nominal del ascensor no supera 1 m/s, dos varillas de unión como mínimo, sobre las que se aseguran las pesas.

8.18.2 Las poleas y/o piñones fijados sobre el contrapeso o masa de equilibrado deben tener una protección de acuerdo con el apartado 9.7.

9 SUSPENSIÓN, COMPENSACIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA SOBREVELOCIDAD

9.1 Suspensión

9.1.1 Las cabinas, contrapesos o masas de equilibrado deben suspenderse mediante cables de acero o cadenas de acero de eslabones paralelos, (tipo Galle) o de rodillos.

9.1.2 Los cables deben satisfacer los requisitos siguientes:

- a) el diámetro nominal de los cables debe ser de 8 mm como mínimo;
- b) la resistencia a la tracción de sus alambres debe ser:
 - 1) 1 570 N/mm² ó 1 770 N/mm² para cables de una sola resistencia;
 - 2) 1 370 N/mm² para los alambres exteriores y 1 770 N/mm² para los alambres interiores, en los cables de dos resistencias;
- c) las otras características (composición, alargamiento, ovalidad, flexibilidad, ensayos...) deben, al menos, corresponder a las que se especifiquen en normas europeas que les conciernan.

9.1.3 El número mínimo de cables o cadenas debe ser dos. Los cables o cadenas deben ser independientes.

9.1.4 En el caso de suspensión en diferencial, el número a tomar en consideración es el de cables o cadenas y no el de sus ramales o tramos.

9.2 Relación entre el diámetro de poleas o tambores y el diámetro de los cables, amarres de los cables y cadenas

9.2.1 La relación entre el diámetro primitivo de las poleas de tracción, poleas o tambores y el diámetro nominal de los cables de suspensión debe ser al menos de 40, cualquiera que sea el número de torones.

9.2.2 El coeficiente de seguridad de los cables de suspensión debe calcularse de acuerdo con el **anexo N**. En ningún caso debe ser menor de:

- a) 12 en el caso de tracción por adherencia con tres cables o más;
- b) 16 en el caso de tracción por adherencia con dos cables;
- c) 12 en el caso de tracción por tambor.

El coeficiente de seguridad es la relación entre la carga de rotura mínima, en newtons, de un cable y la fuerza máxima, en newtons, en este cable cuando la cabina se encuentra en el nivel de parada más bajo, con su carga nominal.

9.2.3 La unión entre el cable y el amarre del cable, según el apartado **9.2.3.1**, debe ser capaz de resistir al menos el 80% de la carga de rotura mínima del cable.

9.2.3.1 Los extremos de los cables deben fijarse a la cabina, al contrapeso o a la masa de equilibrado o a los puntos finales de amarre de los cables de suspensión por medio de resina o metal fundido, amarres de cuña de apriete automático, guardacabos en forma de corazón con al menos tres abrazaderas o grapas apropiadas para cables, manguitos unidos a mano, manguitos fuertemente prensados o cualquier otro sistema que ofrezca una seguridad equivalente.

9.2.3.2 La fijación de los cables sobre los tambores debe realizarse por medio de un sistema de bloqueo por cuñas, o bien por dos bridas, al menos, o por cualquier otro sistema que ofrezca seguridad equivalente.

9.2.4 El coeficiente de seguridad de las cadenas de suspensión debe ser como mínimo 10.

El coeficiente de seguridad se define de manera análoga o como se indica en el apartado **9.2.2** para los cables.

9.2.5 Los extremos de cada cadena deben fijarse a la cabina, al contrapeso o a la masa de equilibrado o a los puntos de suspensión de las partes inactivas de las cadenas por amarres apropiados. La unión entre la cadena y su amarre debe ser capaz de resistir al menos el 80% de la carga de rotura mínima de la cadena.

9.3 Tracción por adherencia de los cables

La tracción por adherencia debe ser tal que cumpla con las tres condiciones siguientes:

- a) la cabina debe mantenerse al nivel del suelo, sin deslizar los cables, cuando ésta se cargue con el 125%, según el apartado **8.2.1** o el **8.2.2**;
- b) debe asegurarse que cualquier frenada de emergencia cause en la cabina, esté vacía o con la carga nominal, una deceleración de un valor que no exceda el establecido para el amortiguador, incluyendo los amortiguadores de recorrido reducido;
- c) no debe ser posible levantar en sentido ascendente la cabina vacía cuando el contrapeso se apoya sobre los amortiguadores, y la máquina se acciona en sentido "subida".

En el **anexo M** se dan consideraciones de diseño.

9.4 Arrollamiento de los cables en los ascensores de tambor

9.4.1 El tambor, que puede utilizarse en las condiciones previstas en el apartado **12.2.1 b)**, debe tornearse en hélice y sus gargantas deben ser apropiadas a los cables utilizados.

9.4.2 Cuando la cabina reposa sobre sus amortiguadores totalmente comprimidos deben quedar, al menos, una vuelta y media de cable arrollados en el tambor.

9.4.3 No debe existir más que una sola capa de cables arrollada sobre el tambor.

9.4.4 La inclinación de los cables con relación a sus gargantas no debe rebasar 4°.

9.5 Reparto de la carga entre los cables o las cadenas

9.5.1 Debe preverse un dispositivo automático de igualación de la tensión de los cables o cadenas de suspensión, al menos en uno de sus extremos.

9.5.1.1 En el caso de cadenas arrastradas por piñones, los extremos fijados a la cabina y los fijados a la masa de equilibrado deben estar provistos de dichos dispositivos de igualación.

9.5.1.2 En el caso de varios piñones de reenvío de cadenas sobre un mismo eje, deben poder girar de manera independiente.

9.5.2 Si se utilizan resortes para igualar la tensión, deben trabajar a compresión.

9.5.3 En el caso de suspensión de la cabina por dos cables o dos cadenas, un dispositivo eléctrico de seguridad de acuerdo con el apartado **14.1.2** debe provocar la parada del ascensor en caso de alargamiento anormal relativo de uno de los cables o cadenas.

9.5.4 Los dispositivos de reglaje de la longitud de los cables o cadenas deben realizarse de tal manera que no puedan aflojarse solos después de ajustados.

9.6 Cables de compensación

9.6.1 Cuando se emplean cables de compensación debe cumplirse lo siguiente:

- a) deben emplearse poleas tensoras;
- b) la relación entre el diámetro primitivo de las poleas tensoras y el diámetro nominal de los cables de compensación debe ser, al menos, de 30;
- c) las poleas tensoras deben estar protegidas conforme al apartado 9.7;
- d) la tensión debe obtenerse por la acción de la gravedad;
- e) la tensión mínima debe controlarse con un dispositivo eléctrico de seguridad de conformidad con el apartado 14.1.2.

9.6.2 Para los ascensores en los que la velocidad nominal supera 3,5 m/s, además de cumplir con el apartado 9.6.1, debe utilizarse un dispositivo anti-rebote.

El accionamiento del dispositivo anti-rebote debe iniciar la parada de la máquina mediante un dispositivo eléctrico de seguridad conforme al apartado 14.1.2.

9.7 Protecciones de poleas de tracción, poleas y piñones

9.7.1 Las poleas de tracción, poleas y piñones deben dotarse de dispositivos que cumplan lo establecido en la tabla 2, para evitar:

- a) los accidentes corporales;
- b) la salida de los cables de sus gargantas, o cadenas de sus piñones, en caso de aflojamiento;
- c) la entrada de cuerpos extraños entre los cables y sus gargantas y entre las cadenas y sus piñones.

Tabla 2

Situación de poleas de tracción, poleas y piñones			Riesgos señalados en el apartado 9.7.1		
			a	b	c
Cabina	sobre el techo		x	x	x
	bajo el suelo			x	x
Contrapeso o masa de equilibrado				x	x
Cuarto de máquinas			x ²⁾	x	x ¹⁾
Cuarto de poleas				x	
Hueco	parte superior del hueco	sobre el gálibo de cabina	x	x	
		fuera del gálibo		x	
	entre foso y parte superior del hueco			x	x ¹⁾
	foso		x	x	x
Limitador de velocidad y su polea tensora				x	x ¹⁾
x El riesgo debe considerarse.					
1) Solamente se requiere si los cables/cadenas entran en la polea de tracción/piñón o en las poleas horizontalmente, o con un ángulo por encima de la horizontal hasta un máximo de 90°.					
2) La protección debe ser, como mínimo, un dispositivo que cubra las zonas de convergencia cables/cadenas y poleas/piñones.					

9.7.2 Los dispositivos utilizados deben construirse de forma que las partes rotatorias sean visibles y no deben obstaculizar las operaciones de inspección y mantenimiento. Si tienen perforaciones, las aberturas deben cumplir con la Norma EN 294, tabla 4.

Sólo debe ser necesario desmontarlos en los siguientes casos:

- a) sustitución de cables/cadenas;
- b) sustitución de polea/piñón;
- c) retorneado de gargantas.

9.8 Paracaídas

9.8.1 Disposiciones generales

9.8.1.1 La cabina debe estar provista de un paracaídas capaz de actuar en el sentido de descenso y capaz de detenerla con carga nominal a la velocidad de actuación del limitador de velocidad, incluso en el caso de rotura de los órganos de suspensión, sujetándola sobre sus guías y manteniéndola detenida en ellas.

Un paracaídas actuando en el sentido de subida puede utilizarse, si es conforme al apartado **9.10**.

NOTA – Los dispositivos de paracaídas deben estar, localizados preferentemente en la parte baja de la cabina.

9.8.1.2 En el caso previsto en el apartado **5.5 b)** el contrapeso o la masa de equilibrado deben también estar provistos de un paracaídas que no pueda actuar más que en el sentido de descenso del contrapeso o la masa de equilibrado, capaz de detenerlo a la velocidad de actuación del limitador de velocidad (o en caso de rotura de los órganos de suspensión en el caso particular del apartado **9.8.3.1**), sujetándolo sobre sus guías y manteniéndolo detenido en ellas.

9.8.1.3 El paracaídas se considera un componente de seguridad y debe verificarse de acuerdo con los requisitos del capítulo **F.3**.

9.8.2 Condiciones de utilización de los diferentes tipos de paracaídas

9.8.2.1 Los paracaídas de cabina deben ser de tipo progresivo si la velocidad nominal del ascensor es superior a 1 m/s. Pueden ser de:

- a) tipo instantáneo con efecto amortiguado si la velocidad nominal no supera 1 m/s;
- b) tipo instantáneo si la velocidad nominal no supera 0,63 m/s.

9.8.2.2 Si la cabina lleva varios paracaídas, todos ellos deben ser de tipo progresivo.

9.8.2.3 Los paracaídas del contrapeso o de la masa de equilibrado deben ser de tipo progresivo si la velocidad nominal supera 1 m/s. En caso contrario, pueden ser de tipo instantáneo.

9.8.3 Métodos de actuación

9.8.3.1 Los paracaídas de cabina, contrapeso o de la masa de equilibrado deben ser actuados por su propio limitador de velocidad.

Los paracaídas de contrapeso o de la masa de equilibrado pueden ser actuados por rotura de los órganos de suspensión o por un cable de seguridad, si la velocidad nominal no supera 1 m/s.

9.8.3.2 Los paracaídas no deben ser actuados por dispositivos eléctricos, hidráulicos o neumáticos.

9.8.4 Deceleración. Para los paracaídas progresivos, la deceleración media debe estar comprendida entre $0,2 g_n$ y $1 g_n$, en el caso de caída libre con la carga nominal en la cabina.

9.8.5 Desbloqueo

9.8.5.1 Después de la actuación del paracaídas, el desbloqueo debe requerir la intervención de personal competente.

9.8.5.2 El desbloqueo y la reposición automática del paracaídas de cabina, del contrapeso o de la masa de equilibrado sólo debe producirse desplazando la cabina, el contrapeso o la masa de equilibrado hacia arriba.

9.8.6 Condiciones constructivas

9.8.6.1 No se deben utilizar las cuñas o cajas de paracaídas como guíaderas.

9.8.6.2 El sistema de amortiguamiento utilizado para los paracaídas instantáneos con efecto amortiguado, debe ser de acumulación de energía con amortiguación del movimiento de retorno o de disipación de energía, y satisfacer los requisitos de los apartados **10.4.2** y **10.4.3**.

9.8.6.3 Si el paracaídas es regulable, el ajuste final debe sellarse.

9.8.7 Inclinación del suelo de la cabina. En caso de actuación del paracaídas, el suelo de la cabina con o sin carga uniformemente distribuida no debe inclinarse más del 5% respecto a su posición normal.

9.8.8 Control eléctrico. En caso de actuación del paracaídas de la cabina, un dispositivo eléctrico de seguridad de acuerdo con el apartado **14.1.2** montado sobre la misma debe ordenar la parada de la máquina antes o en el momento de accionamiento del paracaídas.

9.9 Limitador de velocidad

9.9.1 La actuación del limitador de velocidad para el paracaídas de cabina debe ocurrir a una velocidad al menos igual al 115% de la velocidad nominal y menor de:

- a) 0,8 m/s en paracaídas instantáneos no equipados con rodillos;
- b) 1 m/s en paracaídas instantáneos equipados con rodillos;
- c) 1,5 m/s en paracaídas instantáneos con efecto amortiguado y paracaídas progresivos utilizados con velocidades nominales iguales o inferiores a 1 m/s;
- d) $1,25 \cdot v + \frac{0,25}{v}$ en metros por segundo para paracaídas progresivos para velocidades nominales superiores a 1,0 m/s.

NOTA — Para los ascensores cuya velocidad nominal supere 1 m/s se recomienda elegir la velocidad de actuación más próxima al valor indicado en d).

9.9.2 Para los ascensores con gran carga nominal y velocidad nominal baja, los limitadores de velocidad deben diseñarse especialmente para este fin.

NOTA — Se recomienda elegir la velocidad de disparo lo más próxima posible al límite inferior indicado en el apartado **9.9.1**.

9.9.3 La velocidad de actuación de un limitador de velocidad que accione un paracaídas de contrapeso o masa de equilibrado, debe ser superior a la de actuación del limitador que accione el paracaídas de cabina según el apartado **9.9.1**, sin exceder esta velocidad en más de un 10%.

9.9.4 El esfuerzo de tracción provocado por el limitador de velocidad en el cable, como consecuencia de su actuación, debe ser como mínimo el mayor de los dos valores siguientes:

- a) el doble del esfuerzo necesario para actuar el paracaídas, o
- b) 300 N.

Los limitadores de velocidad que sólo utilicen la tracción para producir la fuerza deben tener gargantas que:

- a) hayan sido sometidas a un proceso adicional de endurecimiento, o
- b) tener una garganta desfondada conforme al apartado **M.2.2.1**.

9.9.5 En el limitador de velocidad debe marcarse el sentido de giro correspondiente a la actuación del paracaídas.

9.9.6 Cables de limitador de velocidad

9.9.6.1 El limitador de velocidad debe accionarse por un cable diseñado para tal fin.

9.9.6.2 La carga de rotura mínima del cable debe tener un coeficiente de seguridad de, al menos, 8 respecto a la fuerza de tracción producida en el cable del limitador de velocidad cuando éste actúa, tomando en consideración un coeficiente de fricción $\mu_{\text{máx.}}$ de 0,2 para el limitador de velocidad del tipo adherencia.

9.9.6.3 El diámetro nominal del cable debe ser 6 mm como mínimo.

9.9.6.4 La relación entre el diámetro primitivo de las poleas del limitador y el diámetro nominal del cable debe ser 30 como mínimo.

9.9.6.5 El cable del limitador de velocidad debe tensarse por medio de una polea tensora. Esta polea (o su pesa de tensión) debe estar guiada.

9.9.6.6 Durante la actuación del paracaídas, el cable del limitador de velocidad y sus amarres deben permanecer intactos, incluso en el caso de que la distancia de frenado sea superior a la normal.

9.9.6.7 El cable del limitador de velocidad debe desconectarse fácilmente del paracaídas.

9.9.7 Tiempo de respuesta. El tiempo de respuesta del limitador de velocidad, antes de su actuación, debe ser lo suficientemente corto para no permitir que pueda alcanzarse una velocidad peligrosa en el momento de la actuación del paracaídas (véase el apartado **F.3.2.4.1**).

9.9.8 Accesibilidad

9.9.8.1 El limitador de velocidad debe ser accesible y alcanzable para inspección y mantenimiento.

9.9.8.2 Si está situado en el hueco, el limitador de velocidad debe ser accesible y alcanzable desde el exterior del mismo.

9.9.8.3 El requisito definido en el apartado **9.9.8.2** no se aplica si se cumplen las tres condiciones siguientes:

- a) la actuación del limitador de velocidad de acuerdo con el apartado **9.9.9** se efectúa mediante un control remoto por cable desde el exterior del hueco, y donde la actuación involuntaria no es viable y donde el dispositivo de accionamiento no es accesible a personas no autorizadas, y
- b) el limitador de velocidad es accesible para inspección y mantenimiento desde el techo de la cabina o desde el foso, y
- c) el limitador de velocidad retorna automáticamente después de la actuación a la posición normal, cuando la cabina/contrapeso/masa de equilibrado se mueve en sentido de subida.

No obstante, las partes eléctricas pueden retornar a su posición normal mediante control remoto desde el exterior del hueco, lo que no debe influir en la función normal del limitador de velocidad.

9.9.9 Posibilidad de actuación del limitador de velocidad. Durante los controles o ensayos, debe ser posible provocar la actuación del paracaídas a una velocidad inferior a la indicada en el apartado **9.9.1**, actuando el limitador de velocidad de una forma segura.

9.9.10 Si el limitador es ajustable, debe sellarse su ajuste final.

9.9.11 Control eléctrico

9.9.11.1 El limitador de velocidad u otro dispositivo, debe mandar la parada de la máquina, por medio de un dispositivo eléctrico de seguridad en conformidad con el apartado **14.1.2**, antes de que la velocidad de la cabina alcance, en subida o bajada, la velocidad de actuación del limitador.

No obstante, para velocidades nominales que no excedan de 1 m/s, este dispositivo puede operar lo más tarde en el momento en que se alcanza la velocidad de actuación del limitador.

9.9.11.2 Si después del desbloqueo del paracaídas (véase el apartado **9.8.5.2**) el limitador de velocidad no queda en posición de funcionamiento, un dispositivo eléctrico de seguridad según el apartado **14.1.2** debe impedir la puesta en marcha del ascensor mientras el limitador de velocidad no esté en posición de funcionamiento. Este dispositivo debe, sin embargo, quedar inoperante en el caso previsto en el apartado **14.2.1.4 c) 2)**.

9.9.11.3 La rotura o aflojamiento excesivo del cable del limitador de velocidad debe ordenar la parada de la máquina por un dispositivo eléctrico de seguridad conforme al apartado **14.1.2**.

9.9.12 El limitador de velocidad se considera un componente de seguridad y debe verificarse de acuerdo con los requisitos del capítulo **F.4**.

9.10 Dispositivo de protección contra sobrevelocidad de la cabina en subida

El ascensor de tracción por adherencia debe preverse con medios de protección contra sobrevelocidad en subida de la cabina, conforme a lo siguiente:

9.10.1 Los dispositivos, comprendiendo los elementos de control de velocidad y reducción de velocidad, deben detectar el movimiento incontrolado en sentido ascendente de la cabina con un mínimo del 115% de la velocidad nominal y un máximo como se define en el apartado **9.9.3** y deben producir la parada de la cabina o, por lo menos, reducir su velocidad al valor para el que se ha diseñado el amortiguador del contrapeso.

9.10.2 Los dispositivos deben ser capaces de funcionar según lo indicado en el apartado **9.10.1** sin la asistencia de ningún otro componente del ascensor que, durante el funcionamiento normal, controla la velocidad o deceleración o la parada de la cabina, a no ser que ello esté previsto de forma redundante.

Una unión mecánica a la cabina, sea o no utilizada para otro propósito, puede utilizarse para ayundar en ese funcionamiento.

9.10.3 Los dispositivos no deben permitir una deceleración con cabina vacía superior a $1 g_n$ durante la fase de parada.

9.10.4 Los dispositivos deben actuar:

- a) sobre la cabina, o
- b) sobre el contrapeso, o
- c) sobre el sistema de cables (de suspensión o de compensación), o
- d) sobre la polea motriz (por ejemplo: directamente sobre la polea o en el mismo eje, en la inmediata vecindad de la polea).

9.10.5 Los dispositivos deben accionar un dispositivo eléctrico de seguridad, conforme al apartado **14.1.2**, si éste actúa.

9.10.6 Cuando los dispositivos se hayan activado, su desbloqueo debe requerir la intervención del personal competente.

9.10.7 El desbloqueo de los dispositivos no debe requerir el acceso a la cabina o al contrapeso.

9.10.8 Después de su desbloqueo, los dispositivos deben estar en condiciones de funcionar.

9.10.9 Si los dispositivos necesitan aporte exterior de energía para actuar, la ausencia de energía debe parar el ascensor y mantenerlo parado. Esto no se aplica para resortes de compresión guiados.

9.10.10 El elemento que controla la velocidad del ascensor y provoca la acción de los dispositivos de protección contra la sobrevelocidad en sentido ascendente debe accionar:

- a) un limitador conforme a los requisitos del apartado 9.9, o
- b) un dispositivo conforme a los apartados 9.9.1, 9.9.2, 9.9.3, 9.9.7, 9.9.8.1, 9.9.9 y 9.9.11.2, y donde se asegure la equivalencia con los apartados 9.9.4, 9.9.6.1, 9.9.6.2, 9.9.6.5, 9.9.10 y 9.9.11.3.

9.10.11 Los dispositivos de protección contra sobrevelocidad en sentido de subida de la cabina se consideran un componente de seguridad y debe verificarse conforme a los requisitos del capítulo F.7.

10 GUÍAS, AMORTIGUADORES Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD DE FINAL DE RECORRIDO

10.1 Disposiciones generales relativas a las guías

10.1.1 La resistencia de las guías, sus uniones y sus fijaciones debe ser suficiente para soportar las cargas y fuerzas a que se someten para asegurar un funcionamiento seguro del ascensor.

Los aspectos para un funcionamiento seguro del ascensor relativos a las guías, son:

- a) debe asegurarse el guiado de la cabina, del contrapeso y de la masa de equilibrado;
- b) las deformaciones deben limitarse hasta el punto de:
 - 1) no debe ocurrir un desbloqueo involuntario de las puertas;
 - 2) no debe afectar al funcionamiento de los dispositivos de seguridad; y
 - 3) no debe ser posible que unas partes móviles puedan colisionar con otras.

Los esfuerzos deben limitarse teniendo en cuenta la distribución de la carga nominal en la cabina como se indica en los capítulos G.2, G.3 y G.4 o de acuerdo con la utilización prevista como convenida (véase el apartado 0.2.5).

NOTA – El **anexo G** describe un método para seleccionar guías.

10.1.2 Esfuerzos y flechas admisibles

10.1.2.1 Los esfuerzos admisibles deben determinarse por:

$$\sigma_{\text{perm}} = \frac{R_m}{S_t}$$

donde

σ_{perm} es el esfuerzo admisible, en newtons por milímetro cuadrado;

R_m es la resistencia a la tracción, en newtons por milímetro cuadrado;

S_t es el coeficiente de seguridad.

El coeficiente de seguridad tiene que tomarse de la **tabla 3**.

Tabla 3
Coefficientes de seguridad para guías

Casos de carga	Alargamiento (A_5)	Coefficiente de seguridad
Carga en uso normal	$A_5 \geq 12\%$	2,25
	$8\% \leq A_5 \leq 12\%$	3,75
Funcionamiento del paracaídas	$A_5 \geq 12\%$	1,8
	$8\% \leq A_5 \leq 12\%$	3,0

Materiales con alargamientos menores del 8% se consideran demasiado frágiles y no deben utilizarse.

Para guías conformes a la Norma ISO 7465, pueden utilizarse los valores de σ_{perm} de la **tabla 4**.

Tabla 4
Esfuerzos admisibles σ_{perm}

Valores en newtons por milímetros cuadrados

Casos de carga	R_m		
	370	440	520
Carga en uso normal	165	195	230
Funcionamiento del paracaídas	205	244	290

10.1.2.2 Para guías de perfil en T, las deflexiones máximas calculadas y permitidas son las siguientes:

- 5 mm en ambas direcciones para las guías de cabina, contrapeso o masa de equilibrado, sobre los que actúan los paracaídas;
- 10 mm en ambas direcciones para las guías de cabina, contrapeso o masa de equilibrado sin actuación de paracaídas sobre ellos.

10.1.3 La fijación de las guías a sus soportes y al edificio debe permitir compensar, automáticamente o por simple ajuste, los efectos debidos al asentamiento normal del edificio y a la contracción del hormigón.

Debe evitarse una rotación de las fijaciones que podría liberar las guías.

10.2 Guiado de la cabina, del contrapeso o de la masa de equilibrado

10.2.1 La cabina, el contrapeso o la masa de equilibrado deben guiarse, por al menos dos guías rígidas de acero.

10.2.2 Las guías deben ser de acero estirado, o las superficies de rozamiento deben mecanizarse, si:

- la velocidad nominal excede de 0,4 m/s;
- independientemente de la velocidad, cuando se utilicen paracaídas progresivos.

10.2.3 Las guías para contrapesos/masas de equilibrado sobre las que no actúen paracaídas pueden ser de chapa metálica formada. Deben protegerse frente a la corrosión.

10.3 Amortiguadores de cabina y de contrapeso

10.3.1 Los ascensores deben suministrarse con amortiguadores colocados en el extremo inferior del recorrido de la cabina y del contrapeso.

El (los) punto(s) de acción del(los) amortiguador(es) debajo de la proyección de la cabina deben resultar obvios, por medio de un tope (pedestal) de altura que cumpla con el apartado **5.7.3.3**. Para amortiguadores con el centro del área de acción dentro de 0,15 m de las guías o dispositivos fijos similares, excluyendo las paredes, estos dispositivos se consideran como obstáculos.

10.3.2 Además de los requisitos del apartado **10.3.1**, los ascensores de tracción por arrastre deben estar provistos de amortiguadores en el techo de la cabina para funcionar en el límite superior del recorrido.

10.3.3 Los amortiguadores de acumulación de energía de características lineales o no lineales deben sólo emplearse si la velocidad nominal del ascensor no supera 1 m/s.

10.3.4 Los amortiguadores de acumulación de energía, con amortiguación del movimiento de retorno, sólo deben emplearse si la velocidad nominal del ascensor no excede 1,6 m/s.

10.3.5 Los amortiguadores de disipación de energía pueden emplearse para cualquier velocidad nominal del ascensor.

10.3.6 Los amortiguadores de tipo de acumulación de energía con característica no lineal y/o con movimiento de retorno amortiguado y de tipo de disipación de energía se consideran componentes de seguridad y deben verificarse según los requisitos del capítulo **F.5**.

10.4 Carrera de los amortiguadores de cabina y de contrapeso

Las carreras de los amortiguadores que se definen a continuación se ilustran en el **anexo L**.

10.4.1 Amortiguadores de acumulación de energía

10.4.1.1 Amortiguadores con características lineales

10.4.1.1.1 La carrera total posible de los amortiguadores debe ser, al menos, igual a dos veces la distancia de parada por gravedad correspondiente al 115% de la velocidad nominal ($0,135 v^2$)⁷⁾, estando expresada la carrera en metros.

Sin embargo, esta carrera no debe ser inferior a 65 mm.

10.4.1.1.2 Los amortiguadores deben diseñarse de manera que recorran la carrera definida en el apartado **10.4.1.1.1** bajo una carga estática comprendida entre 2,5 y 4 veces la suma de la masa de la cabina y su carga nominal (o la masa del contrapeso).

10.4.1.2 Amortiguadores con características no lineales

10.4.1.2.1 Los amortiguadores de acumulación de energía y características no lineales deben cumplir los siguientes requisitos:

- a) la deceleración media debe ser inferior o igual a $1 g_n$ cuando la cabina con su carga nominal choca con los amortiguadores de cabina, en caída libre y a una velocidad igual a 115% de la velocidad nominal;
- b) una deceleración de más de $2,5 g_n$ no debe exceder de 0,04 s;

7) $\frac{2 \cdot (1,15 v)^2}{2 \cdot g_n} = 0,1348 v^2$ redondeando a $0,135 v^2$.

- c) la velocidad de retorno de la cabina no debe exceder de 1 m/s;
- d) no debe haber deformación permanente después del accionamiento.

10.4.1.2.2 El término "totalmente comprimido" mencionado en los apartados **5.7.1.1**, **5.7.1.2**, **5.7.2.2**, **5.7.2.3** y **5.7.3.3** significa una compresión del 90% de la altura del amortiguador instalado.

10.4.2 Amortiguadores de acumulación de energía con amortiguamiento del movimiento de retorno. Para este tipo de amortiguador se aplican los requisitos del apartado **10.4.1**.

10.4.3 Amortiguadores de disipación de energía

10.4.3.1 La carrera total posible de los amortiguadores debe ser, al menos, igual a la distancia de parada por gravedad correspondiente al 115% de la velocidad nominal ($0,0674 v^2$) expresando la carrera en metros.

10.4.3.2 Cuando la reducción de velocidad del ascensor, en los extremos del recorrido, se controla por un dispositivo de acuerdo con el apartado **12.8**, se puede utilizar la velocidad a la cual la cabina (o el contrapeso) toma contacto con los amortiguadores, en lugar de la velocidad nominal, cuando se calcula la carrera del amortiguador según el apartado **10.4.3.1**. Sin embargo, la carrera no debe ser inferior a:

- a) la mitad de la carrera calculada según el apartado **10.4.3.1** si la velocidad nominal no excede de 4 m/s.

En ningún caso, esta carrera debe ser inferior a 0,42 m;

- b) un tercio de la carrera calculada según el apartado **10.4.3.1** si la velocidad nominal es superior a 4,0 m/s.

En ningún caso, esta carrera debe ser inferior a 0,54 m.

10.4.3.3 Los amortiguadores de disipación de energía deben cumplir los siguientes requisitos:

- a) la deceleración media debe ser igual o inferior a $1 g_n$ cuando la cabina a plena carga choca con los amortiguadores de cabina en caída libre a una velocidad de 115% de la velocidad nominal;
- b) una deceleración de más de $2,5 g_n$ no debe exceder de 0,04 s;
- c) no debe haber deformación permanente después del accionamiento.

10.4.3.4 El funcionamiento normal del ascensor debe estar subordinado al retorno de los amortiguadores a su posición normal extendida. El dispositivo utilizado para este control debe ser un dispositivo eléctrico de seguridad de acuerdo con el apartado **14.1.2**.

10.4.3.5 Cuando los amortiguadores son hidráulicos, deben construirse de forma que sea fácil comprobar el nivel del fluido.

10.5 Dispositivos de seguridad de final de recorrido

10.5.1 Generalidades. Deben instalarse dispositivos de seguridad de final de recorrido.

Los dispositivos de seguridad de final de recorrido deben actuar tan cerca como sea posible de los niveles de paradas extremas, sin que por ello exista el riesgo de provocar un corte accidental.

Estos dispositivos deben actuar antes de que la cabina (o el contrapeso, si existe) tome contacto con los amortiguadores. La acción de los dispositivos de final de recorrido debe persistir mientras que los amortiguadores están comprimidos.

10.5.2 Accionamiento de los dispositivos de seguridad de final de recorrido

10.5.2.1 Deben utilizarse dispositivos separados de actuación para la parada normal y los dispositivos de final de recorrido.

10.5.2.2 En el caso de ascensores de tracción por arrastre, el accionamiento de los dispositivos de seguridad de final de recorrido debe efectuarse por:

- a) un órgano ligado al movimiento de la máquina; o
- b) por la cabina y la masa de equilibrado, si existe ésta, en la parte superior del hueco; o
- c) por la cabina, en la parte alta y en la parte baja del hueco, si no existe masa de equilibrado.

10.5.2.3 En el caso de ascensor de tracción por adherencia, el accionamiento de los dispositivos de seguridad de final de recorrido debe efectuarse:

- a) directamente, por la cabina en la parte alta y en la parte baja del hueco; o
- b) indirectamente, por un órgano ligado a la cabina, por ejemplo: por cable, correa o cadena.

En el caso b), la rotura o el aflojamiento de esta ligazón debe mandar la parada de la máquina por la acción de un dispositivo de seguridad eléctrico de acuerdo con el apartado **14.1.2**.

10.5.3 Modo de actuación de los dispositivos de seguridad de final de recorrido

10.5.3.1 Los dispositivos de final de recorrido deben:

- a) en el caso de ascensores de tracción por arrastre, cortar directamente los circuitos que alimentan el motor y el freno, de acuerdo con el apartado **12.4.2.3.2** mediante separación positiva;
- b) en el caso de ascensores con tracción por adherencia, de una o dos velocidades:
 - 1) cortar los circuitos en las mismas condiciones que en a), mencionadas antes, o bien
 - 2) abrir por un dispositivo eléctrico de seguridad, que cumpla con el apartado **14.1.2**, el circuito que alimenta directamente las bobinas de dos contactores, de acuerdo con los apartados **12.4.2.3.1**, **12.7.1** y **13.2.1.1**;
- c) en el caso de ascensores de tensión variable o de variación continua de velocidad, se causa la parada rápida de la máquina, es decir, en el tiempo más corto posible compatible con el sistema.

10.5.3.2 Después del funcionamiento de un dispositivo de seguridad de final de recorrido, la puesta en servicio del ascensor no debe producirse de forma automática.

11 HOLGURAS ENTRE CABINA Y PARED ENFRENTADA A SU ACCESO, ASÍ COMO ENTRE CABINA Y CONTRAPESO O MASA DE EQUILIBRADO

11.1 Disposición general

Las holguras de funcionamiento especificadas en la norma deben mantenerse no sólo durante la inspección y los ensayos antes de la puesta en servicio del ascensor, sino durante toda su vida.

11.2 Holguras entre cabina y pared enfrentada a su acceso

Los siguientes requisitos se ilustran en las **figuras 4 y 5**.

11.2.1 La distancia horizontal entre la superficie interior del hueco del ascensor y la pisadera, el marco de la puerta de la cabina o el borde de cierre de las puertas correderas de la cabina no debe exceder de 0,15 m.

La distancia dada anteriormente:

- a) puede elevarse a 0,20 m sobre una altura no superior a 0,50 m;
- b) puede extenderse a 0,20 m sobre todo el recorrido, en el caso de ascensores para pasajeros y cargas en los que las puertas de piso deslizan verticalmente;
- c) no está limitada si la cabina tiene la puerta enclavada mecánicamente y sólo puede abrirse cuando se encuentra dentro de la zona de desenclavamiento de una puerta del piso.

El funcionamiento del ascensor debe ser dependiente, automáticamente, del bloqueo mecánico de la puerta de cabina, excepto en los casos cubiertos en el apartado 7.7.2.2. Este bloqueo debe comprender un dispositivo eléctrico de seguridad según el apartado 14.1.2.

11.2.2 La distancia horizontal entre la pisadera de cabina y la de las puertas de piso no debe exceder de 35 mm.

11.2.3 La distancia horizontal entre la puerta de cabina y las puertas de piso cerradas, o el intervalo que permite acceder entre las puertas durante toda la maniobra normal, no debe exceder de 0,12 m.

11.2.4 En el caso de la combinación de una puerta del piso batiente y puerta de cabina plegable no debe ser posible meter una esfera de 0,15 m de diámetro en ningún espacio entre las puertas cerradas.

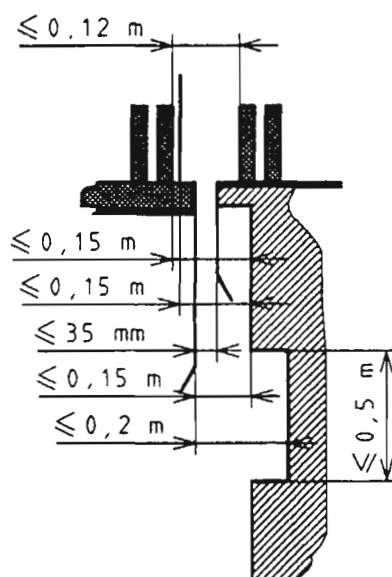


Fig. 4 – Holguras entre cabina y pared enfrentada a su acceso

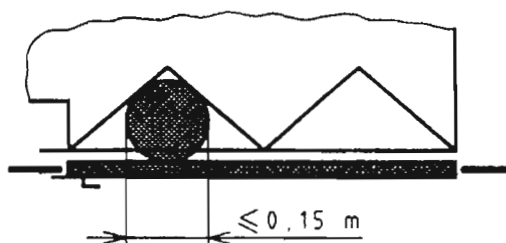


Fig. 5 – Holgura entre puerta batiente en piso y plegable en cabina

11.3 Holguras entre cabina, contrapeso o masa de equilibrado

La cabina y sus elementos asociados deben estar a una distancia de al menos 50 mm del contrapeso o masa de equilibrado (si existe) y sus elementos asociados.

12 MÁQUINA

12.1 Disposición general

Cada ascensor debe tener, al menos, una máquina propia.

12.2 Accionamiento de la cabina, del contrapeso o de la masa de equilibrado

12.2.1 Están autorizados los dos modos de accionamiento siguientes:

- a) por adherencia (empleando poleas de tracción y cables);
- b) por arrastre, es decir:
 - 1) empleando un tambor de arrollamiento y cables; o
 - 2) empleando piñones y cadenas.

La velocidad nominal no debe exceder de 0,63 m/s. No deben utilizarse contrapesos. Se permite la utilización de masa de equilibrado.

El cálculo de los elementos de accionamiento debe tener en cuenta la posibilidad de que el contrapeso de la cabina descanse sobre sus amortiguadores.

12.2.2 Pueden emplearse correas para acoplar el motor, o los motores, al órgano sobre el cual actúa el freno electromecánico (véase el apartado **12.4.1.2**). En este caso deben preverse un mínimo de dos correas.

12.3 Empleo de poleas o piñones en voladizo

Deben suministrarse dispositivos de acuerdo con el apartado **9.7**.

12.4 Sistema de frenado

12.4.1 Disposiciones generales

12.4.1.1 El ascensor debe estar provisto de un sistema de frenado que actúe automáticamente:

- a) en el caso de ausencia de energía en la red eléctrica;
- b) en caso de ausencia de tensión para los circuitos de maniobra.

12.4.1.2 El sistema de frenado debe tener un freno electromecánico (tipo fricción), pero pueden utilizarse, además, otros medios de frenado (eléctricos por ejemplo).

12.4.2 Freno electromecánico

12.4.2.1 Este freno debe ser capaz por sí solo de detener la máquina cuando la cabina desciende a su velocidad nominal con su carga nominal aumentada en un 25%. En estas condiciones, la deceleración de la cabina no debe superar la resultante de la actuación del paracaídas o del impacto contra los amortiguadores.

Todo componente mecánico del freno que intervenga en la aplicación del esfuerzo de frenado sobre el tambor o disco debe ser de doble ejemplar. Si uno de los elementos no funciona, debe continuar ejerciéndose un esfuerzo de frenado suficiente para decelerar la cabina con la carga nominal en sentido descendente yendo a la velocidad nominal.

Los núcleos del electroimán se consideran partes mecánicas, no así las bobinas.

12.4.2.2 El órgano sobre el que actúa el freno debe estar acoplado a la polea de tracción, o tambor o piñón mediante un enlace mecánico directo.

12.4.2.3 La apertura del freno debe estar asegurada, en funcionamiento normal, por la acción permanente de una corriente eléctrica.

12.4.2.3.1 El corte de esta corriente debe efectuarse al menos por medio de dos dispositivos eléctricos independientes, comunes o no, con los que realizar el corte de corriente que alimenta la máquina.

Si cuando se produce la parada del ascensor, uno de los contactores no ha abierto los contactos principales, debe impedirse un nuevo arranque, lo más tarde al próximo cambio del sentido del viaje.

12.4.2.3.2 Cuando el motor del ascensor puede funcionar como generador, debe ser imposible que el dispositivo eléctrico que acciona el freno se encuentre alimentado por el motor de accionamiento.

12.4.2.3.3 El frenado debe efectuarse sin retardo auxiliar desde la apertura del circuito eléctrico que libera el freno.

NOTA — La utilización de un diodo o de un condensador conectados directamente a los bornes de la bobina del freno no se considera un medio de retardo.

12.4.2.4 El freno de las máquinas provistas de un dispositivo de maniobra de socorro manual (véase el apartado **12.5.1**) se debe poder aflojar a mano y para mantenerlo en posición de apertura debe necesitar un esfuerzo constante.

12.4.2.5 La presión de frenado debe ejercerse por resortes guiados de compresión o por pesos.

12.4.2.6 No se deben utilizar frenos de cinta.

12.4.2.7 Las guarniciones de freno deben ser incombustibles.

12.5 Maniobra de socorro

12.5.1 Si el esfuerzo manual necesario para desplazar la cabina en subida con su carga nominal no supera 400 N, la máquina debe estar provista de medios manuales de maniobra de socorro, que permitan llevar a la cabina a un nivel de piso, por medio de un volante liso y suave.

12.5.1.1 Si este volante es desmontable, debe encontrarse en un lugar accesible del cuarto de máquinas. Debe marcarse convenientemente si hay riesgo de confusión sobre la máquina a que está destinado.

Al ir a colocar dicho volante en la máquina debe accionarse un dispositivo eléctrico de seguridad según el apartado **14.1.2**.

12.5.1.2 Debe ser posible controlar fácilmente desde el cuarto de máquinas si la cabina se encuentra en una zona de desenclavamiento. Este control puede realizarse, por ejemplo, por medio de marcas sobre los cables de suspensión o sobre el cable del limitador.

12.5.2 Si el esfuerzo definido en el apartado **12.5.1** es superior a 400 N debe preverse, en el cuarto de máquinas, una maniobra eléctrica de socorro de acuerdo con el apartado **14.2.1.4**.

12.6 Velocidad

La velocidad de la cabina, en movimiento de bajada a media carga nominal, en la zona media del recorrido y excluidos todos los periodos de aceleración y deceleración, no debe superar en más del 5% la velocidad nominal⁸⁾, estando la frecuencia de la red en su valor nominal y siendo la tensión aplicada al motor igual a la nominal del equipo.

Esta tolerancia también es de aplicación a la velocidad en el caso de:

- a) nivelación [véase el apartado 14.2.1.2 b)];
- b) renivelación [véase el apartado 14.2.1.2 c)];
- c) maniobra de inspección [véase el apartado 14.2.1.3 d)];
- d) maniobra eléctrica de socorro [véase el apartado 14.2.1.4 e)];
- e) maniobra de puesta a nivel de carga [véase el apartado 14.2.1.5 c)].

12.7 Parada y control de parada de la máquina

La parada de la máquina por la acción de un dispositivo eléctrico de seguridad, de acuerdo con el apartado 14.1.2, debe controlarse como se expresa a continuación.

12.7.1 Motores alimentados directamente por una red de corriente alterna o continua. La llegada de energía debe interrumpirse por dos contactores independientes cuyos contactos deben estar en serie sobre el circuito de alimentación. Si, durante la parada del ascensor, uno de los contactores no ha abierto los contactos principales, debe impedirse un nuevo arranque lo más tarde al próximo cambio de sentido de desplazamiento.

12.7.2 Accionamiento por el sistema "Ward-Leonard"

12.7.2.1 Excitación del generador alimentado por elementos clásicos. Dos contactores independientes deben cortar:

- a) el bucle motor-generador, o
- b) la excitación del generador, o
- c) un contactor el bucle y el otro la excitación del generador.

Si durante la parada del ascensor, uno de los contactores no ha abierto los contactos principales, debe impedirse un nuevo arranque como muy tarde en el siguiente cambio de sentido del desplazamiento.

En los casos b) y c) deben tomarse precauciones eficaces para evitar el giro del motor en el caso en que exista un campo remanente del generador (por ejemplo, circuito suicida).

12.7.2.2 Excitación del generador alimentado y controlado por elementos estáticos. Debe utilizarse uno de los medios siguientes:

- a) los mismos métodos previstos en el apartado 12.7.2.1;
- b) un sistema que comprenda:
 - 1) un contactor que corte la excitación del generador o el bucle motor-generador.

La bobina del contactor debe desconectarse al menos antes de cada cambio de sentido de desplazamiento. Si el contactor no se desconecta, debe impedirse un nuevo arranque del ascensor; y

8) Se considera buena práctica que, en las condiciones anteriores, la velocidad no sea inferior que el 8% de la velocidad nominal.

- 2) un dispositivo de control que bloquee el flujo de energía en los elementos estáticos; y
- 3) un dispositivo de vigilancia para verificar el bloqueo del flujo de energía durante cada parada del ascensor.

Si durante una parada normal, el bloqueo de energía por los elementos estáticos no es efectivo, el dispositivo de vigilancia debe hacer caer el contactor y debe impedirse un nuevo arranque del ascensor.

Deben tomarse precauciones eficaces para evitar la rotación del motor en el caso de que exista un campo remanente del generador (por ejemplo: circuito suicida).

12.7.3 Motores de corriente alterna o continua, alimentados y controlados por elementos estáticos. Debe emplearse uno de los dos procedimientos siguientes:

- a) dos contactores independientes que corten la llegada de energía al motor.

Si, durante la parada del ascensor, uno de los dos contactores no ha abierto los contactos principales, debe impedirse un nuevo arranque, como muy tarde, en el siguiente cambio de sentido del desplazamiento;

- b) un sistema que comprenda:

- 1) un contactor que corte la llegada de energía a todos los polos.

La bobina del contactor debe desconectarse al menos antes de cada cambio de sentido del desplazamiento. Si el contactor no se desconecta, debe impedirse un nuevo arranque del ascensor; y

- 2) un dispositivo de control que bloquee el flujo de energía en los elementos estáticos; y
- 3) un dispositivo de vigilancia para la comprobación del bloqueo de flujo de energía durante cada parada del ascensor.

Si durante una parada normal, el bloqueo de flujo de energía por los elementos estáticos no es efectivo, el dispositivo de vigilancia debe hacer que se desconecte el contactor y debe impedirse un nuevo arranque del ascensor.

12.7.4 Los dispositivos de control según el apartado **12.7.2.2 b) 2)** ó **12.7.3 b) 2)** y los dispositivos de vigilancia según el apartado **12.7.2.2 b) 3)** ó **12.7.3 b) 3)** no es necesario que sean circuitos de seguridad según el apartado **14.1.2.3**.

Estos dispositivos únicamente se deben utilizar si se cumplen los requisitos del apartado **14.1.1** para alcanzar comparabilidad con el apartado **12.7.3 a)**.

12.8 Control de reducción normal de velocidad de la máquina cuando se utiliza carrera reducida de los amortiguadores

12.8.1 En el caso del apartado **10.4.3.2** deben existir dispositivos que comprueben que la reducción de velocidad es efectiva antes de llegar al nivel de las paradas extremas.

12.8.2 Si la reducción de velocidad no es efectiva, estos dispositivos deben provocar la reducción de la velocidad de la cabina de manera que, si ella o el contrapeso entra en contacto con los amortiguadores, sea como máximo a la velocidad para la que se han calculado.

12.8.3 Si el control de reducción de velocidad no es independiente del sentido del viaje, un dispositivo debe controlar que el movimiento de la cabina corresponde con el sentido de viaje deseado.

12.8.4 Si estos dispositivos, o una parte de ellos, están colocados en el cuarto de máquinas:

- a) deben accionarse por un dispositivo conectado mecánicamente a la cabina;
- b) el conocimiento de la posición de la cabina no debe depender de dispositivos accionados por adherencia, fricción o motores síncronos;
- c) si se utiliza una conexión por cinta, cadena o cable, para la transmisión de la posición de la cabina al cuarto de máquinas, la rotura o aflojamiento del órgano de enlace debe ordenar la parada de la máquina por la acción de un dispositivo eléctrico de seguridad de acuerdo con el apartado **14.1.2**.

12.8.5 El mando y funcionamiento de estos dispositivos deben concebirse de tal manera que, junto con los elementos de funcionamiento normal del ascensor, resulte un sistema de control de reducción de velocidad que responda a los requisitos formulados en el apartado **14.1.2**.

12.9 Dispositivos de seguridad contra cables o cadenas flojos

En ascensores de tracción por arrastre debe haber un dispositivo de aflojamiento de cables/cadenas que accione un dispositivo eléctrico de seguridad conforme al apartado **14.1.2**. Este dispositivo puede ser el mismo que el que se requiere en el apartado **9.5.3**.

12.10 Limitador del tiempo de funcionamiento del motor

12.10.1 Los ascensores con sistema de tracción por adherencia deben tener un limitador del tiempo de funcionamiento del motor que provoque el corte de energía eléctrica y la mantenga cortada, si:

- a) la máquina no gira cuando se va a iniciar el arranque;
- b) la cabina/contrapeso se detiene en su movimiento de descenso por algún obstáculo que causa el deslizamiento de los cables sobre la polea motriz.

12.10.2 El limitador del tiempo de funcionamiento del motor, debe actuar en un tiempo que no exceda del valor más bajo de los dos siguientes:

- a) 45 s;
- b) el tiempo para realizar un recorrido completo, más 10 s, con un mínimo de 20 s si el recorrido completo es menos de 10 s.

12.10.3 El retorno al servicio normal sólo debe ser posible por una intervención manual. Después de un corte de alimentación no es necesario mantener la máquina parada cuando ésta se restablece.

12.10.4 El limitador del tiempo de funcionamiento del motor no debe afectar al desplazamiento de la cabina ni en la maniobra de inspección, ni en la maniobra eléctrica de socorro.

12.11 Protección de las máquinas

Deben preverse protecciones eficaces para las piezas giratorias accesibles que puedan ser peligrosas, en particular:

- a) chavetas y tornillos en los ejes;
- b) cintas, cadenas, correas;
- c) engranajes, piñones;
- d) ejes de motor salientes;
- e) limitadores de velocidad de bolas.

Se exceptúan las poleas de tracción provistas de protecciones según el apartado 9.7, volantes de llevada a planta, tambores de freno y piezas análogas redondas y lisas. Estas piezas deben pintarse en amarillo, al menos parcialmente.

13 INSTALACIÓN Y APARATOS ELÉCTRICOS

13.1 Disposiciones generales

13.1.1 Límites de aplicación

13.1.1.1 Los requisitos de esta norma, relativos a la instalación y a los componentes que integran el equipamiento eléctrico se aplican:

- a) al interruptor principal del circuito de potencia y a los circuitos derivados de él;
- b) al interruptor del alumbrado de la cabina y a los circuitos derivados de él.

El ascensor se debe considerar como un conjunto, de la misma forma que una máquina y su equipo eléctrico integrado.

NOTA – Las disposiciones reglamentarias nacionales relativas a los circuitos eléctricos de suministro se aplican sólo hasta los bornes de entrada de los interruptores anteriores. Sin embargo, se aplican a la totalidad de los circuitos de alumbrado y de toma de corriente del cuarto de máquinas, del cuarto de poleas, del hueco y del foso.

13.1.1.2 Los requisitos de esta norma, para los circuitos dependientes de los interruptores citados en el apartado 13.1.1.1 se basan, teniendo en cuenta imperativos propios de los ascensores en la medida de lo posible, en las normas existentes:

- a) a nivel internacional: CEI;
- b) a nivel europeo: CENELEC.

Cada vez que se utilice una de estas normas, se dan referencias junto con los límites de su aplicación.

Los equipos eléctricos empleados deben estar de acuerdo con las reglas del oficio aceptadas en materia de seguridad si no se ha dado información precisa.

13.1.1.3 La compatibilidad electromagnética debe cumplir con los requisitos de las Normas EN 12015 y EN 12016.

13.1.2 En los cuartos de máquinas y de poleas es necesaria una protección contra los contactos directos, por medio de protecciones cuyo grado sea de, al menos, IP 2X.

13.1.3 Resistencia de aislamiento de la instalación eléctrica (CENELEC HD 384.6.61 S1). La resistencia de aislamiento debe medirse entre cada conductor activo y tierra.

Los valores mínimos de resistencia de aislamiento deben tomarse de la **tabla 5**.

Tabla 5

Tensión nominal del circuito V	Tensión de ensayo (c.c.) V	Resistencia de aislamiento MΩ
MBTS (Muy Baja Tensión de Seguridad)	250	≥ 0,25
≤ 500	500	≥ 0,5
> 500	1 000	≥ 1,0

Cuando el circuito incluye dispositivos electrónicos, los conductores de fase y neutro deben conectarse juntos durante la medición.

13.1.4 El valor medio en corriente continua o el valor eficaz en corriente alterna de la tensión, entre conductores o entre conductores y tierra, no debe ser superior a 250 V para circuitos de control y seguridad.

13.1.5 El conductor de neutro y el de seguridad de tierra deben ser siempre distintos.

13.2 Contactores, contactores auxiliares, componentes de los circuitos de seguridad

13.2.1 Contactores y contactores auxiliares

13.2.1.1 Los contactores principales, es decir, los necesarios para la parada de la máquina según el apartado **12.7**, deben ser de las categorías siguientes, tal como se definen en la Norma EN 60947-4-1.

- a) AC-3 si se trata de contactores para motores alimentados por corriente alterna;
- b) DC-3 si se trata de contactores de potencia para corriente continua.

Estos contactores deben, por otra parte, permitir un 10% de arranques por impulsos.

13.2.1.2 Si, debido a la potencia a transmitir, se utilizan contactores auxiliares para el mando de los contactores principales, aquellos contactores auxiliares deben ser de las categorías siguientes, según se define por la Norma EN 60947-5-1.

- a) AC-15 si se trata de controlar electroimanes de corriente alterna;
- b) DC-13 si se trata de controlar electroimanes de corriente continua.

13.2.1.3 Tanto en los contactores principales vistos en el apartado **13.2.1.1** como en contactores auxiliares referidos en el apartado **13.2.1.2**, se admite como medidas tomadas para satisfacer el apartado **14.1.1.1** que:

- a) si uno de los contactos de apertura (normalmente cerrado) está cerrado, todos los contactos de cierre estén abiertos;
- b) si uno de los contactos de cierre (normalmente abierto) está cerrado, todos los contactos de apertura estén abiertos.

13.2.2 Componentes de los circuitos de seguridad

13.2.2.1 Cuando se utilizan contactores auxiliares de acuerdo con el apartado **13.2.1.2** como relés en un circuito de seguridad, se deben aplicar las hipótesis del apartado **13.2.1.3**.

13.2.2.2 Si los relés utilizados son tales que los contactos de apertura y de cierre no están nunca cerrados simultáneamente para ninguna posición de la armadura, se permite no considerar la posibilidad de atracción incompleta de la armadura móvil [véase el apartado **14.1.1.1 f)**].

13.2.2.3 Si existen aparatos conectados después de circuitos eléctricos de seguridad, deben responder a los requisitos del apartado **14.1.2.2.3** en lo que concierne a las líneas de fuga y distancias en el aire (pero no a la distancias de corte).

Este requisito no se aplica a los aparatos mencionados en los apartados **13.2.1.1**, **13.2.1.2** y **13.2.2.1** que responden a los requisitos de las Normas EN 60947-4-1 y EN 60947-5-1.

Para las placas de circuitos impresos, los requisitos mencionados en la **tabla H.1** (apartado **3.6**) les son de aplicación.

13.3 Protección de los motores y otros equipos eléctricos

13.3.1 Los motores conectados directamente a la red deben estar protegidos contra cortocircuitos.

13.3.2 Los motores directamente conectados a la red deben protegerse contra sobrecargas por medio de dispositivos de corte automático y de rearme manual (a excepción de los dispositivos previstos en el apartado **13.3.3**) que deben cortar la alimentación al motor en todos los conductores activos.

13.3.3 Cuando la sobrecarga del motor se detecta en función del aumento de temperatura en los devanados del motor, la interrupción de la alimentación del motor sólo debe efectuarse de acuerdo con el apartado **13.3.6**.

13.3.4 Las disposiciones de los apartados **13.3.2** y **13.3.3** son de aplicación a cada devanado del motor si éste tiene varios devanados alimentados por circuitos diferentes.

13.3.5 Cuando los motores de tracción se alimentan por generadores de corriente continua accionados por motores, los motores de tracción deben igualmente protegerse contra sobrecargas.

13.3.6 Si la temperatura de diseño en un dispositivo eléctrico equipado con un dispositivo de control de temperatura se excede y el ascensor no debiera seguir en servicio, entonces la cabina debe detenerse a nivel de piso, de forma que los pasajeros puedan salir de la cabina. Un retorno automático al funcionamiento normal sólo debe ocurrir si se produce un descenso suficiente de la temperatura.

13.4 Interruptores principales

13.4.1 Los cuartos de máquinas deben tener, para cada ascensor, un interruptor principal capaz de cortar la alimentación del ascensor en todos los conductores activos. Este interruptor debe ser capaz de cortar la intensidad más elevada que pueda existir en las condiciones de empleo normal del ascensor.

Este interruptor no debe cortar los circuitos que alimentan:

- a) el alumbrado de la cabina o de ventilación, si existe;
- b) la toma de corriente sobre el techo de la cabina;
- c) el alumbrado de los cuartos de máquinas y de poleas;
- d) la toma de corriente en el cuarto de máquinas, en el de poleas y en el foso;
- e) el alumbrado del hueco del ascensor;
- f) el dispositivo de petición de socorro.

13.4.2 El interruptor principal definido en el apartado **13.4.1** debe tener posiciones estables de conectado y desconectado, debiendo poder bloquearse en la posición de desconectado mediante un candado o equivalente, para impedir una conexión inadvertida.

El órgano de mando del interruptor principal debe ser rápida y fácilmente accesible desde la(s) entrada(s) al cuarto de máquinas. Si el cuarto de máquinas es común a varios ascensores, debe permitirse una fácil identificación del ascensor que corresponde a cada interruptor.

Si el cuarto de máquinas tiene varios accesos o si existen para un mismo ascensor varios cuartos de máquinas, cada uno con su(s) acceso(s), puede utilizarse un contactor-disyuntor cuya desconexión debe controlarse por un dispositivo de seguridad eléctrico, de acuerdo con el apartado **14.1.2**, insertado en el circuito de alimentación de la bobina del contactor-disyuntor.

La reconexión del contactor-disyuntor no debe efectuarse más que por mediación del dispositivo que ha provocado su desconexión. Además de este contactor-disyuntor debe existir en serie un interruptor aislador controlado manualmente.

13.4.3 En el caso de una batería de ascensores cuando, después del corte del interruptor principal para un ascensor, una parte de los circuitos de maniobra queda bajo tensión, estos se circuitos deben poder aislar por separado, desde el cuarto de máquinas, si es necesario cortando la alimentación de todos los ascensores de la batería.

13.4.4 Los condensadores para corregir el factor de potencia, si existen, deben conectarse antes del interruptor principal del circuito de potencia.

Si existe riesgo de sobretensión, por ejemplo, cuando los motores están alimentados por cables de gran longitud, el interruptor del circuito de potencia debe cortar, también, la conexión de los condensadores.

13.5 Cableado eléctrico

13.5.1 En los cuartos de máquinas, de poleas y en los huecos de los ascensores, los conductores y cables (exceptuando los cordones de maniobra) deben elegirse entre los normalizados por CENELEC y de una calidad, al menos, equivalente a los definidos por los Documentos HD 21.3 S3 y HD 22.4 S3 teniendo en cuenta las indicaciones del apartado **13.1.1.2**.

13.5.1.1 Los conductores conforme a CENELEC HD 21.3 S3, partes 2 (H07V-U y H07V-R), 3 (H07V-K), 4 (H05V-U) y 5 (H05V-K) sólo se deben utilizar, con la condición de que sean instalados dentro de tubos (o canalizaciones) metálicos o plásticos o protegiéndolos de forma equivalente.

NOTA – Estas disposiciones sustituyen a las de la guía de empleo que figura en el anexo I del Documento CENELEC HD 21.1 S3.

13.5.1.2 Los cables rígidos de acuerdo con 2 del Documento CENELEC HD 21.4 S2 sólo se deben utilizar en montajes fijos visibles, fijados a las paredes del hueco (o del cuarto de máquinas) o instalados dentro de conductos, canalizaciones o dispositivos análogos.

13.5.1.3 Los cables flexibles ordinarios, tales como aquéllos de acuerdo con 3 (H05RR-F) del Documento CENELEC HD 22.4 S3 y 5 (H05VV-F) del CENELEC HD 21.5 S3, sólo se deben utilizar dentro de conductos, canalizaciones o dispositivos que aseguran una protección equivalente.

Los cables flexibles que tengan un revestimiento grueso, como los que cumplen con 5 (H07RN-F) del Documento CENELEC HD 22.4 S3 pueden utilizarse como cables rígidos en las condiciones definidas en el apartado **13.5.1.2** y para la unión a un aparato móvil (a excepción de los cordones de maniobra para la conexión a la cabina), o si los cables están sometidos a vibraciones.

Los cordones de maniobra conformes a la Norma EN 50214 y al Documento HD 360 S2 deben aceptarse como cables de unión a la cabina, dentro de los límites fijados en estos documentos. En todos los casos los cordones de maniobra escogidos deben tener una calidad al menos equivalente.

13.5.1.4 Los requisitos de los apartados **13.5.1.1**, **13.5.1.2** y **13.5.1.3** no necesitan aplicarse:

- a) a los conductores o cables no conectados a los dispositivos de seguridad eléctricos de las puertas de piso con la condición de que:
 - 1) no se desarrolle una potencia nominal superior a 100 VA;
 - 2) la tensión entre polos (o fases) o entre un polo (o una de las fases) y tierra, a la que están normalmente sometidos, sea inferior o igual a 50 V;
- b) al cableado de los dispositivos de maniobra o de distribución dentro de los armarios o sobre los cuadros de maniobra:
 - 1) entre las diferentes partes del equipo eléctrico, o
 - 2) entre esas piezas del equipo.

13.5.2 Sección de los conductores. La sección de los conductores de los dispositivos eléctricos de seguridad de las puertas no debe ser inferior a $0,75 \text{ mm}^2$ para asegurar su resistencia mecánica.

13.5.3 Modo de instalación

13.5.3.1 La instalación eléctrica debe estar provista de las indicaciones necesarias para facilitar su comprensión.

13.5.3.2 Las conexiones, bornes de conexión y conectores, exceptuando aquellos definidos en el apartado **13.1.2** deben situarse en armarios, cajas o bastidores previstos a este efecto.

13.5.3.3 Cuando, después del corte del interruptor o interruptores principales del ascensor, quedan bornes de conexión bajo tensión, deben estar claramente separados de los que no están bajo tensión, y si esta tensión es superior a 50 V, deben estar convenientemente señalados.

13.5.3.4 Los bornes de conexión cuya interconexión fortuita pueda ser causa de un funcionamiento peligroso del ascensor, deben estar claramente separados, a menos que su constitución no permita este riesgo.

13.5.3.5 Para asegurar la continuidad de la protección mecánica, los revestimientos protectores de los conductores y cables deben penetrar completamente en las cajas de los interruptores y aparatos o tener un manguito apropiado en sus extremos.

NOTA – Los marcos cerrados de las puertas de piso y las de las cabinas se consideran cajas de aparatos.

Sin embargo, si existe riesgo de deterioro mecánico, ocasionado por los elementos en movimiento o por la aspereza de los bordes del marco mismo, los conductores conectados a los dispositivos eléctricos de seguridad deben estar protegidos mecánicamente.

13.5.3.6 Si un mismo conducto o cable contiene conductores cuyos circuitos están bajo tensiones diferentes, todos los conductores o hilos del cable deben tener el aislamiento especificado para la tensión más elevada.

13.5.4 Conectores. Los conectores y los aparatos enchufables situados en circuitos de seguridad deben concebirse y realizarse de manera que, si una interconexión errónea pudiera conllevar un funcionamiento peligroso del ascensor, y no se requiera la utilización de una herramienta, sea imposible conectarla incorrectamente.

13.6 Alumbrado y enchufes de toma de corriente

13.6.1 La alimentación del alumbrado eléctrico de la cabina, del hueco y de los cuartos de máquinas y poleas debe ser independiente de la alimentación de la máquina, bien provenga de otro circuito o se tome de la que alimenta la máquina antes del interruptor general o de los interruptores principales previstos en el apartado **13.4**.

13.6.2 La alimentación de los enchufes de toma de corriente previstos sobre el techo de la cabina, en los cuartos de máquinas y de poleas y en el foso, debe tomarse de los circuitos previstos en el apartado **13.6.1**.

Estos enchufes de toma de corriente son:

- a) enchufes del tipo 2 P + PE, 250 V, alimentados directamente, o
- b) enchufes alimentados a muy baja tensión de seguridad, MBTS, de acuerdo con el Documento CENELEC HD 384.4.41 S2, apartado 411.

La utilización de los enchufes de toma de corriente anteriores no implica que el cable de alimentación tenga una sección correspondiente a la intensidad nominal del enchufe de toma de corriente. La sección de los conductores puede ser menor si está prevista la correcta protección de los conductores contra sobreintensidades.

13.6.3 Corte de los circuitos de alumbrado y enchufes de toma de corriente

13.6.3.1 Un interruptor debe permitir cortar la alimentación del circuito de alumbrado y de los enchufes de toma de corriente de cabina. Si el cuarto de máquinas tiene varias máquinas, hace falta un interruptor para cada cabina. Este interruptor debe colocarse en la proximidad del interruptor principal de potencia correspondiente.

13.6.3.2 En el cuarto de máquinas debe situarse un interruptor o dispositivo similar cerca de la(s) entrada(s) para controlar el suministro de alumbrado.

Para la iluminación del hueco debe haber interruptores o dispositivos similares en el cuarto de máquinas y en el foso, de manera que la iluminación del hueco pueda activarse desde ambos lugares.

13.6.3.3 Cada circuito controlado por los interruptores previstos en los apartados **13.6.3.1** y **13.6.3.2** debe tener su propia protección particular contra cortocircuitos.

14 PROTECCIÓN CONTRA FALLOS ELÉCTRICOS; MANDOS; PRIORIDADES

14.1 Análisis de fallos y dispositivos eléctricos de seguridad

14.1.1 Análisis de fallos. Cualquiera de los fallos individuales señalados en el apartado **14.1.1.1** en el equipo eléctrico del ascensor, si no puede excluirse por las condiciones descritas en el apartado **14.1.1.2** y/o por el **anexo H**, no debe, por sí solo, ser la causa de un funcionamiento peligroso del ascensor.

Para circuitos de seguridad, véase el apartado **14.1.2.3**.

14.1.1.1 Fallos considerados:

- a) ausencia de tensión;
- b) caída de tensión;
- c) pérdida de continuidad de un conductor;
- d) fallo de aislamiento con relación a masa o tierra;
- e) cortocircuito o interrupción en un circuito, cambio del valor o función en un componente eléctrico como resistencia, condensador, transistor, lámpara, etc.;
- f) no atracción o atracción incompleta de la armadura móvil de un contactor o de un relé;
- g) no caída de la armadura móvil de un contactor o de un relé;
- h) no apertura de un contacto;
- i) no cierre de un contacto;
- j) inversión de fases.

14.1.1.2 La no apertura de un contacto puede no considerarse si se trata de contactos de seguridad que cumplen los requisitos del apartado **14.1.2.2**.

14.1.1.3 La aparición de una derivación a masa, o a tierra, en un circuito que contiene un dispositivo eléctrico de seguridad debe:

- a) causar la parada inmediata de la máquina, o
- b) impedir un arranque de la máquina después de la primera parada normal.

La puesta en servicio sólo debe ser posible mediante actuación manual.

14.1.2 Dispositivos eléctricos de seguridad

14.1.2.1 Disposiciones generales

14.1.2.1.1 Durante el funcionamiento de uno de los dispositivos eléctricos de seguridad, cuya lista figura en el **anexo A**, debe impedirse el arranque de la máquina, o debe ordenar su parada inmediata como se indica en el apartado **14.1.2.4**.

Los dispositivos eléctricos de seguridad deben consistir en:

- a) uno o varios contactos de seguridad de acuerdo con el apartado **14.1.2.2** que corten directamente la alimentación de los contactores referidos en el apartado **12.7** o de sus contactores auxiliares;
- b) o bien por medio de circuitos de seguridad de acuerdo con el apartado **14.1.2.3** que consisten en uno o una combinación de lo siguiente:
 - 1) uno o varios contactos de seguridad de acuerdo con el apartado **14.1.2.2** que no corten directamente la alimentación de los contactores previstos en el apartado **12.7** o sus contactores auxiliares o;
 - 2) contactos que no cumplan con los requisitos del apartado **14.1.2.2**;
 - 3) componentes según el **anexo H**.

14.1.2.1.2 (Disponible).

14.1.2.1.3 Salvo excepciones permitidas en esta norma (véanse los apartados **14.2.1.2**, **14.2.1.4** y **14.2.1.5**) ningún equipo eléctrico debe conectarse en paralelo con un dispositivo eléctrico de seguridad.

Sólo se permiten conexiones en diferentes puntos de la cadena de seguridad, para toma de información. Los dispositivos utilizados para este propósito deben cumplir los requisitos para los circuitos de seguridad del apartado **14.1.2.3**.

14.1.2.1.4 Los efectos de inducciones o acoplamientos capacitivos propios o externos, no deben causar fallos de los dispositivos eléctricos de seguridad.

14.1.2.1.5 Una señal de salida procedente de un dispositivo eléctrico de seguridad no debe alterarse por una señal externa procedente de otro dispositivo eléctrico conectado al circuito, hasta el punto que pueda resultar una situación peligrosa.

14.1.2.1.6 En los circuitos de seguridad que contienen varios canales paralelos, todas las informaciones, a excepción de las necesarias para el control de paridad, deben transmitirse por un solo canal.

14.1.2.1.7 Los circuitos que contienen un registro o una temporización no deben, incluso en caso de fallo, impedir o retardar sensiblemente la parada de la máquina cuando funciona un dispositivo eléctrico de seguridad, es decir, la parada debe ocurrir en el tiempo más corto posible compatible con el sistema.

14.1.2.1.8 Se debe impedir la aparición de señales falsas en las salidas de los dispositivos eléctricos de seguridad debidas a los efectos de conmutación, por la constitución y el conexionado de las unidades internas de alimentación.

14.1.2.2 Contactos de seguridad

14.1.2.2.1 El funcionamiento de un contacto de seguridad debe producirse por separación mecánica de los órganos de corte. Esta separación debe producirse incluso si los contactos se han soldado juntos.

El diseño del contacto de seguridad debe ser tal que los riesgos de cortocircuito, en el caso de fallo de uno de sus componentes, se reduzcan al mínimo.

NOTA — La maniobra positiva de apertura se alcanza cuando todos los elementos del contacto de apertura se llevan a su posición de apertura y durante una parte esencial de su recorrido no hay ninguna unión deformable (de resortes, por ejemplo) entre los contactos móviles y el punto del órgano controlado al cual se le aplique el esfuerzo.

14.1.2.2.2 Los contactos de seguridad deben preverse para una tensión de aislamiento nominal de 250 V si las cubiertas aseguran un grado mínimo de protección IP 4X, o de 500 V si el grado de protección de la cubierta es inferior al IP 4X.

Los contactos de seguridad deben pertenecer a las siguientes categorías, definidas en la Norma EN 60947-5-1:

- a) AC-15, si se trata de contactos de seguridad insertados en circuitos de corriente alterna;
- b) DC-13, si se trata de contactos de seguridad insertados en circuitos de corriente continua.

14.1.2.2.3 Si el grado de protección es igual o menor de IP 4X, las distancias en el aire deben ser, al menos, 3 mm y las líneas de fuga deben ser 4 mm como mínimo y la distancia, de corte de los contactos debe ser de 4 mm al menos, después de la separación. Si la protección es mayor de IP 4X, las líneas de fuga pueden reducirse a 3 mm.

14.1.2.2.4 En el caso de rupturas múltiples, la distancia después de la separación entre contactos debe ser de 2 mm como mínimo.

14.1.2.2.5 Una abrasión del material conductor no debe dar lugar al cortocircuito de los contactos.

14.1.2.3 Circuitos de seguridad

14.1.2.3.1 Los circuitos de seguridad deben cumplir con los requisitos del apartado 14.1.1 relativos a la aparición de un fallo.

14.1.2.3.2 Por otra parte, tal como ilustra la figura 6, se deben aplicar los siguientes requisitos:

14.1.2.3.2.1 Si un fallo combinado con un segundo fallo puede conducir a una situación peligrosa, el ascensor debe pararse, como muy tarde, al llegar a la siguiente secuencia en la que el primer elemento que falla debería articular.

No debe ser posible ningún nuevo movimiento del ascensor durante el tiempo en el que el fallo persista.

La eventualidad de la aparición del segundo fallo después del primero, y antes de que el ascensor haya parado por la secuencia mencionada más arriba, no se contempla.

14.1.2.3.2.2 Si dos fallos, por sí mismos, no conducen a una situación peligrosa, pero combinados con un tercero puede conducir a ella, el ascensor debe pararse, como muy tarde, en la siguiente secuencia de funcionamiento en la que uno de los elementos que fallan debería participar.

No se ha considerado la posibilidad de la aparición del tercer fallo, provocando una situación peligrosa, antes de que se haya provocado la parada por la secuencia mencionada.

14.1.2.3.2.3 Si la combinación de más de tres fallos es posible, entonces el circuito de seguridad debe diseñarse con múltiples canales y un circuito de control debe verificar la igualdad de los estados de los canales.

Si se detectan estados diferentes, el ascensor debe detenerse.

En el caso de dos canales, la función del circuito de control debe comprobarse, como muy tarde, antes de un nuevo arranque del ascensor y, en caso de fallo, el nuevo arranque no debe ser posible.

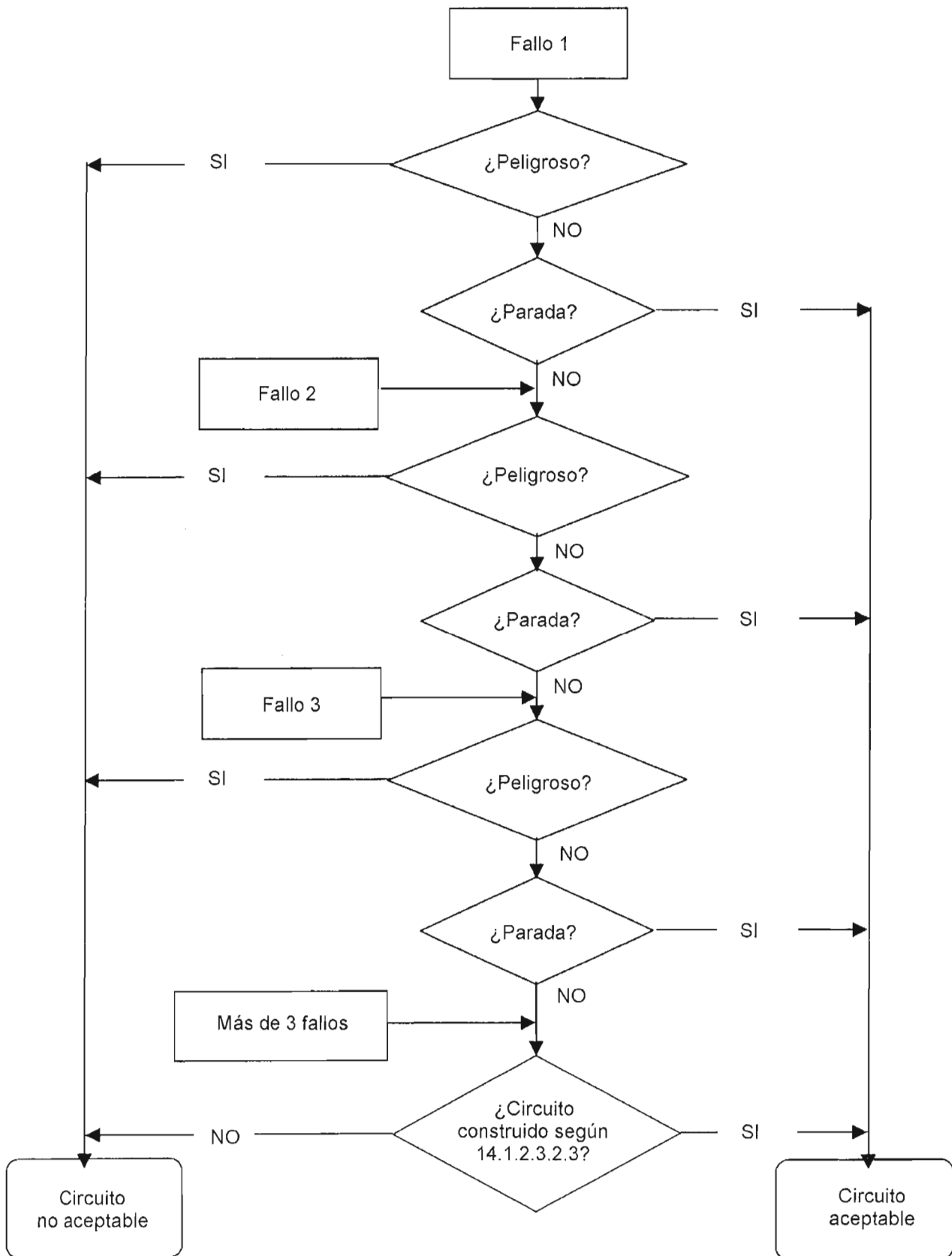


Fig. 6 – Esquema para la evaluación de un circuito de seguridad

14.1.2.3.2.4 Después de una interrupción de la energía de la red, no es necesario que el ascensor se mantenga parado a condición de que la próxima parada sea provocada en los casos cubiertos por los apartados **14.1.2.3.2.1** al **14.1.2.3.2.3**.

14.1.2.3.2.5 En el caso de circuitos de tipo redundante deben tomarse medidas para limitar en lo posible el riesgo de que por una causa única se puedan producir defectos simultáneamente en más de un circuito.

14.1.2.3.3 Los circuitos de seguridad que contengan componentes electrónicos, se consideran componentes de seguridad que deben verificarse según los requisitos del capítulo **F.6**.

14.1.2.4 Funcionamiento de los dispositivos eléctricos de seguridad. Un dispositivo eléctrico de seguridad debe impedir el arranque de la máquina o mandar inmediatamente su parada, para garantizar la seguridad. La alimentación eléctrica del freno debe cortarse igualmente.

Los dispositivos eléctricos de seguridad deben actuar directamente sobre los equipos que controlan el suministro de energía a la máquina, de acuerdo con los requisitos del apartado **12.7**.

Si, por la potencia a transmitir se utilizan contactores auxiliares para el mando de la máquina, éstos deben considerarse como aparatos que controlan directamente la llegada de energía a la máquina para el arranque y la parada.

14.1.2.5 Actuación de los dispositivos eléctricos de seguridad. Los órganos que accionan los dispositivos eléctricos de seguridad deben realizarse de manera que puedan continuar funcionando adecuadamente incluso si están sometidos a esfuerzos mecánicos resultantes de un funcionamiento normal continuo.

Si los órganos que mandan los dispositivos eléctricos de seguridad son, por su disposición, accesibles a personas, deben estar realizados de tal forma que no puedan quedar inoperantes por medios simples.

NOTA – Un imán o un puente no se consideran medios simples.

En caso de circuitos de seguridad redundantes, debe asegurarse por disposiciones mecánicas o geométricas de los elementos transmisores que un fallo mecánico no cause la pérdida de la redundancia.

Los requisitos del apartado **F.6.3.1.1** se aplican a los elementos transmisores de los circuitos de seguridad.

14.2 Controles

14.2.1 Control de las maniobras del ascensor. El control debe efectuarse eléctricamente.

14.2.1.1 Control de maniobra normal. Este control debe realizarse por medio de pulsadores o dispositivos similares, tales como controles de contacto, tarjetas magnéticas, etc. Éstos deben colocarse en cajas de manera que ninguna pieza bajo tensión resulte accesible al usuario.

14.2.1.2 Control de nivelación y renivelación con puertas abiertas. En el caso particular previsto en el apartado **7.7.2.2 a)** se admite el desplazamiento de la cabina, con las puertas de piso y de cabina abiertas, para las operaciones de nivelación y renivelación, siempre que:

a) este desplazamiento esté limitado a la zona de desenclavamiento (véase el apartado **7.7.1**):

- 1) todo movimiento de la cabina fuera de la zona de desenclavamiento debe impedirse por, al menos, un dispositivo de conmutación en el puente o el shunt de la puerta y de los dispositivos eléctricos de seguridad de los enclavamientos;
- 2) este dispositivo de conmutación debe:
 - ser un contacto de seguridad acorde con el apartado **14.1.2.2**, o
 - estar conectado de tal forma que cumpla con los requisitos del apartado **14.1.2.3** sobre los circuitos de seguridad;

- 3) si el funcionamiento del dispositivo de conmutación depende de un dispositivo ligado mecánica e indirectamente a la cabina, por ejemplo por cable, correa o cadena, la rotura o aflojamiento del órgano de enlace debe ordenar la parada de la máquina por la acción de un dispositivo eléctrico de seguridad de acuerdo con el apartado **14.1.2**;
 - 4) los dispositivos que dejan inoperante los dispositivos eléctricos de seguridad de las puertas durante las operaciones de nivelación, no deben intervenir más que cuando se ha ordenado la parada al nivel de un piso;
- b) la velocidad de nivelación no supera 0,8 m/s. En los ascensores cuyas puertas de piso son de accionamiento manual debe controlarse, además:
- 1) que está energizado el circuito de control solamente para el movimiento a baja velocidad, en máquinas cuya velocidad máxima de rotación está definida por la frecuencia fija de la red;
 - 2) que la velocidad, en el momento en que se llega a la zona de desenclavamiento, no excede de 0,8 m/s en las demás máquinas;
- c) la velocidad de renivelación no supera 0,3 m/s. Debe controlarse:
- 1) que el circuito de control únicamente para el movimiento a baja velocidad está energizado en las máquinas cuya velocidad máxima de rotación está definida por la frecuencia fija de la red;
 - 2) que la velocidad de renivelación no supere 0,3 m/s en las máquinas cuyos circuitos de potencia están alimentados por convertidores estáticos.

14.2.1.3 Control de la maniobra de inspección. Debe instalarse una estación de control sobre el techo de la cabina, fácilmente accesible, con el fin de facilitar las operaciones de inspección y mantenimiento. La puesta en servicio de este dispositivo debe hacerse por un conmutador (conmutador de maniobra de inspección), que satisfaga los requisitos de los dispositivos eléctricos de seguridad (véase el apartado **14.1.2**).

Este conmutador, que debe ser biestable, debe protegerse contra toda acción involuntaria.

Deben satisfacerse simultáneamente las siguientes condiciones:

- a) la conexión de la maniobra de inspección debe neutralizar:
- 1) el efecto de los controles normales, incluido de cualquier puerta el funcionamiento automática;
 - 2) la maniobra eléctrica de socorro (véase el apartado **14.2.1.4**);
 - 3) la maniobra de puesta a nivel de carga (véase el apartado **14.2.1.5**).

La puesta del ascensor en marcha normal no se debe poder efectuar más que por una nueva acción sobre el conmutador de inspección.

Si los dispositivos de conmutación, utilizados para esta neutralización no son contactos de seguridad solidarios integrados en el mecanismo del conmutador de inspección, deben tomarse medidas para impedir cualquier desplazamiento involuntario de la cabina cuando aparezca en el circuito uno de los fallos vistos en el apartado **14.1.1.1**;

- b) el movimiento de la cabina debe estar subordinado a una presión constante sobre un botón protegido contra toda acción involuntaria, con el sentido de la marcha claramente indicado;
- c) el dispositivo de mando debe incorporar un dispositivo de parada de acuerdo con el apartado **14.2.2**;
- d) la velocidad de la cabina no debe ser superior a 0,63 m/s;
- e) las posiciones extremas de la cabina, en funcionamiento normal, no deben rebasarse;
- f) el funcionamiento del ascensor debe quedar bajo el control de los dispositivos de seguridad.

La estación de control puede incorporar también interruptores especiales, protegidos contra toda acción involuntaria, que permitan el control del mecanismo accionador de puertas desde el techo de la cabina.

14.2.1.4 Control de la maniobra eléctrica de socorro. Para las máquinas cuyo esfuerzo manual para desplazar la cabina en subida con su carga nominal rebase 400 N debe instalarse en el cuarto de máquinas un conmutador de maniobra eléctrica de socorro de acuerdo con el apartado 14.1.2. La alimentación de la máquina debe hacerse desde la red normal o desde una fuente de energía de reserva, si existe.

Deben satisfacer simultáneamente las siguientes condiciones:

- a) la actuación del conmutador de maniobra eléctrica de socorro debe permitir, desde el cuarto de máquinas, el control del movimiento de la cabina, mediante una presión constante sobre botones protegidos contra toda acción involuntaria. El sentido de marcha debe estar claramente indicado;
- b) después de la actuación del conmutador de maniobra eléctrica de socorro deben impedirse todos los movimientos de la cabina excepto los controlados por este conmutador.

Los efectos de la maniobra eléctrica de socorro deben quedar inoperantes por la conexión de la maniobra de inspección;

- c) el conmutador de maniobra eléctrica de socorro debe dejar inoperantes, por sí mismo o por otros dispositivos eléctricos de seguridad conformes con el apartado 14.1.2, los siguientes dispositivos eléctricos:
 - 1) los montados sobre el paracaídas, según el apartado 9.8.8;
 - 2) los del limitador de velocidad, según los apartados 9.9.11.1 y 9.9.11.2;
 - 3) los montados sobre los medios de protección contra la sobrevelocidad en subida, según el apartado 9.10.5;
 - 4) los conmutadores de final de recorrido, de acuerdo con el apartado 10.5;
 - 5) los montados sobre los amortiguadores, según el apartado 10.4.3.4;
- d) el conmutador de maniobra eléctrica de socorro y sus botones deben situarse de manera que se pueda observar bien la máquina cuando se accionan;
- e) no debe efectuarse el desplazamiento de la cabina a una velocidad superior a 0,63 m/s.

14.2.1.5 Control de la maniobra de puesta a nivel de carga. En el caso particular previsto en el apartado 7.7.2.2 b), se permite el desplazamiento de la cabina con las puertas de piso y cabina abiertas, para permitir la carga y descarga de los ascensores, en las siguientes condiciones:

- a) no debe ser posible el desplazamiento de la cabina más que en una zona máxima de 1,65 m por encima del nivel del piso correspondiente;
- b) el desplazamiento de la cabina debe limitarse por un dispositivo eléctrico de seguridad direccional de acuerdo con el apartado 14.1.2;
- c) la velocidad de desplazamiento no debe superar 0,3 m/s;
- d) la puerta del piso y la puerta de cabina no deben estar abiertas más que del lado de carga y descarga;
- e) la zona de desplazamiento se debe poder observar bien desde el lugar de control de la maniobra de puesta a nivel de carga;
- f) la maniobra de la puesta a nivel de carga o descarga no debe ser posible más que accionando un contacto de seguridad con llave, cuya llave no puede retirarse más que en la posición que corte la maniobra de puesta a nivel de carga. Una llave de este tipo sólo debe entregarse a una persona responsable y con unas instrucciones escritas poniendo atención al peligro que se corre al hacer uso de dicha llave;

g) el accionamiento del contacto de seguridad con llave:

1) debe neutralizar los efectos de los controles de funcionamiento normal.

Si los órganos de conmutación utilizados a este efecto no son contactos de seguridad integrados en el accionamiento del contacto con llave, deben tomarse medidas para impedir cualquier desplazamiento involuntario de la cabina, cuando aparezca en el circuito uno de los fallos vistos en el apartado **14.1.1.1**;

2) no debe permitirse el desplazamiento de la cabina más que actuando un botón que necesita una presión constante. El sentido de marcha debe estar claramente indicado;

3) puede dejar inoperantes, por sí mismo o por otro dispositivo eléctrico de seguridad de acuerdo con el apartado **14.1.2**, otros dispositivos eléctricos de seguridad, como:

- el correspondiente al enclavamiento de la puerta del piso considerada;
- el del control de cierre de la misma puerta del piso;
- el que controla el cierre de la puerta de cabina a la entrada de la puesta a nivel de carga;

h) los efectos de la maniobra de puesta a nivel de carga deben neutralizarse cuando se conecta la maniobra de inspección;

i) debe existir un dispositivo de parada en la cabina [véase el apartado **14.2.2.1 e**]).

14.2.2 Dispositivos de parada

14.2.2.1 Debe existir un dispositivo que produzca la parada y mantenga fuera de servicio el ascensor, incluyendo las puertas automáticas:

- a) en el foso [véase el apartado **5.7.3.4 a**)];
- b) en el cuarto de poleas (véase el apartado **6.4.5**);
- c) sobre el techo de la cabina, en una posición fácilmente accesible y a no más de 1 m del acceso del personal de inspección o de mantenimiento. Este dispositivo puede ser el que está cerca del control de la maniobra de inspección si éste no está colocado a más de 1 m del acceso (véase el apartado **8.15**);
- d) en el dispositivo del control de inspección [véase el apartado **14.2.1.3 c**)];
- e) en la cabina de los ascensores con maniobra de puesta a nivel de carga [véase el apartado **14.2.1.5 i**)].

Este dispositivo de parada debe situarse como máximo a 1 m del acceso con puesta a nivel de carga y ser claramente identificable (véase el apartado **15.2.3.1**).

14.2.2.2 Los dispositivos de parada deben consistir en dispositivos eléctricos de seguridad de acuerdo con el apartado **14.1.2**. Deben ser biestables y tales que su nueva puesta en servicio no pueda provocarse por medio de una acción involuntaria.

14.2.2.3 No se debe utilizar un dispositivo de parada en el interior de la cabina, salvo en los ascensores con maniobra de puesta a nivel de carga.

14.2.3 Dispositivo de petición de socorro

14.2.3.1 Para poder obtener socorro del exterior, los pasajeros deben tener a su disposición en la cabina un dispositivo fácilmente reconocible y accesible que les permita demandarlo.

14.2.3.2 Este dispositivo debe estar alimentado por la fuente de emergencia prevista para el alumbrado en el apartado 8.17.4, o bien por otra de características equivalentes.

NOTA – En el caso de conexión a una red pública de teléfono, no se aplica el apartado 14.2.3.2.

14.2.3.3 Este dispositivo debe permitir una comunicación vocal bidireccional que permita un contacto permanente con un servicio de rescate. Una vez iniciado el sistema de comunicación no se deben necesitar acciones posteriores de las personas atrapadas en la cabina.

14.2.3.4 Si el recorrido del ascensor supera los 30 m debe instalarse entre la cabina y el cuarto de máquinas un intercomunicador, o dispositivo análogo, alimentado por la fuente de emergencia prevista en el apartado 8.17.4.

14.2.4 Prioridades y señalización

14.2.4.1 En ascensores provistos de puertas de apertura manual, un dispositivo debe impedir la partida de la cabina, al menos durante un periodo de 2 s después de la parada.

14.2.4.2 El usuario que ha entrado en la cabina debe disponer, para pulsar el botón elegido y después del cierre de las puertas, de al menos 2 s antes que sea efectiva una llamada desde el exterior.

Este requisito no necesita aplicarse en el caso de maniobras colectivas.

14.2.4.3 En el caso de maniobras colectivas, una señal luminosa, claramente visible desde el piso, debe indicar a los usuarios que esperan en este acceso, el sentido del próximo desplazamiento impuesto a la cabina.

NOTA – En el caso de batería de ascensores se recomienda no utilizar indicadores de posición en los pisos. Por el contrario, se recomienda que la llegada de una cabina sea precedida de una señal acústica.

14.2.5 Control de carga

14.2.5.1 El ascensor debe estar dotado de un dispositivo que prevenga el arranque normal, incluida la renivelación, en el caso de existir sobrecarga en la cabina.

14.2.5.2 Se considera sobrecarga cuando se excede la carga nominal de la cabina en un 10%, con un mínimo de 75 kg.

14.2.5.3 En el caso de sobrecarga:

- a) los usuarios deben ser informados mediante una señal audible y/o visual en la cabina;
- b) las puertas de accionamiento automático deben mantenerse en la posición de totalmente abiertas;
- c) las puertas de accionamiento manual deben permanecer desbloqueadas;
- d) cualquier operación preliminar, de acuerdo con los apartados 7.7.2.1 y 7.7.3.1 debe anularse.

15 ADVERTENCIAS, MARCADO E INSTRUCCIONES DE MANIOBRA

15.1 Disposiciones generales

Todas las placas, advertencias, marcado e instrucciones de maniobra deben ser indelebles, legibles y de fácil comprensión (mediante la ayuda de signos y símbolos, si fuera necesario). Deben ser inalterables, de material duradero, situados bien a la vista y redactados en la lengua del país donde se encuentra instalado el ascensor (o, si es necesario, en varias lenguas).

15.2 Cabina

15.2.1 Debe mostrarse la carga nominal del ascensor, expresada en kilogramos, así como el número de personas.

El número de personas debe calcularse según el apartado 8.2.3.

La advertencia debe redactarse así:

"... kg ... PERS."

La altura mínima de los caracteres utilizados en la advertencia debe ser:

- a) 10 mm para las mayúsculas y cifras;
- b) 7 mm para las minúsculas.

15.2.2 Debe indicarse el nombre del instalador y el número de identificación del ascensor.

15.2.3 Otra información en la cabina

15.2.3.1 El dispositivo de control del interruptor de parada (si existe) debe ser de color rojo e identificado por la palabra **"STOP"**, colocado de manera que no pueda haber riesgo de error sobre la posición correspondiente a la parada.

El botón del dispositivo de alarma, si existe, debe ser de color amarillo e identificado por el símbolo:



No se deben utilizar los colores rojo y amarillo para otros botones. Sin embargo, pueden utilizarse estos colores para señales luminosas que indican "registros de llamada".

15.2.3.2 Los dispositivos de control deben estar claramente identificados en referencia a su función. A este efecto, se recomienda utilizar:

- a) para los pulsadores de mando en la cabina -2, -1, 0, 1, 2, 3, etc.;
- b) para el pulsador de reapertura de la puerta, si existe, la indicación:



15.2.4 Deben colocarse instrucciones que aseguren una utilización segura en cada caso que se juzgue de utilidad.

En particular deben indicar al menos:

- a) en caso de ascensor con maniobra de puesta a nivel de carga, las instrucciones específicas de esta maniobra;
- b) en el caso de ascensor provisto de teléfono o intercomunicador, el modo de empleo, si éste no es evidente;
- c) que después de utilizar el ascensor es necesario cerrar las puertas de accionamiento manual y puertas de accionamiento mecánico cuyo cierre se efectúa bajo control continuo de los usuarios.

15.3 Techo de la cabina

Deben figurar las indicaciones siguientes sobre el techo de la cabina:

- a) la palabra **"STOP"** sobre o cerca del (de los) dispositivo(s) de parada, situada de manera que no pueda haber riesgo de error sobre la posición correspondiente a la parada;
- b) las palabras **"NORMAL"** e **"INSPECCION"** sobre o cerca del conmutador que conecta la maniobra de inspección;

- c) la indicación del sentido de marcha sobre o cerca de los pulsadores de inspección;
- d) una señal de advertencia o un cartel en la balaustrada.

15.4 Cuarto de máquinas y de poleas

15.4.1 Un cartel que tenga al menos la inscripción:

**"Maquinaria de ascensor - Peligro
Acceso prohibido a toda persona ajena al servicio"**

debe colocarse sobre la cara exterior de las puertas o trampillas de acceso a las máquinas y a las poleas.

En el caso de trampillas, un cartel visible para los que utilizan la trampilla debe indicar permanentemente:

"Peligro de caída - Cerrar la trampilla"

15.4.2 Deben existir carteles que permitan identificar fácilmente el o los interruptores principales y el o los interruptores de alumbrado.

Cuando, después de la apertura de un interruptor principal, quedan elementos bajo tensión (interconexión entre ascensores, alumbrado...) debe señalarlo una advertencia.

15.4.3 En el cuarto de máquinas se deben colocar las instrucciones detalladas a seguir en caso de parada intempestiva y especialmente las correspondientes a la utilización de las maniobras de socorro manual o de la maniobra eléctrica de socorro y de la llave de desenclavamiento de las puertas de piso.

15.4.3.1 Se debe poner la indicación del sentido del desplazamiento de la cabina sobre la máquina próxima al volante manual de socorro.

Si el volante no es desmontable, esta indicación puede ponerse sobre el volante mismo.

15.4.3.2 Debe indicarse el sentido de marcha correspondiente de la cabina sobre o cerca de los pulsadores de la maniobra eléctrica de socorro.

15.4.4 En los cuartos de poleas debe figurar, en o cerca del interruptor de parada, la indicación **"STOP"** de manera que no pueda haber riesgo de error sobre la posición correspondiente a la parada.

15.4.5 Sobre las vigas, soportes o ganchos debe indicarse la carga máxima admisible, (véase el apartado 6.3.7).

15.5 Hueco

15.5.1 En la proximidad de las puertas de inspección, en el exterior del hueco, debe ponerse un cartel con la inscripción:

**"Hueco del ascensor - Peligro
Acceso prohibido a toda persona ajena al servicio"**

15.5.2 Si las puertas de piso con apertura manual pueden confundirse con otras puertas vecinas, deben tener la inscripción **"ASCENSOR"**.

15.5.3 Los ascensores de pasajeros y carga deben tener siempre visible la indicación de la carga nominal desde la zona de carga del piso.

15.6 Limitador de velocidad

Debe colocarse sobre el limitador de velocidad una placa que mencione:

- a) el nombre del fabricante del limitador de velocidad;
- b) el marcado de aprobación del tipo y sus referencias;
- c) la velocidad real de actuación mecánica para la que se ha ajustado.

15.7 Foso

Debe figurar, encima o cerca del interruptor de parada, en el foso, la indicación "**STOP**", colocada de manera que no pueda haber riesgo de error sobre la posición correspondiente a la parada.

15.8 Amortiguadores

Sobre los amortiguadores, que no sean de tipo de acumulación de energía, debe colocarse una placa que mencione:

- a) el nombre del fabricante del amortiguador;
- b) el marcado de aprobación del tipo y sus referencias.

15.9 Identificación de los pisos de parada

Inscripciones o señalización visibles deben permitir a las personas que se encuentran en la cabina conocer en qué nivel de piso se encuentra detenida la cabina.

15.10 Identificación eléctrica

Los contactores, los relés, los fusibles y los bornes de conexión de los circuitos que llegan a los cuadros de maniobra deben marcarse de acuerdo con el esquema de cableado. Es necesario que las especificaciones de los fusibles, tales como valor y tipo, se marquen sobre el mismo fusible o cerca de la base de los mismos.

En el caso de utilización de conectores de varios hilos, solamente es necesario marcar el conector y no los conductores.

15.11 Llave de desenclavamiento de las puertas de piso

Debe unirse a la llave de desenclavamiento una placa que llame la atención sobre el peligro que puede resultar de la utilización de esta llave y la necesidad de asegurarse del enclavamiento de la puerta después de su cierre.

15.12 Dispositivo de alarma

La alarma acústica o el dispositivo accionado durante una petición de socorro desde la cabina, debe identificarse claramente como "**Alarma de ascensor**".

En el caso de una batería de ascensores, debe poder identificarse de qué ascensor proviene la llamada.

15.13 Dispositivos de enclavamiento

Sobre los dispositivos de enclavamiento debe fijarse una placa indicando:

- a) el nombre del fabricante del dispositivo de enclavamiento;
- b) el marcado de aprobación de tipo y sus referencias.

15.14 Paracaídas

Sobre los paracaídas debe fijarse una placa indicando:

- a) el nombre del fabricante del paracaídas;
- b) el marcado de aprobación de tipo y sus referencias.

15.15 Baterías de ascensores

Si partes de diferentes ascensores están en el mismo cuarto de máquinas y/o poleas, cada ascensor debe identificarse con un número o letra, que se utilice consecuentemente para cada uno de sus equipos (máquina, cuadro, limitador de velocidad, interruptores, etc.).

Para facilitar el mantenimiento, el mismo símbolo de identificación debe aparecer en el techo de cabina, en el foso y donde sea necesario.

15.16 Dispositivo de protección contra la sobrevelocidad en subida

Sobre el dispositivo de protección contra la sobrevelocidad debe fijarse una placa indicando:

- a) el nombre del fabricante del dispositivo;
- b) el marcado de aprobación de tipo y sus referencias;
- c) la velocidad real de actuación para lo que ha sido ajustado.

16 INSPECCIONES, ENSAYOS, REGISTRO, MANTENIMIENTO

16.1 Inspecciones y ensayos

16.1.1 El expediente técnico a suministrar, si se solicita una autorización previa, debe contener la información necesaria para asegurar que los elementos constitutivos se han diseñado correctamente y la instalación propuesta está de acuerdo con esta norma.

Esta verificación sólo puede referirse a los elementos, o parte de ellos, que son objeto de inspección o ensayos antes de la puesta en servicio del ascensor.

NOTA — El **anexo C** puede servir de base a los que desean llevar a cabo, o decidir que se haga, el estudio de una instalación antes de que ésta se realice.

16.1.2 Los ascensores deben ser objeto, antes de su puesta en servicio, de unas inspecciones y ensayos según el **anexo D**.

NOTA — Para los ascensores que no han sido objeto de una solicitud de una autorización previa, se puede pedir toda o parte de la información técnica y cálculos que figuran en el **anexo C**.

16.1.3 Debe facilitarse una copia de cada certificado de examen de tipo, concerniente a:

- a) dispositivos de enclavamiento;
- b) puertas de piso (es decir, certificado de ensayo al fuego);
- c) paracaídas;
- d) limitadores de velocidad;
- e) dispositivo de protección contra sobrevelocidad en subida;

- f) amortiguadores de disipación de energía o de acumulación de energía con amortiguación del movimiento de retorno y los amortiguadores de acumulación de energía de características no lineales;
- g) circuitos de seguridad conteniendo componentes electrónicos.

16.2 Registro

Las características básicas del ascensor deben consignarse en un registro, establecido lo más tarde en el momento de su puesta en servicio. Este registro debe comprender:

- a) una parte técnica donde figuren:
 - 1) la fecha de la puesta en servicio;
 - 2) las características básicas del ascensor;
 - 3) las características de los cables y/o cadenas;
 - 4) las características de los componentes para los que se requiere una verificación de conformidad (véase el apartado 16.1.3);
 - 5) los planos de instalación en el edificio;
 - 6) los esquemas eléctricos de principio (usando símbolos CENELEC). El esquema eléctrico puede limitarse a aquellos circuitos necesarios para la total comprensión de las consideraciones de seguridad. Las abreviaturas usadas en los símbolos deben ser explicadas mediante nomenclatura;
- b) una parte destinada a conservar los duplicados fechados de los informes de examen e inspección, con sus observaciones.

Este registro debe mantenerse actualizado en caso de:

- 1) modificaciones importantes al ascensor (véase el **anexo E**);
- 2) cambios de los cables o piezas importantes;
- 3) accidentes.

NOTA – Este registro debería estar a la disposición de quien tenga a su cargo el mantenimiento y de la persona u organismo responsable de efectuar las inspecciones y ensayos periódicos.

16.3 Información del instalador

El fabricante/instalador debe facilitar un manual de instrucciones.

16.3.1 Utilización normal. El manual de instrucciones debe dar la información necesaria sobre la utilización normal del ascensor y las operaciones de rescate, especialmente sobre:

- a) mantener la puerta del cuarto de máquinas enclavada;
- b) seguridad en la carga y descarga;
- c) precauciones a tomar en ascensores con el hueco parcialmente cerrado [véase el apartado 5.2.1.2 d)];
- d) situaciones que requieren la intervención del persona competente;
- e) conservar la documentación;
- f) la utilización de la llave de desbloqueo de emergencia;
- g) operación de rescate.

16.3.2 Mantenimiento. El manual de instrucciones debe informar acerca de:

- a) el mantenimiento necesario del ascensor y sus accesorios para conservarlos en buen estado de funcionamiento (véase el apartado **0.3.2**);
- b) instrucciones para un mantenimiento seguro.

16.3.3 Inspecciones y ensayos. El manual de instrucciones debe informar de lo siguiente:

16.3.3.1 Inspecciones periódicas. Deberían efectuarse inspecciones y ensayos periódicos de los ascensores después de su puesta en servicio para comprobar que éstos se encuentran en buen estado. Estas inspecciones y ensayos deberían efectuarse siguiendo el **anexo E**.

16.3.3.2 Inspecciones y ensayos después de modificaciones importantes o de accidentes. Deberían efectuarse inspecciones y ensayos después de modificaciones importantes o después de un accidente, para asegurarse que los ascensores se encuentran siempre conforme a esta norma. Estas inspecciones y ensayos deberían efectuarse conforme al **anexo E**.

ANEXO A (Normativo)

LISTA DE DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS DE SEGURIDAD

Apartado	Dispositivos controlados
5.2.2.2.2	Control de cierre de las puertas y trampillas de inspección y emergencia en su posición cerrada
5.7.3.4 a)	Dispositivo de parada en el foso
6.4.5	Dispositivo de parada en el cuarto de poleas
7.7.3.1	Control de enclavamiento de las puertas de piso
7.7.4.1	Control de cierre de las puertas de piso en su posición cerrada
7.7.6.2	Control de cierre del o de las hojas sin enclavamientos
8.9.2	Control de la puerta de cabina en su posición cerrada
8.12.4.2	Control de enclavamiento de la trampilla y puerta de socorro de la cabina
8.15 b)	Dispositivo de parada en el techo de cabina
9.5.3	Control de alargamiento relativo anormal de un cable o una cadena en caso de una suspensión de dos cables o dos cadenas
9.6.1 e)	Control de la tensión de los cables de compensación
9.6.2	Control del dispositivo anti-rebote
9.8.8	Control de actuación del paracaídas
9.9.11.1	Detección de sobrevelocidad
9.9.11.2	Control de retorno del limitador de velocidad a su posición normal
9.9.11.3	Control de la tensión del cable del limitador de velocidad
9.10.5	Control del dispositivo de sobrevelocidad en subida
10.4.3.4	Control del retorno de los amortiguadores a su posición extendida normal
10.5.2.3 b)	Control de la tensión del órgano de transmisión de la posición de la cabina (dispositivos de final de recorrido)
10.5.3.1 b) 2)	Dispositivo de seguridad de final de recorrido para ascensores de tracción por adherencia
11.2.1 c)	Control de enclavamiento de la puerta de cabina
12.5.1.1	Control de la posición del volante movable
12.8.4 c)	Control de la tensión del dispositivo de transmisión de la posición de la cabina (control de reducción de velocidad)
12.8.5	Control de reducción de velocidad en el caso de amortiguadores de carrera reducida
12.9	Control de aflojamiento del cable o cadena para ascensores de tracción de arrastre
13.4.2	Control del interruptor principal
14.2.1.2 a) 2)	Control de nivelación por medio de un contactor de apertura de circuito y renivelación
14.2.1.2 a) 3)	Control de la tensión del dispositivo de transmisión de la posición de la cabina (nivelación y renivelación)
14.2.1.3 c)	Dispositivo de parada con mando de inspección
14.2.1.5 b)	Limitación del recorrido de cabina con maniobra de puesta a nivel de carga
14.2.1.5 i)	Dispositivo de parada con maniobra de puesta a nivel de carga

ANEXO B (Normativo)

TRIÁNGULO DE DESENCLAVAMIENTO

Medidas en milímetros

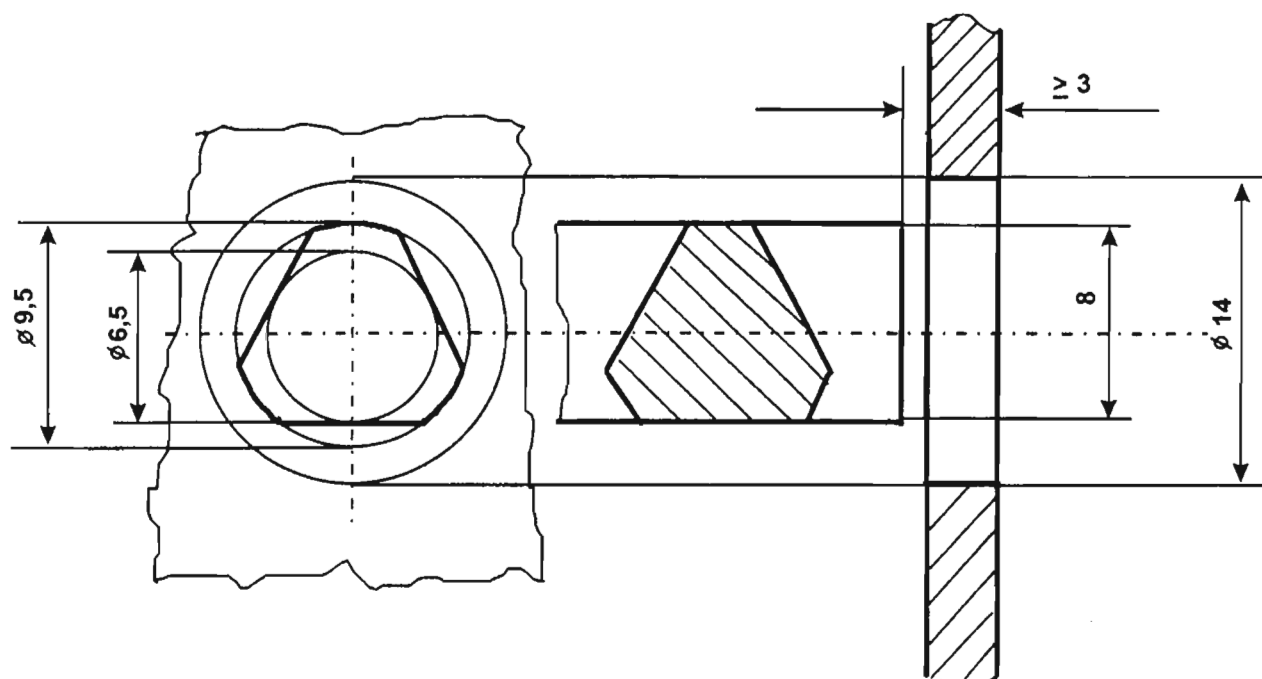


Fig. B.1 – Triángulo de desenclavamiento

ANEXO C (Informativo)

EXPEDIENTE TÉCNICO

C.1 Introducción

El expediente técnico a presentar con la solicitud previa de autorización debería comprender toda o parte de las informaciones y documentos que figuran en la siguiente lista:

C.2 Generalidades

- nombres y direcciones del instalador, del propietario y/o del usuario;
- dirección del lugar de la instalación;
- tipo del aparato - carga nominal- velocidad nominal - número de pasajeros;
- recorrido del ascensor y número de paradas servidas;
- masa de la cabina y del contrapeso o masa de equilibrado;
- medios de acceso al cuarto de máquinas y al cuarto de poleas, si existe (véase el apartado 6.2).

C.3 Detalles técnicos y planos

Planos y secciones necesarios para poder entender la instalación del ascensor, comprendiendo los cuartos que encierran las máquinas, poleas y otros aparatos.

Estos planos no precisan representar los detalles de la construcción, pero deberían incluir los datos necesarios para verificar la conformidad con esta norma, y particularmente:

- los espacios libres en la parte superior del hueco y en el foso (véanse los apartados 5.7.1, 5.7.2, 5.7.3.3);
- los espacios accesibles que existan bajo el hueco (véase el apartado 5.5);
- acceso al foso (véase el apartado 5.7.3.2);
- protecciones entre los ascensores, si existen varios en el mismo hueco (véase el apartado 5.6);
- previsión de agujeros para los anclajes;
- situación y principales dimensiones del cuarto de máquinas indicando la situación de la máquina y de los principales dispositivos. Dimensiones de la polea de tracción o del tambor. Orificios de ventilación. Reacciones en los apoyos sobre el edificio y en el fondo del foso;
- acceso al cuarto de máquinas (véase el apartado 6.3.3);
- situación y principales dimensiones del cuarto de poleas, si existe. Posición y dimensiones de las poleas;
- posición de los otros dispositivos contenidos en el cuarto de poleas;
- acceso al cuarto de poleas (véase el apartado 6.4.3);

- disposición y principales dimensiones de las puertas de piso (véase el apartado 7.3). No es necesario representar todas las puertas si son idénticas y si se indican las distancias entre las pisaderas de las puertas;
- disposición y principales dimensiones de las puertas y trampillas de inspección y las puertas de socorro (véase el apartado 5.2.2);
- dimensiones de la cabina y de sus entradas (véanse los apartados 8.1, 8.2);
- distancias de la pisadera y de la puerta de cabina a la superficie interna de la pared del hueco (véanse los apartados 11.2.1 y 11.2.2);
- distancia horizontal entre las puertas de cabina y de piso cerradas, medida como se indica en el apartado 11.2.3;
- características principales de la suspensión: coeficiente de seguridad, cables (número, diámetro, composición, carga de rotura), cadenas (tipo, composición, paso, carga de rotura) y cables de compensación (si existen);
- cálculo del coeficiente de seguridad (véase el anexo N);
- características principales del cable del limitador de velocidad y/o de seguridad: diámetro, composición, carga de rotura, coeficiente de seguridad;
- dimensiones y comprobación de las guías, estado y dimensiones de las superficies de deslizamiento (estirado, fresado, rectificado);
- dimensiones y comprobación de los amortiguadores de acumulación de energía con características lineales.

C.4 Esquemas eléctricos de principio

Diagramas eléctricos esquemáticos de los:

- circuitos de potencia, y
- circuitos conectados con dispositivos eléctricos de seguridad.

Estos diagramas de principio deberían ser claros y utilizar símbolos CENELEC.

C.5 Verificación de la conformidad

Copias del certificado de examen de tipo de los componentes de seguridad.

Cuando proceda, copia de los certificados de otros componentes (cables, cadenas, equipos antideflagrantes, cristales, etc.).

Certificado de montaje del paracaídas siguiendo las instrucciones facilitadas por el fabricante del mismo y el cálculo de la compresión de los resortes en el caso de paracaídas progresivo.

ANEXO D (Normativo)

INSPECCIONES Y ENSAYOS ANTES DE LA PUESTA EN SERVICIO

Antes de la puesta en servicio del ascensor deben realizarse las siguientes inspecciones y ensayos:

D.1 Inspecciones

Éstas deben cubrir en particular los siguientes puntos:

- a) si ha existido una autorización previa, comparación entre los documentos remitidos en aquella ocasión (véase el **anexo C**) con la instalación que se ha realizado;
- b) en cualquier caso, verificación de que los requisitos de esta norma se cumplen;
- c) examen visual de la aplicación de las reglas de buena construcción de los elementos para los que esta norma no tiene requisitos particulares;
- d) comparación de lo incluido en la verificación de conformidad de los componentes de seguridad con las características del ascensor.

D.2 Ensayos y verificaciones

Estas verificaciones y ensayos deben cubrir los puntos siguientes:

- a) dispositivos de enclavamiento (véase el apartado **7.7**);
- b) dispositivos eléctricos de seguridad (véase el **anexo A**);
- c) elementos de suspensión y sus amarres:
 - se debe verificar que sus características son las indicadas en el registro o expediente [véase el apartado **16.2 a**]);
- d) sistema de frenado (véase el apartado **12.4**):
 - el ensayo se debe realizar en bajada a velocidad nominal, con el 125% de la carga nominal y cortando la alimentación del motor y del freno;
- e) mediciones de la intensidad o de la potencia, y medición de velocidad (véase el apartado **12.6**);
- f) instalación eléctrica:
 - 1) medición de la resistencia de aislamiento de los diferentes circuitos (véase el apartado **13.1.3**). Para esta medición se deben desconectar todos los componentes electrónicos;
 - 2) verificación de la continuidad eléctrica de la conexión entre el borne de tierra del cuarto de máquinas y los diferentes órganos del ascensor susceptibles de ser puestos accidentalmente bajo tensión;
- g) interruptores de seguridad de final de recorrido (véase el apartado **10.5**);
- h) comprobación de la adherencia (véase el apartado **9.3**):
 - 1) se debe verificar la adherencia efectuando varias paradas con el frenado más fuerte compatible con la instalación. En cada ensayo se debe producir la parada completa de la cabina;

El ensayo debe realizarse:

- a) en subida, con cabina vacía, en la parte superior del recorrido;
 - b) en bajada, con cabina cargada con el 125% de la carga nominal, en la parte inferior del recorrido;
- 2) se comprobará que la cabina vacía no puede desplazarse hacia arriba, cuando el contrapeso descansa sobre sus amortiguadores comprimidos;
- 3) se debe comprobar que el equilibrado corresponde con el valor indicado por el instalador; esta comprobación puede efectuarse con mediciones de la intensidad combinadas con:
- a) mediciones de la velocidad en motores de corriente alterna;
 - b) mediciones de la tensión en motores de corriente continua;
- i) limitador de velocidad:
- 1) la velocidad de actuación del limitador de velocidad se debe verificar en el sentido de descenso de la cabina (véanse los apartados 9.9.1 y 9.9.2) o del contrapeso o de la masa de equilibrado (véase el apartado 9.9.3);
 - 2) se debe comprobar en los dos sentidos de marcha el funcionamiento del control de parada previsto en los apartados 9.9.11.1 y 9.9.11.2;
- j) paracaídas de cabina (véase el apartado 9.8):

la energía que el paracaídas es capaz de absorber en el momento de su actuación habrá sido comprobada de acuerdo con el capítulo F.3. El objetivo del ensayo, antes de la puesta en servicio, es verificar el correcto montaje y ajuste, la solidez del conjunto cabina-paracaídas-guías y la fijación de éstas al edificio.

El ensayo se debe hacer en bajada, con la carga requerida uniformemente repartida sobre la superficie de la cabina con la máquina girando hasta que los cables deslicen o se aflojen y en las condiciones siguientes:

- 1) paracaídas instantáneos o instantáneos con efecto amortiguado:

la cabina debe cargarse con la carga nominal y desplazarse a velocidad nominal;

- 2) paracaídas progresivos:

la cabina se debe cargar con el 125% de la carga nominal y desplazarse a velocidad nominal o inferior.

Cuando se realice el ensayo con velocidad inferior a la nominal, el fabricante debe facilitar curvas que ilustren el comportamiento del paracaídas ensayado dinámicamente con las suspensiones incluidas.

Después del ensayo se debe comprobar que no se ha producido ningún deterioro que pueda comprometer la utilización normal del ascensor. Se pueden sustituir los elementos de fricción, si fuera necesario. Una inspección visual se considera suficiente;

NOTA – Con el fin de facilitar el desacuñamiento del paracaídas, se recomienda que el ensayo se realice procurando que la cabina se quede frente a una puerta de piso para poder descargarla.

- k) paracaídas de contrapeso o de masa de equilibrado (véase el apartado 9.8):

La energía que el paracaídas es capaz de absorber en el momento de actuar ya habrá sido verificada según el capítulo F.3. El objetivo del ensayo antes de la puesta en servicio es la de verificar el buen montaje, el buen ajuste y la solidez del conjunto contrapeso o masa de equilibrado y paracaídas, guías y sus fijaciones al edificio.

El ensayo se debe realizar en sentido de descenso del contrapeso o la masa de equilibrado dejando que la máquina gire hasta que los cables patinen o se aflojen, y en las siguientes condiciones:

- 1) paracaídas instantáneos o instantáneos con efecto amortiguado actuados por limitador de velocidad o cable de seguridad:

el ensayo se debe realizar a la velocidad nominal y con la cabina vacía;

- 2) paracaídas progresivos:

el ensayo se debe realizar a la velocidad nominal o inferior y con la cabina vacía.

Cuando se realice el ensayo con velocidad inferior a la nominal, el fabricante debe facilitar curvas que ilustren el comportamiento del paracaídas por la aplicación de un contrapeso o masa de equilibrado ensayado dinámicamente con las suspensiones incluidas.

Después del ensayo se debe comprobar que no se ha producido ningún deterioro que pueda comprometer la utilización normal del ascensor. Se pueden sustituir los elementos de fricción si fuera necesario. Una inspección visual se considera suficiente;

- l) amortiguadores (véanse los apartados **10.3**, **10.4**):

- 1) amortiguadores de acumulación de energía:

se debe hacer el ensayo de la manera siguiente: se debe situar la cabina con su carga nominal sobre el (los) amortiguador(es), se debe provocar el aflojamiento de los cables y se debe verificar que la compresión corresponde con la dada en el expediente técnico de acuerdo con el capítulo **C.3** y a la identificación del amortiguador según el capítulo **C.5**;

- 2) amortiguadores de acumulación de energía con amortiguación del movimiento de retorno y amortiguadores de disipación de energía:

el ensayo se debe realizar de la manera siguiente: la cabina con su carga nominal, y el contrapeso, se debe poner en contacto con los amortiguadores a la velocidad nominal o a la velocidad para la que se ha calculado el recorrido de los amortiguadores, en el caso de utilización de amortiguadores de recorrido reducido con verificación del retardo (véase el apartado **10.4.3.2**).

Después del ensayo se debe comprobar que no se ha producido ningún deterioro que pueda comprometer la utilización normal del ascensor. Una inspección visual se considera suficiente;

- m) dispositivo de petición de socorro (véase el apartado **14.2.3**):

ensayo de funcionamiento;

- n) dispositivo de protección contra velocidad en subida (véase el apartado **9.10**):

el ensayo debe realizarse con cabina vacía en sentido ascendente, a la velocidad no menor de la nominal y utilizando sólo dicho dispositivo para frenar la cabina.

ANEXO E (Informativo)**INSPECCIONES Y ENSAYOS PERIÓDICOS, INSPECCIONES Y ENSAYOS DESPUÉS DE UNA MODIFICACIÓN IMPORTANTE O DE UN ACCIDENTE****E.1 Inspecciones y ensayos periódicos**

Las inspecciones periódicas y los ensayos no deben ser más rigurosos que los que se requirieron antes de la puesta en servicio del ascensor por primera vez.

Estos ensayos periódicos no deberían, por su repetición, provocar un desgaste excesivo ni imponer esfuerzos susceptibles de reducir la seguridad del ascensor. Este es el caso en particular de los ensayos en elementos como el paracaídas y los amortiguadores. Si estos ensayos se realizan, deben llevarse a cabo con la cabina vacía y a velocidad reducida.

La persona encargada de realizar los ensayos periódicos debería asegurarse de que estos elementos (que no actúan en servicio normal) siguen estando en condiciones de funcionar.

Un duplicado del informe de las inspecciones y los ensayos debería adjuntarse al registro en la parte cubierta por el apartado **16.2**.

E.2 Inspecciones y ensayos después de una modificación importante o de un accidente

Las modificaciones importantes y los accidentes deben consignarse en la parte técnica del registro cubierto por el apartado **16.2**.

En particular, se consideran modificaciones importantes:

a) cambio de:

- la velocidad nominal;
- la carga nominal;
- la masa de la cabina;
- el recorrido;

b) cambio o sustitución de:

- tipo de dispositivos de enclavamiento (la sustitución de un dispositivo de enclavamiento por un dispositivo del mismo tipo no se considera una modificación importante);
- la maniobra;
- las guías o tipo de guías;
- el tipo de puertas (o añadir una o varias puertas de piso o de cabina);
- la máquina o la polea motriz;
- el limitador de velocidad;
- el dispositivo de protección contra sobrevelocidad en subida;
- los amortiguadores;
- el paracaídas.

Para los ensayos después de una modificación importante o de un accidente, los documentos relativos a la modificación y las informaciones necesarias deben remitirse a la persona u organismo responsable.

Esta persona o este organismo juzgará la oportunidad de proceder a los ensayos de los elementos modificados o sustituidos.

Estos ensayos serán, como máximo, los requeridos para los elementos originales antes de la puesta en servicio del ascensor.

ANEXO F (Normativo)**COMPONENTES DE SEGURIDAD. PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO
PARA LA VERIFICACIÓN DE LA CONFORMIDAD****F.0 Introducción****F.0.1 Disposiciones generales**

F.0.1.1 Para los fines de esta norma se ha asumido que el laboratorio realiza los ensayos y las certificaciones de calidad como organismo autorizado. Un organismo autorizado puede ser el propio fabricante del componente, si éste está certificado en un sistema de aseguramiento de la calidad total. En ciertos casos, el laboratorio de ensayo y el organismo autorizado para la expedición de los certificados de examen de tipo pueden ser diferentes. En estos casos, los procedimientos administrativos pueden ser distintos a los descritos en este anexo.

F.0.1.2 La petición de examen de tipo debe solicitarse por el fabricante del componente o su representante autorizado y debe dirigirse a uno de los laboratorios de ensayo certificados.

NOTA – A petición del laboratorio los documentos necesarios pueden ser requeridos por triplicado. El laboratorio también puede pedir información complementaria que sea necesaria para realizar los exámenes y ensayos.

F.0.1.3 El envío de las muestras a examinar se debe realizar por acuerdo entre el laboratorio y el peticionario.

F.0.1.4 El peticionario puede asistir a los ensayos.

F.0.1.5 Si el laboratorio encargado del examen completo de uno de los componentes que requieren la expedición de un certificado de examen del tipo, no dispone de los medios apropiados para ciertos ensayos o inspecciones, puede, bajo su responsabilidad, encargar su ejecución a otros laboratorios.

F.0.1.6 La precisión de los instrumentos debe permitir, salvo particular especificación, hacer las mediciones con las siguientes tolerancias:

- a) $\pm 1\%$ en masas, fuerzas, distancias, velocidades;
- b) $\pm 2\%$ en aceleraciones, deceleraciones;
- c) $\pm 5\%$ en tensiones, intensidades;
- d) $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en temperaturas;
- e) los aparatos registradores deben ser capaces de detectar señales con variaciones en tiempo de 0,01 s.

F.0.2 Modelo de formato para el certificado de examen de tipo

El certificado de examen debe contener la información siguiente:

MODELO DE CERTIFICADO DE EXAMEN DE TIPO

Nombre del organismo autorizado

.....

.....

Certificado de examen de tipo

.....

.....

Nº de examen de tipo

1 Categoría, tipo y marca o nombre registrado.....

2 Nombre y dirección del fabricante.....

.....

.....

3 Nombre y dirección del tenedor del certificado.....

.....

.....

4 Fecha de petición del examen de tipo

5 Expedición del certificado según los siguientes requisitos

.....

6 Laboratorio de ensayos

7 Fecha y Nº del informe del laboratorio.....

8 Fecha del examen de tipo

9 Los siguientes documentos que incluyen el Nº de examen de tipo indicado arriba se adjuntan a este certificado

.....

10 Información adicional

.....

.....

Lugar

.....

(Fecha)

.....

(Firma)

F.1 Dispositivos de enclavamiento de las puertas de piso

F.1.1 Disposiciones generales

F.1.1.1 Campo de aplicación. Estos procedimientos son aplicables a los dispositivos de enclavamiento de las puertas de piso de ascensores. Se entiende que cada pieza que participa en el enclavamiento de las puertas de piso y en el control de este enclavamiento forma parte del dispositivo de enclavamiento.

F.1.1.2 Objeto y extensión del ensayo. El dispositivo de enclavamiento debe someterse a un procedimiento de ensayo para verificar que tanto su construcción como su ejecución están de acuerdo con los requisitos impuestos por esta norma.

Se debe verificar en particular que las piezas mecánicas y eléctricas del dispositivo son del tamaño adecuado y que a lo largo del tiempo no pierde su eficacia, en particular por el desgaste.

Si el dispositivo de enclavamiento necesita satisfacer requisitos particulares (estanquidad al agua o polvo, o antideflagrante) la petición debe especificarlo, y se deben realizar ensayos y/o inspecciones adicionales con criterios apropiados.

F.1.1.3 Documentos a presentar. Deben presentarse, junto a la petición de ensayo de tipo, los siguientes documentos:

F.1.1.3.1 Plano general de conjunto con descripción del funcionamiento. Este plano debe mostrar todos los detalles ligados al funcionamiento y a la seguridad del dispositivo de enclavamiento, incluyendo:

- a) el funcionamiento del dispositivo en servicio normal, mostrando el enganche efectivo entre los elementos de enclavamiento y la posición donde opera el dispositivo eléctrico de seguridad;
- b) el funcionamiento del dispositivo de control mecánico de la posición de enclavamiento, si existe este elemento;
- c) el mando y funcionamiento del dispositivo de desenclavamiento de socorro;
- d) el tipo (c.a. y/o c.c.) y tensión nominal e intensidad nominal.

F.1.1.3.2 Plano de conjunto y leyenda. Este plano debe mostrar todos los elementos que son importantes para el funcionamiento del dispositivo de enclavamiento, en particular los previstos para satisfacer los requisitos de esta norma. Una leyenda debe indicar la lista de las piezas principales, el tipo de materiales empleados y las características de los elementos de fijación.

F.1.1.4 Muestras para ensayo. Debe entregarse al laboratorio un dispositivo del enclavamiento de puertas.

Si el ensayo se realiza sobre un prototipo, debe repetirse después sobre una pieza de serie.

Si el ensayo del dispositivo de enclavamiento sólo es posible cuando está montado sobre el conjunto de la puerta correspondiente (por ejemplo puertas deslizantes de varias hojas o puertas batientes de varias hojas), el dispositivo debe montarse sobre una puerta completa en condiciones de trabajo. Sin embargo, las dimensiones de la puerta pueden reducirse, en relación con la fabricación de serie, a condición de que no se falseen los resultados del ensayo.

F.1.2 Exámenes y ensayos

F.1.2.1 Examen de funcionamiento. Este examen tiene por objeto verificar el funcionamiento correcto, desde el punto de vista de la seguridad, de los elementos mecánicos y eléctricos del dispositivo de enclavamiento, la conformidad a los requisitos de esta norma y la concordancia entre el dispositivo y los datos presentados en la petición.

Debe verificarse especialmente:

- a) el encaje mínimo de 7 mm de los elementos de enclavamiento, antes de que el dispositivo eléctrico de seguridad opere. Se muestran ejemplos en el apartado 7.7.3.1.1;
- b) que desde los lugares normalmente accesibles a los usuarios no es posible hacer funcionar el ascensor con una puerta abierta o no enclavada como consecuencia de una maniobra única que no forma parte del funcionamiento normal (véase el apartado 7.7.5.1).

F.1.2.2 Ensayos mecánicos. Estos ensayos tienen por objeto verificar la solidez de los elementos mecánicos y de los elementos eléctricos de enclavamiento.

La muestra del dispositivo de enclavamiento, en su posición normal de funcionamiento se controla por los órganos normalmente utilizados con este propósito.

La muestra se debe engrasar de acuerdo con los requisitos del fabricante del dispositivo de enclavamiento.

Cuando hay varias posibilidades de accionamiento y varias posiciones, el ensayo de fatiga se debe realizar en el caso que parezca más desfavorable desde el punto de vista de los esfuerzos sobre los elementos.

El número de ciclos completos y el recorrido de los órganos de enclavamiento deben registrarse por contadores mecánicos o eléctricos.

F.1.2.2.1 Ensayo de fatiga

F.1.2.2.1.1 El dispositivo de enclavamiento debe someterse a 1 000 000 de ciclos completos ($\pm 1\%$). Se entiende por ciclo completo un movimiento de ida y vuelta sobre todo el recorrido posible en ambos sentidos.

El accionamiento del dispositivo debe ser suave, sin choques, a una cadencia de 60 ciclos por minuto ($\pm 10\%$).

Durante la duración del ensayo de fatiga, el contacto eléctrico de enclavamiento debe cerrar un circuito resistivo, bajo la tensión nominal para la que ha sido previsto el dispositivo de enclavamiento y una intensidad doble de la intensidad nominal.

F.1.2.2.1.2 En el caso de que el dispositivo de enclavamiento esté provisto de un dispositivo de control mecánico de la posición del cerrojo, o de la posición del elemento de enclavamiento, este dispositivo se debe someter a un ensayo de fatiga de 100 000 ciclos ($\pm 1\%$).

El accionamiento del dispositivo debe ser suave, sin choques, y a una cadencia de 60 ciclos por minuto ($\pm 10\%$).

F.1.2.2.2 Ensayo estático. En el caso de dispositivos de enclavamientos destinado a puertas batientes, debe realizarse un ensayo mediante la aplicación de una fuerza estática que ascienda progresivamente hasta 3 000 N y que se mantenga durante un periodo total de 300 s.

Esta fuerza debe aplicarse en el sentido de apertura de la puerta y en una posición que corresponda, lo más posible, a la que puede ejercitarse cuando un usuario intenta abrir la puerta. La fuerza aplicada debe ser de 1 000 N si se trata de dispositivo de enclavamiento destinado a puertas correderas.

F.1.2.2.3 Ensayo dinámico. El dispositivo de enclavamiento, en posición de enclavado, debe someterse a un ensayo de choque en el sentido de apertura de la puerta.

El choque debe corresponder al impacto de una masa rígida de 4 kg en caída libre desde una altura de 0,50 m.

F.1.2.3 Criterios para los ensayos mecánicos. Después del ensayo de fatiga (véase el apartado F.1.2.2.1), del ensayo estático (véase el apartado F.1.2.2.2) y del ensayo dinámico (véase el apartado F.1.2.2.3) no debe haber desgaste, deformación ni rotura que pudiera ser perjudicial a la seguridad.

F.1.2.4 Ensayo eléctrico

F.1.2.4.1 Ensayo de fatiga de los contactos. Este ensayo está incluido en el ensayo de fatiga, previsto en el apartado **F.1.2.2.1.1**.

F.1.2.4.2 Ensayo de poder de ruptura. Este ensayo debe realizarse después del ensayo de fatiga. Debe probarse que la capacidad de ruptura nominal en carga es suficiente. Se debe hacer según el procedimiento de las Normas EN 60947-4-1 y EN 60947-5-1. Sirven de base las tensiones e intensidades que indique el fabricante del elemento de construcción.

Si no se especifica nada, los valores nominales deben ser los siguientes:

- a) corriente alterna: 230 V, 2 A;
- b) corriente continua: 200 V, 2 A.

Salvo indicación en contra, la capacidad de ruptura debe examinarse tanto para corriente alterna como para corriente continua.

Los ensayos deben realizarse en la posición de trabajo del dispositivo de enclavamiento. Si varias posiciones son posibles, debe hacerse el ensayo en la posición más desfavorable.

La muestra ensayada debe estar con las cubiertas y conexiones eléctricas utilizadas en servicio normal.

F.1.2.4.2.1 Los dispositivos de enclavamiento para corriente alterna deben abrir y cerrar 50 veces a la velocidad normal, y a intervalos de 5 s a 10 s, un circuito eléctrico bajo una tensión 110% de la tensión nominal. El contacto debe permanecer cerrado al menos 0,5 s.

El circuito debe tener en serie una inductancia y una resistencia. Su factor de potencia debe ser $0,7 \pm 0,05$ y la intensidad de ensayo debe ser 11 veces mayor que el valor de la intensidad nominal dado por el fabricante del elemento de construcción.

F.1.2.4.2.2 Los dispositivos de enclavamiento para corriente continua deben abrir y cerrar 20 veces, a la velocidad normal, y a intervalos de 5 s a 10 s, un circuito eléctrico bajo una tensión igual a 110% de la tensión nominal. El contacto debe permanecer cerrado al menos 0,5 s.

El circuito debe tener en serie una inductancia y una resistencia de valores tales que la intensidad alcance el 95% del valor de la intensidad de ensayo en régimen estable en 300 ms.

La intensidad de ensayo debe ser el 110% de la intensidad nominal indicada por el fabricante del elemento de construcción.

F.1.2.4.2.3 Los ensayos se consideran satisfactorios si no se producen cebados ni arcos y si no se ha producido ningún deterioro que pueda perjudicar a la seguridad.

F.1.2.4.3 Ensayo de resistencia a las corrientes de fuga. Este ensayo se debe realizar de acuerdo con el procedimiento del CENELEC HD 214 S2 (CEI 112). Los electrodos deben conectarse a una fuente que suministre una tensión alterna prácticamente senoidal de 175 V, 50 Hz.

F.1.2.4.4 Examen de las líneas de fuga y distancias en el aire. Las líneas de fuga y las distancias en el aire deben ser conformes al apartado **14.1.2.2.3**.

F.1.2.4.5 Examen de los requisitos propios a los contactos de seguridad y su accesibilidad (véase el apartado 14.1.2.2). Este examen se debe efectuar teniendo en cuenta la posición de montaje y la disposición del dispositivo de enclavamiento según los casos.

F.1.3 Ensayos particulares a ciertos tipos de dispositivos de enclavamiento

F.1.3.1 Dispositivos de enclavamiento para las puertas deslizantes horizontal o verticalmente con varias hojas. Los dispositivos que proporcionan unión mecánica directa entre hojas según el apartado 7.7.6.1 o unión mecánica indirecta según el apartado 7.7.6.2 se consideran como parte del dispositivo de enclavamiento.

Estos dispositivos deben someterse, de una manera razonable, a los ensayos mencionados en el apartado F.1.2. El número de ciclos por min en los ensayos de fatiga debe adaptarse a las dimensiones de la construcción.

F.1.3.2 Dispositivo de enclavamiento tipo clapeta para puertas batientes

F.1.3.2.1 Si este dispositivo está provisto de un dispositivo eléctrico de seguridad destinado a controlar la deformación posible de la clapeta y si, después del ensayo estático previsto en el apartado F.1.2.2.2, se tienen dudas sobre la solidez del dispositivo, se debe incrementar progresivamente la carga hasta que como consecuencia de una deformación permanente empiece a abrir el dispositivo de seguridad. Los otros elementos del dispositivo de enclavamiento o de la puerta de piso, no deben resultar dañados ni deformados por la carga aplicada.

F.1.3.2.2 Si, después del ensayo estático, las dimensiones y la construcción no dejan ninguna duda sobre la solidez, no es necesario proceder al ensayo de fatiga de la clapeta.

F.1.4 Certificado de examen de tipo

F.1.4.1 El certificado se debe extender por triplicado, esto es, dos copias para el peticionario y una copia para el laboratorio.

F.1.4.2 El certificado debe indicar lo siguiente:

- a) información según el apartado F.0.2;
- b) el tipo y la utilización del dispositivo de enclavamiento;
- c) el tipo de corriente (ca y/o cc), así como los valores de tensión y de intensidad nominales;
- d) en el caso de dispositivos de enclavamiento de puerta tipo clapeta: la fuerza necesaria para actuar el dispositivo eléctrico de seguridad que controla la deformación elástica de la clapeta.

F.2 Disponible

F.3 Paracaídas

F.3.1 Disposiciones generales

La petición debe mencionar el campo de aplicación previsto, es decir:

- masas mínima y máxima;
- velocidad nominal máxima y velocidad máxima de actuación del limitador de velocidad.

Se debe indicar con precisión los materiales utilizados, el tipo de guías y su acabado de superficies (estiradas, fresadas, rectificadas).

A la petición de aprobación debe adjuntarse los siguientes documentos:

- a) planos detallados y de conjunto que muestren la fabricación, funcionamiento, materiales utilizados, las medidas y tolerancias de los componentes de su fabricación;
- b) en el caso de paracaídas de accionamiento progresivo, además, el diagrama de carga de los elementos elásticos.

F.3.2 Paracaídas de acción instantánea

F.3.2.1 Muestras de ensayo. Deben ponerse a disposición del laboratorio dos juegos de paracaídas, con sus cuñas o rodillos y dos juegos de guías.

La disposición y los detalles de fijación de las muestras deben determinarse por el laboratorio en función del equipo que utilice.

Si los mismos juegos de paracaídas pueden utilizarse con tipos diferentes de guías, no debe hacerse un nuevo ensayo si el espesor de la guía, la anchura de la fricción necesaria y el estado superficial (estirado, fresado, rectificado) son los mismos.

F.3.2.2 Ensayo

F.3.2.2.1 Método de ensayo. El ensayo debe realizarse utilizando una prensa o dispositivo similar que se desplace sin cambios bruscos de velocidad. Se debe medir:

- a) la distancia recorrida en función de la fuerza;
- b) la deformación del bloque del paracaídas en función de la fuerza o de la distancia recorrida.

F.3.2.2.2 Procedimiento del ensayo. La guía debe desplazarse a través del paracaídas.

Se deben trazar marcas de referencia sobre los bloques para poder medir su deformación.

Se debe registrar la distancia recorrida en función de la fuerza.

Después del ensayo:

- a) se debe comparar la dureza del bloque y los órganos de fricción, con los valores originales comunicados por el peticionario. Pueden efectuarse otros análisis en casos especiales;
- b) si no hay fractura, deben examinarse las deformaciones y otras modificaciones (por ejemplo: fisuras, deformación o desgaste de los órganos de fricción, aspecto de las superficies de fricción);
- c) se deben fotografiar, si se estima necesario, el bloque, los órganos de fricción y la guía para poner en evidencia las deformaciones o roturas.

F.3.2.3 Documentos

F.3.2.3.1 Deben establecer dos diagramas como sigue:

- a) uno debe dar la distancia recorrida en función de la fuerza;
- b) el otro debe expresar la deformación del bloque. Debe realizarse de manera que pueda referirse al anterior.

F.3.2.3.2 La capacidad del paracaídas debe establecerse por integración de la superficie del diagrama distancia-fuerza.

La superficie del diagrama a tomar en consideración debe ser:

- a) la superficie total si no ha habido deformación permanente;
- b) si ha existido deformación permanente o rotura:
 - 1) la superficie hasta el valor en que ha sido alcanzado el límite de elasticidad;
 - 2) o bien, la superficie hasta el valor en que se ha producido la fuerza máxima.

F.3.2.4 Determinación de la masa admisible

F.3.2.4.1 Energía absorbida por el paracaídas. Se debe adoptar una altura de caída libre calculada según la velocidad máxima de actuación del limitador de velocidad fijada en el apartado 9.9.1.

La altura de caída libre, en metros, debe tomarse como:

$$h = \frac{v_1^2}{2 \cdot g_n} + 0,1 + 0,03$$

donde

v_1 es la velocidad de actuación del limitador de velocidad en metros por segundo;

g_n es el valor normal de aceleración de gravedad en metros por segundo al cuadrado;

0,10 m corresponde al camino recorrido durante el tiempo de respuesta;

0,03 m es el camino correspondiente a la eliminación de la holgura entre los órganos de fricción y las guías.

La energía total que puede ser absorbida por el paracaídas es:

$$2 \cdot K = (P + Q)_1 \cdot g_n \cdot h$$

luego:

$$(P + Q)_1 = \frac{2K}{g_n \cdot h}$$

donde

$(P + Q)_1$ es la masa total permitida, en kilogramos;

P es la masa de la cabina vacía más los elementos soportados por la cabina, es decir, parte del cordón de maniobra, cables/cadenas de compensación (si existen), etc., en kilogramos;

Q es la carga nominal en kilogramos;

K, K_1, K_2 es la energía absorbida por un bloque de paracaídas (en Julios) (calculado según el diagrama).

F.3.2.4.2 Masa admisible

a) Si el límite de elasticidad no ha sido rebasado:

K se calcula por integración de la superficie definida en el apartado F.3.2.3.2 a);

se adopta 2 como coeficiente de seguridad. La masa admisible en kilogramos será:

$$(P + Q)_1 = \frac{K}{g_n \cdot h}$$

b) Si el límite de elasticidad ha sido rebasado:

se deben efectuar dos cálculos y se debe tomar el más favorable al peticionario;

- 1) se calcula K_1 por integración de la superficie definida en el apartado **F.3.2.3.2 b) 1)**;

se adopta 2 como coeficiente de seguridad y esto hará que la masa admisible, en kilogramos, sea:

$$(P+Q)_1 = \frac{K_1}{g_n \cdot h}$$

- 2) se calcula K_2 por la integración de la superficie definida en el apartado **F.3.2.3.2 b) 2)**;

se adopta 3,5 como coeficiente de seguridad y esto hará que la masa admisible, en kilogramos, sea:

$$(P+Q)_1 = \frac{2 \cdot K_2}{3,5 \cdot g_n \cdot h}$$

F.3.2.5 Verificación de la deformación del bloque y de la guía. Si una deformación demasiado profunda de los elementos de fricción en el bloque o en la guía puede causar dificultades para desenganchar el paracaídas, la masa admisible debe reducirse.

F.3.3 Paracaídas progresivos

F.3.3.1 Declaración y muestra de ensayo

F.3.3.1.1 El peticionario debe declarar para qué masa, en kilogramos, y qué velocidad de actuación, en metros por segundo, del limitador de velocidad debe realizarse el ensayo. Si el paracaídas tiene que certificarse para varias masas, el peticionario debe especificarlas e indicar además si el reglaje se hace a diversos niveles o de manera continua.

NOTA – El peticionario debería elegir la masa suspendida, en kilogramos, dividiendo la fuerza de frenado que él considera (en newtons) por 16, para contemplar una deceleración media de $0,6 g_n$.

F.3.3.1.2 Debe ponerse a disposición del laboratorio un conjunto de paracaídas completo, montado sobre un puente con las dimensiones fijadas por el laboratorio. Deben adjuntarse el número de juegos de zapatas de frenado necesarios para la totalidad de los ensayos. Se debe igualmente suministrar la longitud de guías fijada por el laboratorio, del tipo de guía utilizado.

F.3.3.2 Ensayo

F.3.3.2.1 Método de ensayo. El ensayo debe realizarse en caída libre. Se deben medir, directa o indirectamente:

- la altura total de caída;
- la distancia de frenado sobre las guías;
- la distancia de deslizamiento del cable del limitador de velocidad o del dispositivo utilizado en su lugar;
- el recorrido total de los elementos que forman el resorte.

Las medidas a) y b) deben registrarse en función del tiempo.

Se debe determinar:

- el esfuerzo medio de frenado;
- el esfuerzo instantáneo de frenado más grande;
- el esfuerzo instantáneo de frenado más pequeño.

F.3.3.2.2 Procedimiento del ensayo

F.3.3.2.2.1 Paracaídas certificado para una sola masa. El laboratorio debe efectuar cuatro ensayos con la masa $(P + Q)_1$. Se debe permitir, entre cada ensayo, que las piezas de fricción alcancen su temperatura normal.

Pueden utilizarse varios juegos idénticos de piezas de fricción a lo largo de estos ensayos.

Sin embargo, un juego de piezas debe permitir:

- a) tres ensayos, si la velocidad nominal no excede 4 m/s;
- b) dos ensayos, si la velocidad nominal excede 4 m/s.

La altura de caída libre debe calcularse para corresponder a la velocidad máxima de actuación del limitador de velocidad para la que puede utilizarse el paracaídas.

La actuación del paracaídas debe realizarse por medios que permitan fijar con precisión su velocidad de actuación.

NOTA – Por ejemplo, se puede utilizar un cable cuyo aflojamiento debería calcularse cuidadosamente, fijado a un manguito que pueda deslizarse con fricción sobre un cable liso fijo. El esfuerzo de fricción debería ser el mismo que el esfuerzo aplicado sobre el cable de mando por el limitador de velocidad asociado a este paracaídas.

F.3.3.2.2.2 Paracaídas certificado para diferentes masas. Ajuste por niveles o ajuste continuo.

Deben efectuarse dos series de ensayos para:

- a) el valor máximo, y
- b) el valor mínimo aplicado.

El peticionario debe facilitar una fórmula, o un diagrama, dando la variación del esfuerzo de frenado en función de un parámetro dado.

El laboratorio debe verificar por un medio apropiado (a falta de algo mejor por una tercera serie de ensayos sobre puntos intermedios) la validez de la fórmula propuesta.

F.3.3.2.3 Determinación del esfuerzo de frenado del paracaídas

F.3.3.2.3.1 Paracaídas certificado para una sola masa. El esfuerzo de frenado del que es capaz el paracaídas para el ajuste dado y el tipo de guía utilizado, es igual a la media de los esfuerzos de frenado medios registrados en los ensayos. Cada ensayo se debe realizar sobre una sección de guía no utilizada anteriormente.

Debe hacerse una comprobación de que los valores medios hallados durante los ensayos anteriores están dentro de un margen del $\pm 25\%$ en relación con el valor del esfuerzo de frenado definido más arriba.

NOTA – Los ensayos han demostrado que el coeficiente de fricción podría disminuir considerablemente si se hacen varios ensayos sucesivos sobre una misma zona de guía mecanizada. Esto se atribuye a una modificación del estado superficial por los frenados sucesivos.

Se admite que sobre una instalación, un accionamiento no provocado del paracaídas tendría toda probabilidad de ocurrir en una porción de guía no utilizada anteriormente.

Es necesario considerar que, si por azar no fuera éste el caso, se admitiría un esfuerzo de frenado menor, hasta que se encuentra una superficie no utilizada anteriormente, y por ello un deslizamiento mayor del normal.

Esta es una razón más para no admitir una regulación que provoque una deceleración demasiado débil al principio.

F.3.3.2.3.2 Paracaídas certificado para diferentes masas. Reglaje por niveles o reglaje continuo.

El esfuerzo de frenado de que es capaz el paracaídas se debe calcular como se expresa en el apartado **F.3.3.2.3.1** para los valores máximo y mínimo requeridos.

F.3.3.2.4 Control después de los ensayos

- a) Se deben comparar la dureza del bloque y de los órganos de fricción con los valores originales comunicados por el peticionario. Pueden ser necesarios otros análisis en casos especiales;
- b) se deben verificar las deformaciones o modificaciones (por ejemplo: fisuras, deformación o desgaste de los órganos de fricción, aspecto de las superficies de fricción);
- c) se deben fotografiar, si se estima necesario, el conjunto de paracaídas, los órganos de fricción y las guías para poner en evidencia las deformaciones o roturas.

F.3.3.3 Cálculo de la masa admisible

F.3.3.3.1 Paracaídas certificado para una sola masa. La masa total admisible se debe calcular utilizando la siguiente fórmula:

$$(P+Q)_1 = \frac{\text{Fuerza de frenado}}{16}$$

donde

$(P + Q)_1$ es la masa total admisible, en kilogramos;

P es la masa de la cabina vacía más los componentes soportados por la cabina, es decir, parte del cordón de maniobra, cables/cadenas de compensación (si existen), etc., en kilogramos;

Q es la carga nominal, en kilogramos;

Fuerza de frenado es la fuerza, en newtons, determinada de acuerdo con el apartado F.3.3.2.3.

F.3.3.3.2 Paracaídas certificado para diferentes masas

F.3.3.3.2.1 Regulación por niveles. La masa admisible se debe calcular, para cada regulación, como se define en el apartado F.3.3.3.1.

F.3.3.3.2.2 Regulación continua. La masa admisible se debe calcular como se expresa en el apartado F.3.3.3.1 para el máximo valor y el valor mínimo pedidos y siguiendo la fórmula propuesta para los ajustes intermedios.

F.3.3.4 Modificación posible de las regulaciones. Si durante los ensayos se encuentran valores que se alejan en más de un 20% de los esperados por el peticionario, se pueden hacer otros ensayos con su aceptación, después de una modificación de los ajustes, si se estima necesario.

NOTA – Si el esfuerzo de frenado es claramente superior al considerado por el peticionario, la masa utilizada durante el ensayo sería claramente menor que la que se obligaría a autorizar por el cálculo según el apartado F.3.3.3.1 y, como consecuencia, el ensayo no permitiría afirmar que el paracaídas es apto a disipar la energía requerida con la masa resultante del cálculo.

F.3.4 Comentarios

- a) 1) En el caso de aplicación a un ascensor dado, la masa declarada por el instalador no debe rebasar la masa admisible para el paracaídas y el ajuste considerado si se trata de un paracaídas instantáneo o de acción instantánea con efecto amortiguado;
- 2) en el caso de paracaídas progresivo, la masa declarada puede diferir de la masa admisible definida en el apartado F.3.3.3 en $\pm 7,5\%$. Se admite que, en estas condiciones, se cumplen los requisitos del apartado 9.8.4 sobre la instalación, a pesar de las tolerancias sobre el espesor de las guías, los estados superficiales, etc.;
- b) para evaluar la validez de las piezas soldadas se debe recurrir a las normas sobre esta materia;

- c) se debe verificar que el posible desplazamiento de los órganos de fricción es suficiente en las condiciones más desfavorables (acumulación de tolerancias de fabricación);
- d) los órganos de rozamiento deben conservarse convenientemente para estar seguros de su presencia en el momento de actuar;
- e) en el caso de paracaídas progresivos, se debe verificar que el desplazamiento de los elementos que forman el resorte es suficiente.

F.3.5 Certificado de examen de tipo

F.3.5.1 Se debe establecer el certificado por triplicado, es decir, dos copias para el petitionerario y una para el laboratorio.

F.3.5.2 El certificado debe indicar lo siguiente:

- a) información según el apartado **F.0.2**;
- b) el tipo y utilización del paracaídas;
- c) los límites de las masas admisibles [véase el apartado **F.3.4 a)**];
- d) la velocidad de actuación del limitador de velocidad;
- e) el tipo de la guía;
- f) el espesor admisible de la cabeza de la guía;
- g) la anchura mínima de las superficies de frenado;

y, únicamente para los paracaídas progresivos, se debe indicar:

- h) el estado de las superficies de las guías (laminada, fresada, rectificada);
- i) el estado de lubricación de las guías. Si están lubricadas, la categoría y especificación del lubricante.

F.4 Limitador de velocidad

F.4.1 Disposiciones generales

El petitionerario debe precisar al laboratorio:

- a) el tipo (o los tipos) de paracaídas que se accionarán por el limitador;
- b) las velocidades nominales máxima y mínima de los ascensores para los que el limitador de velocidad puede usarse;
- c) el esfuerzo de tracción previsto, provocado en el cable, al actuar el limitador de velocidad.

Los siguientes documentos se adjuntan a la petición:

planos de detalle y conjunto necesarios que muestren la construcción, funcionamiento, materiales utilizados, dimensiones y tolerancias de los elementos de construcción.

F.4.2 Control de las características del limitador

F.4.2.1 Muestras de ensayo. Se debe poner a la disposición del laboratorio:

- a) un limitador de velocidad;
- b) un cable del tipo utilizado para el limitador y en el estado normal en que debería instalarse. La longitud a suministrar la fija el laboratorio;
- c) un conjunto de polea tensora del tipo utilizado para el limitador.

F.4.2.2 Ensayo

F.4.2.2.1 Método de ensayo. Se debe controlar lo siguiente:

- a) la velocidad de actuación;
- b) el funcionamiento del dispositivo eléctrico de seguridad previsto en el apartado 9.9.11.1, que ordena la parada de la máquina, si este dispositivo está montado sobre el limitador;
- c) el funcionamiento del dispositivo eléctrico de seguridad previsto en el apartado 9.9.11.2, que impide todo movimiento del ascensor cuando el limitador de velocidad está accionado;
- d) el esfuerzo de tracción provocado en el cable por el limitador de velocidad cuando se acciona.

F.4.2.2.2 Procedimiento de ensayo. Se deben efectuar, al menos 20, ensayos dentro del margen de velocidades de actuación correspondiente al campo de velocidades nominales del ascensor indicado en el apartado F.4.1 b).

NOTA 1 – El laboratorio puede efectuar los ensayos en el taller del fabricante de elementos.

NOTA 2 – La mayoría de los ensayos deberían efectuarse a las velocidades extremas del margen.

NOTA 3 – La aceleración para alcanzar la velocidad de actuación debería ser tan baja como fuera posible, para eliminar los efectos de la inercia.

F.4.2.2.3 Interpretación de los resultados de ensayo

F.4.2.2.3.1 En el curso de los 20 ensayos, la velocidad de actuación debe quedar entre los límites previstos en el apartado 9.9.1.

NOTA – Si los límites previstos se rebasan, puede realizarse un ajuste por el fabricante del elemento y efectuar otros 20 nuevos ensayos.

F.4.2.2.3.2 A lo largo de los 20 ensayos, el funcionamiento de los dispositivos cuyo control está previsto según los apartados F.4.2.2.1 b) y c) debe producirse dentro de los límites previstos en los apartados 9.9.11.1 y 9.9.11.2.

F.4.2.2.3.3 La fuerza de tracción en el cable producida por la actuación del limitador debe ser al menos de 300 N o cualquier valor superior indicado por el solicitante.

NOTA 1 – Salvo excepción pedida por el fabricante del elemento, y que se especifique en el informe de ensayo, el arco de arrollamiento del cable debería ser 180°.

NOTA 2 – En el caso de dispositivo que actúe por retención de cable, se debería verificar que no hay deformación permanente del cable.

F.4.3 Certificado de examen de tipo

F.4.3.1 Se debe establecer el certificado por triplicado, esto es, dos para el petionario y una para el laboratorio.

F.4.3.2 El certificado debe indicar lo siguiente:

- a) las informaciones de acuerdo con el apartado F.0.2;
- b) el tipo y aplicación del limitador de velocidad;
- c) las velocidades nominales máxima y mínima del ascensor para las que el limitador de velocidad puede utilizarse;
- d) el diámetro del cable a utilizar y su composición;
- e) la fuerza mínima de tracción en el caso de limitador de velocidad con polea de adherencia;
- f) la fuerza de tracción que puede provocarse en el cable por la actuación del limitador de velocidad.

F.5 Amortiguadores

F.5.1 Disposiciones generales

El peticionario debe mencionar el campo de utilización previsto; es decir, velocidad máxima de impacto, masas mínima y máxima. Se debe adjuntar a la petición lo siguiente:

- a) los planos detallados y de conjunto que indiquen la construcción, el funcionamiento, los materiales utilizados, medidas y tolerancias de fabricación de los elementos de construcción.

En el caso de amortiguadores hidráulicos, se debe indicar la graduación en particular (orificios para el paso del fluido) en función del desplazamiento del amortiguador;

- b) especificación del fluido empleado.

F.5.2 Muestras para ensayo

Debe remitirse al laboratorio lo siguiente:

- a) un amortiguador;
- b) en el caso de amortiguadores hidráulicos, debe enviarse por separado el fluido necesario.

F.5.3 Ensayo

F.5.3.1 Amortiguadores de acumulación de energía con amortiguación del movimiento de retorno

F.5.3.1.1 Procedimiento de ensayo

F.5.3.1.1.1 Se debe determinar, por ejemplo por medio de pesas colocadas sobre el amortiguador, la masa necesaria para comprimir totalmente el resorte.

El amortiguador solamente puede emplearse:

- a) para velocidades nominales $v \leq \sqrt{\frac{F_L}{0,135}}$ (véase el apartado 10.4.1.1.1), pero $v \leq 1,6$ m/s (véase el apartado 10.3.4)

donde

F_L es la compresión total del resorte en metros;

- b) para masas comprendidas entre:

1) máximo $\frac{C_r}{2,5}$

2) mínimo $\frac{C_r}{4}$

donde

C_r es la masa necesaria para comprimir totalmente el resorte, en kilogramos.

F.5.3.1.1.2 El amortiguador debe ensayarse por medio de pesos correspondientes a las masas máxima y mínima, cayendo en caída libre desde una altura de $0,5 F_L = 0,067 v^2$ por encima del amortiguador.

La velocidad se debe registrar a partir del momento del impacto sobre el amortiguador y durante todo el ensayo.

En ningún momento la velocidad ascendente de los pesos (durante el retorno) debe ser superior a 1 m/s.

F.5.3.1.2 Equipo a utilizar. El equipo a utilizar debe satisfacer las siguientes condiciones:

F.5.3.1.2.1 Pesos que caen en caída libre. Los pesos deben corresponder con las tolerancias del apartado **F.0.1.6** a las masas mínima y máxima. Deben estar guiados verticalmente con la mínima fricción posible.

F.5.3.1.2.2 Equipo registrador. El equipo registrador debe ser capaz de detectar señales con las tolerancias del apartado **F.0.1.6**.

F.5.3.1.2.3 Medición de la velocidad. La velocidad se debe registrar con las tolerancias del apartado **F.0.1.6**.

F.5.3.1.3 Temperatura ambiente. La temperatura ambiente debe estar entre +15 °C y +25 °C.

F.5.3.1.4 Montaje del amortiguador. El amortiguador debe colocarse y fijarse de la misma forma que en servicio normal.

F.5.3.1.5 Control del estado del amortiguador después del ensayo. Después de dos ensayos con la masa máxima, ninguna parte del amortiguador debe presentar deformación permanente o resultar dañada, de forma que su estado debe garantizar un funcionamiento normal.

F.5.3.2 Amortiguadores con disipación de energía

F.5.3.2.1 Procedimiento de ensayo. El amortiguador debe ensayarse por medio de pesos, correspondientes a las masas mínima y máxima, que caigan en caída libre para alcanzar la velocidad máxima prevista en el momento del choque.

La velocidad debe registrarse, al menos, a partir del momento del impacto de los pesos. La aceleración y deceleración debe determinarse como función del tiempo durante todo el desplazamiento de los pesos.

NOTA – Este procedimiento se refiere a los amortiguadores hidráulicos; para otros tipos se procede por analogía.

F.5.3.2.2 Equipo a utilizar. El equipo debe satisfacer las condiciones siguientes:

F.5.3.2.2.1 Pesos cayendo en caída libre. Los pesos deben corresponder con las tolerancias del apartado **F.0.1.6** a las masas mínima y máxima. Estos deben guiarse verticalmente con la menor fricción posible.

F.5.3.2.2.2 Equipo registrador. El equipo registrador debe ser capaz de detectar señales con las tolerancias del apartado **F.0.1.6**. La cadena de medición, comprendiendo el equipo registrador para el registro de los valores medidos en función del tiempo, debe diseñarse con una frecuencia propia de al menos, de 1 000 Hz.

F.5.3.2.2.3 Medición de la velocidad. La velocidad se debe registrar al menos desde el momento del impacto de los pesos sobre el amortiguador o sobre todo el recorrido de los pesos, con las tolerancias del apartado **F.0.1.6**.

F.5.3.2.2.4 Medición de la deceleración. Si existe un dispositivo para medir la deceleración (véase el apartado **F.5.3.2.1**) debe estar situado lo más cerca posible del eje del amortiguador y debe ser capaz de medir con las tolerancias del apartado **F.0.1.6**.

F.5.3.2.2.5 Medición del tiempo. Deben registrarse y medirse impulsos de tiempo de 0,01 s de duración con las tolerancias del apartado **F.0.1.6**.

F.5.3.2.3 Temperatura ambiente. La temperatura ambiente debe estar entre +15 °C y +25 °C.

La temperatura del fluido debe medirse con las tolerancias del apartado **F.0.1.6**.

F.5.3.2.4 Montaje del amortiguador. El amortiguador debe colocarse y fijarse de la misma forma que en servicio normal.

F.5.3.2.5 Llenado del amortiguador. El amortiguador se debe llenar hasta la marca de referencia, siguiendo las instrucciones del fabricante del componente.

F.5.3.2.6 Controles

F.5.3.2.6.1 Control de la deceleración. La altura de caída libre de los pesos debe elegirse de manera que la velocidad en el momento del choque corresponda a la velocidad máxima de impacto estipulada en la petición.

La deceleración debe estar de acuerdo con los requisitos del apartado **10.4.3.3** de esta norma.

Se debe realizar un primer ensayo con la masa máxima y control de la deceleración.

Un segundo ensayo debe efectuarse con la masa mínima y control de la deceleración.

F.5.3.2.6.2 Control del retorno del amortiguador a la posición normal. Después de cada ensayo el amortiguador debe mantenerse durante 5 min en la posición de completamente comprimido. El amortiguador debe liberarse después para permitir su retorno a la posición normal.

Cuando se trata de amortiguadores con retroceso por resorte o por gravedad, debe alcanzarse la posición de retorno completo en un periodo máximo de 120 s.

Antes de proceder a otro ensayo de deceleración, debe esperarse 30 min para permitir al líquido volver al depósito y escapar a las burbujas de aire.

F.5.3.2.6.3 Control de las pérdidas de líquido. El nivel de líquido debe controlarse después de haber efectuado los dos ensayos de deceleración previstos en el apartado **F.5.3.2.6.1** y, después de un intervalo de 30 min, el nivel del líquido debe ser otra vez suficiente para asegurar el funcionamiento normal del amortiguador.

F.5.3.2.6.4 Control del estado del amortiguador después de los ensayos. Después de los dos ensayos de deceleración previstos en el apartado **F.5.3.2.6.1**, ninguna parte del amortiguador debe presentar deformación permanente o estar dañada, de tal manera que su estado garantice el funcionamiento normal.

F.5.3.2.7 Procedimiento en caso de que los requisitos de los ensayos no se satisfagan. Cuando los resultados de los ensayos no sean satisfactorios con las masas mínima y máxima que figuran en la petición, el laboratorio, de acuerdo con el peticionario, puede establecer los límites aceptables.

F.5.3.3 Amortiguadores de características no lineales

F.5.3.3.1 Procedimiento de ensayo

F.5.3.3.1.1 El amortiguador debe ensayarse con la ayuda de unas masas en caída libre, desde una altura para que se alcance en el momento del impacto la máxima velocidad solicitada, pero no menos de 0,8 m/s.

La altura de caída, la velocidad, la aceleración y la deceleración debe registrarse desde el momento en que la masa se suelta hasta su total detención.

F.5.3.3.1.2 Las masas deben corresponder a la mínima y a la máxima de las solicitadas. Deben estar guiadas verticalmente con el mínimo de fricción posible, de tal manera que en el momento del impacto debe alcanzarse una deceleración de por lo menos $0,9 g_n$.

F.5.3.3.2 Equipos a utilizar. El equipo debe responder a los apartados **F.5.3.2.2.2**, **F.5.3.2.2.3** y **F.5.3.2.2.4**.

F.5.3.3.3 Temperatura ambiente. La temperatura ambiente debe estar entre +15 °C y +25 °C.

F.5.3.3.4 Montaje del amortiguador. El amortiguador debe situarse y fijarse de igual forma al de su uso normal.

F.5.3.3.5 Número de ensayos. Deben realizarse tres ensayos con:

- a) la máxima masa;
- b) la mínima masa solicitada.

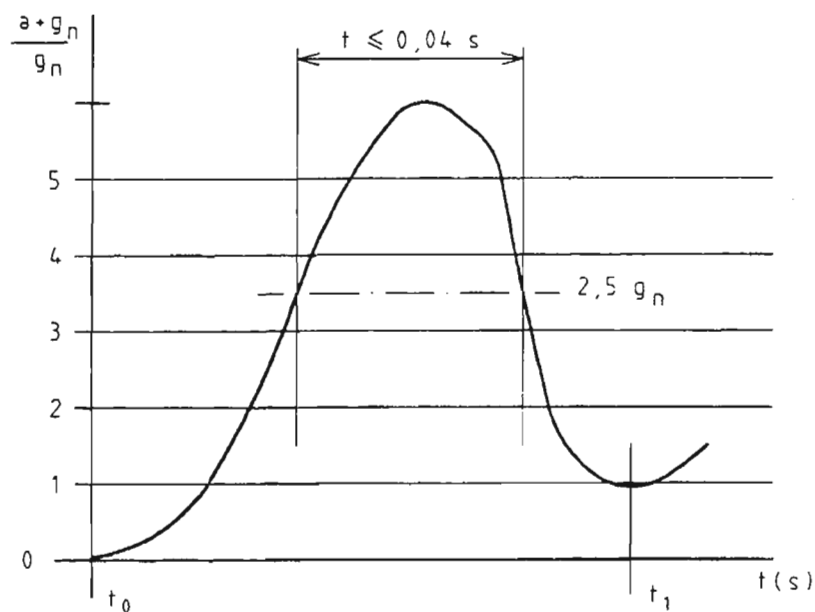
El tiempo que transcurra entre dos ensayos consecutivos debe ser de 5 min a 30 min.

Con los tres ensayos realizados con la masa máxima, el valor de referencia de la fuerza del amortiguador a un desplazamiento del 50% de la altura real del amortiguador dada por el solicitante, no debe tener una variación mayor del 5%. Con los ensayos de la masa mínima debe actuarse por analogía.

F.5.3.3.6 Verificaciones

F.5.3.3.6.1 Verificación de la deceleración. La deceleración "a" debe ser conforme a los siguientes requisitos:

- a) la deceleración media en caso de caída libre con la carga nominal en la cabina y a una velocidad de 115% de la velocidad nominal, no debe exceder de $1 g_n$. La deceleración medida se evaluará tomando en cuenta el tiempo sobre los dos primeros mínimos absolutos de la deceleración (véase la figura F.1);
- b) los picos en la deceleración de más de $2,5 g_n$ no deben sobrepasar los 0,04 s.



t_0 = instante de impacto sobre amortiguador (primer mínimo absoluto);

t_1 = segundo mínimo absoluto.

Fig. F.1 – Gráfico de deceleración

F.5.3.3.6.2 Verificación del estado de los amortiguadores después de los ensayos. Después de los ensayos con la máxima masa, no debe apreciarse ninguna deformación permanente o haber algún deterioro en ninguna parte del amortiguador, de tal manera que se pueda garantizar su funcionamiento normal.

F.5.3.3.7 Procedimiento en caso de que los requisitos del ensayo no se satisfagan. Cuando los resultados de los ensayos no sean satisfactorios con las masas mínima y máxima indicadas en la solicitud, el laboratorio, de acuerdo con el solicitante, puede establecer los límites aceptables.

F.5.4 Certificado de examen de tipo

F.5.4.1 El certificado se debe expedir por triplicado, esto es, dos copias para el peticionario y una para el laboratorio.

F.5.4.2 El certificado debe indicar lo siguiente:

- a) la información de acuerdo con el apartado **F.0.2**;
- b) el tipo y aplicación del amortiguador;
- c) la velocidad máxima del impacto;
- d) la masa máxima;
- e) la masa mínima;
- f) la especificación del líquido, en el caso de amortiguadores hidráulicos;
- g) condiciones medioambientales de utilización (temperatura, humedad, polución, etc.) en el caso de amortiguadores con características no lineales.

F.6 Circuitos de seguridad que contengan componentes electrónicos

Para circuitos de seguridad con componentes electrónicos son necesarios los ensayos de laboratorio, puesto que los ensayos *in situ* por inspectores son imposibles.

A continuación nos referimos a tarjetas de circuito impreso. Si el circuito de seguridad no está ensamblado de dicha manera, debe asumirse que lo está de forma equivalente.

F.6.1 Disposiciones generales

El solicitante debe indicar al laboratorio:

- a) la identificación de la tarjeta;
- b) las condiciones de trabajo;
- c) lista de los componentes utilizados;
- d) plano de disposición de la tarjeta de circuito impreso;
- e) plano de disposición de híbridos y marcas de las pistas utilizadas en los circuitos de seguridad;
- f) descripción del funcionamiento;
- g) datos eléctricos, incluso esquema de cableado eléctrico, si procede, e incluyendo las definiciones de entrada y salida de la tarjeta.

F.6.2 Muestras para ensayo

Debe entregarse al laboratorio:

- a) una tarjeta de circuito impreso;
- b) una tarjeta de circuito impreso base (sin componentes).

F.6.3 Ensayos

F.6.3.1 Ensayos mecánicos. Durante los ensayos, el objeto ensayado (circuito impreso) debe mantenerse en funcionamiento. Durante y después de los ensayos no debe aparecer ninguna operación ni condición insegura dentro del circuito de seguridad.

F.6.3.1.1 Vibraciones. Los elementos transmisores de los circuitos de seguridad deben satisfacer los siguientes requisitos:

- a) Norma EN 60068-2-6, Fatiga por barrido: **tabla C.2:**

barrido de 20 ciclos en cada eje, de amplitud de 0,35 mm o 5 g_n y en el campo de frecuencia de 10 Hz - 55 Hz;

y también:

- b) Norma EN 60068-2-27, Aceleración y duración de la pulsación: tabla 1:

la combinación de:

- pico de aceleración: 294 m/s² ó 30 g_n ;
- duración correspondiente de la pulsación: 11 ms, y
- cambio de velocidad correspondiente 2,1 m/s media onda.

NOTA – Cuando se prevén elementos absorbentes de choques para los elementos transmisores, éstos se consideran como parte de los elementos transmisores.

Después de los ensayos, ni las distancias en el aire ni las líneas de fuga deben ser inferiores a los mínimos aceptados.

F.6.3.1.2 Choques (según la Norma EN 60062-2-29). Los ensayos de choque son para simular la caída de las tarjetas de circuitos impresos, introduciendo el riesgo de rotura de componentes de situación insegura.

Los ensayos se dividen en:

- a) choques puntuales;
- b) choques continuos.

Los objetos sometidos a ensayo deben satisfacer los requisitos mínimos siguientes:

F.6.3.1.2.1 Choques puntuales

- 1) Forma de choque: semi-sinusoide;
- 2) amplitud de aceleración: 15 g;
- 3) duración del choque: 11 ms.

F.6.3.1.2.2 Choques continuos

- 1) Amplitud de aceleración: 10 g;
- 2) duración de los choques: 16 ms;
- 3) a) número de choques: 1 000 +/- 10;
b) frecuencia de los choques: 2 /s.

F.6.3.2 Ensayos de temperatura (según el Documento HD 323.2.14 S2). Límites de temperatura ambiente de funcionamiento: 0 °C a + 65 °C (la temperatura ambiente es la del dispositivo de seguridad).

Condiciones de ensayo:

- la tarjeta de circuito impreso debe estar en condiciones de funcionamiento;
- la tarjeta de circuito impreso debe suministrarse a la tensión nominal de funcionamiento prevista;
- el dispositivo de seguridad debe funcionar durante el ensayo y después de él. Si la tarjeta de circuito impreso contiene componentes distintos de los circuitos de seguridad, éstos deben igualmente funcionar durante el ensayo (su posible fallo no se considera);
- los ensayos se deben realizar a temperaturas mínima y máxima (0 °C a +65 °C), con una duración de 4 horas mínimo;
- si la tarjeta de circuito impreso se ha diseñado para límites de temperatura más extensos, debe ensayarse para dichos límites.

F.6.4 Certificado de examen de tipo

F.6.4.1 El certificado debe expedirse por triplicado, esto es, dos copias para el solicitante y una para el laboratorio.

F.6.4.2 El certificado debe contener:

- a) la información de acuerdo con el apartado **F.0.2**;
- b) tipo y aplicación en la circuitería;
- c) diseño para el grado de polución, de acuerdo con la Norma CEI 60664-1;
- d) tensiones de servicio;
- e) distancias entre los circuitos de seguridad y el resto de los circuitos de control en la tarjeta.

NOTA — Otros ensayos tales como de humedad, choques climáticos, etc., no son objeto de ensayos, debido a la situación mediambiental normal en la que los ascensores operan.

F.7 Dispositivo de protección contra sobrevelocidad de la cabina en subida

Esta especificación se aplica a los dispositivos de protección de sobrevelocidad de la cabina en subida que no emplean paracaídas, limitador de velocidad, u otros dispositivos que están sujetos a verificaciones de acuerdo con los capítulos **F.3**, **F.4** y **F.6**.

F.7.1 Disposiciones generales

El solicitante debe establecer el campo de utilización condicionado a:

- a) un mínimo y un máximo de masas;
- b) una velocidad nominal máxima;
- c) la utilización en instalaciones con cables de compensación.

Los siguientes documentos se acompañarán a los de la solicitud:

- a) planos de detalle y de conjunto mostrando la construcción, funcionamiento, materiales utilizados, dimensiones y tolerancias de los elementos constructivos;
- b) si se estima necesario, también un diagrama de carga de los elementos elásticos;
- c) información detallada de los materiales utilizados, el tipo de elemento sobre la que actúa el dispositivo de protección de velocidad en subida de la cabina, así como su estado superficial (laminado, mecanizado, rectificado, etc.)

F.7.2 Declaración y muestras de ensayo

F.7.2.1 El solicitante debe declarar para qué masa (en kilogramos) y qué velocidad de actuación (en metros por segundo) debe realizarse el ensayo. Si el dispositivo tiene que certificarse para varias masas, el solicitante debe especificar cuáles, e indicar además, cómo se realiza el ajuste, si por etapas o de forma continua.

F.7.2.2 A definir entre el solicitante y el laboratorio

- bien un conjunto completo consistente en ambos elementos, el dispositivo de frenado y el dispositivo de control de velocidad, o bien
- solamente el dispositivo que no fue objeto de verificación conforme a los capítulos **F.3**, **F.4** ó **F.6** debe ser puesto a disposición del laboratorio.

Deben adjuntarse el número necesario de juegos de elementos de fricción para todos los ensayos. El tipo de elemento donde el dispositivo actúa también debe suministrarse, con las dimensiones que el laboratorio especifique.

F.7.3 Ensayo

F.7.3.1 Método de ensayo. El método de ensayo se debe definir entre el solicitante y el laboratorio, dependiendo del dispositivo y de su funcionamiento para alcanzar una función realista del sistema. Deben hacerse mediciones de:

- a) la aceleración y velocidad;
- b) la distancia de frenado;
- c) la deceleración.

Las mediciones se deben registrar en función del tiempo.

F.7.3.2 Procedimiento de ensayo. Al menos se deben realizar 20 ensayos, con el dispositivo de control de velocidad en el campo de velocidades de actuación correspondientes, al rango de velocidades nominales del ascensor indicado en el apartado **F.7.1 b)**.

NOTA – La aceleración de la masa para alcanzar la velocidad de actuación debería ser lo más baja posible, con el fin de eliminar el efecto de la inercia.

F.7.3.2.1 Dispositivo certificado para una masa única. El laboratorio debe realizar cuatro ensayos con la masa del sistema representativa de la cabina vacía.

Entre cada ensayo, se debe permitir que los elementos de fricción se dejen enfriar hasta alcanzar su temperatura normal.

Durante los ensayos pueden utilizarse varios juegos idénticos de elementos de fricción.

Sin embargo, un juego de dichos elementos debe ser capaz de realizar:

- a) tres ensayos, si la velocidad nominal no excede de 4 m/s;
- b) dos ensayos, si la velocidad nominal excede de 4 m/s.

El ensayo debe realizarse a la máxima velocidad de actuación para la que el dispositivo puede utilizarse.

F.7.3.2.2 Dispositivo certificado para diferentes masas. Ajuste por etapas o de forma continua.

Se debe realizar una serie de ensayos para el valor máximo aplicado y otra serie para el valor mínimo. El solicitante debe facilitar una fórmula o gráfico mostrando la variación de la fuerza de frenado en función de un parámetro dado.

El laboratorio debe verificar con medios apropiados (en ausencia de algo mejor, con tres series de ensayos para puntos intermedios) la validez de la fórmula propuesta.

F.7.3.2.3 Dispositivo de control de velocidad

F.7.3.2.3.1 Procedimiento de ensayo. Se deben realizar, por lo menos, 20 ensayos en el rango de velocidad para la actuación sin aplicar el dispositivo de frenado.

La mayoría de los ensayos deben hacerse en los valores extremos del rango de aplicación.

F.7.3.2.3.2 Interpretación de los resultados de ensayo. En el transcurso de los 20 ensayos las velocidades de actuación deben estar entre los límites previstos en el apartado 9.10.1.

F.7.3.3 Comprobación después de los ensayos

Después del ensayo:

- a) la dureza de material de los elementos de frenado debe compararse con los valores originales dados por el solicitante. En casos especiales se pueden realizar otros análisis;
- b) debe examinarse si no hay roturas, deformaciones u otros cambios (por ejemplo: grietas, deformaciones, desgastes en los elementos de frenado, aspecto de las superficies friccionadas por el frenado);
- c) si se estima necesario, deben tomarse fotografías de los elementos frenantes y de los elementos sobre los que actúa el dispositivo para evidenciar deformaciones o roturas;
- d) debe comprobarse que las deceleraciones con la masa mínima no exceden de $1 g_n$.

F.7.4 Modificación posible de los ajustes

Si durante los ensayos se encuentran valores que difieren más del 20% sobre los valores esperados por el solicitante, se pueden hacer nuevos ensayos con su aprobación, después de cambiar el ajuste, si fuera necesario.

F.7.5 Informe de ensayo

Con el fin de conseguir facilidad de reproducción del ensayo, el examen de tipo debe registrarse en todos sus detalles, tales como:

- el método de ensayo definido entre el solicitante y el laboratorio;
- la descripción de la disposición del ensayo;
- la localización del dispositivo a ensayar en la disposición de ensayo;
- el número de ensayos realizados;
- el registro de los valores medidos;
- el informe de observaciones durante el ensayo;
- la evaluación de los resultados de ensayo mostrando la conformidad con los requisitos.

F.7.6 Certificado de examen de tipo

F.7.6.1 El certificado se debe expedir por triplicado; es decir, dos copias para el solicitante y una para el laboratorio.

F.7.6.2 El certificado debe contener:

- a) información de acuerdo con el apartado **F.0.2**;
- b) tipo y aplicación de los medios para protección de la velocidad de la cabina en subida;
- c) los límites de las masas permitidos;
- d) las velocidades de actuación del dispositivo de control de velocidad;
- e) el tipo de los elementos donde actúan los órganos de fricción.

ANEXO G (Informativo)

CÁLCULO DE GUÍAS

G.1 Generalidades⁹⁾

G.1.1 Con el fin de cumplir los requisitos del apartado 10.1.1 se acepta el cálculo de guías basado en lo siguiente cuando no está prevista una distribución específica de la carga.

G.1.1.1 La carga nominal - Q - se considera que no está distribuida uniformemente en el área de la cabina, véase el apartado G.2.2.

G.1.1.2 Se asume que los dispositivos de seguridad actúan simultáneamente sobre las guías y que las fuerzas de frenado se distribuyen por igual.

G.2 Cargas y esfuerzos

G.2.1 El punto de aplicación de las masas de la cabina vacía y los componentes que cuelgan de ella, tales como pistón, cordón de maniobra, cables/cadenas de compensación (si existen) - P - debe ser el del centro de gravedad de la masa de la cabina.

G.2.2 En los casos de carga de "uso normal" y "actuación de dispositivos de seguridad", la carga nominal - Q - conforme al apartado 8.2 debe estar uniformemente distribuida dentro de las tres cuartas partes del área de la cabina, estando en la posición más desfavorable tal como se muestra en los ejemplos dados en el capítulo G.7.

No obstante, si después de negociaciones se prevén condiciones distintas de distribución de la carga en cabina (véase el apartado 0.2.5), los cálculos deben hacerse según dichas condiciones.

G.2.3 El esfuerzo de pandeo - F_k - de la cabina se debe calcular según la fórmula:

$$F_k = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (P + Q)}{n}$$

donde

k_1 es el factor de impacto según la **tabla G.2**;

g_n es la aceleración normal de la gravedad (9,81 m/s²);

P son las masas de la cabina vacía y componentes que le cuelgan, cuando proceda, es decir, parte del cordón de maniobra, cables/cadenas de compensación (si existen), etc., en kilogramos;

Q es la carga nominal, en kilogramos;

n es el número de guías.

⁹⁾ Este anexo es válido para la Norma EN 81, partes 1 y 2.

G.2.4 El esfuerzo de pandeo por el contrapeso o por la masa de equilibrado con paracaídas - F_c - debe evaluarse mediante la siguiente fórmula, respectivamente:

$$F_c = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (P + q \cdot Q)}{n} \quad \text{o} \quad F_c = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot q \cdot P}{n}$$

donde:

k_1 es el factor de impacto según la **tabla G.2**;

g_n es la aceleración normal de la gravedad (9,81 m/s²);

P son las masas de la cabina vacía y los componentes que le cuelgan, cuando proceda, es decir, parte del cordón de maniobra, cables/cadenas de compensación, etc., en kilogramos;

Q es la carga nominal, en kilogramos;

q es el factor de equilibrado que indica la parte de la carga nominal equilibrada por el contrapeso, o la parte de la masa de cabina equilibrada por la masa de equilibrado;

n es el número de guías.

G.2.5 Durante la carga y descarga de la cabina, la fuerza aplicada en la pisadera - F_s - tiene que considerarse actúa en el centro de la pisadera. El valor de dicha fuerza sobre la pisadera debe ser:

$F_s = 0,4 \cdot g_n \cdot Q$ para ascensores con cargas nominales menores de 2 500 kg en viviendas, oficinas, hoteles, hospitales, etc.;

$F_s = 0,6 \cdot g_n \cdot Q$ para ascensores con carga nominal igual a 2 500 kg o mayor;

$F_s = 0,85 \cdot g_n \cdot Q^{10)}$ para ascensores con carga nominal igual a 2 500 kg o mayor en la carga de carretillas elevadoras.

Al aplicar la fuerza sobre la pisadera se asume que la cabina está vacía. En cabinas con más de una entrada la fuerza sobre la pisadera se aplica solamente a la entrada más desfavorable.

G.2.6 Las fuerzas de guiado del contrapeso o masa de equilibrado - G - deben evaluarse tomando en consideración:

- el punto de aplicación de la masa;
- la suspensión; y
- las fuerzas debidas a los cables/cadenas de compensación, con tensores o sin ellos.

En un contrapeso o masa de equilibrado, guiado y suspendido por el centro, debe tomarse en consideración una excentricidad del punto de aplicación de la masa respecto al centro de gravedad del área de la sección horizontal del contrapeso o masa de equilibrado de por lo menos 5% de anchura y 10% de fondo.

G.2.7 Deben considerarse los esfuerzos por cada guía debidas a equipos auxiliares fijados en las mismas - M -, excepto las de limitador de velocidad y partes asociadas, las de interruptores o equipos de posicionamiento.

10) Se ha asumido el valor 0,85, partiendo de 0,6 Q y la mitad del peso de una carretilla elevadora, según experiencia de (ANSI clase C2) - no es mayor que la mitad de la carga nominal ($0,6 + 0,5 \cdot 0,5$) = 0,85.

G.2.8 Las cargas de viento - WL - deben considerarse en los ascensores circulando por el exterior de los edificios con recintos abiertos y deben determinarse de acuerdo con el proyectista del edificio (véase el apartado **0.2.5**).

G.3 Casos de cargas

G.3.1 Las cargas y fuerzas y los distintos casos de carga a tomar en consideración se indican en la **tabla G.1**.

Tabla G.1
Cargas y esfuerzos a tomar en consideración

Casos de carga	Cargas y esfuerzos	P	Q	G	F_s	F_k o F_c	M	WL
Uso normal	funcionando	+	+	+	-	-	+	+
	carga + descarga	+	-	-	+	-	+	+
Actuación de dispositivo de seguridad	dispositivos de seguridad o similar	+	+	+	-	+	+	-
	válvula paracaídas	+	+	-	-	-	+	-

G.3.2 En los documentos previstos para el primer examen y ensayo, es suficiente someter solamente el cálculo del caso más desfavorable de la carga.

G.4 Factores de impacto

G.4.1 Funcionamiento de dispositivos de seguridad

El factor de impacto debido a la actuación de un dispositivo de seguridad k_1 depende del tipo de dispositivo de seguridad.

G.4.2 Cabina

En el caso de carga "utilización normal, funcionando", las masas en movimiento vertical de la cabina ($P + Q$) deben multiplicarse por el factor de impacto k_2 para tomar en consideración la parada brusca debido a la actuación del dispositivo eléctrico de seguridad o por la interrupción accidental de la energía de red.

G.4.3 Contrapeso o masa de equilibrado

Los esfuerzos aplicados a las guías del contrapeso o masa de equilibrado indicadas en el apartado **G.2.6** deben multiplicarse por el factor de impacto k_3 para tomar en consideración el posible rebote del contrapeso o masa de equilibrado cuando la cabina es detenida con una deceleración mayor a $1 g_n$.

G.4.4 Valores de los factores de impacto

Los valores de los factores de impacto se indican en la **tabla G.2**.

Tabla G.2
Factores de impacto

Impacto por	Factor de impacto	Valor
Actuación de paracaídas instantáneo o dispositivo de bloqueo, excepto de tipo de rodillo	k_1	5
Actuación de paracaídas instantáneo de tipo de rodillo, o dispositivo de bloqueo de tipo de rodillo, o dispositivo de retén con amortiguador de tipo de acumulación de energía, o amortiguador de acumulación de energía.		3
Actuación de paracaídas progresivo, o dispositivo de bloqueo progresivo, o dispositivo de retén con amortiguador de tipo de disipación de energía, o amortiguador de tipo de disipación de energía		2
Válvula paracaídas		2
Funcionando	k_2	1,2
Partes auxiliares	k_3	(...) ¹⁾
1) El valor tiene que determinarse por el fabricante, puesto que depende de cada instalación real.		

G.5 Cálculos

G.5.1 Extensión de los cálculos

Las guías deben dimensionarse tomando en consideración los esfuerzos de flexión.

En todos los casos en que los dispositivos de seguridad actúan sobre las guías, éstas deben dimensionarse tomando en consideración los esfuerzos de flexión y de pandeo.

Con guías colgadas (fijadas en la parte alta del hueco) en lugar de tomar los esfuerzos de pandeo se tienen que tomar los de tracción.

G.5.2 Esfuerzos de flexión

G.5.2.1 Dependiendo de:

- la suspensión de la cabina, contrapeso, o masa de equilibrado;
- la posición de las guías de la cabina, contrapeso o masa de equilibrado;
- la carga y su distribución en la cabina;

las fuerzas de apoyo - F_b - en las guiaderas crean esfuerzos de flexión en las guías.

G.5.2.2 En el cálculo de los esfuerzos de flexión en los distintos ejes de las guías (véase la **figura G.1**) se puede asumir que:

- las guías son una viga continua con puntos flexibles de fijación a una distancia l ;
- la resultante de los esfuerzos que causan esfuerzos de flexión actúan en el punto medio de dos fijaciones adyacentes;
- el momento de flexión actúa en el eje neutro del perfil de la guía.

En la evaluación de los esfuerzos de flexión - σ_m - debidos a los esfuerzos actuando en ángulo recto al eje del perfil se deben utilizar las siguientes fórmulas:

$$\sigma_m = \frac{M_m}{W}$$

con

$$M_m = \frac{3 \cdot F_b \cdot l}{16}$$

donde

σ_m es el esfuerzo de flexión (en newtons dividido por milímetro cuadrado);

M_m es el momento de flexión (en newtons milímetro);

W es el módulo de la superficie de la sección transversal (en milímetros cúbicos);

F_b es la fuerza (en newtons) aplicada a las guías por las guideras en los distintos casos de carga en cabina;

l es la distancia máxima (en milímetros) entre fijaciones de guías.

Esto no es válido para el caso de carga "utilización normal, cargando", a condición de que la posición relativa de las rozaderas respecto a los puntos de fijación ya se haya tenido en consideración.

G.5.2.3 Los esfuerzos de flexión en diferentes direcciones deben combinarse tomando en consideración el perfil de guía.

Si por una parte para W_x y W_y se emplean los valores usuales de las tablas ($W_{x\min.}$ y $W_{y\min.}$, respectivamente), y si por otra parte los esfuerzos admisibles no se sobrepasan, entonces no es necesaria ninguna prueba adicional. En caso contrario, tiene que hacerse un estudio para determinar en qué punto del perfil de guía los esfuerzos de tracción alcanza su máximo.

G.5.2.4 Si se emplean más de dos guías, se permite considerar que las fuerzas se reparten por igual en todas ellas, si son idénticos sus perfiles.

G.5.2.5 Si se utiliza más de un paracaídas, se puede considerar que, conforme al apartado 9.8.2.2, la fuerza total de frenado se reparte por igual en los diferentes paracaídas.

G.5.2.5.1 Si varios paracaídas superpuestos verticalmente actúan sobre una misma guía, se debe asumir que la fuerza de frenado de la guía actúa en un solo punto.

G.5.2.5.2 Si varios paracaídas se yuxtaponen horizontalmente la fuerza de frenado en una de las guías debe estar de acuerdo con los apartados G.2.3 o G.2.4.

G.5.3 Pandeo

Para determinar los esfuerzos al pandeo se debe utilizar el método "omega", con la aplicación de las siguientes fórmulas:

$$\sigma_k = \frac{(F_k + k_3 \cdot M) \cdot \omega}{A} \quad \text{o} \quad \sigma_k = \frac{(F_c + k_3 \cdot M) \cdot \omega}{A}$$

donde

σ_k es el esfuerzo de pandeo, en newtons por milímetro cuadrado;

F_k es la fuerza de pandeo, en newtons, en la guía de cabina, véase el apartado G.2.3;

F_c es la fuerza de pandeo, en newtons, en la guía de contrapeso o masa de equilibrado, véase el apartado G.2.4;

- k_3 es el factor de impacto, véase la **tabla G.2**;
 M es la fuerza, en newtons, en la guía debida a equipos auxiliares;
 A es el área de la sección transversal de guía, en milímetros cuadrados;
 ω es el valor omega.

Los valores de "omega" pueden tomarse de las **tablas G.3 y G.4**, o bien pueden evaluarse aplicando los siguientes polinomios, con:

$$\lambda = \frac{l_k}{i} \quad \text{y} \quad l_k = l$$

donde

- λ es el coeficiente de esbeltez;
 l_k es la longitud de pandeo, en milímetros;
 i es el radio de giro mínimo, en milímetros;
 l es la distancia máxima entre fijaciones de guía, en milímetros.

Para acero de resistencia a la tracción $R_m = 370 \text{ N/mm}^2$:

$$\begin{aligned}
 20 \leq \lambda \leq 60: \quad \omega &= 0,000\,129\,20 \cdot \lambda^{1,89} + 1; \\
 60 < \lambda \leq 85: \quad \omega &= 0,000\,046\,27 \cdot \lambda^{2,14} + 1; \\
 85 < \lambda \leq 115: \quad \omega &= 0,000\,017\,11 \cdot \lambda^{2,35} + 1,04; \\
 115 < \lambda \leq 250: \quad \omega &= 0,000\,168\,87 \cdot \lambda^{2,00}.
 \end{aligned}$$

Para acero de resistencia a la tracción $R_m = 520 \text{ N/mm}^2$:

$$\begin{aligned}
 20 \leq \lambda \leq 50: \quad \omega &= 0,000\,082\,40 \cdot \lambda^{2,06} + 1,021; \\
 50 < \lambda \leq 70: \quad \omega &= 0,000\,018\,95 \cdot \lambda^{2,41} + 1,05; \\
 70 < \lambda \leq 89: \quad \omega &= 0,000\,024\,47 \cdot \lambda^{2,36} + 1,03; \\
 89 < \lambda \leq 250: \quad \omega &= 0,000\,253\,30 \cdot \lambda^{2,00}.
 \end{aligned}$$

Para el cálculo de los valores "omega" con resistencia a la tracción R_m del acero, entre 370 N/mm^2 y 520 N/mm^2 , debe utilizarse la siguiente fórmula:

$$\omega_R = \left[\frac{\omega_{520} - \omega_{370}}{520 - 370} \cdot (R_m - 370) \right] + \omega_{370}$$

Para otros materiales metálicos, el valor de "omega" tiene que ser propuesto por el fabricante.

G.5.4 Combinación de los esfuerzos de flexión y pandeo

Los esfuerzos de flexión y pandeo combinados deben evaluarse según las siguientes fórmulas:

$$\text{esfuerzos de flexión} \quad \sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \quad \leq \sigma_{\text{perm}}$$

$$\text{esfuerzos de flexión y compresión} \quad \sigma = \sigma_m + \frac{F_k + k_3 \cdot M}{A} \quad \leq \sigma_{\text{perm}}$$

o bien:

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_c + k_3 \cdot M}{A} \quad \leq \sigma_{\text{perm}}$$

$$\text{flexión y pandeo} \quad \sigma_c = \sigma_k + 0,9 \cdot \sigma_m \quad \leq \sigma_{\text{perm}}$$

donde

σ_m es el esfuerzo de flexión, en newtons por milímetro cuadrado;

σ_x es el esfuerzo de flexión, en newtons por milímetro cuadrado, en el eje X;

σ_y es el esfuerzo de flexión, en newtons por milímetro cuadrado, en el eje Y;

σ_{perm} es el esfuerzo permisible, en newtons por milímetro cuadrado, véase el apartado 10.1.2.1;

σ_k es el esfuerzo de pandeo, en newtons por milímetro cuadrado;

F_k es la fuerza de pandeo, en newtons, sobre una guía de cabina, véase el apartado G.2.3;

F_c es la fuerza de pandeo, en newtons, sobre una guía de contrapeso o masa de equilibrado, véase el apartado G.2.4;

k_3 es el factor de impacto, véase la **tabla G.2**;

M es la fuerza, en newtons, sobre una guía debida a equipo auxiliar;

A es el área de la sección transversal de la guía, en milímetros cuadrados.

G.5.5 Torsión de la base de guía

La torsión tiene que tenerse en cuenta.

Para guías de perfil en T, se tiene que aplicar la siguiente fórmula:

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \quad \leq \sigma_{\text{perm}}$$

donde

σ_F es el esfuerzo local de torsión, en newtons por milímetro cuadrado;

F_x es la fuerza ejercida, en newtons, por la rozadura sobre la base;

c es la anchura de la parte de conexión de la base con la cabeza de la guía, en milímetros, (véase la **figura G.1**);

σ_{perm} es el esfuerzo permisible, en newtons por milímetro cuadrado.

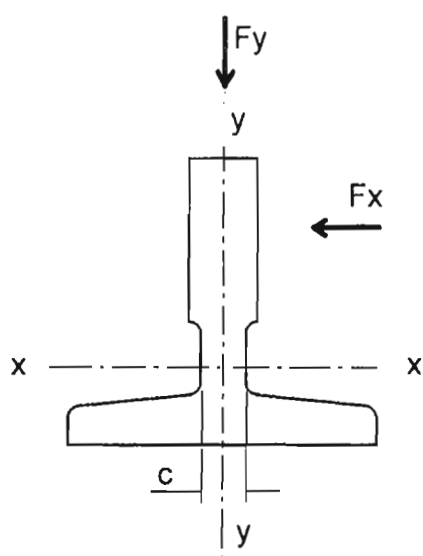


Fig. G.4 – Ejes del perfil de guía

Tabla G.3[illegible]

Tabla G.4
Valores ω en función de λ para un acero de resistencia a la tracción 520 N/mm²

[illegible]

G.5.6 Ejemplos de guiado, casos de suspensión y carga en la cabina, con sus correspondientes fórmulas, se dan en el capítulo **G.7**.

G.5.7 Flechas

Las flechas se deben calcular según las siguientes fórmulas:

$$\delta_y = 0,7 \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \quad \text{Y - Y plano principal de inercia de la guía}$$

$$\delta_x = 0,7 \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \quad \text{X - X plano principal de inercia de la guía}$$

donde

δ_x es la flecha (en milímetros) en el eje X;

δ_y es la flecha (en milímetros) en el eje Y;

F_x es la fuerza de apoyo ejercida (en newtons) en el eje X;

F_y es la fuerza de apoyo ejercida (en newtons) en el eje Y;

l es la máxima distancia entre fijaciones de guía (en milímetros);

E es el módulo de elasticidad en (newtons por milímetro cuadrado);

I_x es el momento de inercia de la sección de guía (en milímetros a la cuarta) en el eje X;

I_y es el momento de inercia de la sección de guía (en milímetros a la cuarta) en el eje Y.

G.6 Flechas admisibles

Las flechas admisibles para perfiles de guía en T se establecen en el apartado **10.1.2.2**.

Las flechas de las guías en perfiles diferentes a las T deben quedar limitadas al cumplimiento del apartado **10.1.1**.

La combinación de las flechas admisibles con las flechas de las fijaciones de guía, la holgura en las rozaderas de guías y la rectitud de las guías, no debe afectar los requisitos del apartado **10.1.1**.

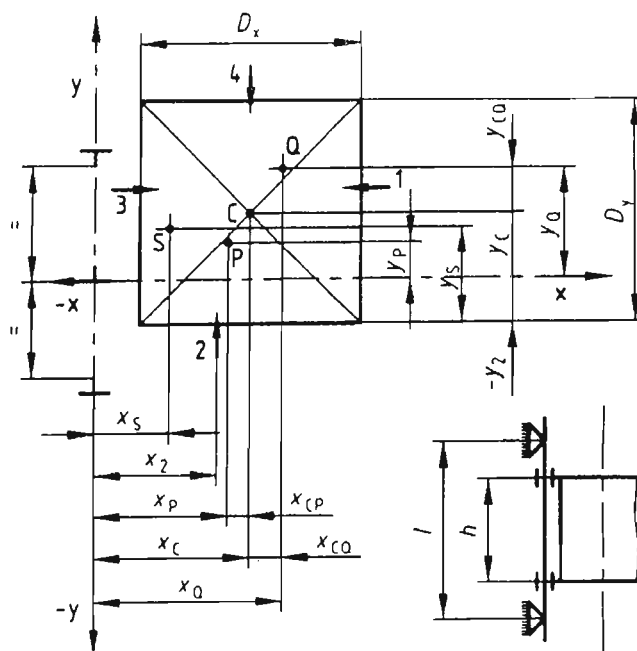
G.7 Ejemplos de métodos de cálculo

Los ejemplos siguientes se dan para explicar el cálculo de guías.

Los símbolos indicados a continuación se emplearán en un algoritmo lógico utilizando un sistema de coordenadas cartesianas, para todos los casos geométricos posibles.

Los siguientes símbolos se utilizan para las dimensiones de cabinas:

D_X	es la profundidad de la cabina según el eje X;
D_Y	es la anchura de la cabina según el eje Y;
x_C, y_C	es la posición del centro de la cabina (C) en relación con las coordenadas cruzadas de las guías;
x_S, y_S	es la posición del centro de la suspensión (S) en relación con las coordenadas cruzadas de las guías;
x_P, y_P	es la posición de la masa de la cabina (P) en relación con las coordenadas cruzadas de las guías;
x_{CP}, y_{CP}	es la posición del centro de gravedad de la masa de la cabina (P) en relación con el centro de la cabina (C);
S	es el punto de suspensión de la cabina;
C	es el centro de la cabina;
P	es la flexión provocada por la masa de la cabina-centro de gravedad de la masa;
Q	es la carga nominal-centro de gravedad de la cabina;
$\rightarrow$	es la dirección de carga;
1,2,3,4	es el centro de la puerta de cabina N° 1, 2, 3 ó 4;
x_i, y_i	es la posición de la puerta de cabina $i = 1, 2, 3$ ó 4 ;
n	es el número de guías;
h	es la distancia entre guiadoras de cabina;
x_Q, y_Q	es la distancia de la carga nominal (Q) en relación con las coordenadas cruzadas de las guías;
x_{CQ}, y_{CQ}	es la distancia entre la carga nominal (Q) y el centro de la cabina (C), en relación con las coordenadas cruzadas de las guías.



G.7.1 Configuración general

G.7.1.1 Funcionamiento de un componente de seguridad

G.7.1.1.1 Esfuerzo de flexión

a) Esfuerzo de flexión sobre la guía con respecto al eje Y, debido a las fuerzas de guiado:

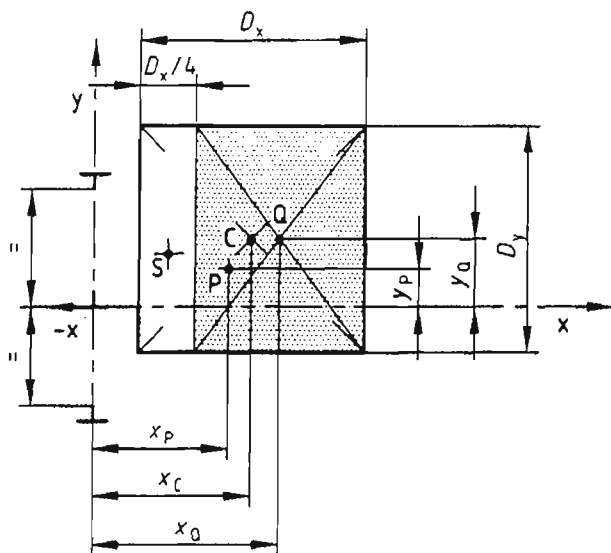
$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h}, \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}, \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

b) Esfuerzo de flexión sobre la guía con respecto al eje X, debido a las fuerzas de guiado:

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{\frac{n}{2} \cdot h}, \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16}, \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

Distribución de carga

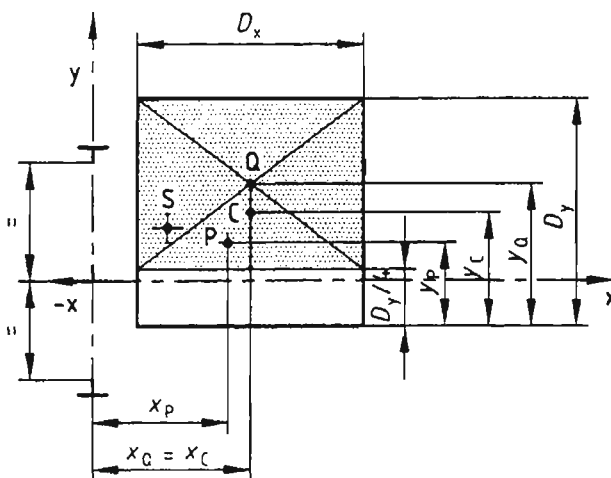
Caso 1, respecto al eje X



$$x_Q = x_c + \frac{D_x}{8}$$

$$y_Q = y_c$$

Caso 2, respecto al eje Y



$$x_Q = x_c$$

$$y_Q = y_c + \frac{D_y}{8}$$

G.7.1.1.2 Esfuerzo de pandeo

$$F_k = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (P+Q)}{n}, \quad \sigma_k = \frac{(F_k + k_3 \cdot M) \cdot \omega}{A}$$

G.7.1.1.3 Esfuerzos combinados¹¹⁾

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_k + k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma_c = \sigma_k + 0,9 \cdot \sigma_m \leq \sigma_{perm}$$

G.7.1.1.4 Torsión de la base¹²⁾

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{perm}$$

G.7.1.1.5 Flechas¹³⁾

$$\delta_x = 0,7 \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{perm}, \quad \delta_y = 0,7 \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{perm},$$

G.7.1.2 Utilización normal, funcionamiento

G.7.1.2.1 Esfuerzo de flexión

a) Esfuerzos de flexión sobre la guía con respecto a eje Y, debido a las fuerzas de guiado:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot [Q \cdot (x_Q - x_s) + P \cdot (x_P - x_s)]}{n \cdot h}, \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}, \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

b) Esfuerzos de flexión sobre la guía con respecto al eje X, debido al esfuerzo de guiado:

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot [Q \cdot (y_Q - y_s) + P \cdot (y_P - y_s)]}{\frac{n}{2} \cdot h}, \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16}, \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

Distribución de la carga: Caso 1 respecto al eje X (véase el apartado G.7.1.1.1)

Caso 2 respecto al eje Y (véase el apartado G.7.1.1.1)

G.7.1.2.2 Pandeo. Ningún esfuerzo de pandeo aparece en el funcionamiento normal.

11) Estas fórmulas se aplican a los dos casos de distribución de carga dados en el apartado G.7.1.1.1. Si $\sigma_{perm} < \sigma_m$, las fórmulas del apartado G.5.2.3 pueden utilizarse con el fin de reducir al mínimo las dimensiones de las guías.

12) Estas fórmulas se aplican a los dos casos de carga dados en el apartado G.7.1.1.1.

13) Estas fórmulas se aplican a los dos casos de carga dados en el apartado G.7.1.1.1.

G.7.1.2.3 Esfuerzos combinados¹⁴⁾

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{perm}$$

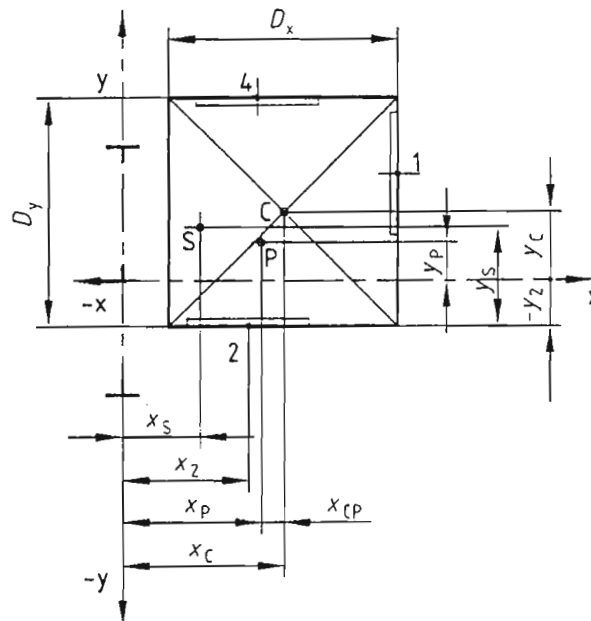
G.7.1.2.4 Torsión de la base¹⁵⁾

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{perm}$$

G.7.1.2.5 Flechas¹⁶⁾

$$\delta_x = 0,7 \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{perm,}$$

$$\delta_y = 0,7 \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{perm,}$$

G.7.1.3 Utilización normal, carga

14) Estas fórmulas se aplican a los dos casos de carga dados en el apartado G.7.1.1.1.
Si $\sigma_{perm} < \sigma_m$, las fórmulas del apartado G.5.2.3 pueden utilizarse con el fin de reducir al mínimo las dimensiones de las guías.

15) Estas fórmulas se aplican a los dos casos de carga dados en el apartado G.7.1.1.1.

16) Estas fórmulas se aplican a los dos casos de carga dados en el apartado G.7.1.1.1.

G.7.1.3.1 Esfuerzos de flexión

a) Esfuerzos de flexión sobre la guía con respecto al eje Y, debido a las fuerzas de guiado:

$$F_x = \frac{g_n \cdot P \cdot (x_P - x_S) + F_s \cdot (x_i - x_S)}{n \cdot h}, \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}, \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

b) Esfuerzos de flexión sobre la guía con respecto al eje X debido a las fuerzas de guiado:

$$F_y = \frac{g_n \cdot P \cdot (y_P - y_S) + F_s \cdot (y_i - y_S)}{\frac{n}{2} \cdot h}, \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16}, \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

G.7.1.3.2 Pandeo

Ningún esfuerzo a pandeo aparece durante la carga en utilización normal.

G.7.1.3.3 Esfuerzos combinados¹⁷⁾

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{perm}$$

G.7.1.3.4 Torsión de la base

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{perm}$$

G.7.1.3.5 Flechas

$$\delta_x = 0,7 \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{perm}, \quad \delta_y = 0,7 \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{perm},$$

G.7.2 Cabina guiada y suspendida de su centro

G.7.2.1 Funcionamiento de un componente de seguridad

G.7.2.1.1 Esfuerzo de flexión

a) Esfuerzo de flexión sobre la guía con respecto al eje Y, debido a las fuerzas de guiado:

$$F_x = \frac{k_l \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h}, \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}, \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

b) Esfuerzos de flexión sobre las guías con respecto al eje X, debido a las fuerzas de guiado:

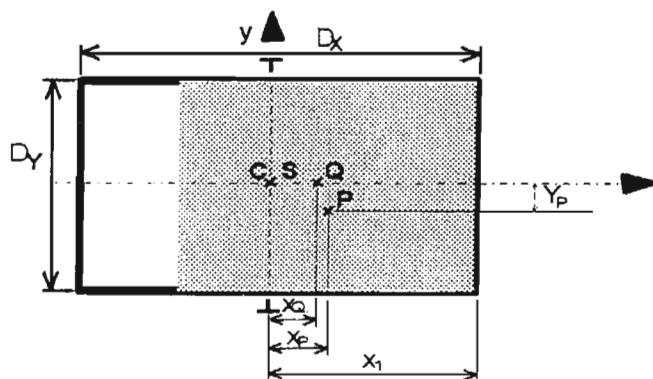
$$F_y = \frac{k_l \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{\frac{n}{2} \cdot h}, \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16}, \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

17) Si $\sigma_{perm} < \sigma_m$ las fórmulas del apartado G.5.2.3 pueden utilizarse con el fin de reducir al mínimo las dimensiones de las guías.

Distribución de carga

Caso 1, respecto al eje X

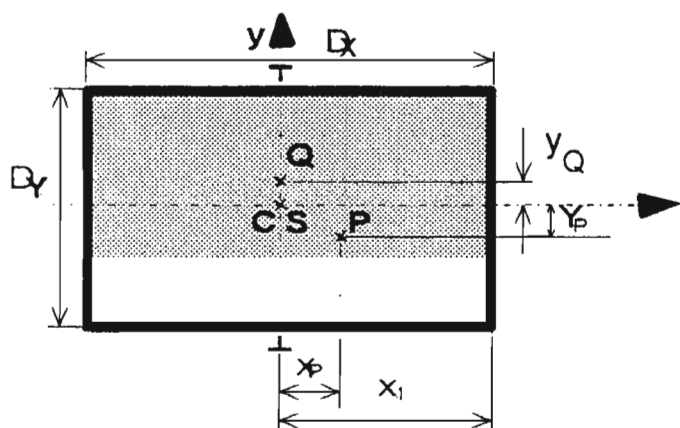
P y Q situados del mismo lado, representan el caso más desfavorable, lo mismo que cuando Q está en el eje X .



$$x_Q = \frac{D_x}{8}$$

$$y_Q = 0$$

Caso 2, respecto al eje Y



$$x_Q = 0$$

$$y_Q = \frac{D_y}{8}$$

G.7.2.1.2 Pandeo

$$F_k = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (P+Q)}{2},$$

$$\sigma_k = \frac{(F_k + k_3 \cdot M)}{A} \cdot \omega$$

G.7.2.1.3 Esfuerzos combinados¹⁸⁾

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_k + k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma_c = \sigma_k + 0,9 \cdot \sigma_m \leq \sigma_{perm}$$

18) Estas fórmulas se aplican a los dos casos de carga dados en el apartado G.7.2.1.1.

G.7.2.1.4 Torsión de la base¹⁹⁾

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{perm}$$

G.7.2.1.5 Flechas²⁰⁾

$$\delta_x = 0,7 \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{perm}, \quad \delta_y = 0,7 \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{perm},$$

G.7.2.2 Utilización normal, funcionamiento

G.7.2.2.1 Esfuerzos de flexión

a) Esfuerzos de flexión sobre la guía con respecto a eje Y, debido a las fuerzas de guiado:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h}, \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}, \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

b) Esfuerzos de flexión sobre la guía con respecto al eje X, debido al esfuerzo de guiado:

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{\frac{n}{2} \cdot h}, \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16}, \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

Distribución de la carga: Caso 1 respecto al eje X (véase el apartado G.7.2.1.1)

Caso 2 respecto al eje Y (véase G.7.2.1.1)

G.7.2.2.2 Pandeo. Ningún esfuerzo a pandeo aparece en el funcionamiento en utilización normal.

G.7.2.2.3 Esfuerzos combinados²¹⁾

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{perm}$$

19) Estas fórmulas se aplican a los dos casos de carga dados en el apartado G.7.2.1.1.

Si $\sigma_{perm} < \sigma_m$ las fórmulas del apartado G.5.2.3 pueden utilizarse con el fin de reducir al mínimo las dimensiones de las guías.

20) Estas fórmulas se aplican a los dos casos de carga dados en el apartado G.7.2.1.1.

21) Estas fórmulas se aplican a los dos casos de distribución de carga dados en el apartado G.7.2.1.1.

Si $\sigma_{perm} < \sigma_m$ las fórmulas del apartado G.5.2.3 pueden utilizarse con el fin de reducir al mínimo las dimensiones de las guías.

G.7.2.2.4 Torsión de la base²²⁾

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{perm}$$

G.7.2.2.5 Flechas²³⁾

$$\delta_x = 0,7 \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{perm}, \quad \delta_y = 0,7 \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{perm},$$

G.7.2.3 Utilización normal, carga**G.7.2.3.1 Esfuerzo de flexión**

a) Esfuerzos de flexión sobre la guía con respecto al eje Y, debido a las fuerzas de guiado:

$$F_x = \frac{g_n \cdot P \cdot x_P + F_s \cdot x_l}{2 \cdot h}, \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}, \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

b) Esfuerzos de flexión sobre la guía con respecto al eje X, debido a las fuerzas de guiado:

$$F_y = \frac{g_n \cdot P \cdot y_P + F_s \cdot y_l}{h}, \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16}, \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

G.7.2.3.2 Pandeo. Ningún esfuerzo de pandeo aparece durante la carga en utilización normal.

G.7.2.3.3 Esfuerzos combinados²⁴⁾

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{perm}$$

G.7.2.3.4 Torsión de la base

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{perm}$$

G.7.2.3.5 Flechas

$$\delta_x = 0,7 \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{perm}, \quad \delta_y = 0,7 \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{perm},$$

22) Estas fórmulas se aplican a los dos casos de distribución de carga dados en el apartado **G.7.2.1.1**.

23) Estas fórmulas se aplican a los dos casos de distribución de carga dados en el apartado **G.7.2.1.1**.

24) Si $\sigma_{perm} < \sigma_m$ las fórmulas del apartado **G.5.2.3** pueden ser utilizadas con el fin de reducir al mínimo las dimensiones de las guías.

G.7.3 Cabina con guías y órganos de suspensión descentrados

G.7.3.1 Funcionamiento de un componente de seguridad

G.7.3.1.1 Esfuerzos de flexión

a) Esfuerzos de flexión sobre la guía con respecto al eje Y, debido a las fuerzas de guiado:

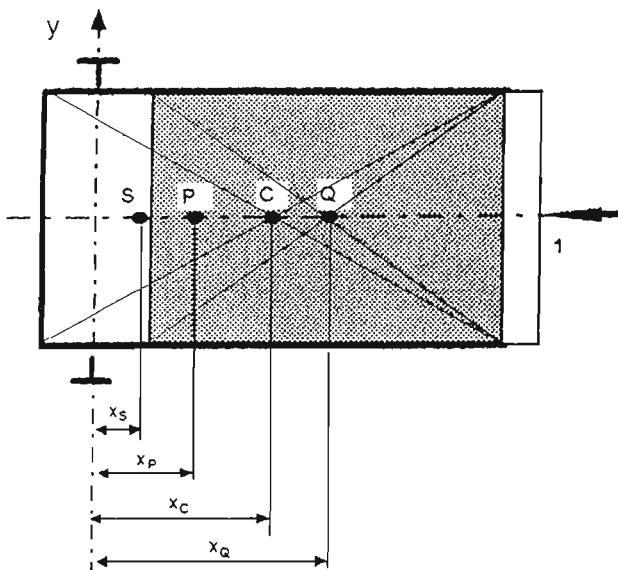
$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h}, \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}, \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

b) Esfuerzos de flexión sobre las guías con respecto al eje X, debido a las fuerzas de guiado:

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{\frac{n}{2} \cdot h}, \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16}, \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

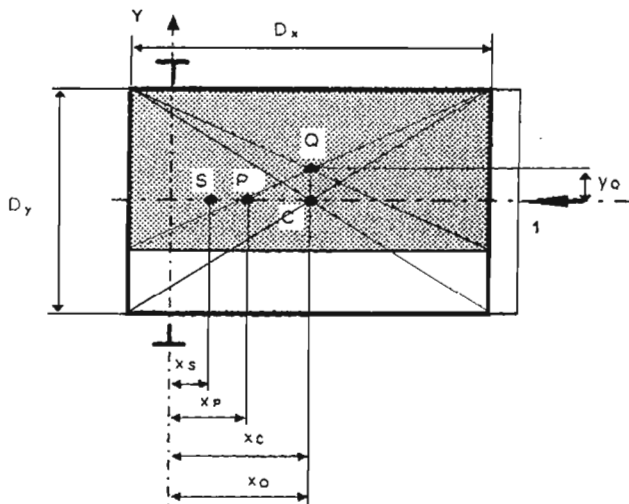
Distribución de carga

Caso 1, respecto al eje X



$$x_Q = x_C + \frac{D_x}{8}$$

$$y_P = y_C = y_Q = y_S = 0$$

Caso 2, respecto al eje Y

$$y_Q = \frac{D_y}{8}$$

$$x_C = x_Q$$

G.7.3.1.2 Pandeo

$$F_k = \frac{k_l \cdot g_n \cdot (P+Q)}{n}, \quad \sigma_k = \frac{(F_k + k_3 \cdot M) \cdot \omega}{A}$$

G.7.3.1.3 Esfuerzos combinados²⁵⁾

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_k + k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma_c = \sigma_k + 0,9 \cdot \sigma_m \leq \sigma_{perm}$$

G.7.3.1.4 Torsión de la base²⁶⁾

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{perm}$$

G.7.3.1.5 Flechas²⁷⁾

$$\delta_x = 0,7 \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{perm,}$$

$$\delta_y = 0,7 \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{perm,}$$

25) Estas fórmulas se aplican a los dos casos de distribución de carga dados en el apartado G.7.3.1.1.
Si $\sigma_{perm} < \sigma_m$ las fórmulas del apartado G.5.2.3 pueden utilizarse con el fin de reducir al mínimo las dimensiones de las guías.

26) Estas fórmulas se aplican a los dos casos de distribución de carga dados en el apartado G.7.3.1.1.

27) Estas fórmulas se aplican a los dos casos de distribución de carga dados en el apartado G.7.3.1.1.

G.7.3.2 Utilización normal, funcionamiento

G.7.3.2.1 Esfuerzos de flexión

a) Esfuerzos de flexión sobre la guía con respecto al eje Y, debido a las fuerzas de guiado:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot [Q \cdot (x_Q - x_s) + P \cdot (x_P - x_s)]}{n \cdot h}, \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}, \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

b) Esfuerzos de flexión sobre la guía con respecto al eje X, debido a las fuerzas de guiado:

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot [Q \cdot (y_Q - y_s) + P \cdot (y_P - y_s)]}{\frac{n}{2} \cdot h}, \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16}, \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

Distribución de la carga: Caso 1, con respecto al eje X (véase el apartado G.7.2.1.1)

Caso 2, con respecto al eje Y (véase el apartado G.7.2.1.1)

G.7.3.2.2 Pandeo. Ningún esfuerzo de pandeo aparece durante la carga en utilización normal.

G.7.3.2.3 Esfuerzos combinados²⁸⁾

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{perm}$$

G.7.3.2.4 Torsión de la base²⁹⁾

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{perm}$$

G.7.3.2.5 Flechas³⁰⁾

$$\delta_x = 0,7 \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{perm}, \quad \delta_y = 0,7 \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{perm}.$$

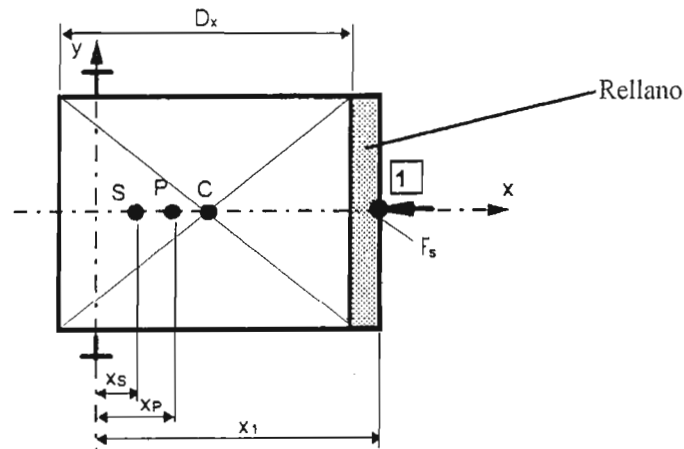
28) Estas fórmulas se aplican a los dos casos de distribución de carga dados en el apartado G.7.3.1.1.

Si $\sigma_{perm} < \sigma_m$, las fórmulas del apartado G.5.2.3 pueden utilizarse con el fin de reducir al mínimo las dimensiones de las guías.

29) Estas fórmulas se aplican a los dos casos de distribución de carga dados en el apartado G.7.3.1.1.

30) Estas fórmulas se aplican a los dos casos de distribución de carga dados en el apartado G.7.3.1.1.

G.7.3.3 Utilización normal, carga



G.7.3.3.1 Esfuerzos de flexión

a) Esfuerzos sobre la guía con respecto al eje Y, debido a las fuerzas de guiado:

$$F_x = \frac{g_n \cdot P \cdot (x_P - x_S) + F_s \cdot (x_1 - x_S)}{n \cdot h}, \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}, \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

b) Esfuerzos sobre la guía con respecto al eje X, debido a las fuerzas de guiado:

$$F_y = 0$$

G.7.3.3.2 Pandeo. Ningún esfuerzo de pandeo aparece durante la carga en utilización normal.

G.7.3.3.3 Esfuerzos combinados³¹⁾

$$\sigma_m = \sigma_y \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{perm}$$

G.7.3.3.4 Torsión de la base

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{perm}$$

G.7.3.3.5 Flechas

$$\delta_x = 0,7 \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{perm}, \quad \delta_y = 0$$

31) Si $\sigma_{perm} < \sigma_m$, las fórmulas del apartado G.5.2.3 pueden utilizarse con el fin de reducir al mínimo las dimensiones de las guías.

G.7.4 Guiado y suspensión en voladizo

G.7.4.1 Funcionamiento del paracaídas

G.7.4.1.1 Esfuerzo de flexión

a) Esfuerzos de flexión sobre las guías con respecto al eje Y, debida a las fuerzas de guiado:

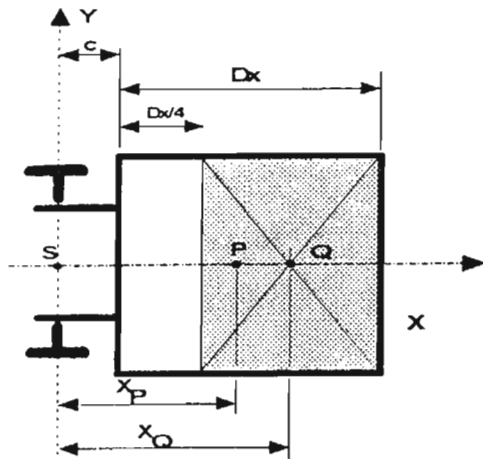
$$F_x = \frac{k_l \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h}, \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}, \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

b) Esfuerzos de flexión sobre las guías con respecto al eje X, debido a las fuerzas de guiado:

$$F_y = \frac{k_l \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{\frac{n}{2} \cdot h}, \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16}, \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

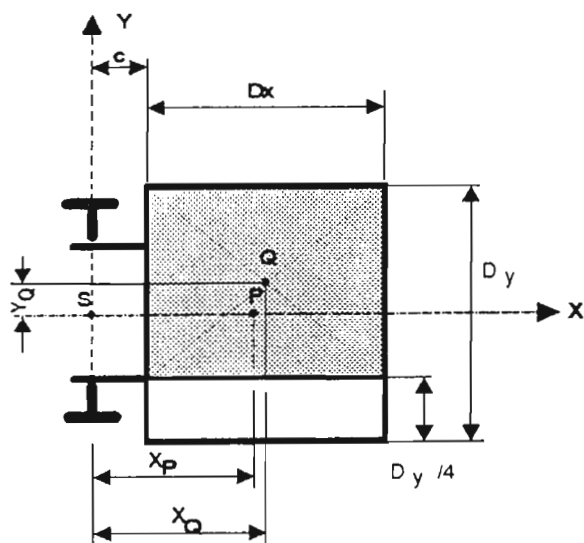
Distribución de carga

Caso 1, con respecto al eje X



$$\begin{array}{ll} x_P > 0 & y_P = 0 \\ x_Q = c + \frac{5}{8} \cdot D_x & y_Q = 0 \end{array}$$

Caso 2, con respecto al eje Y



$$\begin{aligned} x_P &> 0 & y_P &= 0 \\ x_Q &= c + \frac{D_x}{2} & y_Q &= \frac{1}{8} \cdot D_y \end{aligned}$$

G.7.4.1.2 Pandeo

$$F_k = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (P + Q)}{n}, \quad \sigma_k = \frac{(F_k + k_3 \cdot M) \cdot \omega}{A}$$

G.7.4.1.3 Esfuerzos combinados³²⁾

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_k + k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma_c = \sigma_k + 0,9 \cdot \sigma_m \leq \sigma_{perm}$$

G.7.4.1.4 Torsión de la base³³⁾

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{perm}$$

G.7.4.1.5 Flechas³⁴⁾

$$\delta_x = 0,7 \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{perm.}$$

$$\delta_y = 0,7 \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{perm.}$$

32) Estas fórmulas se aplican a los dos casos de distribución de carga dados en el apartado G.7.4.1.1.

Si $\sigma_{perm} < \sigma_{nb}$, las fórmulas del apartado G.5.2.3 pueden ser utilizadas con el fin de reducir al mínimo las dimensiones de las guías.

33) Estas fórmulas se aplican a los dos casos de distribución de carga dados en el apartado G.7.4.1.1.

34) Estas fórmulas se aplican a los dos casos de distribución de carga dados en el apartado G.7.4.1.1.

G.7.4.2 Utilización normal, funcionamiento

G.7.4.2.1 Esfuerzos de flexión

a) Esfuerzos de flexión sobre la guía con respecto al eje Y, debido a las fuerzas de guiado:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot [Q \cdot (x_Q - x_s) + P \cdot (x_P - x_s)]}{n \cdot h}, \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}, \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

b) Esfuerzos de flexión sobre la guía con respecto al eje X, debido a las fuerzas de guiado:

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot [Q \cdot (y_Q - y_s) + P \cdot (y_P - y_s)]}{\frac{n}{2} \cdot h}, \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16}, \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

Distribución de las cargas: Caso 1 con respecto al eje X (véase el apartado G.7.4.1.1)

Caso 2 con respecto al eje Y (véase el apartado G.7.4.1.1)

G.7.4.2.2 Pandeo. Ningún esfuerzo de pandeo aparece durante la carga en utilización normal.

G.7.4.2.3 Esfuerzos combinados³⁵⁾

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{perm}$$

G.7.4.2.4 Torsión de la base³⁶⁾

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{perm}$$

G.7.4.2.5 Flechas³⁷⁾

$$\delta_x = 0,7 \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{perm}, \quad \delta_y = 0,7 \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{perm},$$

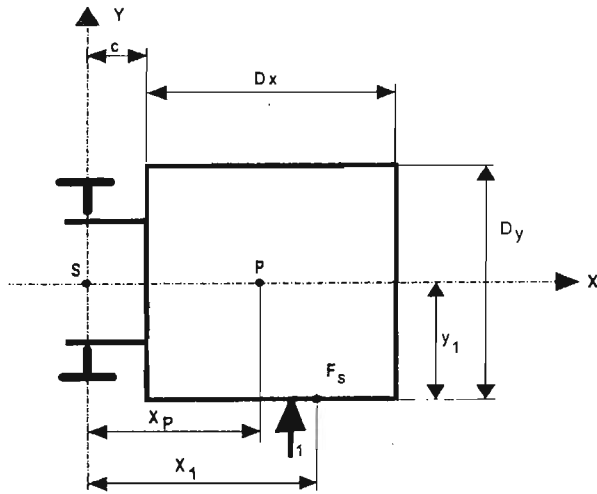
35) Estas fórmulas se aplican a los dos casos de distribución de carga, dados en el apartado G.7.4.1.1.

Si $\sigma_{perm} < \sigma_m$, las fórmulas del apartado G.5.2.3 pueden utilizarse con el fin de reducir al mínimo las dimensiones de las guías.

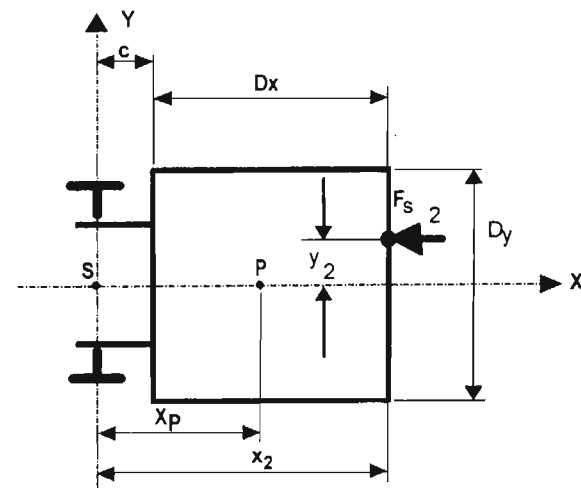
36) Estas fórmulas se aplican a los dos casos de distribución de carga dados en el apartado G.7.4.1.1.

37) Estas fórmulas se aplican a los dos casos de distribución de carga dados en el apartado G.7.4.1.1.

G.7.4.3 Utilización normal, carga



$$\begin{aligned} x_p &> 0 & y_p &= 0 \\ x_1 &> 0 & y_1 &= \frac{D_y}{2} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} x_p &> 0 & y_p &= 0 \\ x_2 &> c + D_x & y_2 &> 0 \end{aligned}$$

G.7.4.3.1 Esfuerzos de flexión

a) Esfuerzos de flexión sobre la guía con respecto al eje Y, debido a las fuerzas de guiado:

$$F_x = \frac{g_n \cdot P \cdot x_p + F_s \cdot x_i}{n \cdot h}, \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}, \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

b) Esfuerzos de flexión sobre la guía con respecto al eje X, debido a las fuerzas de guiado:

$$F_y = \frac{F_s \cdot y_i}{\frac{n}{2} \cdot h}, \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16}, \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

G.7.4.3.2 Esfuerzos a pandeo. Ningún esfuerzo de pandeo aparece durante la carga en utilización normal.

G.7.4.3.3 Esfuerzos combinados³⁸⁾

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{perm}$$

G.7.4.3.4 Torsión de la base

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{perm}$$

G.7.4.3.5 Flechas

$$\delta_x = 0,7 \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{perm}, \quad \delta_y = 0,7 \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{perm},$$

G.7.5 Ascensor panorámico - Caso general

El ejemplo siguiente está basado en un ascensor panorámico con el guiado y la suspensión descentrados.

G.7.5.1 Funcionamiento del paracaídas

G.7.5.1.1 Esfuerzo de flexión

a) Esfuerzos de flexión sobre la guía con respecto al eje Y, debido a las fuerzas de guiado:

$$F_x = \frac{k_l \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h}, \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}, \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

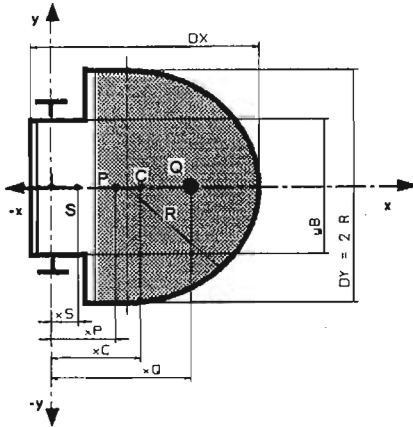
b) Esfuerzos de flexión sobre la guía con respecto al eje X, debido a las fuerzas de guiado:

$$F_y = \frac{k_l \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{\frac{n}{2} \cdot h}, \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16}, \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

38) Si $\sigma_{perm} < \sigma_m$, las fórmulas del apartado G.5.2.3 pueden utilizarse con el fin de reducir al mínimo las dimensiones de las guías.

Distribución de carga

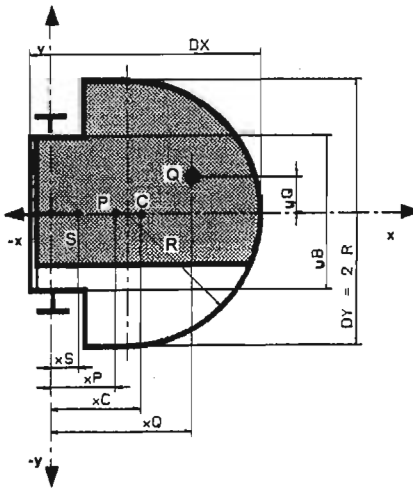
Caso 1, con respecto al eje X



x_Q = La leva x_q representa la distancia del centro de gravedad del área sombreada, que es igual a las tres cuartas partes de la superficie total de la cabina

$$Y_Q = 0$$

Caso 2, con respecto al eje Y



$$x_Q =$$

$$Y_Q =$$

Las levas x_Q y y_Q representan las distancias del centro de gravedad del área sombreada, que es igual a las tres cuartas partes de la superficie total de la cabina.

G.7.5.1.2 Pandeo

$$F_k = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (P+Q)}{n}, \quad \sigma_k = \frac{(F_k + k_3 \cdot M) \cdot \omega}{A}$$

G.7.5.1.3 Esfuerzos combinados³⁹⁾

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_k + k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma_c = \sigma_k + 0,9 \cdot \sigma_m \leq \sigma_{perm}$$

39) Estas fórmulas se aplican a los dos casos de distribución de carga dados en el apartado G.7.5.1.1.

Si $\sigma_{perm} < \sigma_m$, las fórmulas del apartado G.5.2.3 pueden utilizarse con el fin de reducir al mínimo las dimensiones de las guías.

G.7.5.1.4 Torsión de la base⁴⁰⁾

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{perm}$$

G.7.5.1.5 Flechas⁴¹⁾

$$\delta_x = 0,7 \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{perm}, \quad \delta_y = 0,7 \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{perm},$$

G.7.5.2 Utilización normal, funcionamiento

G.7.5.2.1 Esfuerzos de flexión

a) Esfuerzos de flexión sobre la guía con respecto al eje Y, debido a las fuerzas de guiado:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot [Q \cdot (x_Q - x_s) + P \cdot (x_P - x_s)]}{n \cdot h}, \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}, \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

b) Esfuerzos de flexión sobre la guía con respecto al eje X, debido a las fuerzas de guiado:

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot [Q \cdot (y_Q - y_s) + P \cdot (y_P - y_s)]}{\frac{n}{2} \cdot h}, \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16}, \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

Distribución de carga: Caso 1, respecto al eje X (véase el apartado G.7.5.1.1)

Caso 2, respecto al eje Y (véase el apartado G.7.5.1.1)

G.7.5.2.2 Pandeo. Ningún esfuerzo de pandeo aparece durante la carga en utilización normal.

G.7.5.2.3 Esfuerzos combinados⁴²⁾

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{perm}$$

40) Estas fórmulas se aplican a los dos casos de distribución de carga dados en el apartado G.7.5.1.1.

41) Estas fórmulas se aplican a los dos casos de distribución de carga dados en el apartado G.7.5.1.1.

42) Estas fórmulas se aplican a los dos casos de distribución de carga dados en el apartado G.7.5.1.1.

Si $\sigma_{perm} < \sigma_m$, las fórmulas del apartado G.5.2.3 pueden utilizarse con el fin de reducir al mínimo las dimensiones de las guías.

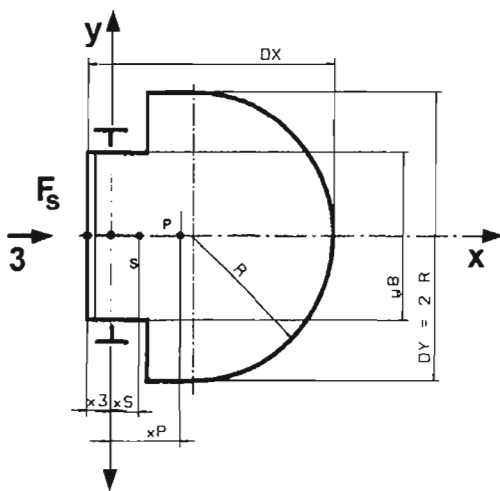
G.7.5.2.4 Torsión de la base⁴³⁾

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{perm}$$

G.7.5.2.5 Flechas⁴⁴⁾

$$\delta_x = 0,7 \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{perm.}$$

$$\delta_y = 0,7 \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{perm.}$$

G.7.5.3 Utilización normal, carga

$$y_i = 0$$

G.7.5.3.1 Esfuerzos de flexión

a) Esfuerzos de flexión sobre la guía con respecto al eje Y, debido a las fuerzas de guiado:

$$F_x = \frac{g_n \cdot P \cdot (x_P - x_S) - F_S \cdot (x_i - x_S)}{n \cdot h}, \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}, \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

b) Esfuerzos de flexión sobre la guía con respecto al eje X, debido a las fuerzas de guiado:

$$F_y = 0$$

G.7.5.3.2 Pandeo. Ningún esfuerzo a pandeo aparece durante la carga en utilización normal.

43) Estas fórmulas se aplican en los dos casos de distribución de carga dados en el apartado G.7.5.1.1.

44) Estas fórmulas se aplican en los dos casos de distribución de carga dados en el apartado G.7.5.1.1.

G.7.5.3.3 Esfuerzos combinados

$$\sigma_m = \sigma_y \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{perm}$$

G.7.5.3.4 Torsión de la base⁴⁵⁾

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{perm}$$

G.7.5.3.5 Flechas

$$\delta_x = 0,7 \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{perm}, \quad \delta_y = 0$$

45) Si $\sigma_{perm} < \sigma_m$, las fórmulas del apartado G.5.2.3 pueden utilizarse con el fin de reducir al mínimo las dimensiones de las guías.

ANEXO H (Normativo)**COMPONENTES ELECTRÓNICOS. EXCLUSIÓN DE FALLOS**

Los fallos a considerar en los componentes electrónicos del ascensor se enumeran en el apartado **14.1.1.1**. En el apartado **14.1.1** se indican ciertos fallos que pueden ser excluidos bajo ciertas condiciones específicas.

La exclusión de fallos sólo debe considerarse si los componentes se aplican dentro del campo, con su peor límite de características, valor, temperatura, humedad, tensión y vibraciones.

La siguiente **tabla H.1** establece las condiciones bajo las que pueden excluirse los fallos contemplados en el apartado **14.1.1.1 e)**.

En la tabla:

- el "NO" en la casilla significa: fallo no excluido, es decir, debe considerarse;
- la casilla sin marca significa: el tipo de fallo identificativo no es relevante.

Tabla H.1
Exclusión de fallos

Componente	Posible exclusión de fallo					Condiciones	Observaciones
	Circuito abierto	Corto-circuito	Cambio a mayor valor	Cambio a menor valor	Cambio de función		
1 Componentes pasivos							
1.1 Resistencia fija	NO	(a)	NO	(a)		(a) Sólo para resistencias de película barnizada o sellada con conexión axial conforme a las normas CEI, y para resistencias de arrollamiento bobinado sobre una sola capa protegida con esmalte o sellada.	
1.2 Resistencia variable	NO	NO	NO	NO			
1.3 Resistencia no lineal NTC, PTC, VDR, IDR	NO	NO	NO	NO			
1.4 Condensador	NO	NO	NO	NO			
1.5 Componentes inductivos: – bobina – bobina de choque	NO	NO		NO			
2 Semiconductores							
2.1 Diodo, LED	NO	NO			NO		Cambio de función se refiere a cambiar el valor de la corriente inversa.
2.2 Diodo Zener	NO	NO		NO	NO		Cambio a menor valor se refiere a cambiar la tensión en el Zener. Cambio de función se refiere a cambiar el valor de la intensidad de la corriente inversa.

(Continúa)

Tabla H.1 (Continuación)
Exclusión de fallos

Componente	Posible exclusión de fallo				Condiciones	Observaciones
	Circuito abierto	Corto-circuito	Cambio a mayor valor	Cambio a menor valor	Cambio de función	
2 Semiconductores (continuación)						
2.3 Tristor, Triac, GTO.	NO	NO			NO	Cambio de función se refiere al auto-disparo o al bloqueo del compo-nente.
2.4 Optoacoplador	NO	(a)			(a) Puede excluirse con la condición que el optoacoplador cumple con la Norma CEI 60747-5 y que la tensión de aislamiento es conforme a la tabla de más abajo, Norma CEI 60664-1, tabla 1.	Circuito abierto significa que lo está en uno de los dos componentes básicos (LED y foto transistor). Cortocircuito significa cortocircuito entre ambos.
					Tensiones fase-tierra derivadas de las tensiones nominales del sistema hasta e incluyendo los valores eficaces o de corriente continua. Series preferenciales de impulsos en voltios para la instalación.	
					Categoría III	
	50 100 150 300 600 1 000				800 1 500 2 500 4 000 6 000 8 000	

(Continúa)

Tabla H.1 (Continuación)
Exclusión de fallos

Componente	Posible exclusión de fallo					Condiciones	Observaciones
	Circuito abierto	Corto-circuito	Cambio a mayor valor	Cambio a menor valor	Cambio de función		
2 Semiconductores (continuación)							
2.5 Circuitos híbridos	NO	NO	NO	NO	NO		
2.6 Circuitos integrados	NO	NO	NO	NO	NO		Cambio de función a oscilación "y" puertas, se convierte en "o" puertas, etc.
3 Varios							
3.1 Conectores Bornes Clavijas	NO	(a)				(a) Los cortocircuitos de los conectores pueden excluirse si los valores mínimos son conformes con las tablas (tomadas de la Norma CEI 60664-1) con las siguientes condiciones: - Grado de polución 3; - Grupo del material III; - Campo no homogéneo. La columna de "materiales de circuito impreso" de la tabla 4 no se utiliza. Estos son valores de mínimos absolutos, que pueden encontrarse sobre la unidad conectada, no valores teóricos nominales. Si la protección del conector es IP 5X o mejor, las líneas de fuga pueden reducirse a las de separación, por ejemplo: 3 mm para 250 V de tensión eficaz.	
3.2 Lámparas de neón	NO	NO					

(Continúa)

Tabla H.1 (Continuación)
Exclusión de fallos

Componente	Posible exclusión de fallo					Condiciones	Observaciones
	Circuito abierto	Corto-circuito	Cambio a mayor valor	Cambio a menor valor	Cambio de función		
3 Varios (continuación)							
3.3 Transformador	NO	(a)	(b)	(b)		(a) (b) Pueden excluirse con la condición de que la tensión de aislamiento entre arrollamientos y núcleo son conforme a la Norma EN 60742, apartados 17.2 y 17.3 y la tensión de trabajo es el valor más alto posible, según la tabla 6, entre conductores activos y tierra.	Los cortocircuitos incluyen los del arrollamiento primario o secundario, o entre arrollamientos primarios y secundarios. Cambio de valor se refiere a cambio de la relación por un cortocircuito parcial en arrollamiento.
3.4 Fusibles		(a)				(a) Puede excluirse si el fusible está debidamente calibrado y está construido aplicando las normas CEI.	Cortocircuitos significa cortocircuito del fusible después de haberse fundido.
3.5 Relé	NO	(a) (b)				(a) Cortocircuito entre contactos y entre contactos y bobinado pueden excluirse si el relé cumple con los requisitos del apartado 13.2.2.3 (véase el apartado 14.1.2.2.3). (b) No se puede excluir el soldeo de contactos. Sin embargo, si el relé está construido con interbloqueo mecánico de contactos y fabricado conforme a la Norma EN 60947-5-1, se aplican las hipótesis del apartado 13.2.1.3.	

(Continúa)

Tabla H.1 *(Continuación)*
Exclusión de fallos

Componente	Posible exclusión de fallo					Condiciones	Observaciones
	Circuito abierto	Cortocircuito	Cambio a mayor valor	Cambio a menor valor	Cambio de función		
3 Varios <i>(continuación)</i>							
3.6 Tarjeta de circuito impreso (PCB)	NO	(a)				(a) El cortocircuito puede excluirse siempre que: – las especificaciones generales del PCB sean conformes a la Norma EN 62326-1; – el material base sea conforme a las especificaciones de las Normas EN 60249-2-3 y/o EN 60249-2-2; – el PCB se construya conforme a lo anterior y los valores mínimos estén de acuerdo con las tablas (tomados de la Norma CEI 60664-1) con las condiciones: – grado de polución 3; – grupo de material III; – campo no homogéneo; La columna “material del circuito impreso” de la tabla 4 no se utiliza. Esto significa que las líneas de fuga son 4 mm y las distancias en el aire son 3 mm para 250 V de tensión eficaz. Para otras tensiones, véase la Norma CEI 60664-1. Si la protección del PCB es del IP 5X o mejor, o el material implicado es de alta calidad, las distancias de las corrientes de fuga pueden reducirse a los valores de distancia en el aire, por ejemplo a 3 mm para 250 V de valor eficaz. Para tarjetas de varias capas, de al menos 3 capas u otras hojas finas de material aislante, el cortocircuito puede excluirse (véase la Norma EN 60950).	

(Continúa)

Tabla H.1 (Fin)
Exclusión de fallos

Componente	Posible exclusión de fallo					Condiciones	Observaciones
	Circuito abierto	Corto-circuito	Cambio a mayor valor	Cambio a menor valor	Cambio de función		
4 Montaje de los componentes sobre la tarjeta de circuito impreso	NO	(a)				(a) El cortocircuito puede excluirse cuando el propio componente puede excluir el cortocircuito y el componente ha sido montado de forma que la distancia de las corrientes de fuga y las distancias en el aire no se han reducido a valores mínimos aceptables indicados en los apartados 3.1 y 3.6 de esta tabla , ni por la técnica de montaje, ni por la PCB.	

NOTA – Directrices de diseño

Se reconocen algunas situaciones peligrosas provenientes de la posibilidad de puentear uno o varios contactos de seguridad por cortocircuito o por interrupciones locales de conductores comunes (tierra) combinados con uno o varios fallos. Es buena práctica si se siguen las recomendaciones indicadas más abajo, cuando se recoge información de una cadena de seguridad con el fin de controlar, de tener un control remoto, de controlar una alarma, etc.

- se diseña la tarjeta y sus circuitos con las distancias de acuerdo con las especificaciones de los apartados 3.1 y 3.6 de la **tabla H.1**;
- se disponen las conexiones comunes a la cadena de seguridad en la tarjeta del circuito impreso de manera que el común de los contactores o relés mencionados en el apartado **14.1.2.4** provocará la interrupción del conductor común en la tarjeta impresa;
- se hace siempre un análisis de fallos para los circuitos de seguridad tal como se indica en el apartado **14.1.2.3** y conforme a la Norma EN 1050. Si se hacen modificaciones o adiciones después de la instalación del ascensor debe hacerse nuevamente un análisis de fallos con los componentes involucrados existentes y nuevos;
- se utilizan siempre resistencias independientes (exteriores al elemento) para proteger los elementos de entrada. La resistencia interna del elemento no debería considerarse segura;
- sólo se deben usar componentes dentro de los límites fijados por el fabricante;
- deben considerarse tensiones de retorno procedentes de circuitos electrónicos. Utilizando circuitos con separación galvánica se pueden resolver los problemas, en ciertos casos;
- las instalaciones eléctricas relativas a tierra deberían ser conforme al Documento HD 384.5.54 SI. En este caso la interrupción de la tierra desde el edificio a la barra colectora del cuadro de maniobra también puede excluirse.

ANEXO J (Normativo)**ENSAYO DE CHOQUE PENDULAR****J.1 Generalidades**

En la medida que no existen normas europeas de ensayos de choque pendular para cristal (véase el Comité Técnico CEN/TC 129) los ensayos para cumplir los requisitos de los apartados **7.2.3.1**, **8.3.2.1** y **8.6.7.1** deben realizarse siguiendo los siguientes requisitos.

J.2 Banco para el ensayo**J.2.1 Dispositivo de choque pendular, duro**

El dispositivo para el ensayo de choque pendular duro debe responder a la forma indicada en la **figura J.1**. El cuerpo consiste en un anillo de choque hecho en acero S 235 JR, y de una envoltura en acero E 295, según la Norma EN 10025. La masa global del cuerpo alcanzará $(10 \pm 0,01)$ kg llenándolo con perdigones de plomo de $(3,5 \pm 0,25)$ mm de diámetro.

J.2.2 Dispositivo de choque pendular, blando.

El dispositivo para ensayo de choque pendular blando debe ser un saco pequeño, de acuerdo con la **figura J.2** hecho de cuero relleno de perdigones de plomo de $(3,5 \pm 1,0)$ mm de diámetro hasta alcanzar una masa total de $(45 \text{ kg} \pm 0,5)$ kg.

J.2.3 Suspensión del dispositivo de choque pendular

El dispositivo de choque pendular debe suspenderse con un cable de aproximadamente 3 mm de diámetro, de tal manera que la distancia horizontal entre el borde exterior donde se suspende el dispositivo de choque y el panel a ensayar no exceda de 15 mm.

La longitud pendular (el extremo inferior del gancho con respecto al punto de referencia del dispositivo de choque) debe ser de por lo menos 1,5 m.

J.2.4 Dispositivo de tracción y de actuación

El dispositivo de choque pendular suspendido debe hacerse oscilar desde el panel mediante un dispositivo de tracción y actuación, de tal manera que pueda elevarse a la altura de caída requerida en los apartados **J.4.2** y **J.4.3**. El dispositivo de actuación no debe aportar ningún impulso adicional al dispositivo de choque pendular en el momento de la actuación.

J.3 Paneles

Una hoja de puerta debe ser completa, incluyendo sus elementos de guiado; un panel de pared debe tener las dimensiones requeridas y sus fijaciones. Los paneles deben fijarse a un marco u otra construcción apropiada de tal manera que en los puntos de fijación no sea posible ninguna deformación bajo las condiciones de ensayo (fijación firme).

Un panel debe someterse a los ensayos en el acabado de fabricación previsto (bordes mecanizados, agujeros, etc.).

J.4 Procedimiento de ensayo

J.4.1 El ensayo se debe realizar a temperatura de $23 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Los paneles deben almacenarse directamente a esa temperatura, por lo menos 4 horas inmediatamente antes del ensayo.

J.4.2 El ensayo de choque pendular duro debe realizarse con el dispositivo de acuerdo al apartado **J.2.1** con una altura de caída de 500 mm (véase la **figura J.3**).

J.4.3 El ensayo de choque pendular blando debe realizarse con el dispositivo de acuerdo al apartado **J.2.2** con una altura de caída de 700 mm (véase la **figura J.3**).

J.4.4 El dispositivo de choque pendular debe llevarse a la altura de caída requerida y soltarlo. Debe chocar con el panel en el centro de su anchura y a una altura de $(1,0 \pm 0,05)$ m por encima del nivel de suelo previsto para el panel. La altura de caída es la distancia vertical entre los puntos de referencia (véase la **figura J.3**).

J.4.5 Solamente se requiere un ensayo por cada uno de los dispositivos requeridos en los apartados **J.2.1** y **J.2.2**. Los dos ensayos se deben realizar sobre el mismo panel.

J.5 Interpretación de los resultados

Los requisitos de la norma se cumplen, si después de los ensayos:

- a) el panel no está dañado;
- b) no hay fisuras en el panel;
- c) no hay agujeros en el panel;
- d) no se han soltado sus elementos de guiado;
- e) no hay deformación permanente en los elementos de guiado;
- f) no hay daños en la superficie del panel de cristal, salvo una marca de máximo 2 mm de diámetro, sin fisuras y después de la repetición, con éxito, del ensayo pendular blando.

J.6 Informe de ensayo

El informe de ensayo debe contener, por lo menos, la siguiente información:

- a) nombre y dirección del laboratorio que ha realizado los ensayos;
- b) fecha de los ensayos;
- c) dimensiones y construcción del panel;
- d) fijación del panel;
- e) altura de caída de los ensayos;
- f) número de ensayos realizados;
- g) firma del responsable de los ensayos.

J.7 Excepciones en los ensayos

Los ensayos de choque pendular no es necesario realizarlos si las hojas responden a lo indicado en las **tablas J.1** y **J.2**, puesto que se conoce que cumplen los requisitos de los ensayos.

Debería hacerse notar que algunos reglamentos nacionales de la construcción pueden pedir mayores requisitos.

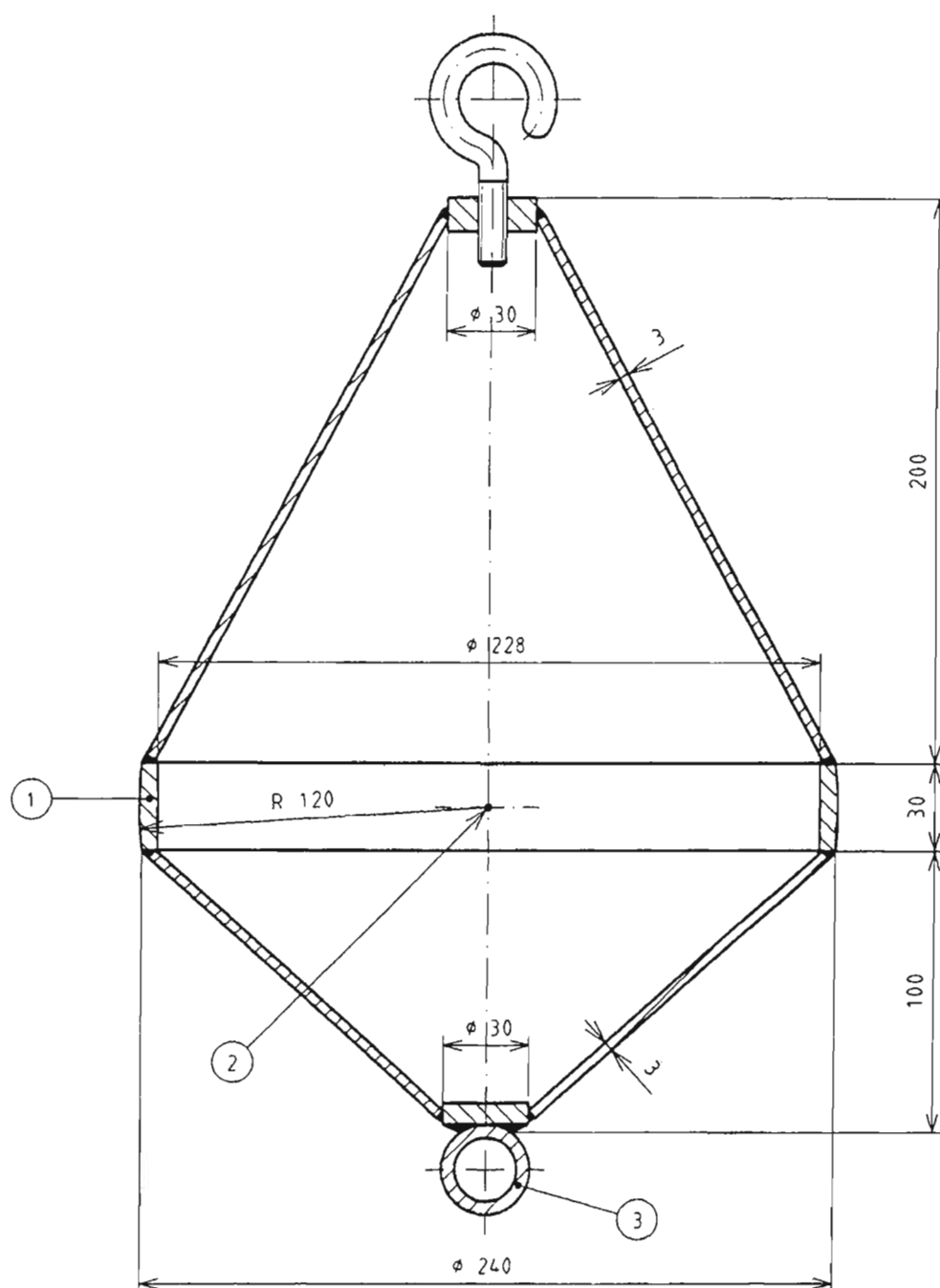
Tabla J.1
Paneles de cristal plano para utilización en paredes de cabina

Tipo de cristal	Diámetro de círculo inscrito	
	1 m máximo	2 m máximo
	Mínimo espesor (mm)	Mínimo espesor (mm)
Templado y laminado	8 (4 + 4 + 0,76)	10 (5 + 5 + 0,76)
Laminado	10 (5 + 5 + 0,76)	12 (6 + 6 + 0,76)

Tabla J.2
Hojas de cristal para utilización en puertas correderas horizontales

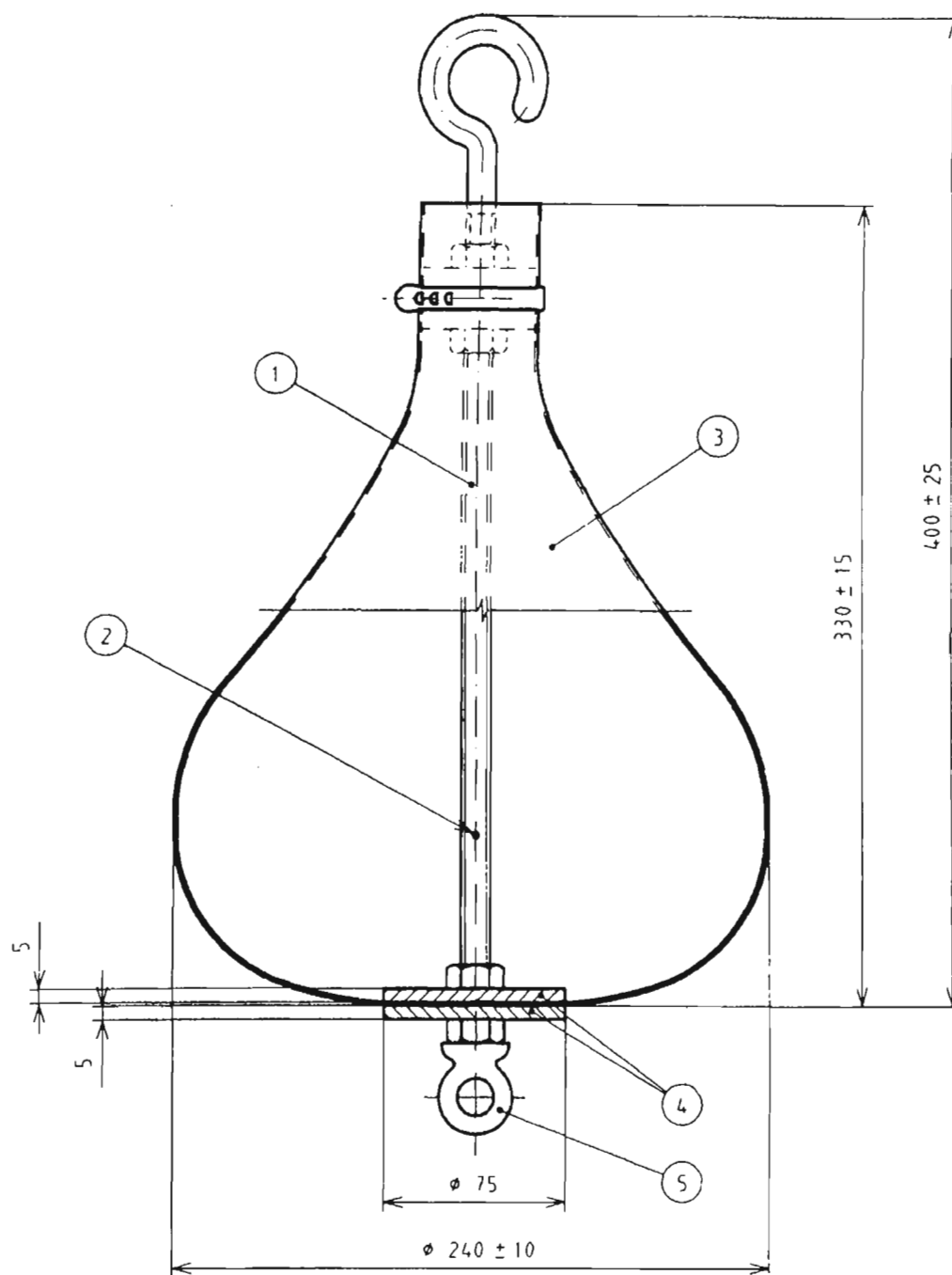
Tipo de cristal	Espesor mínimo (mm)	Anchura (mm)	Altura libre de puerta (m)	Fijación de hojas de cristal
Templado y laminado	16 (8 + 8 + 0,76)	360 a 720	Máx. 2,10	2 fijaciones en parte alta y parte baja
Laminado	16 (8 + 8 + 0,76)	300 a 720	Máx. 2,10	3 fijaciones parte alta/baja y un lateral
	10 (6 + 4 + 0,76) (5 + 5 + 0,76)	300 a 870	Máx. 2,10	En todos los lados

Los valores de esta tabla sólo son válidos bajo la condición de que los perfiles en los casos de fijación en 3 y 4 lados, estén rígidamente unidos entre sí.



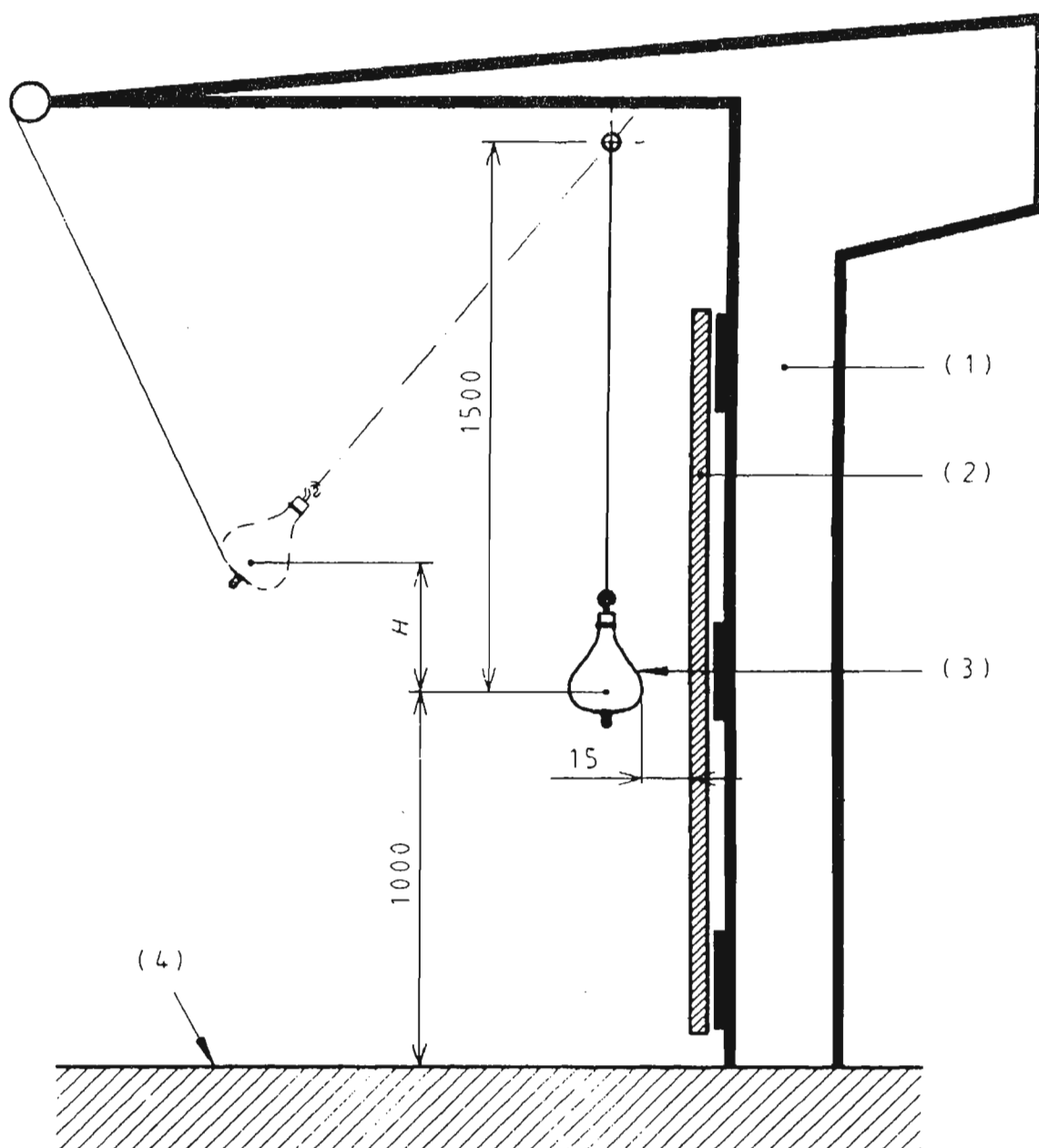
- ① anillo de choque
- ② punto de referencia para la medición de la altura de caída
- ③ punto de enganche del dispositivo de disparo

Fig. J.1 – Dispositivo de choque pendular, duro



- ① varilla roscada
- ② punto de referencia para la medición de la altura de caída situada en el plano del diámetro máximo
- ③ saco de cuero
- ④ disco metálico (de acero)
- ⑤ punto de enganche del dispositivo de actuación

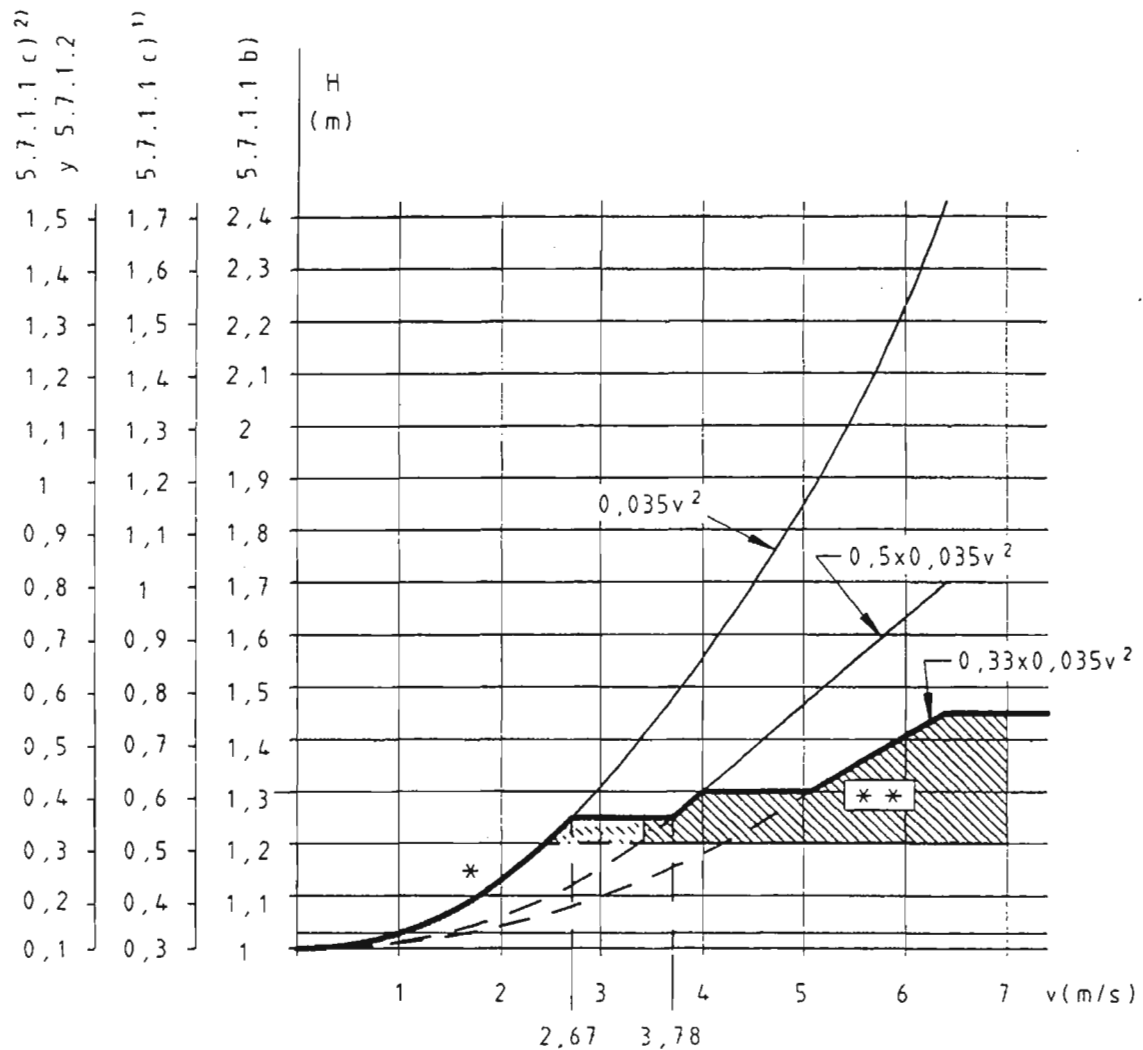
Fig. J.2 – Dispositivo de choque pendular, blando



- ① marco
- ② panel de cristal a ensayar
- ③ dispositivo de choque
- ④ nivel de suelo con respecto al panel de cristal a someter a ensayo
- H altura de caída

Fig. J.3 – Altura de caída del banco

ANEXO K (Normativo)

DISTANCIAS DE SEGURIDAD EN LA PARTE SUPERIOR DEL HUECO
PARA ASCENSORES DE TRACCIÓN POR ADHERENCIA

V velocidad nominal
H distancias superiores

*) En línea gruesa: distancias mínimas posibles cuando se toman las máximas ventajas de las posibilidades dadas en el apartado 5.7.1.3.

**) Zona de valores que pueden obtenerse de cálculos hechos según el apartado 5.7.1.4 en el caso de ascensores con poleas de compensación dotados de dispositivo antirebote. Este dispositivo sólo se requiere para velocidades superiores a 3,5 m/s, pero no se prohíbe para velocidades inferiores.

Estos valores son en función del diseño del dispositivo anti-rebote y del recorrido del ascensor.

Fig. K.1 – Gráfico ilustrando las distancias de seguridad en la parte superior del hueco para ascensores de tracción por adherencia (apartado 5.7.1)

ANEXO L (Normativo)

CARRERA REQUERIDA DE LOS AMORTIGUADORES

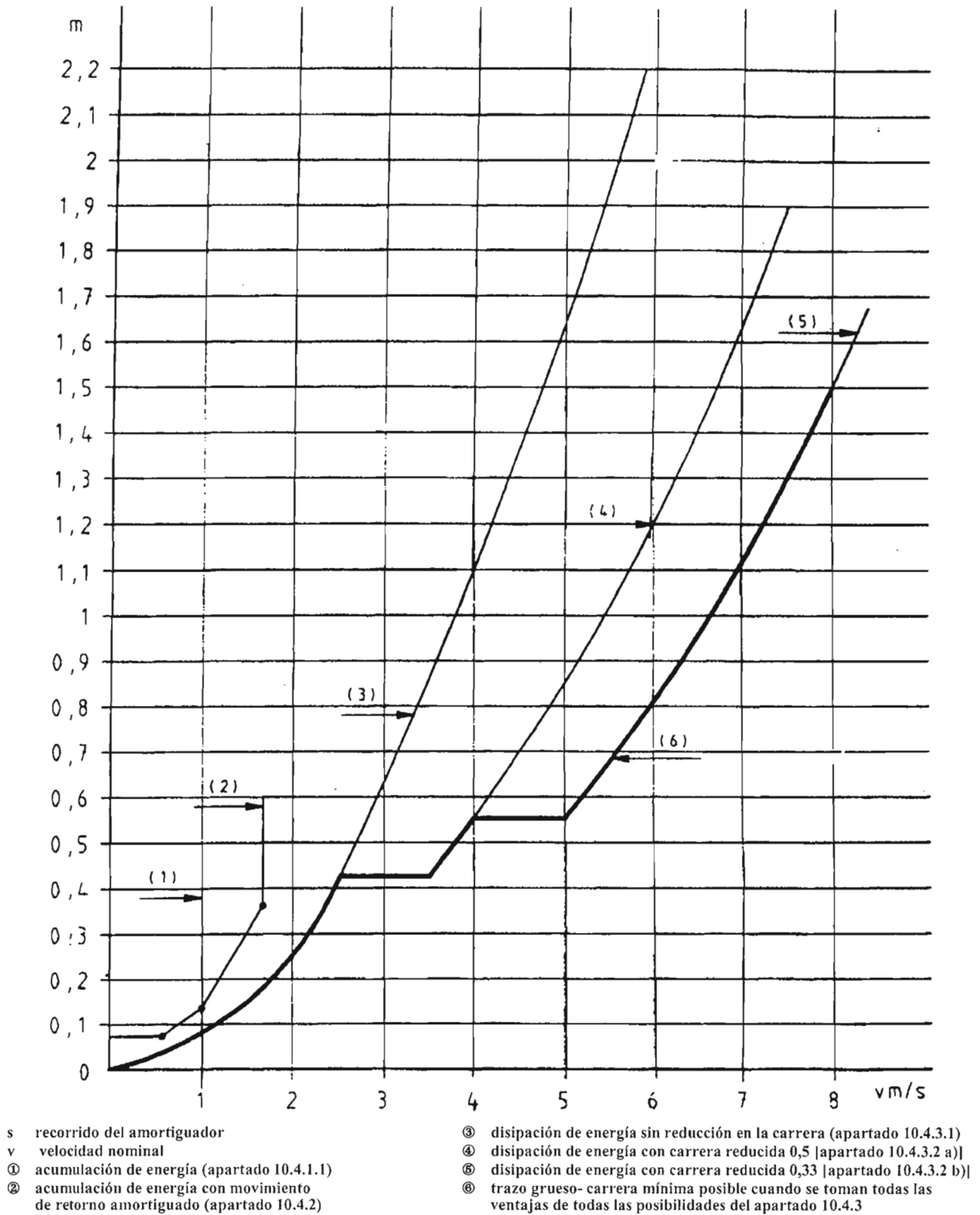


Fig. L.1 – Gráfico ilustrativo de las carreras necesarias de los amortiguadores (apartado 10.4)

ANEXO M (Informativo)**EVALUACIÓN DE LA TRACCIÓN****M.1 Introducción**

Debería asegurarse la tracción en cualquier momento, teniendo en cuenta:

- el recorrido normal;
- la carga de la cabina a nivel de planta;
- y la deceleración por una parada de emergencia.

No obstante, se debe considerar que puede producirse deslizamiento si la cabina está retenida en el hueco por cualquier razón.

El siguiente procedimiento de dimensionamiento es una guía que puede utilizarse para evaluar la tracción en las aplicaciones tradicionales donde se emplean cables de acero y poleas de acero/fundición y máquinas situadas por encima del hueco.

Los resultados -confirmados por la experiencia- son seguros debido a márgenes de seguridad integrados. Por lo tanto, los siguientes elementos no necesitan considerarse en detalle.

- composición del cable;
- tipo y cantidad de lubricación;
- material de los cables y poleas;
- tolerancias de fabricación.

M.2 Cálculos de la tracción

Las formulas siguientes tienen que aplicarse:

$$\frac{T_1}{T_2} \leq e^{f\alpha} \quad \text{para las condiciones de carga en cabina y frenado de emergencia;}$$

$$\frac{T_1}{T_2} \geq e^{f\alpha} \quad \text{para las condiciones de cabina retenida en el hueco (el contrapeso descansando sobre los amortiguadores y la máquina girando en sentido de subida);}$$

donde

f es el coeficiente de rozamiento;

α es el ángulo de abrazamiento de los cables sobre la polea de tracción;

T_1, T_2 son las fuerzas en la parte de los cables situados a un lado y otro de la polea de tracción.

M.2.1 Evaluación de T_1 y T_2

M.2.1.1 Condiciones de carga en cabina. La relación estática T_1/T_2 tiene que evaluarse para el caso más desfavorable de la posición de la cabina en el hueco con el 125% de la carga nominal. El caso del apartado 8.2.2 requiere un trato especial si no está cubierto por el factor 1,25 para la carga.

M.2.1.2 Condición de frenado de emergencia. La relación dinámica de T_1/T_2 tiene que evaluarse para el caso más desfavorable de la posición de la cabina en el hueco, y de las condiciones de carga (cabina vacía o con carga nominal).

Cada elemento en movimiento debería considerarse con su propia aceleración, teniendo en cuenta la relación de suspensión de la instalación.

En ningún caso la aceleración considerada será menor de:

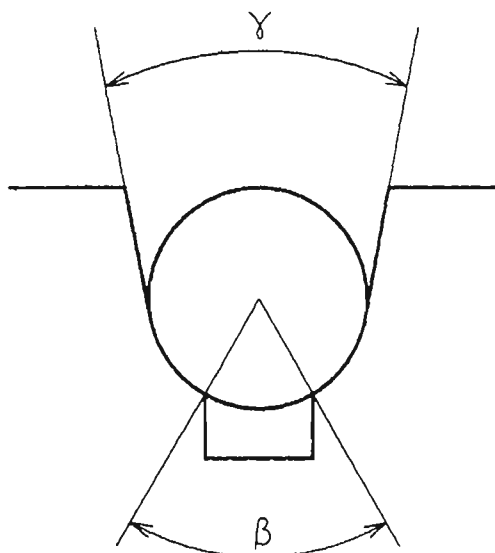
- 0,5 m/s² para caso normal;
- 0,8 m/s² cuando se utilizan amortiguadores con carrera reducida.

M.2.1.3 Condición de cabina retenida. La relación estática de T_1/T_2 tiene que evaluarse para el caso más desfavorable de la posición de la cabina en el hueco y las condiciones de carga (cabina vacía o con carga nominal).

M.2.2 Evaluación del coeficiente de fricción

M.2.2.1 Consideraciones de la garganta

M.2.2.1.1 Gargantas semi-circulares y semi-circulares desfondadas



β : ángulo de desfondado
 γ : ángulo de la garganta

Fig. M.1 – Garganta semi-circular desfondada

Se debería utilizar la siguiente fórmula:

$$f = \mu \cdot \frac{4 \left(\cos \frac{\gamma}{2} - \sin \frac{\beta}{2} \right)}{\pi - \beta - \gamma - \sin \beta + \sin \gamma}$$

donde

β es el valor del ángulo de desfondado;

γ es el valor del ángulo de la garganta;

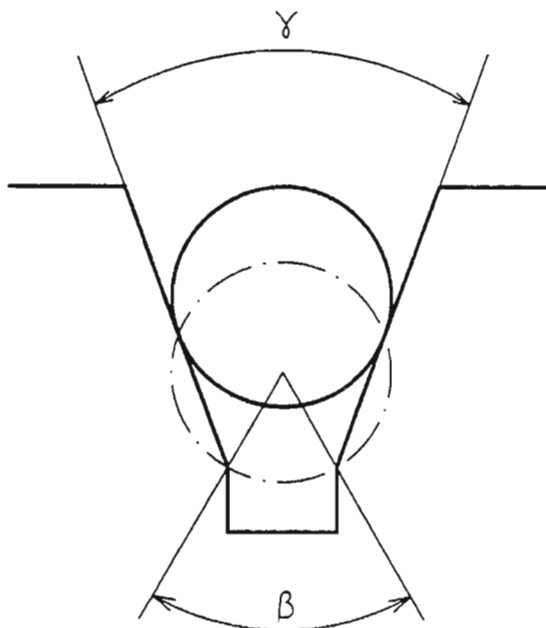
μ es el coeficiente de fricción;

f es el factor de rozamiento.

El valor máximo del ángulo de desfondado β no debería exceder de 106° (1,83 rad), que se corresponde a un desfondado de 80%.

El valor del ángulo de la garganta γ debería facilitarlo el fabricante conforme al diseño de la garganta. En ningún caso debería ser menor de 25° (0,43 rad).

M.2.2.1.2 Gargantas trapeciales en V. Cuando la garganta no ha sido sometida a un tratamiento adicional de endurecimiento con el fin de limitar el deterioro de la tracción, por desgaste, es necesario realizar un desfondado.



β es el ángulo de desfondado

γ es el ángulo de la garganta

Fig. – M.2 - Garganta en V

Se aplican las siguientes fórmulas:

- en el caso de cabina cargada y frenado de emergencia:

$$f = \mu \cdot \frac{4 \left(1 - \sin \frac{\beta}{2} \right)}{\pi - \beta - \sin \beta} \quad \text{para gargantas no endurecidas;}$$

$$f = \mu \cdot \frac{1}{\sin \frac{\gamma}{2}} \quad \text{para gargantas endurecidas;}$$

- en el caso de cabina retenida:

$$f = \mu \cdot \frac{1}{\sin \frac{\gamma}{2}} \quad \text{para gargantas endurecidas y no endurecidas.}$$

donde

β es el valor del ángulo de desfondado;

γ es el valor del ángulo de la garganta;

μ es el coeficiente de rozamiento;

f es el factor de rozamiento.

El valor máximo del ángulo de desfondado β no debería exceder de 106° (1,83 rad) que corresponde a 80% de desfondado. En ningún caso el ángulo γ debería ser menor de 35° para los ascensores.

M.2.2.2 Consideración del coeficiente de fricción

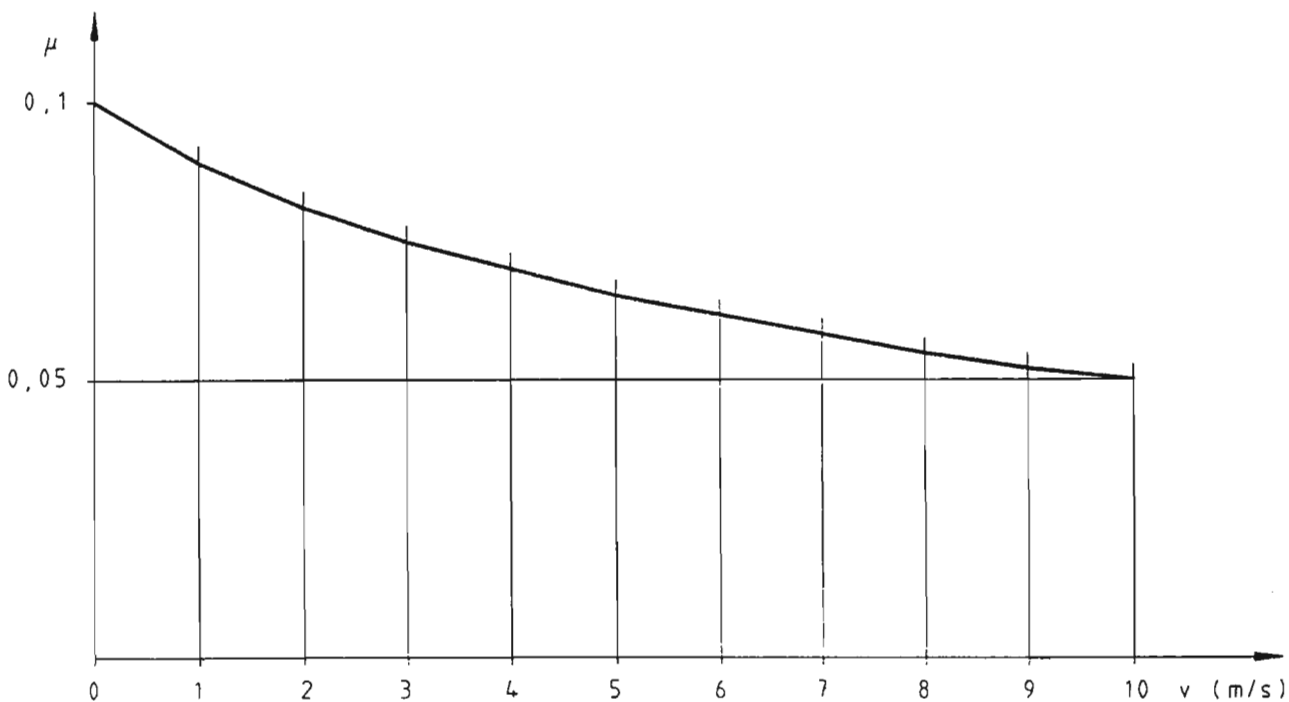


Fig. M.3 – Coeficiente mínimo de fricción

Se aplican los siguientes valores:

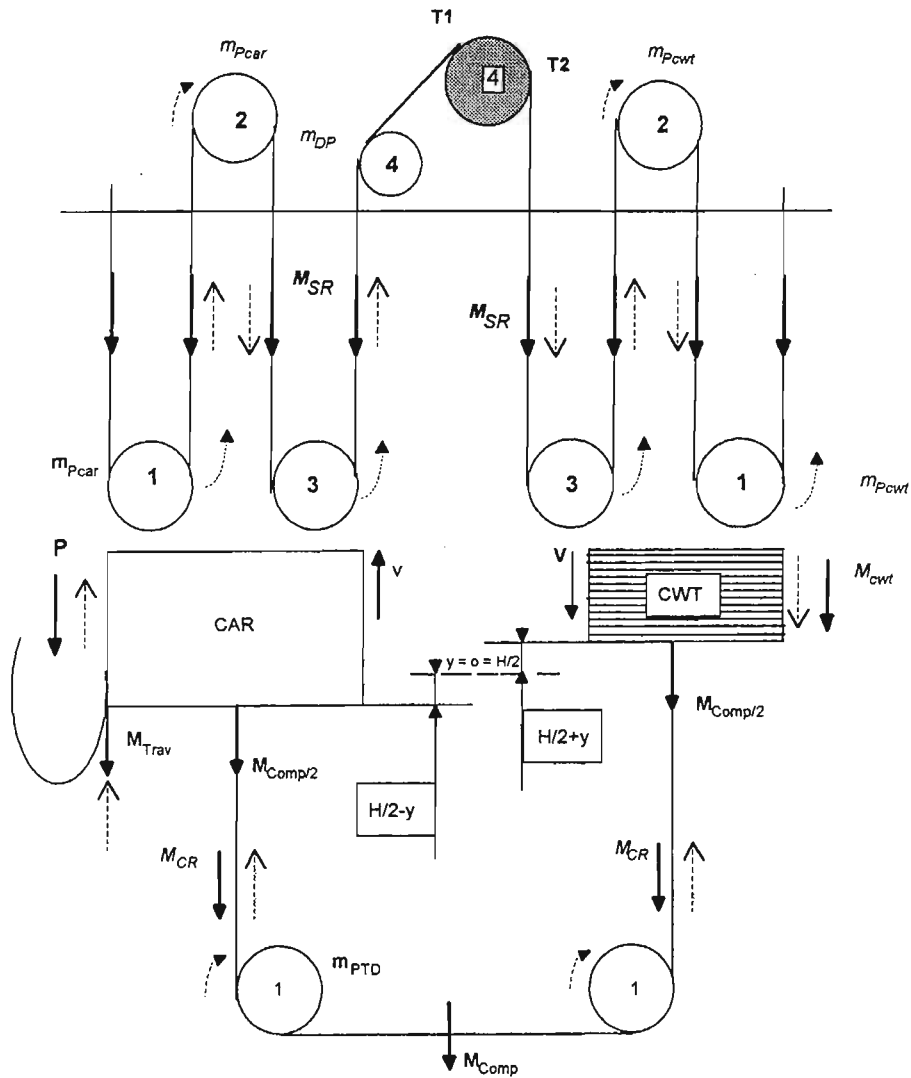
- condición de carga $\mu = 0,1;$
- condición de frenado de emergencia $\mu = \frac{0,1}{1 + \frac{v}{10}};$
- condición de cabina retenida $\mu = 0,2.$

donde

μ es el coeficiente de fricción;

v es la velocidad de los cables con la velocidad nominal de la cabina.

M.3 Ejemplo práctico



1, 2, 3, 4 = factor de velocidad de las poleas (por ejemplo: $2 = 2 \cdot v_{car}$)

Fig. M.4 – Caso general

Se aplican las siguientes fórmulas:

$$T_1 = \frac{(P + Q + M_{CRcar} + M_{Trav}) \cdot (g_n \pm a)}{r} + \frac{M_{Comp}}{2 \cdot r} g_n + M_{SRcar} (g_n \pm r \cdot a) - \left(\frac{2 \cdot m_{PTD}}{r} a \right)^I$$

$$\pm (m_{DP} \cdot r \cdot a)^{II} \pm \left[M_{SRcar} \cdot a \left(\frac{r^2 - 2r}{2} \right) \pm \sum_{i=1}^{r-1} (m_{Pcar} \cdot i_{Pcar} \cdot a) \right]^{III} \pm \frac{FR_{car}}{r}$$

$$T_2 = \frac{M_{cwt} \cdot (g_n \pm a)}{r} + \frac{M_{Comp}}{2 \cdot r} g_n + M_{SRcwt} (g_n \pm r \cdot a) + \frac{M_{CRcwt}}{r} (g_n \pm a) + \left(\frac{2 \cdot m_{PTD}}{r} a \right)^{IV}$$

$$\pm (m_{DP} \cdot r \cdot a)^{II} \pm \left[M_{SRcwt} \cdot a \left(\frac{r^2 - 2r}{2} \right) \pm \sum_{i=1}^{r-1} (m_{Pcwt} \cdot i_{Pcwt} \cdot a) \right]^V \pm \frac{FR_{cwt}}{r}$$

$$\frac{T_2}{T_1} \leq e^{f \cdot \alpha}$$

Condiciones:

- I* sólo con la cabina en la posición alta;
- II* es la polea deflectora en cabina o lado contrapeso;
- III* sólo con tipo de suspensión > 1;
- IV* sólo con el contrapeso en la parte alta del hueco;
- V* sólo con tipo de suspensión > 1.

donde

- m_{Pcar} es la masa reducida de polea lado cabina J_{Pcar}/R^2 , en kilogramos;
- m_{Pcwt} es la masa reducida de polea lado contrapeso; J_{Pcwt}/R^2 , en kilogramos;
- m_{PTD} es la masa reducida de polea de dispositivo tensor (2 poleas) J_{PTD}/R^2 , en kilogramos;
- m_{DP} es la masa reducida de polea de desvío de lado cabina/contrapeso J_{DP}/R^2 , en kilogramos;
- n_s es el número de cables de suspensión;
- n_c es el número de cables/cadenas de compensación;
- n_t es el número de cordones de maniobra;
- P es la masa de la cabina vacía y los componentes soportados por la cabina, es decir, parte de los cordones de maniobra, cables, cadenas de compensación (si los hay), etc., en kilogramos;
- Q es la carga nominal, en kilogramos;

M_{cwt}	es la masa del contrapeso incluyendo la masa de las poleas, en kilogramos;
M_{SR}	es la masa real de los cables de tracción, en kilogramos, $([0,5 H \pm y] \times n_s \times \text{el peso del cable por unidad de longitud})$;
M_{SRcar}	es la masa M_{SR} lado cabina;
M_{SRcwt}	es la masa M_{SR} lado contrapeso;
M_{CR}	es la masa real, en kilogramos, de los cables/cadenas de compensación $([0,5 H \pm y] \times n_c \times \text{el peso del cable por unidad de longitud})$;
M_{CRcar}	es la masa M_{CR} lado cabina;
M_{CRwt}	es la masa M_{CR} lado contrapeso;
M_{Trav}	es la masa real, en kilogramos, del cordón de maniobra $([0,25 H \pm 0,5 y] \times n_l \times \text{el peso del cordón de maniobra por unidad de longitud})$;
M_{Comp}	es la masa, en kilogramos, del tensador incluyendo la masa de las poleas;
FR_{car}	es la fuerza de fricción, en newtons, en el hueco (eficiencia de los rodamientos lado cabina y fricción en las guías, etc.);
FR_{cwt}	es la fuerza de fricción, en newtons, en el hueco (eficiencia de los rodamientos lado contrapeso y fricción en las guías, etc.);
H	es la altura del recorrido, en metros;
y	es en el nivel $H/2 \rightarrow y = 0$, en metros;
T_1, T_2	es la fuerza ejercida sobre el cable, en newtons;
r	es el factor de suspensión;
a	es la deceleración de frenado (valor positivo) en la cabina, en metros por segundo al cuadrado;
g_n	es la aceleración normal de la gravedad en caída libre, en metros por segundo al cuadrado;
i_{Pcar}	es el número de poleas en lado cabina (sin poleas deflectoras);
i_{Pcwt}	es el número de poleas en lado contrapeso (sin poleas deflectoras);
$\rightarrow$	es la fuerza estática;
$-\rightarrow$	es la fuerza dinámica;
f	es el factor de rozamiento;
α	es el ángulo de abrazamiento de los cables sobre la polea de tracción.

ANEXO N (Normativo)

EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD DE LOS CABLES DE SUSPENSIÓN

N.1 Generalidades

Con referencia al apartado 9.2.2, este anexo describe el método de evaluación del factor de seguridad " S_f " para los cables de suspensión. El método considera:

- los materiales tradicionales utilizados en el diseño de los cables de tracción para elementos tales como poleas de tracción de acero/hierro fundido;
- los cables de acero según normas europeas;
- un tiempo de vida suficiente de los cables, supuesto el mantenimiento e inspección regulares.

N.2 Número equivalente de poleas N_{equiv}

El número de flexiones y la severidad de las mismas causan deterioro de los cables. Ello se ve influenciado por el tipo de gargantas (gargantas en U o en V) y por si las flexiones son inversas o no.

El grado de severidad de cada flexión puede equipararse a un número de flexiones simples.

Una flexión simple se define por un cable que viaja sobre una garganta semi-circular, donde el radio de la garganta es alrededor de 5% a 6% mayor que el radio nominal del cable.

El número de flexiones simples que corresponden a un número equivalente de poleas N_{equiv} se puede obtener de:

$$N_{equiv} = N_{equiv(t)} + N_{equiv(p)}$$

donde

$N_{equiv(t)}$ es el número equivalente de poleas de tracción;

$N_{equiv(p)}$ es el número equivalente de poleas de desvío.

N.2.1 Evaluación de $N_{equiv(t)}$

Los valores de $N_{equiv(t)}$ pueden tomarse de la **tabla N.1**

Tabla N.1

Garganta en V	Ángulo en V (γ)	–	35°	36°	38°	40°	42°	45°
	$N_{equiv(t)}$	–	18,5	15,2	10,5	7,1	5,6	4,0
Gargantas desfondadas en U o en V	Ángulo en U (β)	75°	80°	85°	90°	95°	100°	105°
	$N_{equiv(t)}$	2,5	3,0	3,8	5,0	6,7	10,0	15,2

Para gargantas en U no desfondadas sin entalla $N_{equiv(t)} = 1$

N.2.2 Evaluación de $N_{\text{equiv(p)}}$

Sólo se considera una flexión invertida si la distancia desde donde toca el cable en dos poleas estacionarias consecutivas no excede de 200 veces el diámetro del cable.

$$N_{\text{equiv(p)}} = K_p \cdot (N_{\text{ps}} + 4 \cdot N_{\text{pr}})$$

donde

N_{ps} es el número de poleas con flexiones simples;

N_{pr} es el número de poleas con flexiones invertidas;

K_p es el factor de relación entre los diámetros de la polea de tracción y las poleas.

con:

$$K_p = \left(\frac{D_t}{D_p} \right)^4$$

donde

D_t es el diámetro de la polea de tracción;

D_p es el diámetro medio de todas las poleas, excluida la polea de tracción.

N.3 Factor de seguridad

Para un diseño dado de cable de tracción, el valor mínimo de seguridad puede seleccionarse de la **figura N.1**, teniendo en consideración la relación correcta de D_t/d_r y el valor calculado de N_{equiv} .

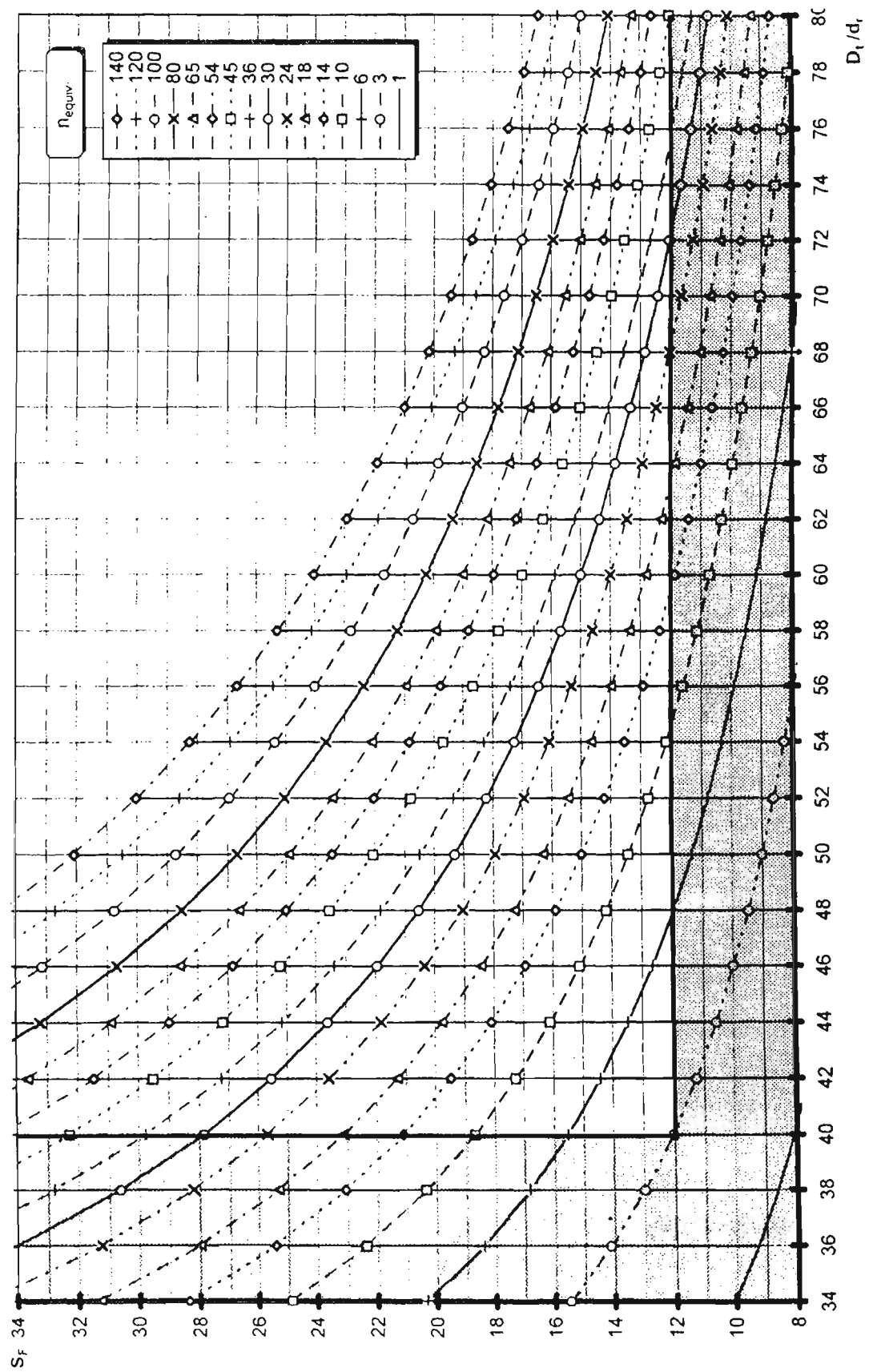


Fig. N.1 – Evaluación del factor de seguridad mínimo

Las curvas de la **figura N.1** están basadas en la siguiente fórmula:

$$S_f = 10^{\left[2,6834 - \frac{\log \left(\frac{695,85 \cdot 10^6 \cdot N_{equiv}}{\left(\frac{D_t}{d_r} \right)^{8,567}} \right)}{\log \left(77,09 \left(\frac{D_t}{d_r} \right)^{-2,894} \right)} \right]}$$

donde

S_f es el factor de seguridad;

N_{equiv} es el número equivalente de poleas;

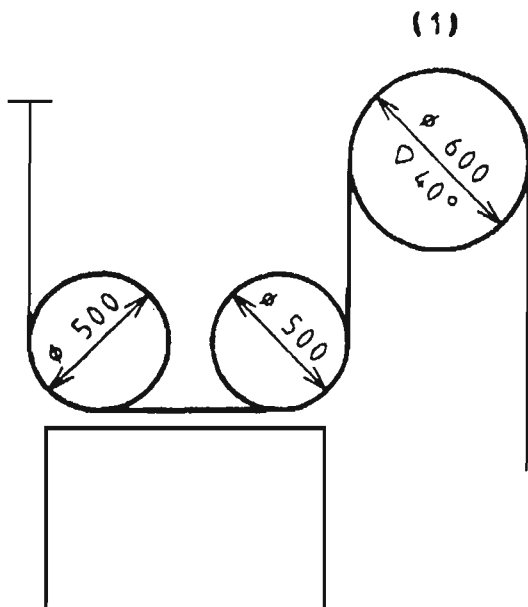
D_t es el diámetro de la polea de tracción;

d_r es el diámetro de los cables.

N.4 Ejemplos

Ejemplo de cálculo del número equivalente de poleas N_{equiv} se da en la **figura N.2**.

Ejemplo 1



Garganta en V , $\gamma = 40^\circ$

$$N_{equiv(t)} = 7,1$$

$$K_p = 2,07$$

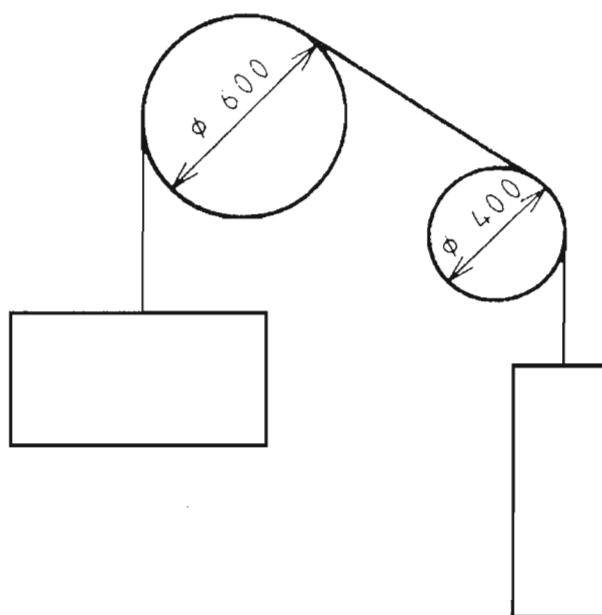
$$N_{equiv(p)} = 2 \times 2,07 = 4,1$$

$$N_{equiv} = 11,2$$

(1) lado cabina

NOTA – No hay flexión inversa debido a la polea móvil.

Ejemplo 2



Garganta en V , desfondada

$$\beta = 90^\circ \text{ y } \gamma = 40^\circ$$

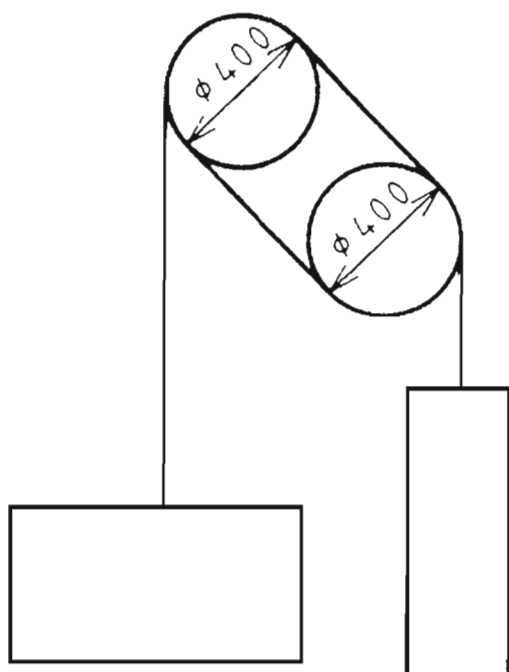
$$N_{\text{equiv}(t)} = 5$$

$$K_p = 5,06$$

$$N_{\text{equiv}(p)} = 5,06$$

$$N_{\text{equiv}} = 10,06$$

Ejemplo 3



Gargantas en U

$$N_{\text{equiv}(t)} = 1+1 \text{ (doble arrollamiento)}$$

$$K_p = 1$$

$$N_{\text{equiv}} = 4$$

Fig. N.2 – Ejemplos de cálculo del número equivalente de poleas

ANEXO ZA (Informativo)**CAPÍTULOS DE ESTA NORMA EUROPEA RELACIONADOS CON LOS REQUISITOS ESENCIALES
U OTRAS DISPOSICIONES DE LAS DIRECTIVAS UE**

Esta norma europea ha sido elaborada bajo un Mandato dirigido a CEN por la Comisión Europea y por la Asociación Europea de Libre Cambio, y sirve de apoyo a los requisitos esenciales de la Directiva europea de ascensores (95/16/CE).

Otras normas relativas a aplicaciones particulares (por ejemplo, accesibilidad de personas minusválidas, antivandalismo, utilización intensiva) están en consideración.

ADVERTENCIA: Los productos incluidos en el campo de aplicación de esta norma pueden estar afectados por otros requisitos o Directivas de la UE.

Los capítulos de esta norma sirven de apoyo a los requisitos de la Directiva de ascensores.

La conformidad con los capítulos de esta norma es un medio para satisfacer los requisitos esenciales específicos de la correspondiente Directiva y los Reglamentos de la AELC asociados.

NOTA 1 – En cuanto a los apartados 6.2, 6.3 y 6.4. véase apartado 0.22 de esta norma.

NOTA 2 – La nota del apartado 5.2.1.2 implica que la instalación de ascensores con huecos parcialmente cerrados puede estar sometido a la autorización por autoridades nacionales.

ANEXO NACIONAL

Las normas que se relacionan a continuación, citadas en esta norma europea, han sido incorporadas al cuerpo normativo UNE con los siguientes códigos:

Norma Internacional	Norma UNE
EN 294:1992	UNE-EN 294:1993
EN 1050:1996	UNE-EN 1050:1997
EN 10025:1990	UNE-EN 10025:1994
EN 50214:1997	UNE-EN 50214:1997
EN 60068-2-6:1995	UNE-EN 60068-2-6:1996
EN 60068-2-27:1993	UNE-EN 60068-2-27:1993
EN 60068-2-29:1993	UNE-EN 60068-2-29:1993
EN 60249-2-2:1994	UNE-EN 60249-2-2:1996
EN 60249-2-3:1984	UNE-EN 60249-2-3:1996
EN 60742:1995	UNE-EN 60742:1996
EN 60947-4-1:1992	UNE-EN 60947-4-1:1995
EN 60947-5-1:1991	UNE-EN 60947-5-1:1994
EN 60950:1992	UNE-EN 60950:1995
EN 62326-1:1997	UNE-EN 62326-1:1998
EN 12015:1998	UNE-EN 12015:1998
EN 12016:1998	UNE-EN 12016:1998
CEI 60664-1:1992	UNE 21184-1:1998
HD 21.1 S3:1997	UNE 21031-1:1998
HD 21.3 S3:1995	UNE 21031-3:1996
HD 21.4 S2:1990	UNE 21031-4:1992
HD 21.5 S3 REPRINT:1994	UNE 21031-5:1994
HD 214 S2:1980	UNE 21304:1983
HD 323.2.14 S2:1990	UNE 20501-2-4:1994
HD 360 S2:1990	UNE 21154:1991
HD 384.4.41 S2:1996	UNE 20460-4-41:1998
HD 384.6.61 S1:1992	UNE 20460-6-61:1994
ISO 7465:1997	UNE 58702:2000