Guía sobre Ahorro y Eficiencia Energética en Escaleras Mecánicas y Andenes Móviles

Comunidad de Madrid

Guía sobre Ahorro y Eficiencia Energética en Escaleras Mecánicas y Andenes Móviles

Comunidad de Madrid

Esta Guía se puede descargar en formato pdf desde la sección de publicaciones de las páginas web:

www.madrid.org
(Consejería de Economía, Empleo y Hacienda, organización Dirección General de Industria, Energía y Minas)

www.fenercom.com

Si desea recibir ejemplares de esta publicación en formato papel puede contactar con:

Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid
dgtecnico@madrid.org

Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid
fundacion@fenercom.com

Edita: Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid

La Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, respetuosa con la libertad intelectual de sus colaboradores, reproduce los originales que se le entregan, pero no se identifica necesariamente con las ideas y opiniones que en ellas se exponen y, por tanto, no asume responsabilidad alguna de la información contenida en esta publicación.

La Comunidad de Madrid y la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, no se hacen responsables de las opiniones, imágenes, textos y trabajos de los autores de esta guía.

Diseño, maquetación e imprime: Arias Montano Comunicación
www.ariasmontano.com

Tirada: 1.000 ejemplares
Edición: 6/2016

Depósito Legal: M. 10.761-2016

Impreso en España - *Printed in Spain*

Autores

Capítulo 1. **Historia y orígenes de las escaleras mecánicas**
Marta Ladero
Asociación Empresarial de Ascensores de Madrid

Capítulo 2. **Tipologías y componentes de las escaleras mecánicas**
Rafael Herrero
ThyssenKrupp

Capítulo 3. **Sistemas de Ahorro Energético**
Ana Alonso
KONE

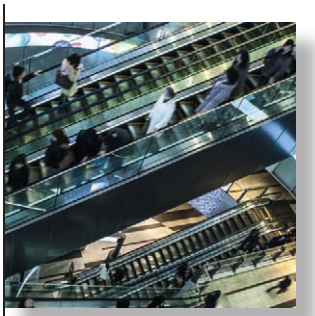
Capítulo 4. **Mantenimiento de las escaleras mecánicas**
José María Rosell
Schindler

Capítulo 5. **Incremento de la seguridad en ascensores existentes. Aplicación de la Norma EN 115-2**
José María Rosell
Schindler

Capítulo 6. **Normativa. Seguridad y eficiencia energética en escaleras mecánicas.**
Isabel Linares
AENOR

Anexo. **Manual de buenas prácticas en las escaleras mecánicas**
GT Seguridad FEEDA con la supervisión de Enrique Zaldívar
Otis

Índice

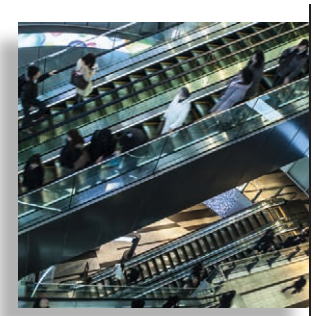


PRÓLOGO 11

1. HISTORIA DE LAS ESCALERAS MECÁNICAS 13
   1.1. Introducción 13
   1.2. Primeras escaleras mecánicas 14
   1.3. Primeras instalaciones en Europa 15
   1.4. Las escaleras mecánicas en España 17
   1.5. Evolución de las escaleras mecánicas 18
   1.6. Instalaciones curiosas 20

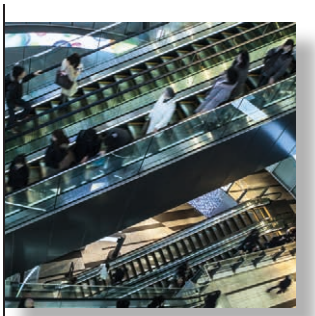
2. TIPOLOGÍA DE ESCALERAS MECÁNICAS 25
   2.1. Introducción 25
   2.2. ¿Qué define una escalera mecánica/anden móvil 26
   2.3. Normativa de escaleras mecánicas andenes móviles 35
   2.4. Capacidad de transporte de escaleras mecánicas y andenes móviles 38
   2.5. Evolución: ¿qué hay ahora en el mercado? 40

3. SISTEMAS DE AHORRO ENERGÉTICO 43
   3.1. Introducción 43
   3.2. Consumo energético de los motores de escaleras 45
      3.2.1. Motor 45
      3.2.2. Eficiencia del motor 46
      3.2.3. Transmisión 47
      3.2.4. Fricción 48
      3.2.5. Otros factores que causan pérdidas 48
         3.2.5.1. Pérdidas eléctricas 48
         3.2.5.2. Aspectos de calidad 49
   3.3. Modos de funcionamiento y dispositivos de ahorro de energía 49
      3.3.1. Modo de ahorro de energía Estrella-Triángulo 49
      3.3.2. Arranque a demanda 52
      3.3.3. Arranque con variador 53
      3.3.4. Velocidad en espera 54
      3.3.5. Regeneración de energía con unidades de retroalimentación de energía 55
   3.4. Consumo energético en la iluminación 57



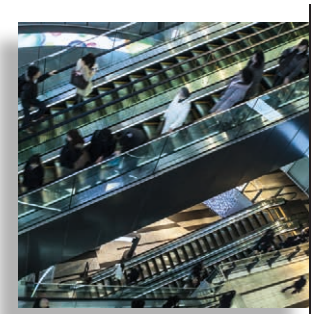
3.4.1. Iluminación de placa de peines 58
3.4.2. Semáforos 58
3.4.3. Iluminación de demarcación de peldaño 59
3.4.4. Otros medios auxiliares de iluminación 59
3.5. Definiciones: energía, potencia y huella de carbono 60
3.5.1. Trabajo mecánico y eléctrico. Potencia y energía 60
3.5.2. Potencia efectiva, reactiva y aparente. Factor de potencia 61
3.5.3. La huella de carbono (emisión de CO_2) 62
3.6. Escalera de referencia 63
3.6.1. Perfil de carga de las escaleras 64
3.7. Ahorro energético en la escalera de referencia según opcionales seleccionados 65
3.8. Resumen 65

4. MANTENIMIENTO DE LAS ESCALERAS MECÁNICAS 67
4.1. Elementos de una escalera mecánica. Glosario 67
4.1.1. Estructura portante 68
4.1.2. Apoyos sobre el edificio 68
4.1.3. Máquina de tracción 69
4.1.4. Árboles de transmisión y banda de peldaños 69
4.1.5. Peldaño y cadena de peldaños 70
4.1.6. Balaustradas 71
4.1.7. Sistema pasamanos 72
4.1.8. Rellano 73
4.1.9. Cuadro de control o maniobra 74
4.2. Uso correcto y mantenimiento de escaleras mecánicas 75
4.2.1. Generalidades 75
4.2.2. Responsabilidades 75
4.2.3. Servicio ordinario de la escalera mecánica 76
4.2.4. Mantenimiento preventivo y correctivo 78
4.2.5. Reparaciones 88
4.2.6. Modificaciones importantes 88
4.3. Necesidad de una ITC "ESCALERAS". Aspectos legales 88
4.3.1. Aspectos legales en relación al diseño, fabricación y puesta en servicio 89
4.3.2. Aspectos legales en relación al mantenimiento, modificaciones importantes e inspección reglamentaria 89



5. INCREMENTO DE LA SEGURIDAD EN ESCALERAS EXISTENTES. APLICACIÓN DE LA NORMATIVA EN115-2 91
5.1. Objeto de la norma 91
5.2. Alcance de la norma EN115-2 91
5.3. Catálogo de peligros y medidas de seguridad propuestas 91
5.3.1. Piso deslizante en áreas de entrada y salida 92
5.3.2. Atrapamiento entre faldillas (zócalos) y escalones 93
5.3.3. Atrapamiento entre escalones 94
5.3.4. Pérdida de un escalón 95
5.3.5. Caídas por encima de la balaustrada 96
5.3.6. Caídas desde el exterior de la balaustrada 97
5.3.7. Atrapamiento de manos y dedos en la entrada del pasamanos 98
5.3.8. Atrapamiento entre el peine y el escalón 99
5.3.9. Atrapamiento del usuario por hundimiento del escalón o tablilla 100
5.3.10. Ausencia de un interruptor de parada para situaciones de emergencia 101
5.3.11. Colisión con las estructuras del edificio 102
5.3.12. Utilización de carros de compra y carros de equipaje 103

6. SEGURIDAD Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESCALERAS MECÁNICAS 105
6.1. Introducción 105
6.2. AENOR y las normas técnicas 105
6.3. Normas técnicas y reglamentación 107
6.4. Normas específicas relativas a la seguridad de escaleras mecánicas 108
6.4.1. Introducción 108
6.4.2. Construcción e instalación: norma armonizada UNE-EN 115-1: 2009+A1:2010 111
6.4.3. Otras normas de apoyo 127
6.4.4. Novedades del estado de la técnica: proyecto prEN 115-1 130
6.5. Normativa específica relativa a eficiencia energética 131
6.5.1. Introducción 131
6.5.2. Medición de la energía y verificación: norma UNE-EN ISO 25745-1 133



6.5.3. Cálculo energético y clasificación de las escaleras mecánicas y andenes móviles: norma UNE-EN ISO 25745-3 137

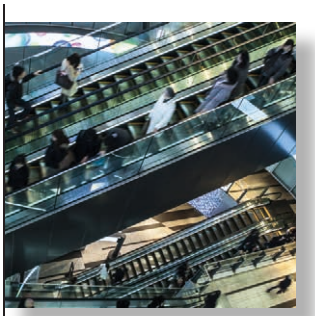
7. ANEXO. MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS EN LAS ESCALERAS MECÁNICAS 147

7.1. Entrada 151

7.2. Viaje 157

7.3. Salida 165

PRÓLOGO



En espacios con una gran afluencia de personas, como pueden ser los centros comerciales, estaciones de metro o aeropuertos, los sistemas de transporte verticales utilizados, son por excelencia, las escaleras mecánicas y los andenes móviles, que facilitan diariamente millones de desplazamientos.

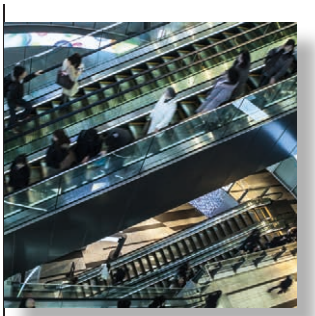
La primera escalera mecánica operativa se instaló a finales del siglo XIX, así como, lo hiciera alrededor de la misma época el andén móvil. Ambos sistemas impulsaron el desarrollo industrial y la sociedad hasta nuestros días. Actualmente continúan adaptándose a los nuevos estándares energéticos y de seguridad que se demandan, facilitando además la accesibilidad a un amplio colectivo de personas de avanzada edad o discapacitados.

Con esta Guía se pretende dar una visión actual de estas instalaciones, profundizando en sus componentes, sistemas de ahorro energético y elementos de seguridad, que por sus características energéticas y de accesibilidad adquieren una importancia en relación a los servicios generales del edificio. Por ende, se recalca el potencial de ahorro energético existente ya que éste se incrementa con la antigüedad del aparato.

Por todo ello, la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid a través de la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, publica esta **Guía sobre Ahorro y Eficiencia Energética en Escaleras Mecánicas y Andenes Móviles**, con la que se pretende difundir los últimos avances tecnológicos del sector y aspectos relacionados con la eficiencia energética y la seguridad a profesionales, empresarios y público en general.

Carlos López Jimeno
Director General de Industria, Energía y Minas
Comunidad de Madrid.

1 HISTORIA DE LAS ESCALERAS MECÁNICAS



Marta LADERO
Asociación Empresarial de Ascensores de Madrid

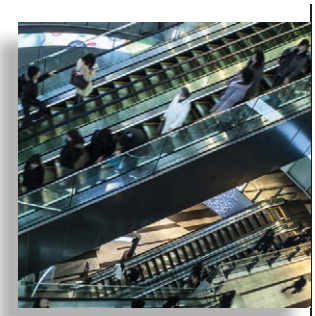
1.1. INTRODUCCIÓN

Una escalera mecánica es un dispositivo de transporte, que consiste en una escalera inclinada, cuyos peldaños se mueven mecánicamente en sentido ascendente o descendente.

Una escalera mecánica se compone de un motor eléctrico, un reductor y un freno. Los peldaños se encuentran en unidades separadas, pero están montados entre sí para lograr una mayor fijación y cada uno posee un eje que se encuentra acoplado a los demás escalones mediante una cadena que los une, que a su vez son movidas gracias a una rueda dentada que posee engranajes que funcionan a través de un motor eléctrico. Cada peldaño de la escalera mecánica posee cuatro ruedas que se mueven a través de unos rieles, provocando de esta forma que los escalones suban y bajen por la rampa manteniendo siempre un nivel equilibrado entre sí.

Tanto al principio como al final del recorrido los peldaños forman una especie de plataforma móvil que se encuentra nivelada con el suelo, y en dicha rampa la escalera posee a ambos lados una barandilla con una banda que por lo general se mueve a la misma velocidad que los escalones y que se utiliza como pasamanos.

Las escaleras mecánicas constituyen un medio de transporte fundamental en el diseño y construcción de instalaciones de uso público, donde resulta necesario el desplazamiento ágil y continuado de personas entre distintos niveles, como centros comerciales, aeropuertos, estaciones de ferrocarril, metro, edificios de oficinas…, etc. Su origen data de finales del siglo XIX.



1.2. PRIMERAS ESCALERAS MECÁNICAS

La primera patente de un invento aproximado a la escalera mecánica fue concedida, en Estados Unidos, el 8 de marzo de 1859 a Nathan Ames de Saugus (Massachusetts). La patente se registró con el nombre «escalera giratoria» con el número #25.076 pero nunca se llegó a construir. El diseño de la instalación formaba un triángulo equilátero que requería que los pasajeros saltasen para subir a la escalera en la base y volvieran a hacerlo para descender de ella en el extremo superior.

Foto 1.1. Nathan Ames (1826-1865)
Fuente: http://www.ancestry.com/genealogy

Foto 1.2. Jesse W. Reno
Fuente: http://www.ancestry.com/genealogy

En el año 1891 Jesse Wilfred Reno inventó el primer prototipo de escaleras mecánicas y la patentó con el nombre «Ascensor inclinado Reno» el 15 de Marzo de 1891. Este primer prototipo fue probado, a modo de atracción, en el parque de atracciones de Coney Island, en Nueva York. Su velocidad era de 2,5 km/h.

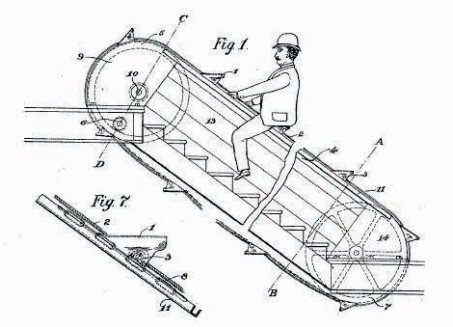
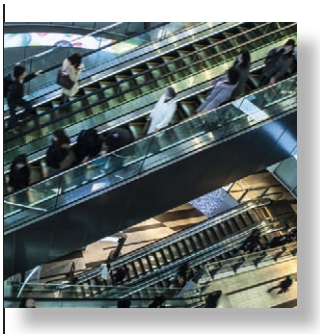


Figura 1.1. Escalator, 1891.
Fuente: http://industrialrevolutioninvention15.weebly.com/escalator.html



Charles D. Seeberger, en 1896 patentó un nuevo modelo al que denominó «escalator», a partir de la palabra «scala» (peldaños en latín) y la palabra «elevator» (ascensor) y la registró como marca comercial para escalera móvil. En 1899 Seeberger se incorporó a Otis Elevator Company trayendo consigo el nombre «escalator». En 1899 Otis fabricó la primera escalera mecánica comercial en la fábrica de Yonkers, Nueva York. La escalera móvil con peldaños de madera Seeberger-Otis ganó el primer premio en la Exposición Universal de Paris en 1900.

Figura 1.2. Exposición Universal de París 1900.
Fuente: https://commons.wikimedia.org

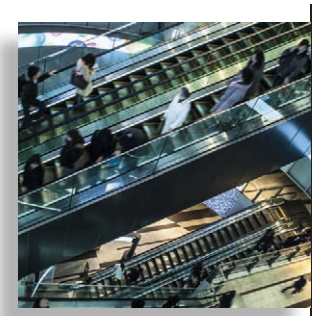
La mítica cadena de almacenes Macy´s, en Nueva York, fue el primer edificio en instalar unas escaleras mecánicas, era el año 1920.

Figura 1.3. Escalera ganadora del primer premio en la Exposición de París
Fuente: Otis

Foto 1.3. Escalera modelo Reno
Fuente:
http://www.astorplacevintage.com

1.3. PRIMERAS INSTALACIONES EN EUROPA

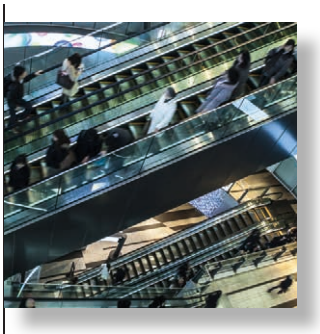
En Europa, la primera escalera mecánica se instaló, el 16 de noviembre de 1898, en Londres en los almacenes Harrod's. El evento fue una noticia recogida incluso por los periódicos de la época. Este antiguo



dispositivo realmente estaba compuesto por una cinta transportadora de cuero con placas de cristal en los laterales. Como curiosidad, según las crónicas de la época, como gesto a los visitantes que se atrevían a usar dicho mecanismo se les obsequiaba con una copa de brandy al llegar a la parte superior.

Foto 1.4. Almacenes Harrod's en Londres, 1898.
Fuente: www.telegraph.co.uk

Foto 1.5. Estación de metro de Earl´s Court en Londres, 1911.
Fuente: https://www.flickr.com



La estación de metro de Earl´s Court, en Londres, fue la primera en instalar una escalera mecánica en el año 1911. Se instalaron dos escaleras, ambas en sentido ascendente. La compañía de metro contrató, el día de la inauguración 4 de octubre de 1911, a una persona para demostrar a los usuarios la seguridad de la instalación.

Dicha instalación fue un éxito, de tal forma que entre 1911 y 1915 se instalaron 22 unidades en el metro de Londres.

Figura 1.4. Ilustración perteneciente a la colección del museo del transporte de Londres. **Fuente:** www.ianvisits.co.uk

Poco a poco se fue extendiendo la instalación de escaleras mecánicas por toda Europa, en estaciones de metro y ferrocarril, almacenes, bancos…

Actualmente existen en Europa 75.000 unidades instaladas.

1.4. LAS ESCALERAS MECÁNICAS EN ESPAÑA

La primera escalera mecánica en España fue presentada en Valencia dentro de la Exposición Regional de 1909.

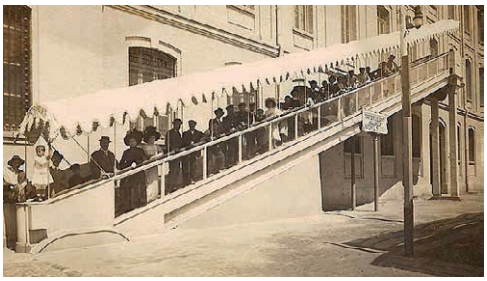
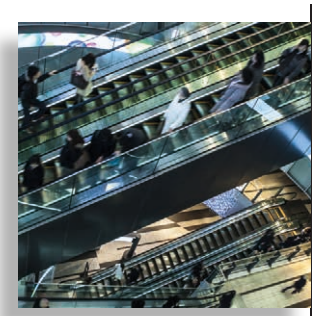


Foto 1.6. Exposición Regional Valenciana 1909, Valencia.
Fuente: Otis.



Era una especie de andén mecánico que se instaló en el lateral derecho del Palacio de Industrias y que servía para que las personas pudieran subir al primer piso del recinto por un precio de diez céntimos de peseta.

Zaragoza fue la primera ciudad que la instaló en un centro público, a principios de los años 30, en los almacenes SEPU.

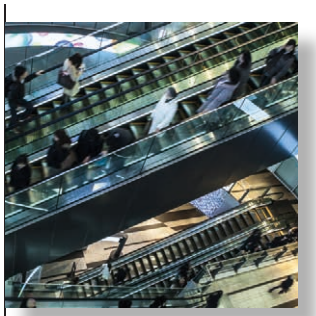
Foto 1.7. Primera escalera mecánica instalada en España.
Fuente: http://cosasdehitano.blogspot.com.es/

1.5. EVOLUCIÓN DE LAS ESCALERAS MECÁNICAS

Se ha producido una gran evolución desde el primer modelo de escaleras mecánicas tipo Reno a las instaladas en la actualidad.

Foto 1.8.
Fuente: Otis

Foto 1.9.
Fuente: http://www.uh.edu/engines



Una muestra de ello es la evolución de los peldaños, inicialmente de madera que han ido sustituyéndose por los peldaños de acero hasta llegar a los actuales fabricados en aluminio.

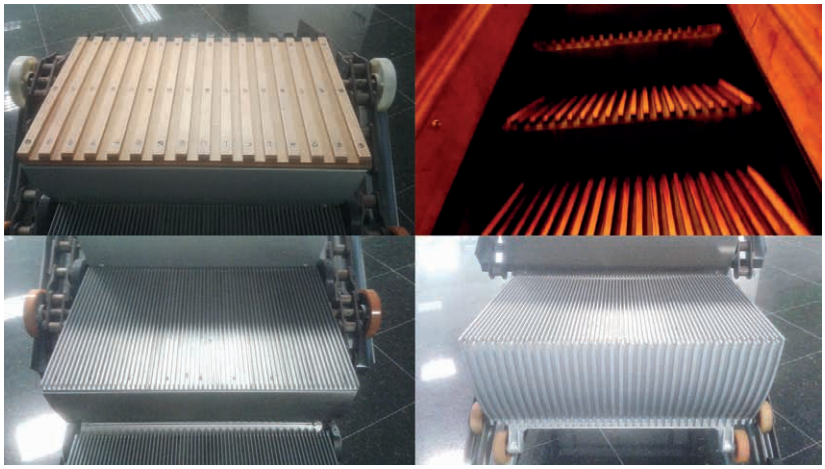


Foto 1.10. Peldaños de madera, acero y aluminio.
Fuente: ThyssenKrupp.

De aquel primer modelo original con peldaños de madera se ha evolucionado hacia una generación de escaleras mecánicas donde son aplicadas, en su fabricación, las últimas tecnologías con diseños ergonómicos y luminosos, que incorporan dispositivos de seguridad y minimizan el impacto medioambiental.

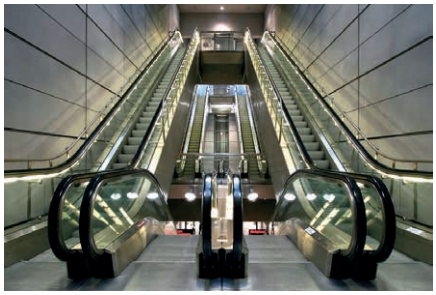
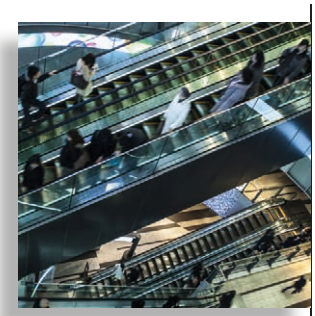


Foto 1.11.
Fuente: FEEDA

Foto 1.12.
Fuente: FEEDA

Futuros desarrollos, como la cinta de dos velocidades, actualmente en fase de pruebas, beneficiarán de forma notable al usuario reduciendo los tiempos de traslado, sobre todo en las grandes superficies o en aeropuertos en donde se necesitan grandes desplazamientos para ir de algunas zonas a otras. Actualmente hay algún modelo que



desplaza de manera horizontal personas con velocidad de 2m/s, consiguiendo tiempos record en distancias de hasta un kilómetro. Con este ritmo se transporta alrededor de 15.000 personas por hora. Existe una instalación en el aeropuerto de Toronto.

1.6. INSTALACIONES CURIOSAS

La escalera más larga del mundo

Está ubicada en la Central-Mid-levels escalators, en la ciudad de Hong Kong. Se compone de 20 escaleras individuales y tienen una distancia de 800 metros de longitud, y con una inclinación de 135 metros. Con estas medidas ostenta un Record Guinness mundial. El tráfico diario supera las 55.000 personas.

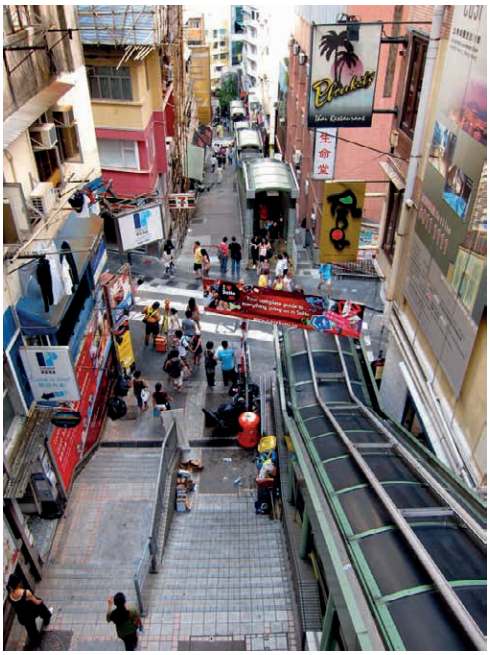
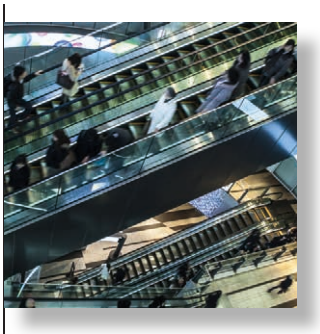


Foto 1.13. Escalera mecánica más larga del mundo, Hong Kong.
Fuente: http: //www.shutterstock.com/



La escalera más larga de Europa

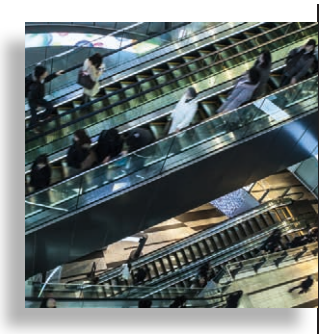
Se encuentra en el metro de Moscú, concretamente en la estación Park Pobedy (Parque de la Victoria). Se inauguraron en 2003, las escaleras mecánicas tienen una longitud de 126 m y son consideradas las más largas de Europa.

Foto 1.14. Escalera más larga de Europa en la estación Park Pobedy de Moscú.
Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Parkpobedy-escalator.jpg

La escalera más larga de España

Se encuentra en la estación de metro Intxaurrondo (San Sebastián), cuenta con una profundidad de 45 metros. Los dispositivos funcionan a una velocidad de 0,65 m/s y pueden transportar a 10.000 pasajeros cada hora.

Foto 1.15. Escalera más larga de España, metro Intxaurrondo en San Sebastián.
Fuente: http://www.irekia.euskadi.eus/



La escalera más antigua del mundo

Se localiza en los almacenes Macy´s de Nueva York (EEUU), fue instalada en 1920. En los años 90 casi todos los tramos fueron adaptados a la estructura metálica, excepto un último tramo, el que conecta el piso octavo con el noveno, que aún conserva la estructura original de madera de roble.

Foto 1.16. Escalera más antigua del mundo en los almacenes Macy's, Nueva York.
Fuente: https://ephemeralnewyork.wordpress.com

La escalera más corta del mundo

Con sólo 5 escalones para salvar un desnivel de 83 cm se instaló una escalera mecánica en el centro comercial de Okadaya Mores en Kawasadi (Japón); son consideradas las más cortas del mundo.

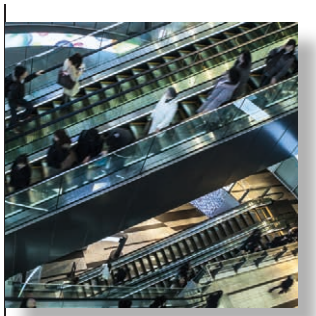


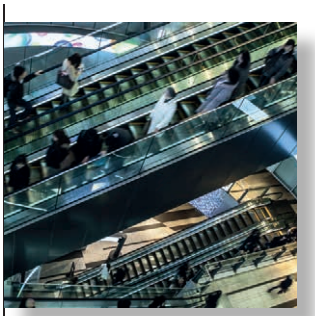
Foto 1.17. Escalera más corta del Mundo, Kawasadi
Fuente: https://www.flickr.com/photos/olois/3212087433

La escalera más alta del mundo

Está situada en el Umeda Sky Building, el séptimo edificio más alto de Osaka (Japón) con una altura de 173 metros de altura. Dicho edificio se compone de dos torres de 40 pisos que se conectan con dos escaleras mecánicas.

Foto 1.18. Edificio Umeda Sky Building.
Fuente: http://planetyze.com/en/japan/osaka/the-floating-garden-umeda-sky-building

2 TIPOLOGÍA DE ESCALERAS MECÁNICAS Y ANDENES MÓVILES



Rafael HERRERO
ThyssenKrupp

2.1. INTRODUCCIÓN

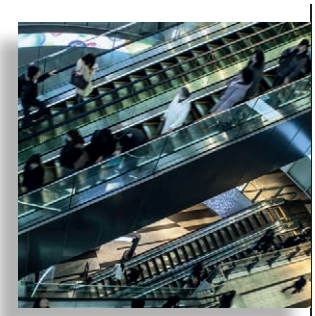
Una escalera mecánica es una escalera motorizada inclinada y en continuo movimiento utilizada para subir y bajar personas en la que la superficie de transporte (escalón) permanece horizontal. La escalera mecánica se puede mover a velocidades que oscilan entre 0,50 m/s y 0,75 m/s.

Un andén móvil es una instalación motorizada de transporte de personas en la que la superficie de transporte permanece paralela a la dirección del movimiento y es ininterrumpida. El plano de movimiento puede ser horizontal o inclinado y al igual que las escaleras mecánicas, se mueve a velocidades que oscilan entre 0,50 m/s y 0,75 m/s.

A diferencia de las escaleras mecánicas, los andenes móviles se pueden utilizar por personas que transportan un trolley o un carrito de la compra sin dificultades. Por esa razón son frecuentemente utilizados en aeropuertos y supermercados, ya que combinan la flexibilidad y capacidad de transporte de una escalera mecánica con la comodidad de un ascensor al permitir el uso mixto de personas y equipajes/carros.

Para poder transportar carros de supermercados en los andenes móviles, éstos deben estar dotados de un sistema de frenado de sus ruedas. Este sistema se aplica automáticamente al entrar en las paletas móviles las ruedas están especialmente diseñadas para fijarse dentro de sus ranuras o por un sistema de frenado de barra manual accionado por el propio usuario.

La principal característica de las escaleras mecánicas y los andenes móviles es que se trata de medios de transporte continuo de personas

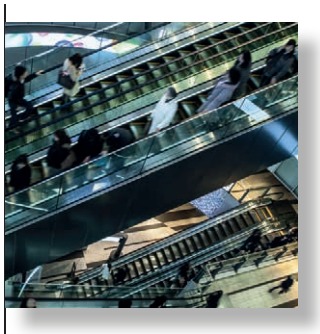


y tienen una elevada capacidad frente a otros tipos de transporte vertical como el ascensor. Esta elevada capacidad lo hace el medio de transporte vertical ideal para instalaciones como:

- Centros Comerciales.
- Estaciones de Metro y Trenes.
- Aeropuertos.
- Estadios Deportivos.
- Grandes Centros de Convenciones y Congresos.

Además en los últimos años se ha extendido su uso como medio de transporte en las ciudades con grandes desniveles en sus calles y como medio para mejorar la accesibilidad urbana.

Foto 2.1. Las Arenas (Barcelona).
Fuente: ThyssenKrupp.



2.2. ¿QUÉ DEFINE UNA ESCALERA MECÁNICA/ ANDEN MÓVIL?

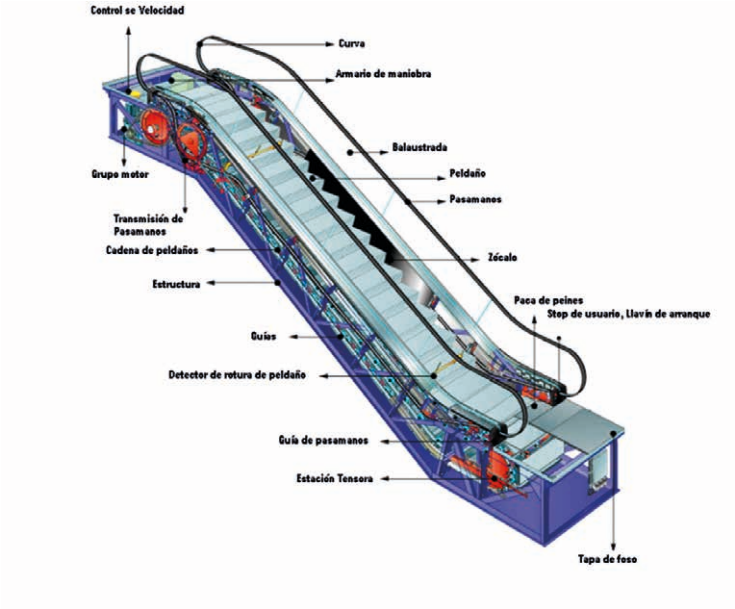


Figura 2.1. Partes de una escalera mecánica
Fuente: ThyssenKrupp

1. Inclinación

Las posibles inclinaciones disponibles en el mercado para escaleras mecánicas son:

- 35º, para escaleras mecánicas de desniveles menores a 6,00 m y velocidad menor o igual a 0,50 m/s (EN-115)
- 30º
- 27,3º

Para andenes móviles:

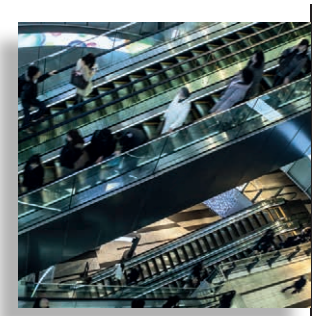
a. 0º, andenes móviles con posibilidad de inclinarse hasta 6º (EN-115) (*)

b. 8º

c. 10º

d. 12º

(*) Si la inclinación de un andén móvil es igual o inferior a 6º, la normativa EN-115 no obliga a diseñarlo con embarque superior con 0º horizontal. Para el resto de inclinaciones se necesita que al menos el embarque superior tenga una transición a que permita la entrada y salida de usuarios en un plano horizontal.



2. Ancho de escalones/placas

En escaleras mecánicas/andenes móviles (inclinación > 6º) los anchos de escalón/placa disponibles son: 1.000 mm / 800 mm / 600 mm.

En el caso de andenes móviles (inclinación 0º - 6º) aparte de los anchos anteriormente descritos, la normativa permite anchos de placa mayores: 1.200 mm / 1.400 mm / 1.600 mm, especialmente indicados para aeropuertos y conexiones entre estaciones de metro o tren.

3. Velocidad de transporte

El rango de velocidades a las que puede funcionar una escalera o un andén móvil es:

- 0,50 m/s, la más habitual
- 0,65 m/s, para instalaciones de alto tráfico (Metro, Tren,…)
- 0,75 m/s, muy alto tráfico

Tabla 2.1. Inclinación máxima de escaleras mecánicas.

ESCALERAS MECÁNICAS	v≤0,50 m/s	0,50 m/s<v
INCLINACIÓN MÁXIMA	35º	30º

Fuente: Norma EN-115:2008

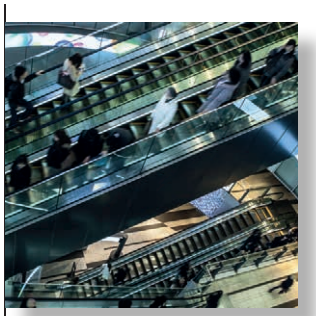
4. Diseño de los embarques/desembarques en escaleras mecánicas y andenes móviles:

En escaleras mecánicas, la transición horizontal de los escalones en ambos embarques debe ser de al menos 800 mm para velocidad nominal de 0,50 m/s. A velocidad superior a 0,50 m/s e inferior a 0,65 m/s y en aquellas escaleras con desnivel superior a 6 m, la transición horizontal debe aumentar a 1.200 mm como mínimo. Para velocidad superior a 0,65 m/s, habrá que prever al menos 1.600 mm.

Tabla 2.2. Transición horizontal en embarques de escaleras mecánicas.

	V≤0,50 m/s	0,50 m/s<V≤0,65 m/s	0,65 m/s<V ≤0,75 m/s
TRANSICIÓN HORIZONTAL (DESNIVEL, H≤6m)	800 mm	1200 mm	1600 mm
TRANSICIÓN HORIZONTAL (DESNIVEL, H>6m)	1200 mm	1200 mm	1600 mm

Fuente: Norma EN-115:2008.

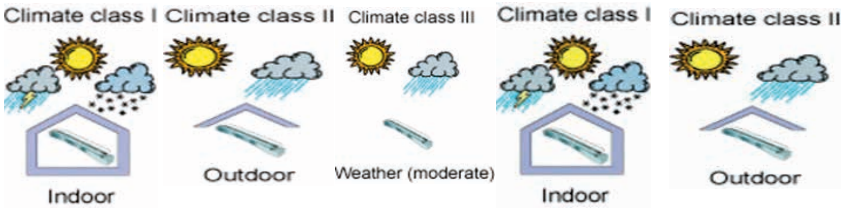


5. Condiciones Climáticas de uso

- Interior
- Intemperie
- Semi-intemperie o Intemperie Cubierta

Por lo tanto podríamos decir que existen distintas tipologías de escaleras mecánicas y andenes móviles según su lugar de instalación o condiciones climáticas a las que están sometidos en su uso.

Tabla 2.3. Inclinación máxima de escaleras mecánicas.

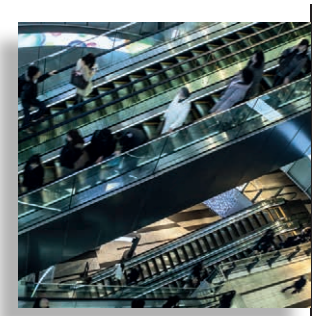


	INTERIORES	EXTERIOR RESGUARDADO	INTEMPERIE (MODERADA)	INTEMPERIE	TROPICAL
TEMPERATURA	+12 /+ 35 °C	+3 /+ 43 °C	+3 /+ 43 °C	-18 /+ 43 °C	+12 /+ 43 °C
HUMEDAD RELATIVA	máx. 75%	máx. 90%	100%	100%	100%
INFLUENCIA DEL CLIMA	ninguna	indirecta	directa	directa	indirecta
POLVO	alta influencia del polvo	influencia media	influencia baja	baja influencia	alta influencia del polvo
SAL / GRAVILLA / ARENA / OTROS	baja influencia	influencia media	influencia alta	influencia muy alta	alta influencia de la humedad elevada a elevado nivel de temperatura

Fuente: ThyssenKrupp.

Según el lugar de instalación de la escalera mecánica o el andén móvil, se le dota de componentes que permitan un funcionamiento adecuado:

- Instalación eléctrica apta para uso en intemperie.
- Protección eléctrica del motor para su uso en intemperie.
- Calefacción de peldaños y/o peines para uso en lugares fríos.



- Protección de la estructura para uso en intemperie mediante pintura especial o galvanizado en caliente.
- Desagüe con separador de aceite para uso en intemperie.
- Uso de acero inoxidable AISI 316 para instalaciones con ambiente salino.

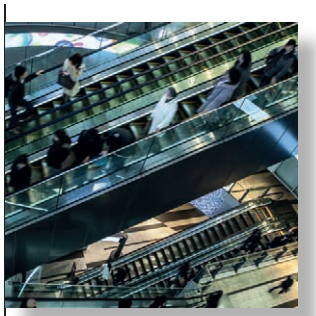
6. Disposición de escaleras

- Sencilla o Simple
- Juntas y Paralelas
- Cruzadas

Foto 2.2. Disposición escaleras mecánicas. Disposición Simple arriba a la izquierda, Juntas y Paralelas arriba a la derecha, Cruzadas abajo.
Fuente: ThyssenKrupp.

7. Revestimiento de laterales y fondo

El revestimiento de la estructura soporte puede realizarse del cerramiento decorativo que se quiera si bien se debe cumplir lo dispuesto en el artículo 5.2 de la EN-115 soportando una fuerza perpendicular a la superficie de 250 N en cualquier punto y en un área de 25 cm^2 sin rotura ni deflexión. Así podemos encontrar revestimientos en:



- Chapa de acero pintada o lacada.
- Pladur, con los elementos estructurales que aseguren el cumplimiento de la norma EN-115.
- Chapa de acero inoxidable, en los acabados que se deseen.
- En vidrio, transparente u opaco.
- O cualquier otro elemento decorativo que se desee.

8. Zócalos o faldillas

Los materiales disponibles para las faldillas, (*skirt* en su nomenclatura inglesa) ver Fig.5, deben tener una superficie antideslizante conforme al anexo K de la norma EN-115. Los materiales más habituales son:

- Chapa de acero pintado con superficie antifricción (teflón).
- Chapa de acero inoxidable.

9. Balaustrada

La balaustrada será de una altura entre 0,90 m y 1,1 m para cumplir con la EN-115.

- Balaustrada de cristal. El vidrio utilizado para los paneles interiores debe ser vidrio templado de mínimo 6 mm. Existen en el mercado diferentes colores de vidrios a elección del cliente.
- Balaustrada opaca. Generalmente de acero inoxidable aunque se ha utilizado también chapa imprimada.

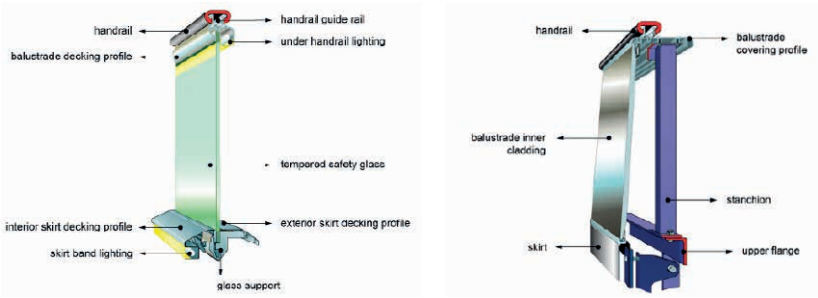
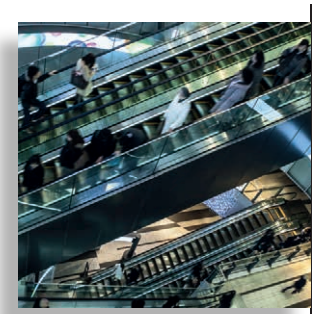


Figura 2.2. Balaustrada de cristal (iluminaciones) - Balaustrada Opaca.
Fuente: ThyssenKrupp.



10. Iluminación

Con carácter opcional se pueden instalar distintos tipos de iluminación en escaleras mecánicas/ pasillos mecánicos:

- Iluminación bajo pasamanos. Una tira de LED situado bajo el pasamanos, ilumina la balaustrada de la escalera/andén, adaptándose a la zona curva del pasamanos.

- Iluminación en zócalos/faldillas. Una tira de LED situado en las faldillas de la escalera/andén ilumina zócalos y peldaños o paletas.

- Iluminación bajo escalera/andén. Unos spots halógenos o de LED situado en la parte inferior de la escalera /andén iluminan el espacio que queda por debajo del elemento mecánico.

- Iluminación de placa de peines. Se utiliza cuando no hay suficiente iluminación ambiental, para mejorar la iluminación en la zona del embarque ya que la norma EN-115 prevé un mínimo de 50 luxes a la entrada y la salida.

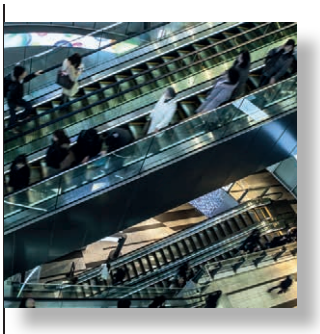
- Iluminación de fosos. Lámpara incandescente para mejorar la iluminación para labores de mantenimiento en el foso.

- Iluminación de demarcación de escalón/tablilla. Lámpara fluorescente color verde montada entre los escalones de la banda, con el fin de facilitar la colocación de los pies entre la superficie de pisada de escalones/tablillas, mejorando así la seguridad del usuario.

11. Lubricación

En la mayoría de los casos las cadenas de las escaleras y andenes se engrasan con las visitas periódicas del personal de mantenimiento, si bien es posible otros medios de lubricación:

- Lubricación automática. Bomba de lubricación, engrasadores y bomba de lubricación para que el engrase se realice de manera automática.



- Cadena ecológica. Cadenas sin necesidad de lubricación

Para equipos situados a la intemperie es necesario lubricación automática o cadenas ecológicas.

12. Estructura portante

La estructura portante está formada por un bastidor soldado de perfiles de acero. Las piezas laterales están unidas por travesaños y una chapa de acero soldada estanca al aceite.

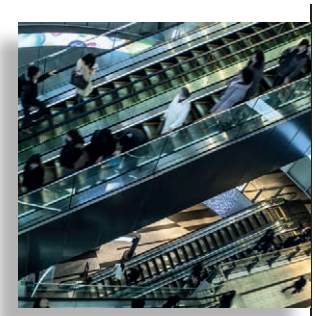
- Esta estructura portante recibe una protección de pintura para evitar la corrosión.

- Para escaleras/andenes intemperie la estructura portante recibe un tratamiento anticorrosión más exigente:

  i. Mayor capa de pintura anticorrosiva.

  ii. Tratamiento de galvanizado en caliente de la estructura portante.

Figura 2.3. Estructura portante escalera mecánica.
Fuente: ThyssenKrupp.



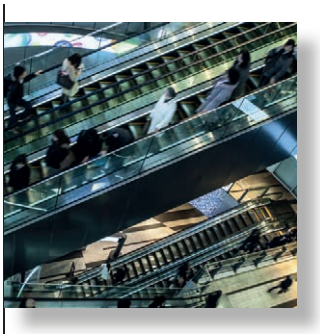
13. Seguridades

La normativa EN-115 obliga a las siguientes seguridades:

- Botón de parada de emergencia.
- Llavín de selección de puesta en marcha.
- Seguridad de entrada de pasamanos.
- Cepillos en faldillas.
- Seguridad de falta de escalón/tablilla.
- Seguridad de sincronismo de pasamanos.
- Seguridad de apertura de fosos.
- Lámpara portátil en foso.
- Cerrojo/cierre de seguridad para tapas de piso.
- Monitorización del sistema de frenado: seguridad de bloqueo/desbloqueo del freno.
- Antitoboganes.
- Deflectores.

Otras seguridades adicionales:

- Hundimiento de peldaño.
- Falta de peldaño.
- Desplazamiento vertical de la placa de peines.
- Rotura de pasamanos.
- Hundimiento de faldillas.



- Luz electroboscópica en los embarques.
- Iluminación de placa de peines.

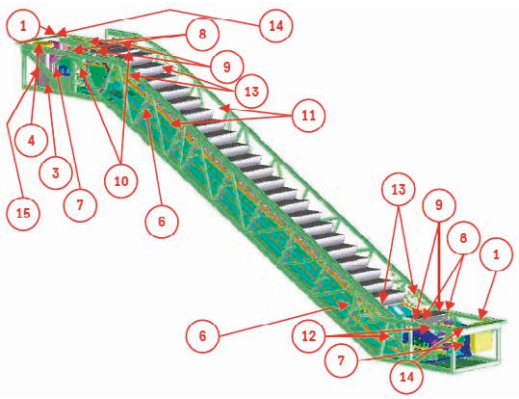


Figura 2.4. Puntos de seguridad en una escalera mecánica.
Fuente: ThyssenKrupp.

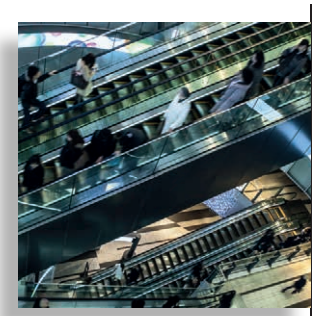
2.3. NORMATIVA DE ESCALERAS MECÁNICAS ANDENES MÓVILES

La normativa que regula el diseño, fabricación e instalación de escaleras mecánicas en Europa es la EN-115:2008, y cuyo objeto es definir los requisitos de seguridad aplicables a todos los andenes móviles y escaleras mecánicas con el fin de proteger a las personas y a las cosas contra riesgos de accidentes durante la instalación, el servicio y los trabajos de mantenimiento e inspección y que trata de todos los peligros, situaciones peligrosas y sucesos relevantes en escaleras mecánicas y andenes móviles.

La normativa ASME A17.1 es el *Safety Code for Elevators and Escalators* vigente en Estados Unidos, y está referido tanto a aparatos elevadores, como a escaleras mecánicas o andenes móviles.

La normativa CSA B44 es el *Safety Code for Elevators* vigente en Canadá, y está referido tanto a aparatos elevadores, como a escaleras mecánicas y andenes móviles.

Existe una versión armonizada ASME A17 y su homólogo en Canadá CSA B44, con pequeñas variaciones entre uno y otro. Este código es publicado por la *American Society of Mechanical Engineers.*



En España, al finalizar la instalación de una escalera mecánica se entrega un documento de declaración de conformidad CE y entrega al cliente donde se certifica el cumplimiento con la normativa europea EN-115:

- En los parámetros de diseño, firmado por el responsable del centro de diseño de la escalera mecánica o andén móvil.
- En su fabricación, firmado por el responsable del centro de fabricación de la escalera mecánica o andén móvil.
- En montaje, firmado por el responsable de montaje, donde certifica que se cumple la norma relativo a las seguridades del entorno de la escalera mecánica o del andén móvil.

A modo de ejemplo se citan algunas de las comprobaciones que se realizan como seguridades del entorno previo a la puesta en marcha de las escaleras mecánicas, y que por lo tanto se deben tener en cuenta para la planificación de la instalación de unas escaleras mecánicas:

1.- Gálibo. La altura libre por encima de los escalones de la escalera o las placas o banda de los andenes móviles, en todos los puntos, no será menor de 2,30 m.

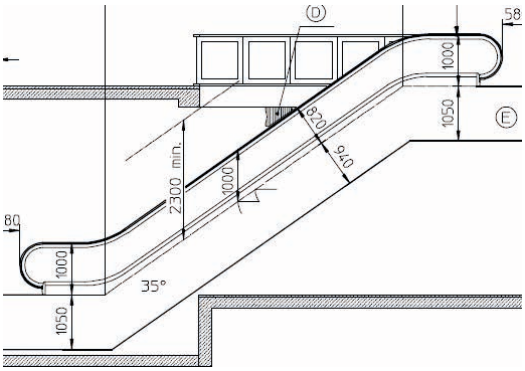
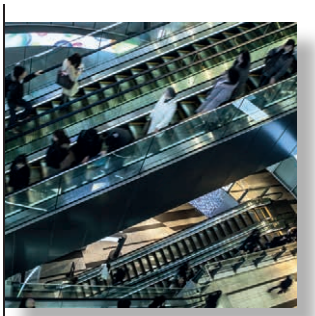


Figura 2.5. Gálibo en escaleras mecánicas.
Fuente: ThyssenKrupp.

2.- Espacio de evacuación. En las entradas y salidas de las escaleras mecánicas y andenes móviles habrá espacio libre suficiente para acomodar a los pasajeros. El ancho de este espacio libre se corresponderá como mínimo, con la distan-



cia entre los centros de los pasamanos y la profundidad será como mínimo 2,50 m desde el final de la balaustrada. Se permite reducir esta dimensión a 2,00 m si se aumenta el ancho hasta al menos el doble de la distancia entre los centros de pasamanos.

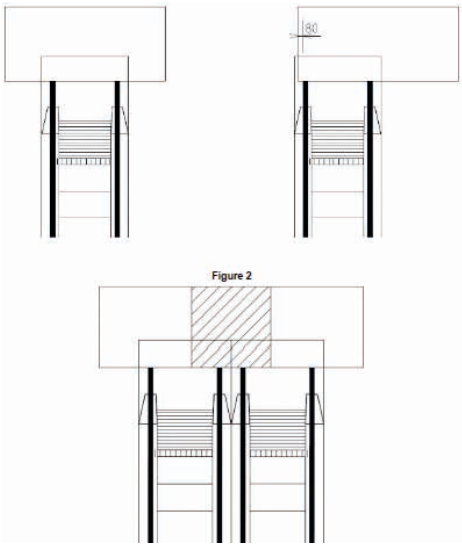


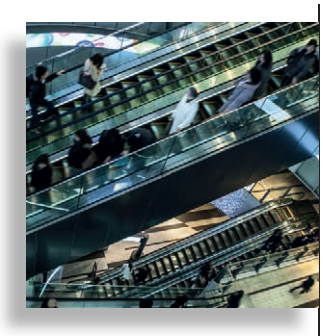
Figura 2.6. Espacio de evacuación.
Fuente: CEN/TC 10/WG 2.

3.- Espacio de evacuación. Escaleras mecánicas consecutivas sin salidas intermedias. La escalera mecánica o andén móvil se detendrán automáticamente en caso de parada de una escalera o andén móvil que le suceda, cuando no exista salida intermedia.

4.- Deflectores de cruce. En las intersecciones con pisos y en escaleras mecánicas o andenes móviles entrecruzados, se colocará sobre la cubierta de la balaustrada deflectores de cruce.

5.- Antitoboganes. Las balaustradas no tendrán partes sobre las que una persona pueda estar de pie normalmente. Se tomarán medidas apropiadas para disuadir a las personas de subirse al exterior de la balaustrada, en caso de peligro de caída desde la misma:

- Riesgo de caída en tobogán por zona central entre balaustradas de escaleras juntas y paralelas.



- Riesgo de acceso y de caída entre balaustradas y barandillas de protección.

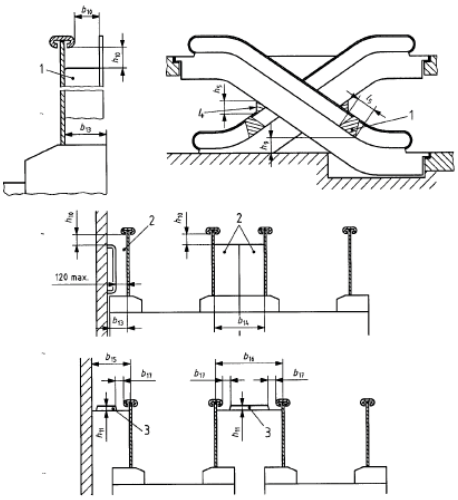


Figura 2.7. Deflectores y antitoboganes en escaleras mecánicas.
Fuente: Norma EN-115:2008.

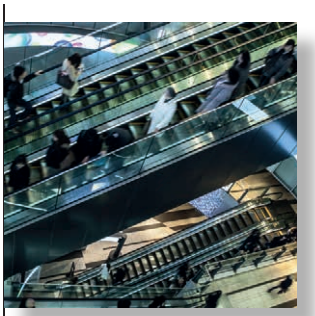
2.4. CAPACIDAD DE TRANSPORTE DE ESCALERAS MECÁNICAS Y ANDENES MÓVILES

La norma EN-115 indica la capacidad teórica de transporte de escaleras mecánicas y andenes móviles y que es función del ancho de escalón/placa y de la velocidad de la escalera o andén.

Tabla 2.4. Capacidad teórica de transporte.

ANCHURA NOMINAL DEL ESCALÓN/PLACA	600 mm	800 mm	1.000 mm
VELOCIDAD NOMINAL **0.50 m/s**	3.600 personas/h	4.800 personas/h	6.000 personas/h
VELOCIDAD NOMINAL **0.65 m/s**	4.400 personas/h	5.900 personas/h	7.300 personas/h
VELOCIDAD NOMINAL **0.75 m/s**	4.900 personas/h	6.600 personas/h	8.200 personas/h

Fuente: Norma EN-115:2008.



Tipología de escalera mecánica por intensidad de uso

Los modelos comerciales se pueden también categorizar según la intensidad de uso previsto. Así se puede encontrar:

- **Escaleras Comerciales.-** Especialmente indicadas para su uso en centros comerciales, tiendas, supermercados, hoteles, cines, bibliotecas, museos, y en general cualquier instalación donde se prevea un uso continuado con un tráfico moderado de usuarios.

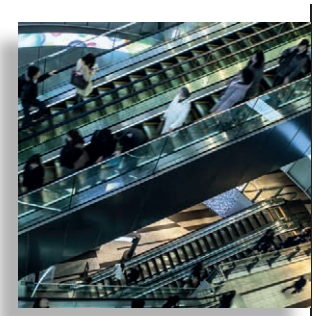
Generalmente en este tipo de instalaciones se busca la estética, el ahorro del espacio, la eficiencia energética, sin renunciar a la fiabilidad y la robustez.

Por regla general los desniveles en caso de escaleras comerciales son pequeños por lo que es muy habitual que este tipo de escaleras sean de inclinación 35º para ahorrar espacio.

- **Escaleras de Gran Tráfico.-** Especialmente indicadas para su uso en estaciones de Metro, estaciones de Tren, grandes aeropuertos, grandes Centros Feriales y de Congresos, y en general cualquier instalación donde se prevea su uso intensivo durante un gran número de horas y por un tráfico intenso de usuarios.

Para este tipo de instalaciones el cliente busca la robustez del equipo, unas velocidades de funcionamiento de 0,65 m/s o incluso 0,75 m/s, garantizar un alto porcentaje de disponibilidad, minimizando los tiempos de mantenimiento y sin olvidar la eficiencia energética y la estética del equipo.

Este tipo de escaleras mecánicas suelen tener desniveles grandes, velocidad de 0,65 m/s, por lo que para cumplir con la EN-115, las inclinaciones habituales suelen ser 30º.



2.5. EVOLUCIÓN: ¿QUÉ HAY AHORA EN EL MERCADO?

Escalera comercial

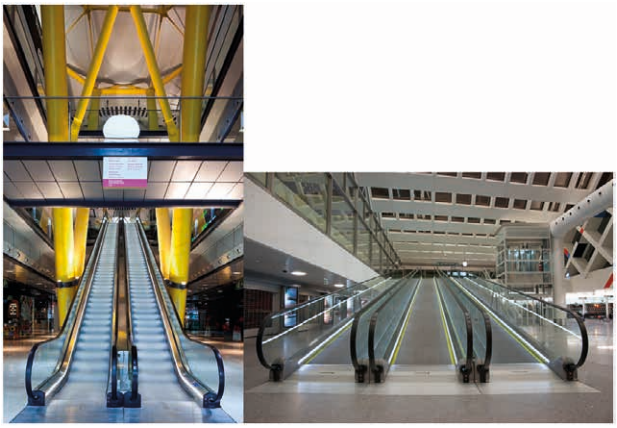
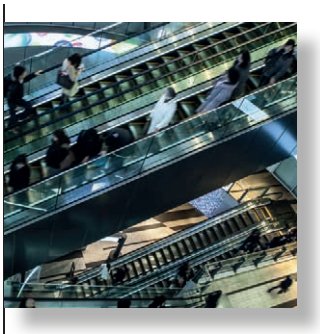


Foto 2.3. Escalera Mecánica/Andén Móvil comercial.
Fuente: ThyssenKrupp.

Escalera circular

Foto 2.4. Escalera Mecánica Mitsubishi en Jokohama.
Fuente: Wikipedia.

Escaleras mecánicas con trayectoria circular como solución estética para proyectos singulares.



Accesibilidad urbana

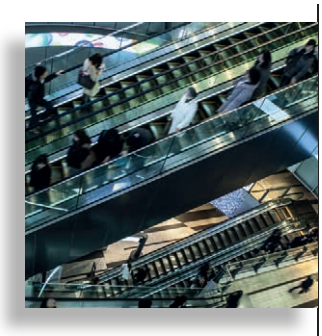
Foto 2.5. Escaleras en Larratxo (S. Sebastian).
Fuente: ThyssenKrupp.

Escaleras mecánicas y andenes móviles como medios de mejorar mejorar el tráfico y la movilidad de los ciudadanos de ciudades con calles inclinadas. La instalación de escaleras y andenes ha supuesto un factor dinamizador de la economía para barrios que anteriormente estaban aislados.

Pasillos mecánicos sin foso

Foto 2.6. Andén IWALK.
Fuente: ThyssenKrupp.

Existen en el mercado soluciones de andenes móviles que permiten su instalación sobre el nivel de piso terminado sin necesidad de hacer obra civil.



Pasillos de aceleración

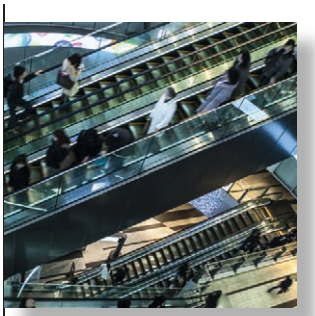
Foto 2.7. ACCEL en ThyssenKrupp Innovation Center de Gijón.
Fuente: ThyssenKrupp.

Existe en el mercado una solución de transporte horizontal continuo a alta velocidad (2,00 m/s-7,2 km/h), para distancias entre 500 y 1.000 m. Las aplicaciones de este sistema de transporte podrían ser conexiones entre terminales de aeropuertos, conexiones entre estaciones de metro, o para extender la red de metro sin necesidad de abrir nuevas líneas más costosas. Este sistema aparece como alternativa más económica ante otras soluciones existentes como los autobuses lanzadera o el Automated People Mover (APM).

Escaleras como medio publicitario

Foto 2.8. Publicidad en peldaños de escalera mecánica.
Fuente: Marketing Weblog.

3 SISTEMAS DE AHORRO ENERGÉTICO



Ana ALONSO
Kone

3.1. INTRODUCCIÓN

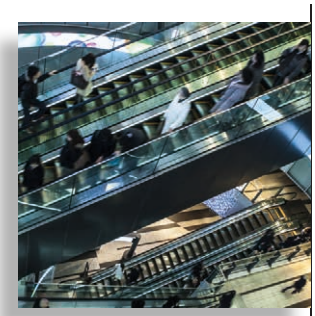
En cualquier publicación técnica se encuentran términos como «ahorros energéticos», «consumo energético», «eficiencia», «huella de carbono», etc.

Además, estos conceptos se han añadido a nuestro lenguaje común cuando aplicamos los dispositivos de ahorro electrónico (o *stand-by*), cuando no los usamos, cuando se instalan bombillas de bajo consumo y quizás hasta cuando se reduce la velocidad al conducir para disminuir el consumo.

Pero, ¿se puede hacer lo mismo en una escalera?. Aquí se tienen que considerar factores e interacciones entre el perfil de carga, intensidad o frecuencia de uso, ya que el consumo de la escalera depende de la regulación de ambos. Cuanto mejor se conozcan estas interacciones mejor se podrán seleccionar aquellos «dispositivos» para alcanzar la mejor solución para cada instalación.

Toda la publicidad y propaganda de opciones de ahorro son prometedoras. Las expectativas son altas. Sin embargo, se debe ser precavido y saber reconocer las ventajas reales, además de las desventajas. La mayoría de los dispositivos de ahorro de energía tienen como consecuencia el uso de más recursos, material y polución cuando se están fabricando, por lo que se debe considerar, además, el proceso completo de fabricación, el ciclo de vida y la amortización.

Este capítulo pretende mostrar la evolución de todos los dispositivos técnicos y de todas las soluciones relacionadas con las escaleras y que el lector se sienta más cómodo en el mundo de la eco eficiencia en escaleras.



La promoción de soluciones eco eficientes nunca debe obviar otros aspectos, como la seguridad de los usuarios, que es la prioridad número uno y que no puede ser ignorada por ninguna tecnología de ahorro de energía.

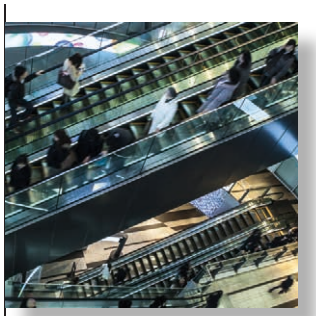
Se ha desarrollado una norma internacional para dar respuesta a la creciente necesidad de asegurar y dar soporte al uso eficiente y efectivo de la energía en este tipo de transporte. La EN-ISO 25745:2015, sobre el comportamiento de los ascensores, escaleras y andenes móviles en su parte 3, describe las pautas para el cálculo de la energía, así como la clasificación de escaleras y andenes móviles en relación a esta. En breve será traspuesta a todos los estados miembros.

Esta norma proporciona:

- Un método para estimar el consumo de energía de las escaleras y andenes móviles según una base diaria y otra anual.
- Un método de clasificación energética de escaleras y andenes móviles nuevos, existentes y modernizados.
- Una guía para reducir el consumo de energía que puede ser usada para dar soporte a edificios y sistemas de clasificación energética y medioambiental.

No cubre ni el consumo energético, ni la clasificación de los medios auxiliares, tales como:

- La iluminación, salvo la situada en la placa de peines, de demarcación de peldaño y la de los semáforos.
- La refrigeración, la calefacción y la ventilación del cuarto de máquinas.
- Los dispositivos de alarma y baterías de emergencia que alimentan el equipo.
- Las condiciones medioambientales.
- El consumo a través de los enchufes de potencia.



3.2. CONSUMO ENERGÉTICO DE LOS MOTORES DE ESCALERAS

3.2.1. Motor

¿Sabía que la potencia del motor de escaleras se dimensiona por la potencia nominal?. Efectivamente, la potencia nominal es la potencia máxima disponible que demanda el motor en condiciones de uso normales o, para ser más exactos, la potencia mecánica para mover los elementos mecánicos de la escalera en su uso habitual. La energía eléctrica necesaria para producir esta energía mecánica depende de las pérdidas entre la entrada y la salida del motor, es decir, de la eficiencia del motor.

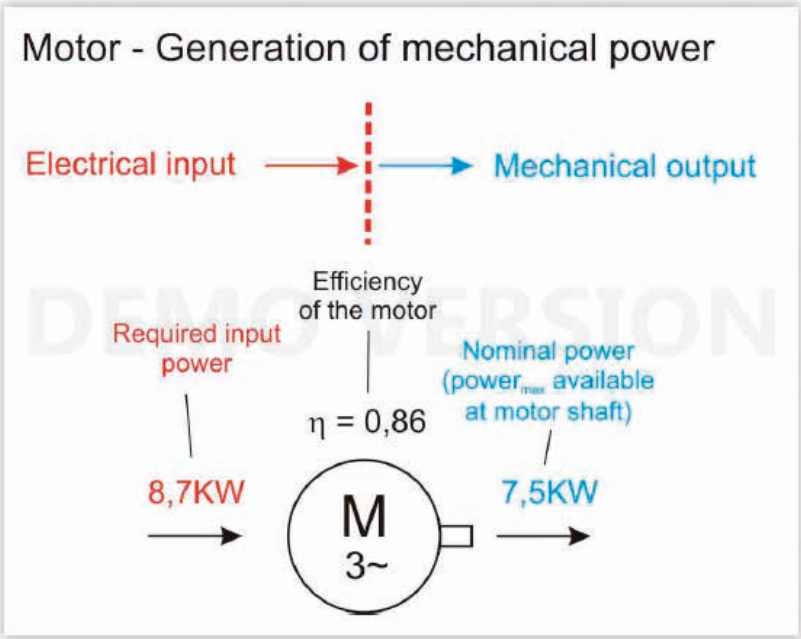
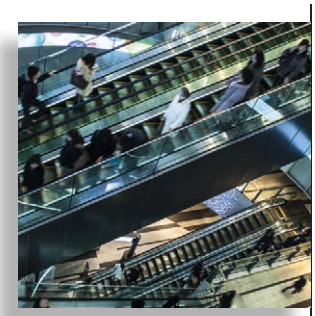


Figura 3.1. Potencia mecánica de generación del motor. **Fuente:** KONE

La eficiencia del motor se determina como la relación entre la potencia de salida y la de entrada. Lo habitual en motores de escaleras es que sólo un 86% de la potencia suministrada es utilizada como potencia mecánica a la salida.



3.2.2. Eficiencia del motor

El inconveniente de un motor de corriente alterna es que está diseñado y desarrollado para una cierta carga, normalmente para la carga nominal dónde está funcionando con la mejor eficiencia. Pero el uso de la escalera no sigue éste patrón y funciona siempre con el mejor rendimiento. Se muestra un ejemplo en la Fig. 3.1.

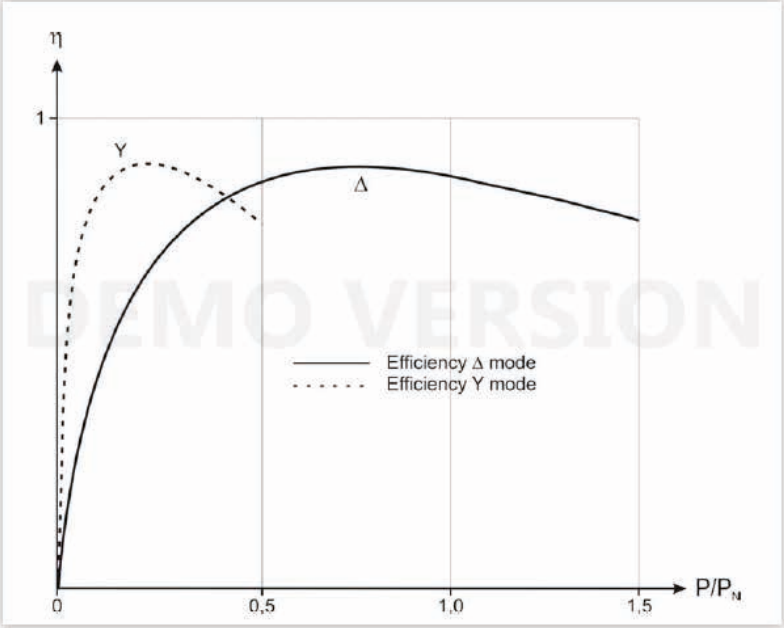
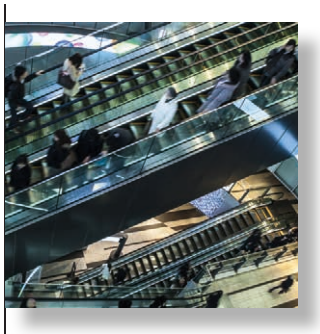


Gráfico 3.1. Curvas de eficiencia. **Fuente:** KONE

Obviamente, en el modo triángulo la eficiencia no es constante en rango de potencia completa. El Gráfico 3.1, muestra una mala eficiencia (η) en el primer tercio del rango de potencia completa. Luego mejora significativamente, y cuando la carga está por encima del 50% (P/PN = 0,5) hasta el 100% ((P/PN = 1,0), la eficiencia es bastante buena y casi constante (Línea Δ).

En el modo estrella el comportamiento es bastante diferente (Línea Y). En el rango de inferior potencia, la eficiencia está mejorando y en el primer tercio del rango de potencia completa es mucho mejor en el modo triángulo. Posteriormente en este capítulo, se describe el comportamiento del modo de ahorro estrella-triángulo.



3.2.3. Transmisión

Ampliando la imagen del motor y la reductora al eje principal de transmisión hacia la banda de peldaños, se observa que hay otra pérdida a tener en cuenta, ver Fig. 3.2. Es la eficiencia de la conversión mecánica del motor (1.000 o 1.500 rpm) a la banda de peldaños con velocidad de 0,5 m/s.

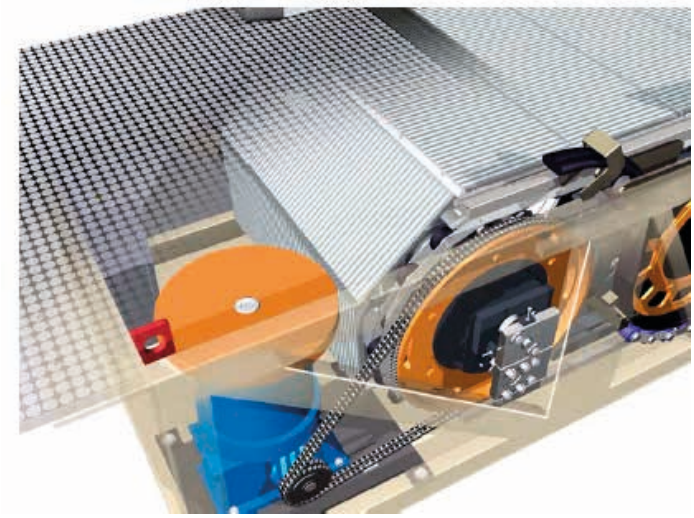


Figura 3.2. Detalle del motor y la reductora de la escalera mecánica.
Fuente: KONE.

Esta conversión requiere una reducción directa o bien una reducción mediante cadena de transmisión, ver Fig. 3.3.

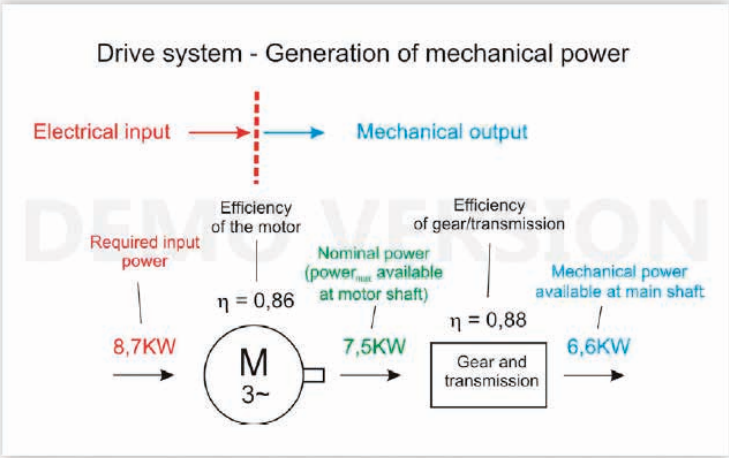
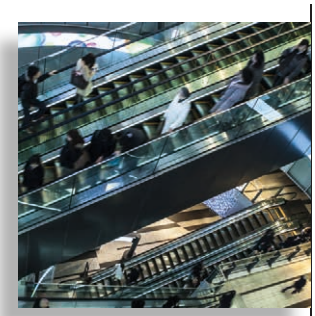


Figura 3.3. Potencia mecánica de generación del sistema de transmisión.
Fuente: KONE



En este ejemplo, las pérdidas totales entre la potencia suministrada al motor y la potencia mecánica disponible al final de la cadena, es del 24%, lo que representa una eficiencia total del sistema del 76%:

η (factor de potencia) = ηMotor * ηReductora = 0,86 * 0,88 = 0,76 = 76%

El paso, de la tracción tradicional de tornillo sinfín a la tracción directa, supondría reducciones de consumo energético de hasta un 20% dependiendo del perfil de uso.

3.2.4. Fricción

Además de la eficiencia del motor, la reducción y la transmisión, también se tienen que considerar las pérdidas por fricción de la instalación mecánica.

La fricción se produce fundamentalmente en los rodillos y cojinetes (de peldaño y de cadena), casquillos (cadena), el sistema de guiado del pasamanos y la flexión de la barandilla en los tramos curvos o en los cabezales de retorno superior e inferior.

Normalmente, en los cálculos técnicos se usa un factor de fricción (μ) proporcionado por la experiencia (ej, mediante la comparación de los resultados teóricos con los medidos).

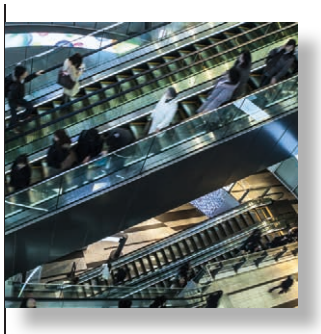
3.2.5. Otros factores que causan pérdidas

3.2.5.1. Pérdidas eléctricas

Además de las pérdidas mecánicas, también hay que considerar las pérdidas eléctricas. Las pérdidas eléctricas se producen principalmente por la generación y puesta a cero de los campos magnéticos en los devanados del motor (pérdidas de inversión) durante el funcionamiento del motor, pero, además, en las pérdidas térmicas se deben considerar los armónicos y las que se producen por la potencia reactiva.

Se puede reducir la potencia reactiva mediante la optimización del factor de potencia ($\cos\phi$) con sistemas de compensación, como baterías de condensadores o con variadores de frecuencia.

La reducción de armónicos requiere unidades especiales de filtrado (combinación de condensadores e inductancias).



Las normas de compatibilidad electromagnética (EMC) establecen los medios para reducir la distorsión de armónicos.

3.2.5.2. Aspectos de calidad

En general, estas pérdidas son debidas a problemas de «calidad», ya que, en última instancia, podrían aumentar la fricción y disminuir la eficiencia.

La calidad se ve influenciada por la desalineación debida a factores como la instalación, el mantenimiento no propio, o a fallos de diseño (ej. cuando las tolerancias que se han establecido son demasiado amplias).

3.3. MODOS DE FUNCIONAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE AHORRO DE ENERGÍA

3.3.1. Modo de ahorro de energía Estrella-Triángulo

A diferencia del arranque estrella-triángulo, que proporciona un bajo consumo en el arranque, la activación del modo de ahorro energético estrella-triángulo se da cuando la escalera está en funcionamiento normal.

El funcionamiento estrella o la conexión en estrella la debe proporcionar el fabricante del motor, hoy en día es un dispositivo estándar en todos los motores que se utilizan en escaleras, ver Fig. 3.4.

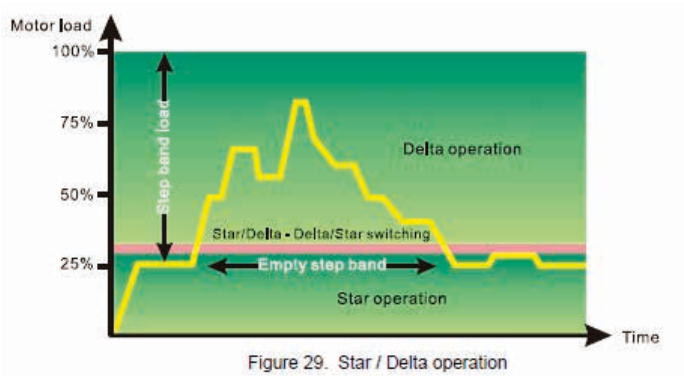
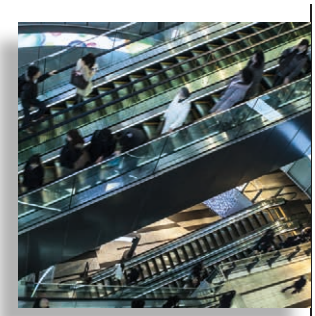


Figura 3.4. Curva de carga del motor frente al tiempo. **Fuente:** KONE

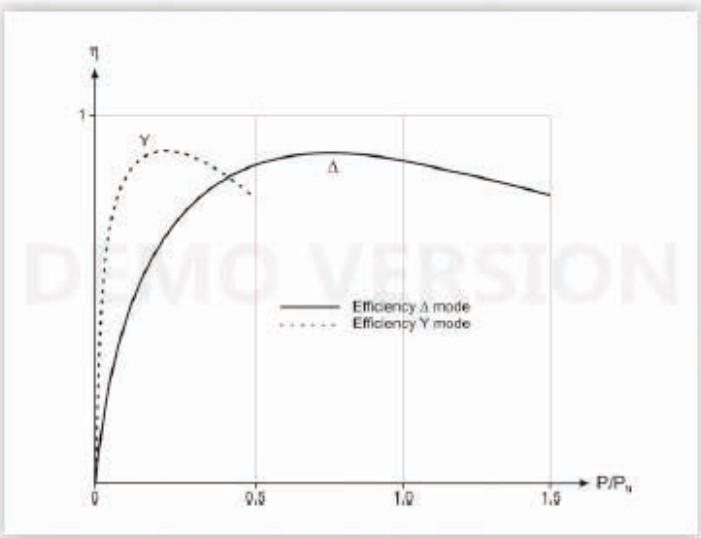


En el modo estrella se suministra un menor voltaje al motor, pero necesita diferente cableado en los terminales del motor (control estrella-triángulo). Para los 400 V de suministro principal, en función de si está en estrella o triángulo, se proporcionan 230 V (400 V /$\sqrt{3}$.) en los devanados del motor y una potencia total reducida, 1/3 de la potencia nominal.

La ventaja radica en que a niveles bajos de potencia, el motor conectado en estrella es más eficiente que el mismo motor en modo triángulo, ver Gráfico inferior 3.2 similar al Gráfico 3.1. Esta es la razón por la que se usa el modo estrella-triángulo para el ahorro de energía. La maniobra detecta las ligeras desviaciones de la velocidad del motor en función de la carga. Cuando la escalera se mueve en vacío, es decir, sin carga y en modo triángulo, la velocidad del motor es la más rápida, la maniobra cambia a modo estrella, y es ahora cuando el sistema trabaja en la zona de mejor eficiencia.

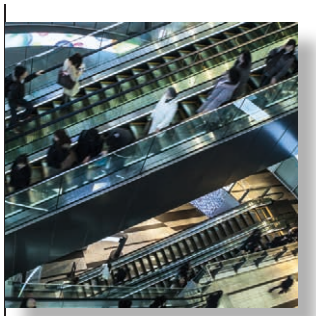
Cuando varias personas entran en la escalera, la carga del peldaño y de motor aumenta, la velocidad del motor disminuye ligeramente y, en un momento dado determinado por los parámetros de la maniobra, ésta vuelve a modo triángulo.

Dependiendo de la carga de la escalera es posible conseguir importantes ahorros de energía sin necesidad de parar la escalera ni de dispositivos adicionales de control.



DEMO VERSION

Gráfico 3.2. Curvas de eficiencia. **Fuente:** KONE



Nota: Los términos Y (= estrella) y Δ (= Delta) se refieren a las conexiones de los devanados del motor en un circuito eléctrico y su representación gráfica relacionada es el Gráfico 3.2.

Es importante entender los ahorros de energía. En este caso, el modo de ahorro estrella-triángulo, se relaciona con el consumo en modo triángulo en las mismas condiciones. El consumo de energía en modo triángulo es incluso más bajo que cuando no se necesita transportar carga (ej. escalera en vacío o con baja carga). El ahorro está relacionado con las circunstancias.

El Gráfico 3.3, muestra el consumo de energía de una escalera funcionando sin carga. Es obvio que incluso el motor funcionando en triángulo tiene un menor consumo comparado con las condiciones de carga nominal, en las que el motor trabaja principalmente contra la fricción del sistema.

Los ahorros pueden llegar a suponer el 25% en el modo de ahorro estrella-triángulo en comparación con un funcionamiento sólo en triángulo. En este aspecto puede considerarse que los ahorros de energía están siempre basados en la frecuencia de uso.

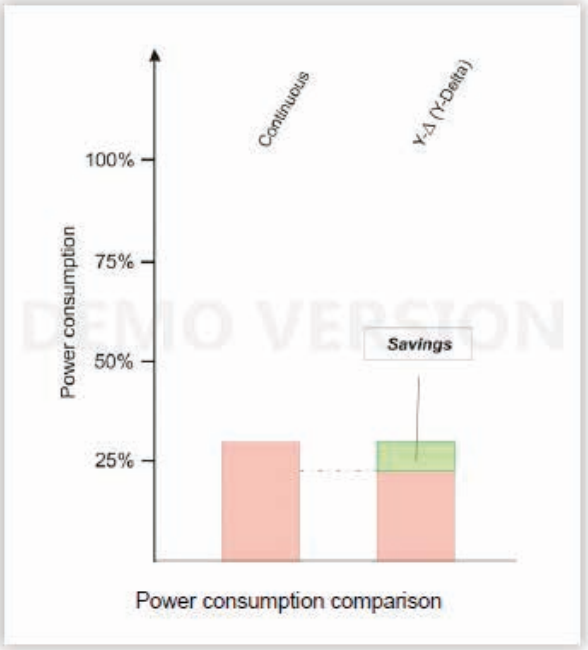
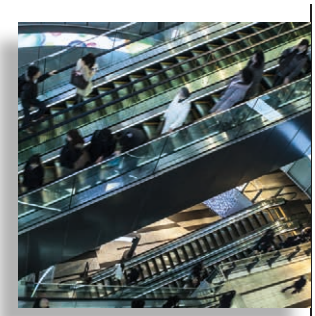


Gráfico 3.3. Comparativa de consumos. **Fuente:** KONE



3.3.2. Arranque a demanda

El arranque a demanda (también llamado modo arranque-paro o modo automático) es interesante en el caso que la escalera no se use frecuentemente y llegue a pararse cuando no entran usuarios. Una vez que la escalera se ha parado, se vuelve a poner en funcionamiento activándose mediante unas barreras fotoeléctricas o radares que hay en el embarque de la escalera.

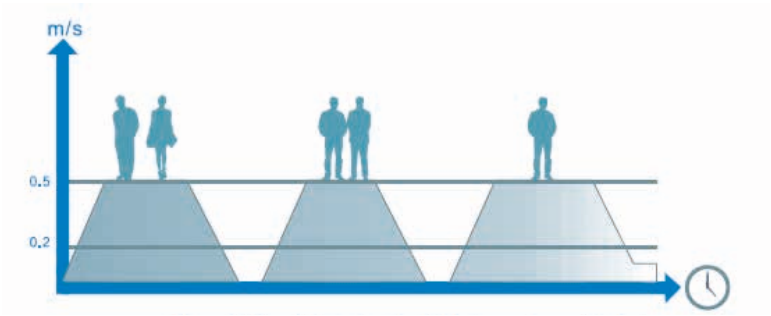


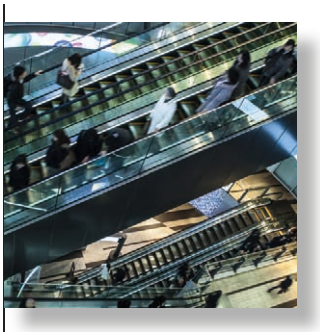
Figura 3.5. Esquema de funcionamiento del arranque a demanda.
Fuente: KONE

El esquema de funcionamiento del arranque a demanda o *Start/Stop* es el de la Figura 5.

El arranque a demanda requiere alguna lógica de control que asegure el transporte seguro de un extremo al otro de la escalera determinado por el «tiempo de funcionamiento». El tiempo de funcionamiento se define mediante un tiempo fijo (tiempo de viaje + factor de seguridad, por ejemplo de 30 s + 10 s) o bien un tiempo optimizado, controlado y supervisado por algún dispositivo de reinicio seguro, como un arranque automático tras el autochequeo que verifica que no haya nadie en la banda de peldaños.

Es importante entender que muchos arranques y paradas pueden producir desgastes mecánicos en los componentes del sistema, a menos que el arranque y la parada sean suaves, ej.: mediante un variador, sobre todo en las uniones de la cadena de peldaños y en las pastillas de frenos.

El arranque a demanda se puede combinar con otros dispositivos de ahorro de energía, pero lo que más afecta al consumo energético es cuando la escalera está parada, que es prácticamente cero (dependiendo si hay otros dispositivos activados cuando la escalera está parada, como, por ejemplo, la iluminación, etc.).



3.3.3. Arranque con variador

Los variadores (también denominados convertidores de frecuencia, inversores V3F – sistema de accionamiento de motor en tres fases) son dispositivos adicionales que se instalan entre el suministro principal y el motor. Proporcionan viabilidad a que se pueda controlar la velocidad en un motor de corriente alterna que normalmente se define por la frecuencia de la corriente alterna del suministro principal (ej. 50 o 60 Hz).

Dentro del variador, en una primera etapa, el voltaje de la corriente alterna se rectifica al voltaje de corriente continua y, en una segunda, se convierte a la frecuencia necesaria.

Se puede variar la frecuencia y, con ello, se consigue que el inversor controle la velocidad variable del motor.

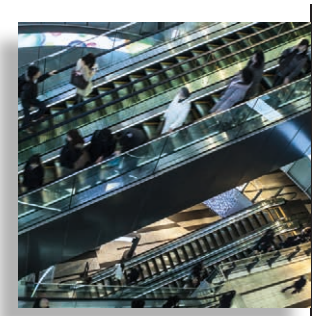
Además del control de la frecuencia electrónica es posible controlar el campo electromagnético en los devanados del motor mejorando el par motor, la eficiencia y, finalmente, el cosϕ, independientemente de la carga.

Los ahorros básicos de energía se consiguen mediante la reducción de la potencia reactiva por la mejora del cosϕ. Los ahorros de la energía efectiva son insignificantes. Como el consumo de energía se mide principalmente en kWh, la reducción de la potencia reactiva es beneficioso para el medio ambiente (energía inútil generada por la estación tractora que se convierte en calor), pero no proporciona consumo de energía visible.

Un inconveniente importante de los variadores es la generación de perturbaciones electromagnéticas que se crean fundamentalmente cuando cortan el voltaje de la corriente continua con medios electrónicos.

Para reducir estas perturbaciones se necesitan filtros especiales (filtros lineales y filtros de armónicos) y dispositivos EMC especiales para la instalación, como los cables del motor apantallados y los de puesta a tierra en el armario de control.

Los principales ahorros con el variador se alcanzan cuando se reduce la velocidad del motor al no haber usuarios sobre la escalera, esta es la conocida velocidad en espera. Se puede lograr el óptimo ahorro de energía a través de la reducción del voltaje.



3.3.4. Velocidad en espera

Con el funcionamiento de velocidad en espera, similar al funcionamiento a demanda, el modo de actuación cambia cuando la escalera no está en uso. En funcionamiento de velocidad en espera, ésta se reduce en torno al 40% de la nominal (por ejemplo, a 0,2 m/s en comparación con los 0,5 m/s de la nominal).

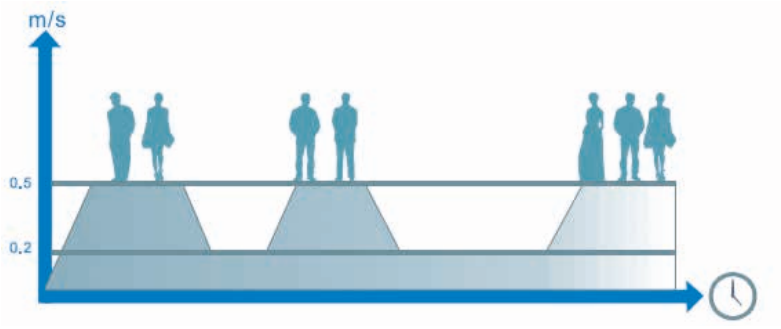


Figura 3.6. Esquema de funcionamiento de velocidad en espera. **Fuente:** KONE

El esquema de funcionamiento de velocidad en espera o *Stand-by-Speed* es el de la Fig. 3.6.

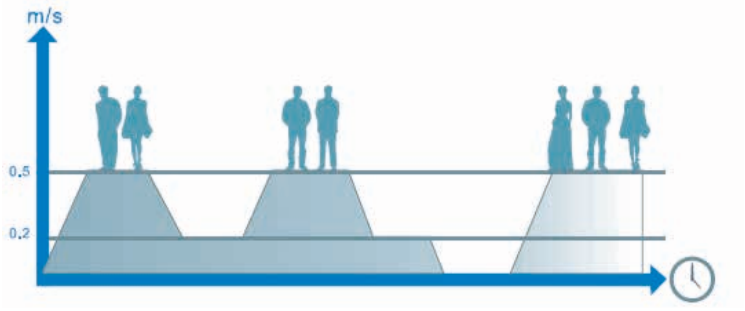
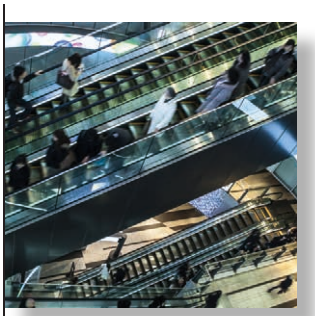


Figura 3.7. Esquema de funcionamiento combinado. **Fuente:** KONE

Mientras que si se combina este con el variador de frecuencia y con el *Start/Stop* su esquema de funcionamiento varía según la Fig. 3.7.

Quizás las ventajas de la velocidad en espera comparadas con el arranque a demanda no son obvias, pero se debería tener en cuenta que todas las partes móviles se encuentran en movimiento, lo cual es bueno para los pasamanos y los reductores de aceite en ambientes fríos. Además, las personas identifican la escalera en movimiento, lo que disminuye las limitaciones de las personas ancianas al acce-



der a la escalera cuando ésta necesita ser iniciada mediante células fotoeléctricas desde la zona de embarque. Finalmente, la distancia entre los sensores y la zona de intersección de los peines puede reducirse (dentro de las restricciones de la normativa) cuando la banda de peldaños está ya en movimiento. La velocidad en espera combina todas estas características con la posibilidad de ahorro de energía en los periodos de tiempo en los que no es usada.

La velocidad en espera puede también combinarse con el arranque a demanda, esto es, velocidad en espera con paro. Esta función está recomendada cuando se intuyan tiempos muy largos de velocidad en espera (por ejemplo durante la noche). Además, proporciona el más efectivo ahorro de energía. El suministro de las fotocélulas para el re-arranque tiene que venir dictado por la característica del nivel del funcionamiento de arranque a demanda.

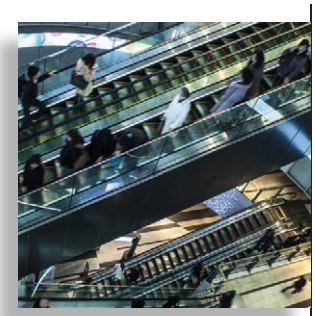
3.3.5. Regeneración de energía con unidades de retroalimentación de energía

Dentro de las discusiones y esfuerzos para conseguir una maquinaria energéticamente más eficiente, la regeneración de la energía se menciona a menudo en combinación con un alto potencial de ahorro de energía y de reducción de las emisiones de CO_2 (huella de carbono). Este apartado va a indicar las ventajas y desventajas de esta característica y a aumentar las posibilidades de regeneración de energía en las escaleras mecánicas.

La regeneración de energía es un tema importante en la amplia gama de métodos de ahorro de energía. Sin embargo, se recomienda para comprender la tecnología básica compararla a los sistemas que no la poseen. A continuación se encuentra un resumen de consideraciones técnicas a tener en cuenta antes de promover la regeneración de energía con unidades de retroalimentación (PFU):

Regeneración de energía - Consideraciones

- La potencia sólo puede ser regenerada en las escaleras mecánicas cuando la carga acelerada hacia abajo proporciona una fuerza que es mayor que la fuerza negativa causada por la fricción y las pérdidas en el sistema eléctrico (motor) y en el mecánico.



- Ya sólo un simple motor asíncrono de 3 fases regenera potencia cuando la escalera está moviéndose cargada hacia abajo.

- Los variadores no pueden retroalimentarse de la energía directamente. La energía generada (moviéndose con carga hacia abajo) se debe convertir a voltaje sinusoidal a través de las PFU.

- Las PFU no pueden regenerar más que un motor sincrónico. Aún menos, pues las PFU y el variador necesario para controlar el motor, tienen sus propias pérdidas.

- Las PFU pueden reemplazar las resistencias de frenado (las resistencias se necesitan para convertir la energía regenerada en calor). La regeneración se produce en el movimiento descendente y cuando la escalera mecánica es controlada por un variador.

- Las PFU son mucho más caras que las resistencias de frenado (sin importar el rango de potencia).

- Tanto el motor como las PFU pueden regenerar aproximadamente un 60% de la energía requerida para la potencia nominal del motor, debido a la fricción mecánica (rodillos, pasamanos, etc.), a la baja eficiencia del motor y al engranaje, ver Fig. 3.8.

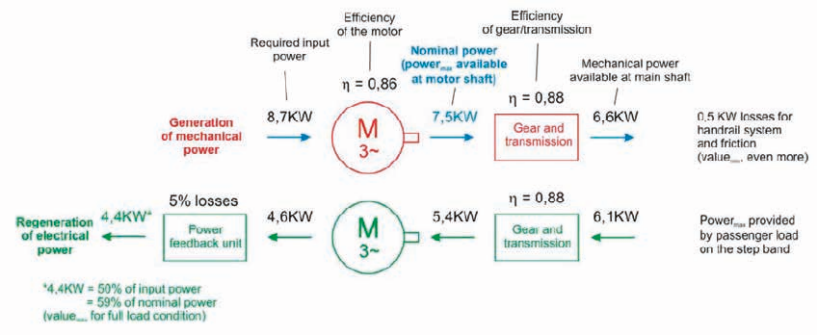
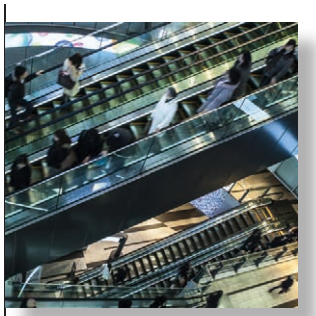


Figura 3.8. Regeneración de energía. **Fuente:** KONE

Alimentación de potencia

- Las PFU suelen encontrarse solamente en escaleras mecánicas de alto tráfico.



- No se usan en proyectos de modernización.

- Para las PFU existentes existen ciertas inquietudes con respecto a la fiabilidad a largo plazo.

- Al comenzar el uso de las PFU, los costes de la sustitución de las resistencias de frenado eran altos (especialmente para potencias < 15 kW). Hoy en día, la diferencia no es tan alta. Las resistencias de frenado son mucho menos costosas que las PFU y, desde el punto de vista económico, tendrían que ser evaluadas por el análisis del ciclo de vida.

Conclusiones

- Este tipo específico de regeneración no está destinada a todos los clientes, sino a los promotores como solución general de eco eficiencia.

- En algunos casos especiales la instalación compensa la inversión debido a las frecuentes condiciones de alto tráfico (transporte público, continuamente en movimiento).

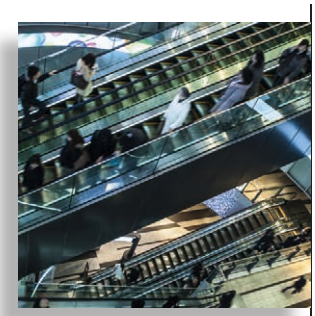
- Se ha utilizado esta situación en el pasado para ofrecer las PFU como uno de los posibles medios eco eficientes, como una estrategia de marketing para ofrecer «sistemas completos» de ahorro de energía en lugar de vender sólo una escalera mecánica.

- Cuando se tienen en cuenta los costes de las PFU y de la resistencia de frenado frente a las posibles reducciones de la huella de carbono, se tienen buenos argumentos a mano para diferenciarse en pro de la regeneración de energía en las escaleras.

- Existen dispositivos aún más fiables, pero se debe ser conscientes de los puntos fuertes de este sistema y ser capaces de compararlos con los existentes.

3.4. CONSUMO ENERGÉTICO EN LA ILUMINACIÓN

Como tanto los indicadores de la dirección del movimiento (semáforos), la luz de demarcación de peldaños y la de la placa de peines (si existe) están incluidos en las mediciones de consumo energético que indica la norma EN-ISO 25745-3:2015 de las escaleras, las mencionaremos en este capítulo.



3.4.1. Iluminación de placa de peines

Esta iluminación ayuda a los pasajeros cuando embarcan o desembarcan desde la banda de peldaños móvil resaltando la línea de los peines. Están diseñadas como luces estáticas o pulsadas y pueden variar de color.

Las actuales tecnologías han llevado a desarrollar estas pequeñas iluminaciones en las de más bajo consumo como son los LED, ver Fig. 3.9.

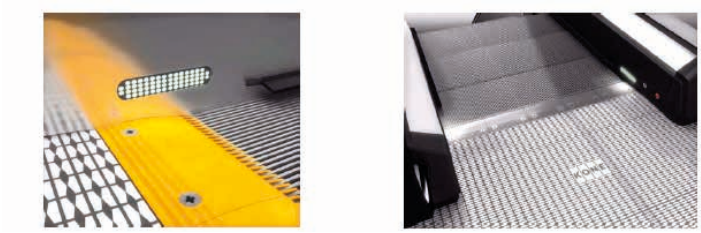


Figura 3.9. Iluminación LED. **Fuente:** KONE

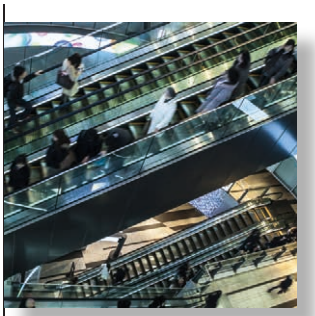
3.4.2. Semáforos

Los indicadores de dirección de movimiento suelen fijarse en las tapas de los zócalos o faldillas y mediante una flecha y/o color indican por un extremo de la escalera la dirección del viaje y por el otro la prohibición y/o color contrario a la posibilidad de acceso.

Aunque otros muchos modelos se han pensado para colocarnos en diferentes zonas, eso sí, fáciles de visualizar desde los accesos, ver Fig. 3.10.

Obligatorios por normativa cuando el modo de funcionamiento de la escalera es arranque a demanda, su tecnología también es de iluminación LED para ahorro energético.

Figura 3.10. Indicadores de dirección con iluminación LED **Fuente:** KONE



3.4.3. Iluminación de demarcación de peldaño

La iluminación de demarcación de peldaño o luz bajo peldaño se instala en los embarques, bajo la placa de peines para ayudar al usuario cuando estos acceden o parten de la escalera.

Habitualmente el dispositivo utilizado era un fluorescente tradicional, pero debido al uso de la tecnología LED para los otros dos tipos de iluminación, actualmente estos fluorescentes también son tubos LED. Ver Fig. 3.11.

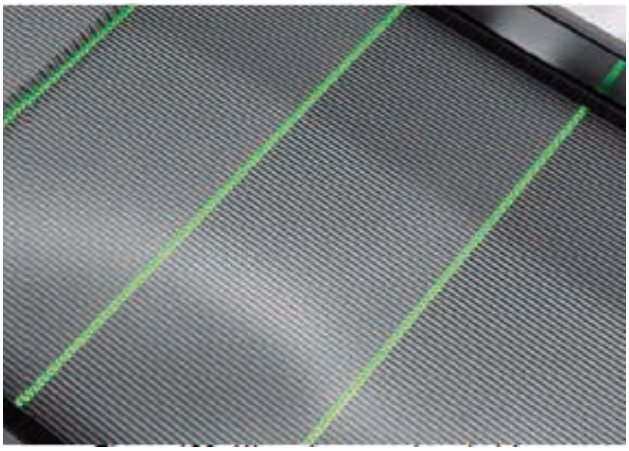


Figura 3.11. Iluminación LED de demarcación de peldaño. **Fuente:** KONE

3.4.4. Otros medios auxiliares de iluminación

Si bien es cierto que la norma EN-ISO 25745-3:2015 no considera cualquier otro medio auxiliar de iluminación para el cómputo del ahorro energético en las escaleras y andenes móviles, actualmente la mayoría de las escaleras son solicitadas con luces bajo pasamanos, en zócalos, ver Fig. 3.12. y recubrimientos exteriores, ver Fig. 3.13, para alcanzar los 50 luxes mínimos en la línea de intersección del peine, que indican las normas UNE-EN 115-1:2009+A1 y UNE-EN115-2 sin necesidad de tener que adaptar los edificios o entornos en donde se hallan ubicadas, o simplemente por estética.

El paso, de la antigua iluminación tradicional bajo pasamanos de fluorescentes a tecnología LED, ha supuesto unas reducciones de consumo energético del 80%.

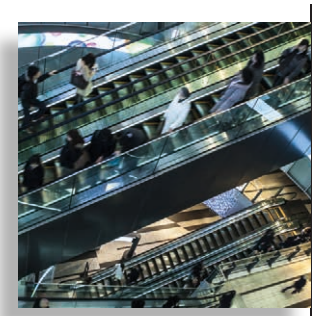


Figura 3.12. Iluminación LED en pasamanos y zócalos. **Fuente:** KONE

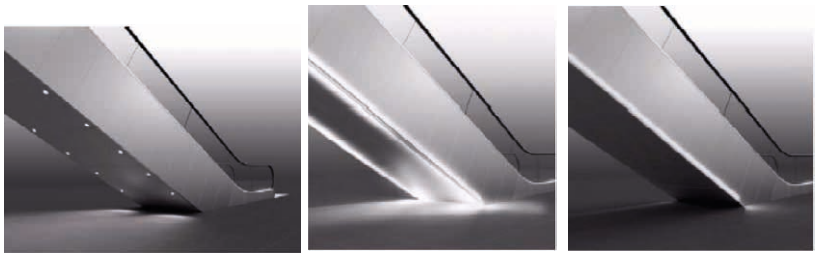


Figura 3.13. Iluminación LED en recubrimientos exteriores. **Fuente:** KONE

3.5. DEFINICIONES: ENERGÍA, POTENCIA Y HUELLA DE CARBONO

3.5.1. Trabajo mecánico y eléctrico. Potencia y energía

Cuando se habla sobre la potencia o el consumo de energía de los aparatos eléctricos, las relaciones entre los términos y su uso deben estar definidas, siendo de ayuda comparar las definiciones mecánicas y eléctricas que físicamente son iguales.

Trabajo mecánico

Trabajo = Fuerza * distancia

$W_{mec} = F * s$

[Nm] = [N] * [m]

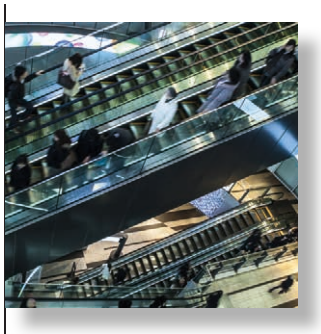
Trabajo eléctrico = Energía

Energía = Potencia * tiempo

Welec = P * t

[Ws] = [W] * [s]

Un ejemplo sobre el consumo de potencia de un motor de 7,5 kW funcionando durante 1 hora en condiciones de plena carga (carga nominal):



- Consumo de Energía = $W_{elec.\ motor}$ = Potencia del motor * tiempo de funcionamiento.

- Consumo de Energía = 7,5 kW * 1 h = 7,5 kWh.

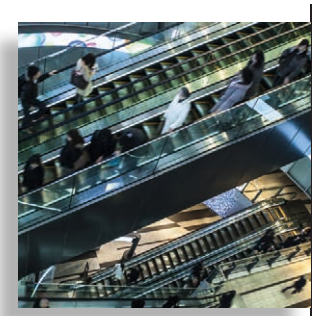
3.5.2. Potencia efectiva, reactiva y aparente. Factor de potencia

De la instalación eléctrica de nuestra casa se conocen los contadores de energía eléctrica para la medición de la potencia utilizada. Estos aparatos miden la potencia efectiva. En algunos casos, los suministradores de energía requieren un segundo contador para la energía reactiva.

Figura 3.14. Contador analógico eléctrico. **Fuente:** LANDIS & GYR

Los motores de las escaleras mecánicas tienen una alta inductancia, por lo tanto, también se ha de considerar la potencia reactiva en escaleras mecánicas. La inductancia aumenta la impedancia del sistema (resistencia en los sistemas de corriente alterna) y, por consiguiente, la potencia reactiva, que es inútil, genera energía convertida en calor dentro del motor, los cables y los transformadores de los suministradores de energía. En términos de eco eficiencia, una reducción o la casi eliminación de la potencia reactiva es un objetivo importante para el respeto al medio ambiente. Dependiendo de los contratos con los suministradores de energía, una reducida potencia reactiva puede incluso ser un beneficio sobre los costes.

La potencia reactiva es conducida por el factor de potencia. Cuanto mayor sea el factor de potencia, más baja será la potencia reactiva. El factor de potencia se define por la relación entre la potencia aparente y la potencia efectiva.



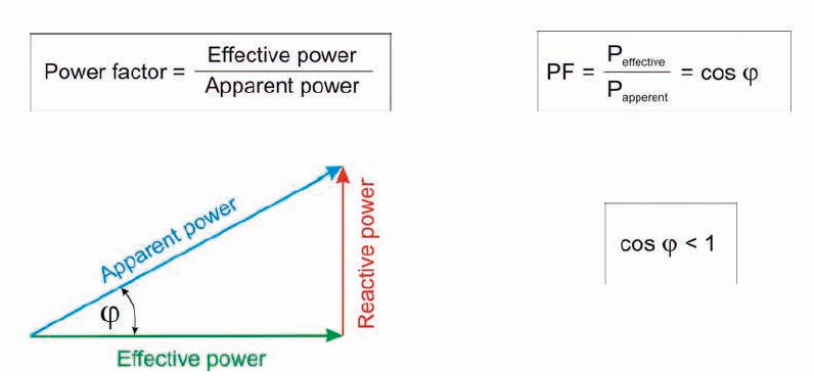


Figura 3.15. Factor de potencia. **Fuente:** KONE

3.5.3. La huella de carbono (emisión de CO2)

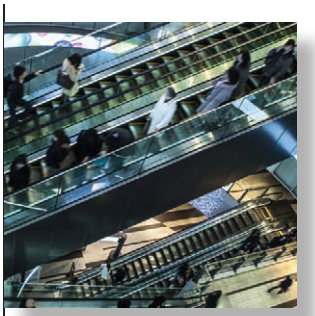
Según Wikipedia: la huella de carbono es una medida del impacto que tienen las actividades humanas sobre el medio ambiente en cuanto a la cantidad de gases de efecto invernadero producidos, medidos en unidades de dióxido de carbono. Estos gases son producidos por la quema de combustibles fósiles en nuestra vida cotidiana.

Su propósito es para que individuos, naciones y organizaciones conceptualicen su contribución personal (u organizacional) de dióxido de carbono. Una herramienta conceptual en respuesta a la huella de carbono son las emisiones de este o las atenuaciones de carbono a través del desarrollo de proyectos alternativos tales como la energía solar o eólica o la reforestación.

El concepto y el nombre de la huella de carbono originan la discusión de la huella ecológica. La huella de carbono es un subconjunto de la huella ecológica, que incluye todas las demandas humanas en la biosfera incluidas las huellas de carbono, alimentos y fibra.

Por definición, el coeficiente de emisión de la huella de carbono general se usa para describir y calcular la huella de carbono individual. Este factor se define como 485 g CO_2/kWh, basado en la mezcla de energía eléctrica media de la Unión Europea (13% de gas, 16% de hidrogeno, 23% de nuclear, 7% de aceite, 33% de carbón mineral, 6% de carbón lignito, 1,5% de biomasa/residuos y 0,5% de otros).

A veces es difícil calcular la huella de carbono en la cadena de fabricación completa, y otras veces los datos no están disponibles. Un



enfoque posible es la definición de generación y reducción de CO_2 de un sistema en funcionamiento.

Este enfoque parece razonable teniendo en cuenta que la energía se utiliza en el ciclo de vida de funcionamiento de las escaleras mecánicas (se estima más del 90%).

Ejemplos:

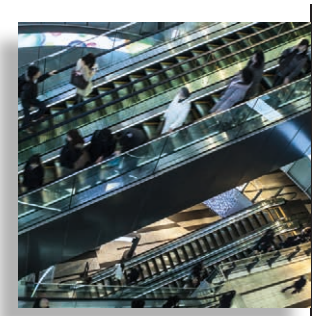
- Generación de CO_2 en condiciones normales.
- Reducción de CO_2 mediante soluciones de ahorro de energía.

3.6. ESCALERA DE REFERENCIA

Debido a sus diversas aplicaciones, modos de funcionamiento, desniveles, cargas y frecuencias de uso, podría ser útil definir escaleras mecánicas de referencia para los diferentes segmentos de producto. La escalera de referencia debe permitir una simple comparación con el producto ofrecido, su consumo de energía, la estimación de la huella de carbono y sus reducciones para las diferentes soluciones de ahorro de energía.

Ejemplo de una escalera de referencia de perfil comercial:

- Potencia nominal: 7,5 kW / S1 funcionamiento (capacidad teórica de transporte).
- Tipo de engranaje: Tornillo sin fin.
- Ancho de peldaño: 1.000 mm.
- Desnivel: 4,5 m.
- Inclinación: 30°.
- Velocidad de la banda de peldaños: 0,5 m/s.
- Carga sobre peldaño: 80 kg (valor ejemplo para una persona media según requisito práctico de elevación).
- Modo de funcionamiento: Continuo.



3.6.1. Perfil de carga de las escaleras

El perfil de carga podría definirse como la carga promedio sobre la escalera mecánica causada por el peso de los pasajeros situados sobre la banda de peldaños. Como la carga no es constante, el perfil de carga define las condiciones de uso de una escalera mecánica individual y ayuda a recomendar el modo de funcionamiento y las soluciones de ahorro de energía adecuada. En el ejemplo siguiente se muestra un modelo de perfil de carga de muestra:

- Modelo de perfil de carga:

  2,5 h - 0%

  8,0 h - 25%

  2,0 h - 50%

  1,0 h - 75%

  0,5 h - 100% TOTAL : 14,0 h

- Cálculo del perfil medio:

  2,5 h - 0% → 0,00 * 80 kg/h = 0 kg/h * 2,5 h = 0 kg

  8,0 h - 25% → 0,25 * 80 kg/h = 20 kg/h * 8,0 h = 160 kg

  2,0 h - 50% → 0,50 * 80 kg/h = 40 kg/h * 2,0 h = 80 kg

  1,0 h - 75% → 0,75 * 80 kg/h = 60 kg/h * 1,0 h = 60 kg

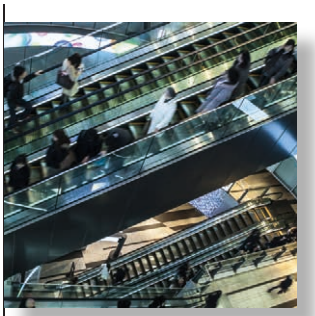
  0,5 h - 100% → 1,00 * 80 kg/h = 80 kg/h * 0,5 h = 40 kg

  TOTAL: 340 kg

- Perfil de carga = 340 kg/14 h = 24,3 kg/h por peldaño.

Para el cálculo del consumo total de energía durante un cierto tiempo, el tiempo de funcionamiento debería definirse de acuerdo al siguiente ejemplo:

- Tiempo de funcionamiento: 14 h/día, 6 días/semana, 52 semanas/año.



3.7. AHORRO ENERGÉTICO EN LA ESCALERA DE REFERENCIA SEGÚN OPCIONALES SELECCIONADOS

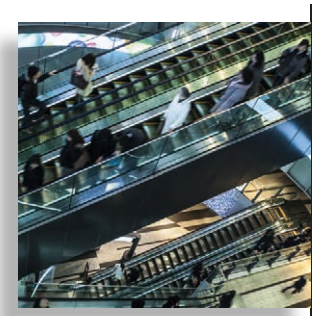
Estimaríamos ahora con los datos seleccionados las aproximaciones de ahorro:

- Modo de funcionamiento continuo frente a estrella-triángulo (5,4% ahorro energético).
- Modo de funcionamiento continuo frente a estrella triángulo con arranque a demanda (9,6% ahorro energético).
- Modo de funcionamiento continuo frente stand-by con o sin paro (2,7% ahorro energético).
- Modo de funcionamiento continuo frente a variador continuo (3,8% ahorro energético).
- Modo de funcionamiento continuo frente a variador inteligente stand-by speed con o sin paro (5% ahorro energético).
- Tracción directa frente a tornillo sin fin (12,4% ahorro energético).
- Iluminación bajo pasamanos de fluorescentes a tecnología LED (16,4% ahorro energético).
- Iluminaciones de placa peines, semáforos o demarcación (0,2% ahorro energético).

3.8. RESUMEN

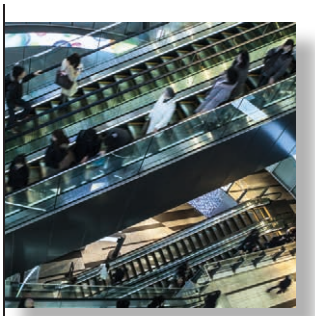
El consumo de energía y la huella de carbono dependen de varios parámetros que se tomarán en consideración para la selección y definición de un producto adecuado, satisfaciendo los requerimientos del cliente. Estos parámetros pueden resumirse como sigue:

- Potencia del motor (definida por los posibles desniveles de una escalera).
- Uso (frecuencia de bajo uso → perfil de carga).
- Modo de funcionamiento (arranque bajo demanda, velocidad en espera, etc.).



- Soluciones de ahorro de energía (estrella-triángulo, regeneración de energía, etc.).
- Equipamiento opcional (iluminación, calefacción, refrigeración) que tiene un consumo.
- Aspectos de calidad (soluciones de mantenimiento, por ejemplo, ajustes para reducir la fricción).

4 MANTENIMIENTO DE LAS ESCALERAS MECÁNICAS



José María ROSELL
Schindler

4.1. ELEMENTOS DE UNA ESCALERA MECÁNICA. GLOSARIO

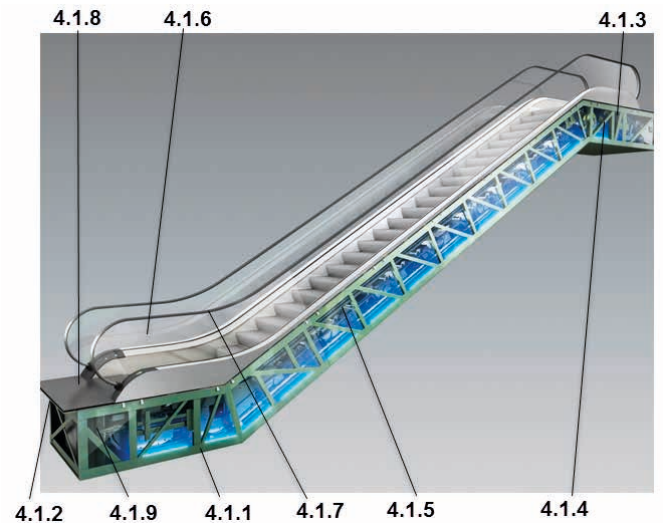
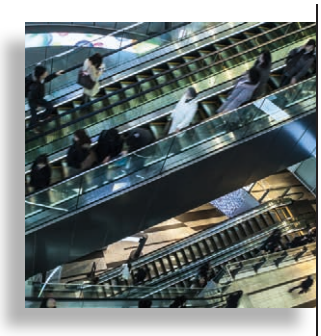


Figura 4.1. Fuente: Schindler

4.1.1 Estructura portante
4.1.2. Apoyos sobre el edificio
4.1.3 Máquina de tracción
4.1.4 Árboles de transmisión
4.1.5 Banda de peldaños
4.1.6 Balaustrada
4.1.7 Sistema pasamanos
4.1.8 Rellano - Placa porta peines
4.1.9 Cuadro de control o maniobra



4.1.1. Estructura portante

Figura 4.2. Fuente: Schindler

4.1.2. Apoyos sobre el edificio

Soportes extremos y soporte intermedio

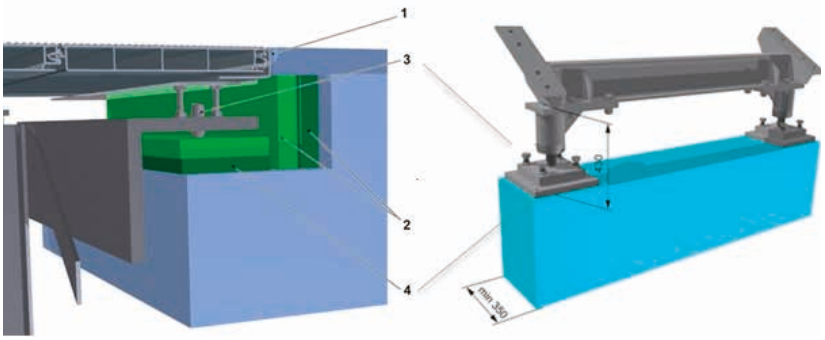
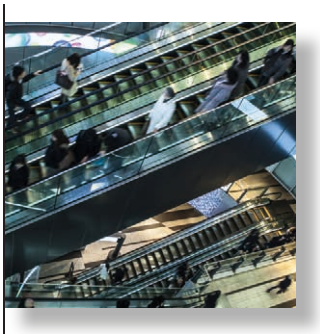


Figura 4.3. Fuente: Schindler

1. Junta elástica
2. Relleno anti-vibratorio
3. Tornillo ajuste de altura
4 Amortiguador anti-vibratorio



4.1.3. Máquina de tracción

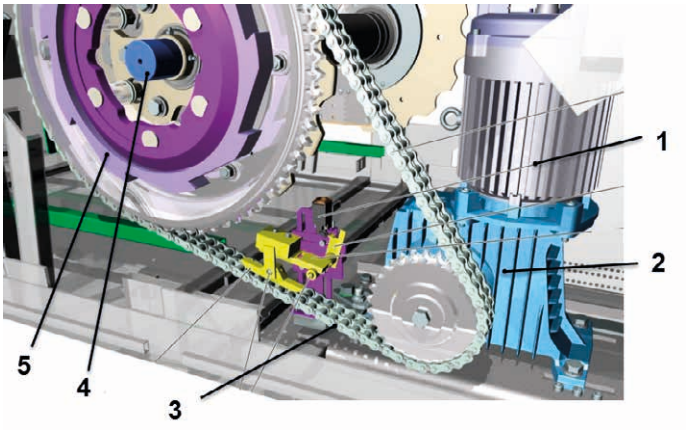


Figura 4.4. Fuente: Schindler

1. Motor
2. Reductor
3. Cadenas de transmisión
4. Árbol principal de transmisión
5. Freno de emergencia

4.1.4. Árboles de transmisión y banda de peldaños

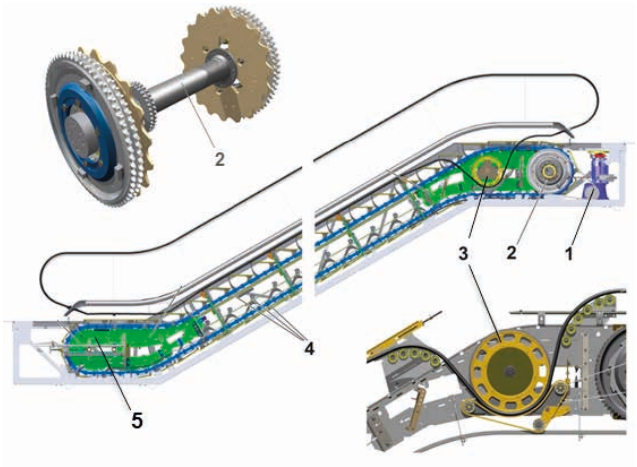
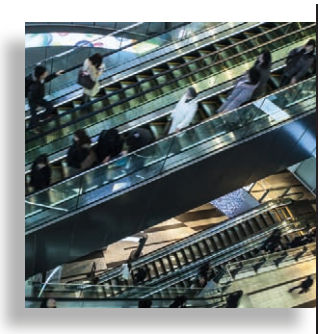


Figura 4.5. Fuente: Schindler

1. Máquina de tracción
2. Árbol principal de transmisión
3. Árbol tracción pasamanos
4. Rieles guía y banda de peldaños
5. Carro de tensión banda peldaños



4.1.5. Peldaño y cadena de peldaños

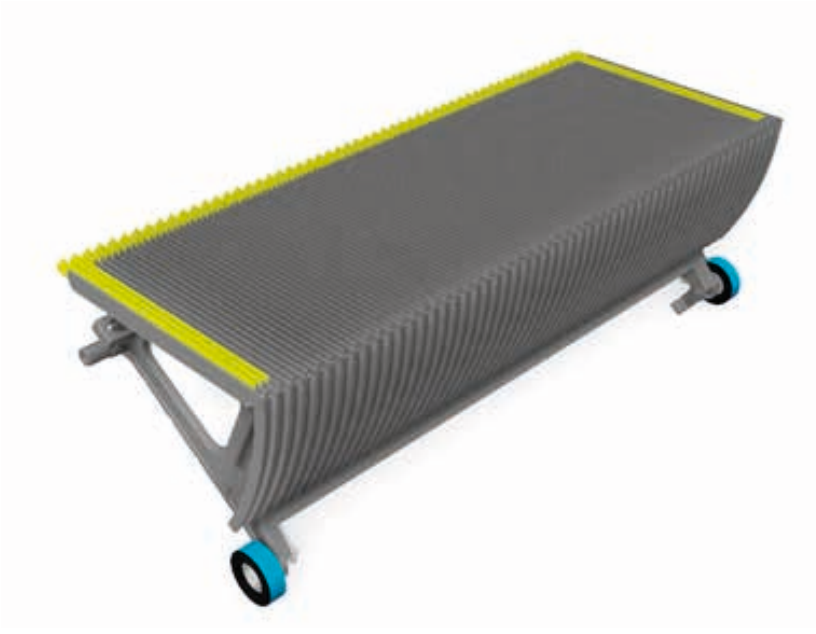


Figura 4.6. Fuente: Schindler

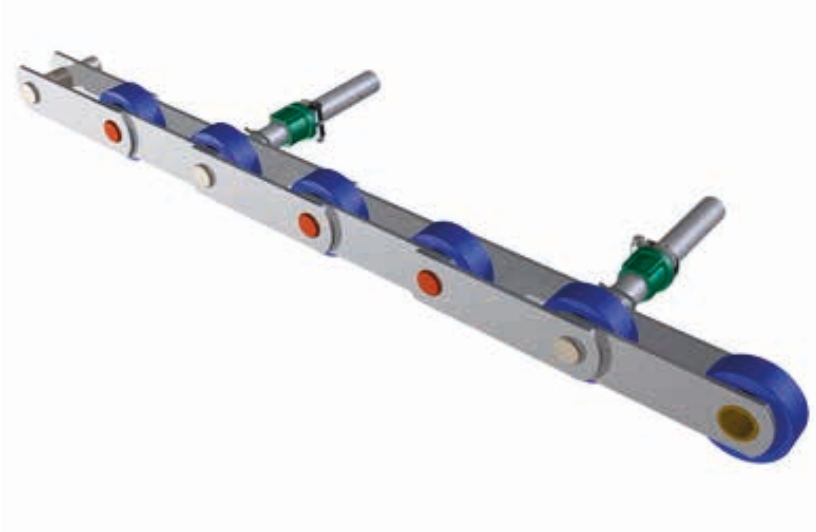


Figura 4.7. Fuente: Schindler

4.1.6. Balaustradas

Figura 4.8. Fuente: Schindler

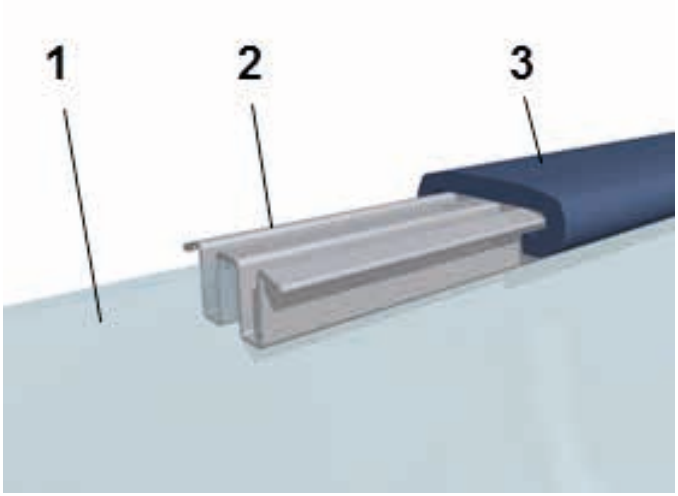
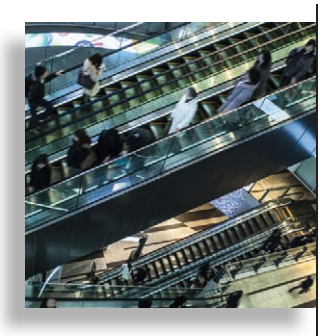


Figura 4.9. Fuente: Schindler

1. Balaustrada de cristal
2. Perfil guía del pasamanos
3. Pasamanos



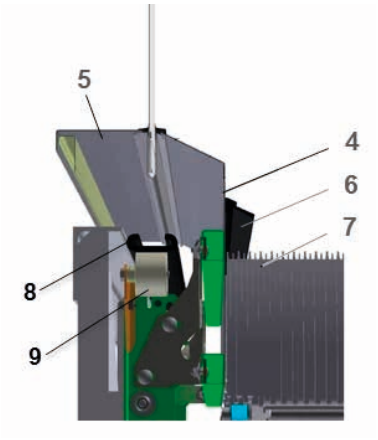


Figura 4.10. Fuente: Schindler

4. Zócalo o faldilla
5. Panel exterior
6. Deflector del zócalo/faldilla
7. Peldaño o escalón
8. Pasamanos
9. Rodillo guía interior pasamanos

4.1.7. Sistema pasamanos

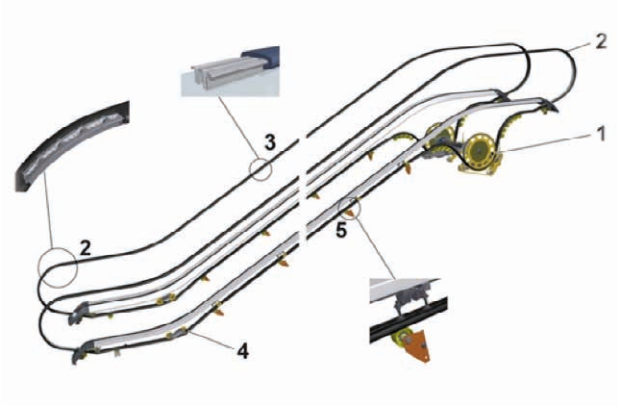
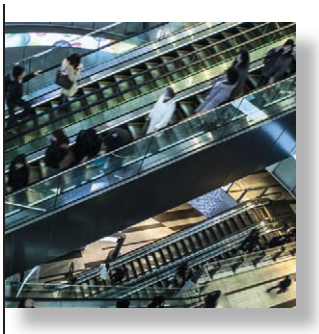


Figura 4.11. Fuente: Schindler

1. Rueda de fricción
2. Cadena reenvío pasamanos
3. Perfil de guía del pasamanos
4. Poleas deflectoras
5. Soporte y rodillo de guía interior



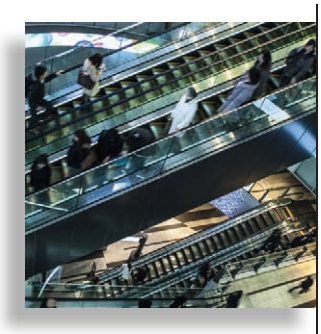
4.1.8. Rellano

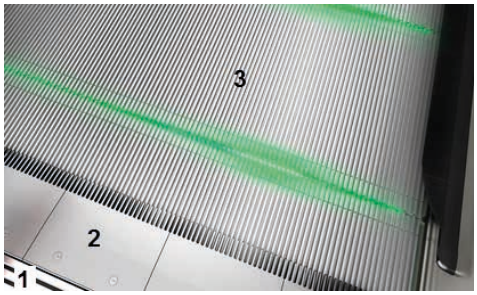
Figura 4.12. Fuente: Schindler

1. Placa de descanso o de acceso al foso de la escalera
2. Placa de peines

Figura 4.13. Fuente: Schindler

1. Placa de peines





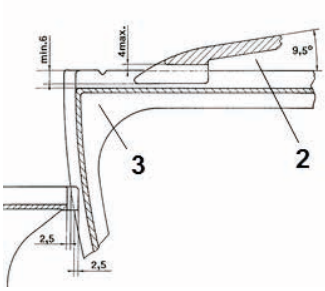


Figura 4.14. Fuente: Schindler

Figura 4.15. Fuente: Schindler

2. Peine
3. Peldaño o escalón

4.1.9. Cuadro de control o maniobra

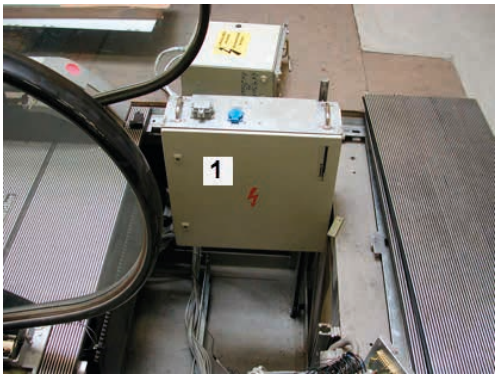


Figura 4.16. Fuente: Schindler

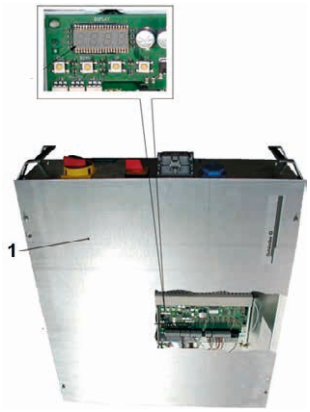
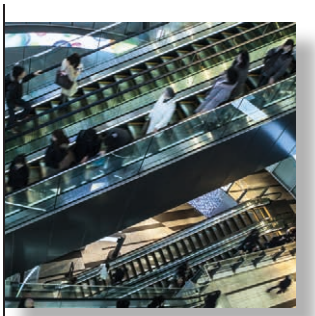


Figura 4.17. Fuente: Schindler



4.2. USO CORRECTO Y MANTENIMIENTO DE ESCALERAS MECÁNICAS

4.2.1. Generalidades

Las escaleras mecánicas deben mantenerse en buena condición de funcionamiento de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Para ello, se debe realizar un mantenimiento regular que garantice la seguridad de la instalación y su fiabilidad.

Para conseguir este objetivo el mantenimiento lo deben realizar técnicos competentes de mantenimiento, pertenecientes a una empresa de mantenimiento con un nivel de conocimiento y experiencia contrastado.

El mantenimiento incluye:

a) Lubricación, limpieza, etc.

b) Comprobaciones

c) Operaciones de ajuste

d) Reparación o cambio de componentes que pueden ocurrir debido a desgaste o rotura por repuestos originales y que no afectan a las características de la instalación.

Lo siguiente no se considera como operaciones de mantenimiento:

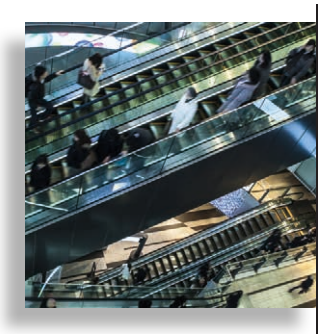
a) Cambio de componentes principales tales como máquina, sistema de tracción, maniobra, etc.

b) Cambio de cualquiera de sus características principales.

4.2.2. Responsabilidades

- Fabricante: Persona natural o legal que se responsabiliza del diseño, la fabricación y la puesta en servicio de una escalera mecánica.

- Propietario de la instalación. Titular: Persona natural o legal que tiene el poder de disponer de la instalación y que se responsabiliza de su funcionamiento y uso. Es responsable de mantener la instalación en condiciones seguras de funcionamiento. Para conseguirlo, el propietario utiliza una empresa conservadora



que cumpla los requisitos de mantenimiento establecidos por el fabricante de la escalera mecánica.

- Empresa conservadora: Organización empresarial con técnicos competentes de mantenimiento para realizar operaciones de mantenimiento en representación del propietario de la instalación.

- Técnico competente de mantenimiento: Persona convenientemente formada, cualificada por su conocimiento y experiencia práctica, dotada con las instrucciones y herramientas necesarias que desarrolla su labor en una empresa conservadora para lograr que las operaciones de mantenimiento requeridas se realicen de forma competente y segura.

- Persona encargada de la escalera mecánica: Persona designada por el propietario o titular, encargada del servicio ordinario de la escalera mecánica, para lo cual será debidamente instruida en el manejo del aparato por la empresa conservadora.

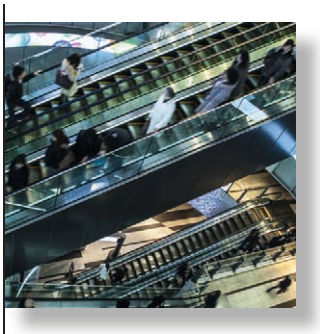
4.2.3. Servicio ordinario de la escalera mecánica

En el servicio ordinario de la escalera mecánica hay ciertas operaciones y controles, como la puesta en marcha, que no se consideran de mantenimiento pero requieren un conocimiento en el manejo del equipo y una instrucción específica para llevarlas a cabo. Estas operaciones serán desarrolladas por una persona encargada de la escalera mecánica y será instruida por la empresa conservadora.

Entre estas operaciones destacan:

- Puesta en marcha

  - La persona que arranque (ponga en marcha) la escalera mecánica deberá poder abarcar con la vista la instalación completa. De lo contrario, el área de acceso a la escalera tiene que bloquearse o se tiene que contar con una segunda persona que sirva de apoyo.



- En el momento de la puesta en marcha, no deberá encontrarse persona alguna sobre la escalera mecánica.

- Bajo supervisión, se tiene que hacer que la banda de peldaños dé una vuelta completa para comprobar su buen funcionamiento antes de permitir el uso de la escalera.

• Parada normal

- La desconexión de las escaleras mecánicas tendrá que realizarse en un momento en el que no se encuentren personas en la instalación.

- La parada normal usual se lleva a cabo accionando el interruptor correspondiente. El motor se desconecta y la escalera mecánica frena lentamente (parada suave), en contra de lo que sucede cuando se acciona cualquier dispositivo de parada de emergencia.

• Puesta fuera de servicio ante una situación de peligro

- En el caso de escaleras mecánicas en disposición continua sin salidas intermedias, cuando falla una instalación se tiene que parar la instalación precedente mediante el sistema de maniobra.

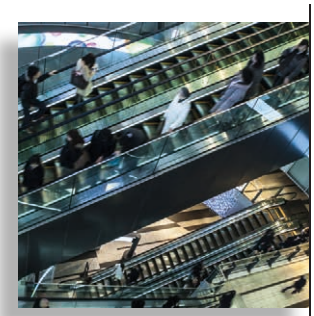
- Si hay elementos arquitectónicos directamente después del área de salida (p. ej. puertas, etc.), se deberá detener la escalera mecánica mediante el sistema de maniobra cuando los elementos arquitectónicos estén cerrados.

• Resolución de averías simples como las siguientes:

- Interruptor principal o diferencial del edificio para la escalera mecánica desconectado.

- Paradas de emergencia de accionamiento manual accionados.

- Fotocélulas de la zona de acceso sucias.



4.2.4. Mantenimiento preventivo y correctivo

4.2.4.1. Intervalos de mantenimiento

Los intervalos de mantenimiento dependerán principalmente del nivel de utilización de la escalera y de las influencias ambientales

El cálculo de los intervalos entre las actuaciones de mantenimiento o inspecciones adicionales necesarias debe hacerse conforme a los criterios establecidos por el fabricante del equipo, para mantener la instalación en un estado de funcionamiento óptimo y garantizar la disponibilidad y operatividad máxima.

Para el establecimiento de una estrategia de mantenimiento con un número determinado de visitas anuales se deben considerar aspectos importantes como:

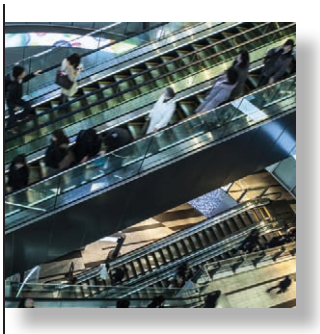
- Ubicación de la instalación, interior o exterior bajo cubierta, exterior intemperie.
- Tráfico y tipo de usuarios, transporte público, centro comercial, etc.
- Horas de funcionamiento semanal.
- Disposiciones legales vigentes.

Una estrategia de mantenimiento posible puede contemplar, por ejemplo, varios tipos de visitas de diferente alcance en las operaciones que se repiten de forma lógica para completar un plan de mantenimiento anual.

Tabla 1. Ejemplo de estrategia de mantenimiento.

Nivel de solicitación	Ubicación	Uso	Tiempo de funcionamiento/ semanal [horas]	Visitas	Esquema de mantenimiento
Medio	interior	Uso comercial	≤ 120	12	A + 2B + 9C
Alto	interior	Alto trafico	> 120	12	2A + 2B + 8C
Muy Alto	exterior	Alto trafico	Cualquiera	12	3A + 5B + 4C

Fuente: Schindler
Nota: Este planteamiento es un mero ejemplo. Es el fabricante del equipo quien determina el nivel de mantenimiento requerido y las operaciones de mantenimiento a desarrollar.



4.2.4.2. Operaciones de mantenimiento y alcance

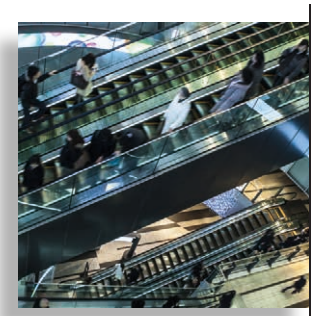
En la tabla incorporada a continuación se indican las operaciones de mantenimiento habituales en una escalera tipo.

El alcance de cada operación queda expresado en la tabla con los siguientes códigos:

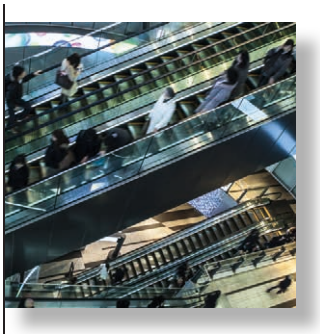
- Operación de mantenimiento relevante para la seguridad (●)
- Operación de mantenimiento general (MG)
- Control de funcionamiento (CF)
- Comprobación visual (CV)
- Limpieza (LI)

Tabla 2. Operaciones de mantenimiento habituales.

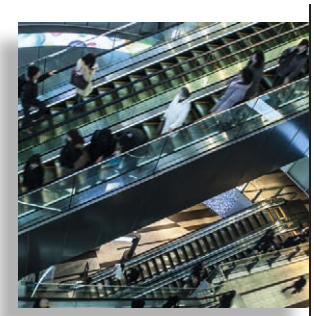
NÚMERO CORRELA-TIVO	OPERACIÓN	TIPO DE MAN-TENIMIENTO			INFORMACIONES ADICIONALES	
		A	B	C		
1	Comprobar los interruptores de llave	CF	CF	CF		
2	Comprobar los pulsadores de parada	CF	CF	CF		•
3	Comprobar la iluminación de las placas de peines	CF	CF	CF	Según características eléctricas	
4	Comprobar la iluminación entre peldaños	CF LI	CF	CF	Según características eléctricas	
5	Comprobar todas las demás iluminaciones	CF	CF	CF	Según características eléctricas	
6	Comprobar los dispositivos indicadores	CF	—	CF	Según características eléctricas	



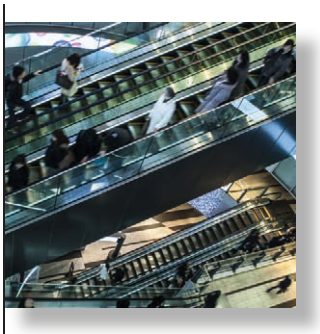
NÚMERO CORRELATIVO	OPERACIÓN	TIPO DE MANTENIMIENTO			INFORMACIONES ADICIONALES	
		A	B	C		
7	Comprobar las barreras fotoeléctricas o dispositivos de vigilancia de las zonas de acceso	CF	—	CF	Según características eléctricas	
8	Comprobar el control de la instalación siguiente o del elemento arquitectónico siguiente	CF	CF	CF	Si falla o se detiene una instalación o un elemento arquitectónico bloquea el tráfico, se tiene que detener la instalación precedente mediante el sistema de maniobra.	•
9	Comprobar la suavidad de marcha de la banda de peldaños	CF	CF	CF		•
10	Comprobar la suavidad de marcha de los pasamanos	CF	CF	CF		•
11	Comprobar las placas de descanso	CV	CV	CV	Sustituir las placas de descanso dañadas o demasiado gastadas	•
12	Comprobar los contactos de las placas de descanso	CF	—	—	El contacto deberá accionarse cuando una de las placas de descanso se abra	•
13	Comprobar las chapas de protección	CV	CV	CV		•
14	Comprobar el tablero de mando portátil	CF	CF	CF		•
15	Comprobar y limpiar la escalera mecánica	CV LI	CV LI	CV LI	También dentro del armazón	
16	Comprobar y limpiar los cuadros de maniobra	CV LI	—	—		



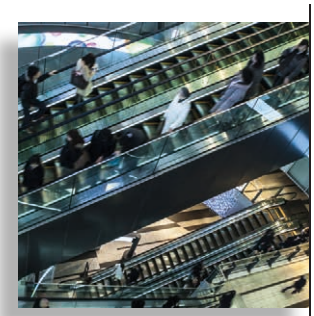
NÚMERO CORRELATIVO	OPERACIÓN	TIPO DE MANTENIMIENTO			INFORMACIONES ADICIONALES	
		A	B	C		
17	Comprobar si hay bornes sueltos en el cableado de los cuadros de maniobra	CV	—	—		
18	Comprobar el interruptor principal/ el fusible principal	CF	CF	CF		•
19	Comprobar los circuitos impresos	CF	CF	CF		•
20	Comprobar los contactores principales	CF	CF	CF		•
21	Comprobar el termistor PTC del motor de tracción	CF	CF	CF		•
22	Retirar la suciedad de los fosos de mantenimiento	LI	LI	LI		
23	Comprobar los sensores de la banda de peldaños	CF	—	—		•
24	Comprobar los contactos de la banda de peldaños	CF	—	—		•
25	Comprobar los cepillos antiestáticos de la banda de peldaños	CV LI	—	—		
26	Comprobar la tensión y el estado de lubricación de las cadenas de peldaños	CV	—	—		
27	Comprobar el alargamiento de las cadenas de peldaños	CV	—	—		•



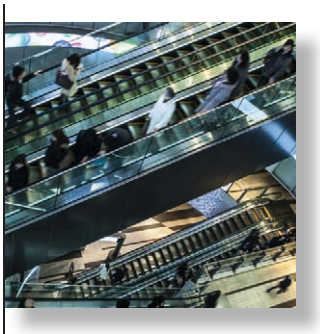
NÚMERO CORRELATIVO	OPERACIÓN	TIPO DE MANTENIMIENTO			INFORMACIONES ADICIONALES	
		A	B	C		
28	Comprobar los contactos de tensión de las cadenas de peldaños	CF	—	—		•
29	Comprobar los rodillos de las cadenas de peldaños	CV	—	—		
30	Comprobar los ejes y los casquillos de peldaño	CV	—	—		
31	Comprobar los peldaños	CV	—	—	Sustituir los peldaños dañados	•
32	Comprobar los rodillos de peldaños y los patines de deslizamiento	CV	—	—		
33	Comprobar los clips elásticos de los ejes de peldaño	CV	—	—		
34	Comprobar la holgura entre los peldaños y las faldillas o zócalo	CV	CV	—	Holgura lateral de 4 mm como máx. a cada lado y 7 mm en total como máx. a ambos lados	•
35	Limpiar los rieles de los rodillos de los peldaños	—	LI	—		
36	Comprobar las guías laterales en el tramo de retorno de la banda de peldaños	CV	—	—		
37	Comprobar las guías de los peldaños	CV	CV	—		
38	Comprobar los rieles tangenciales	CV	—	—		
39	Comprobar las placas porta-peines	CV CF	CV CF	CV CF	Según la norma EN 115 1 o las correspondientes disposiciones nacionales vigentes	•



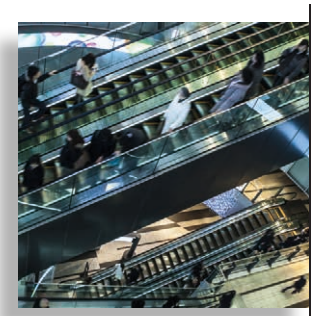
NÚMERO CORRELATIVO	OPERACIÓN	TIPO DE MANTENIMIENTO			INFORMACIONES ADICIONALES	
		A	B	C		
40	Comprobar los contactos de las placas porta-peines	CF	CF	CF		•
41	Comprobar los peines	CV MG	CV	CV	Sustituir los peines dañados	•
42	Comprobar la capacidad de empuje de los pasamanos	—	—	CF	Tensión de las correas/de las cadenas de presión	•
43	Comprobar la tensión de los pasamanos	—	—	CF		
44	Comprobar el estado de los pasamanos	CV	CV	CV		•
45	Comprobar la marcha sincrónica de los pasamanos y la banda de peldaños	CV	CV	CV		•
46	Comprobar los sensores del control de sincronismo de pasamanos	—	—	CF		•
47	Comprobar los cepillos antiestáticos del pasamanos	—	—	CV LI		
48	Comprobar las ruedas de fricción	—	—	CV		
49	Comprobar las correas/las cadenas de presión	—	—	CV		
50	Comprobar la cadena de reenvío	CF	CF	CF LI	Comprobar el nivel de ruidos NO aplica en caso de balaustradas con ruedas de reenvío	
51	Comprobar guiados de pasamanos y el lado interior de los pasamanos	—	—	CV LI		



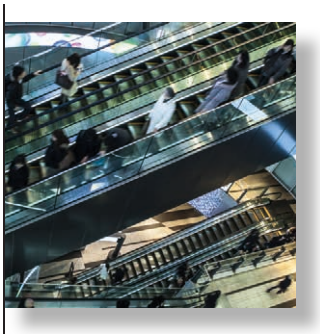
NÚMERO CORRELATIVO	OPERACIÓN	TIPO DE MANTENIMIENTO			INFORMACIONES ADICIONALES	
		A	B	C		
52	Comprobar los rodillos de apoyo del pasamanos	—	—	CV LI		
53	Limpiar los rodillos de reenvío de los pasamanos	—	—	CV LI		
54	Comprobar los contactos de entrada del pasamanos	CF	CF	CF		•
55	Comprobar la tensión y el estado de lubricación de la cadena de tracción de pasamanos	CV	—	CV		
56	Comprobar el alargamiento de la cadena de tracción de pasamanos	CV	—	CV		
57	Comprobar la bandeja colectora de aceite de la cadena de tracción de pasamanos	—	—	LI	Retirar el aceite	
58	Comprobar la tensión y el estado de lubricación de las cadenas de tracción	CV	—	—		
59	Comprobar el alargamiento de las cadenas de tracción	CV	—	—		
60	Comprobar el funcionamiento del freno de servicio	CF	—	—		•
61	Comprobar la distancia de frenado del freno de servicio	CV MG	CV MG	CV MG	Según la norma EN 115 1 o las correspondientes disposiciones nacionales vigentes	•



NÚMERO CORRELATIVO	OPERACIÓN	TIPO DE MANTENIMIENTO			INFORMACIONES ADICIONALES	
		A	B	C		
62	Comprobar el recorrido de la palanca de freno	CV	—	—		
63	Comprobar el forro de freno	CV	—	—		
64	Comprobar el funcionamiento del freno de seguridad	CF	—	—		•
65	Comprobar la distancia de frenado del freno de seguridad	CV MG	—	—	Según la norma EN 115 1 o disposiciones nacionales vigentes	•
66	Lubricar las varillas de freno de todos los frenos	CV MG	—	—		•
67	Comprobar la ausencia de ruidos en los cojinetes del reductor	CF	—	—		
68	Comprobar el nivel de aceite del reductor y rellenar con aceite	CV	—	—		
69	Comprobar la ausencia de fugas en el reductor	CV	—	—		
70	Comprobar la ausencia de ruidos en el motor	CF	—	—		
71	Comprobar los sensores del disco volante	CF	—	—		•
72	Comprobar el control del dispositivo de giro manual	CF	—	—		•
73	Limpiar la rejilla de ventilación del motor	LI	—	—		



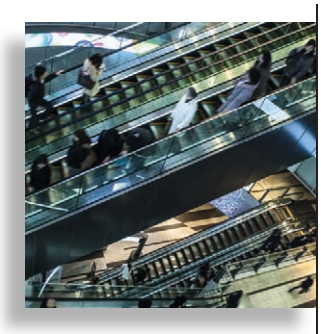
NÚMERO CORRELA-TIVO	OPERACIÓN	TIPO DE MAN-TENIMIENTO			INFORMACIONES ADICIONALES	
		A	B	C		
74	Comprobar los dispositivos de seguridad adicionales	CF	—	—	Según características eléctricas	
75	Comprobar todos los dispositivos de calentamiento y refrigeración	CF	—	—	Según características eléctricas	
76	Comprobar el estado de las balaustradas	CV	CV	CV		•
77	Comprobar el estado de la cubierta interior/del revestimiento interior	CV	CV	CV		•
78	Comprobar si están dañados los revestimientos	CV	CV	CV		•
79	Comprobar el estado de los deflectores	CV	CV	CV	Según la norma EN 115 1 o disposiciones nacionales vigentes.	•
80	Comprobar el estado de todos los letreros y pictogramas	CV	CV	CV		•
81	Comprobar el estado de los cepillos deflectores de las faldillas o zócalos	CV	CV	CV		•
82	Lubricación de la cadena de tracción de pasamanos	MG	MG	MG		
83	Lubricar las cadenas de tracción	MG	MG	MG		
84	Lubricar las cadenas de peldaños	MG	MG	MG		



NÚMERO CORRELATIVO	OPERACIÓN	TIPO DE MANTENIMIENTO			INFORMACIONES ADICIONALES	
		A	B	C		
85	Lubricar las láminas de zócalo en la zona de la superficie de deslizamiento de los patines de deslizamiento	MG	MG	MG		
86	Comprobar el/ los cartucho(s) de aceite (lubricación de los patines de deslizamiento)	MG	MG	—	Cuando existan	
87	Comprobar el cartucho de aceite (rueda de la cadena de tracción de pasamanos)	MG	MG	—	Cuando exista	
88	Comprobar el cartucho de aceite (ruedas dentadas de la tracción)	MG	MG	—	Cuando exista	
89	Comprobar el cartucho de aceite (ruedas dentadas de la cadena de peldaños/de tablillas)	MG	MG	—	Cuando exista	
90	Comprobar la puesta a tierra de las piezas que podrían encontrarse bajo tensión y provocar un contacto eléctrico	MG	—	—		•

Fuente: Schindler

MG = operación de mantenimiento general; CF = control de funcionamiento; CV = comprobación visual; LI = limpieza; ● = operación de mantenimiento relevante para la seguridad



4.2.5. Reparaciones

Las reparaciones que impliquen el cambio de componentes deberán ser realizadas siempre con piezas originales suministradas por el fabricante.

4.2.6. Modificaciones importantes

Determinados trabajos como los siguientes no se consideran como operaciones de mantenimiento:

a) Cambio de componentes principales tales como máquina, sistema de tracción, maniobra, etc.

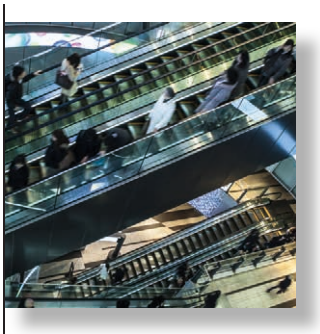
b) Cambio de cualquiera de sus características principales.

Estas operaciones deben considerarse como modificaciones importantes y pueden afectar al marcado CE de la instalación, por lo que deben ser realizadas por el fabricante o quien las realiza asumir esas responsabilidades como establece la propia Directiva de Máquinas, salvo que la legislación estatal arbitre vías alternativas en el futuro. Ver apartado siguiente; Necesidad de una ITC «Escaleras». Aspectos legales.

4.3. NECESIDAD DE UNA ITC «ESCALERAS». ASPECTOS LEGALES

La UE garantiza el libre comercio de productos sobre la base, entre otras, de una legislación común que evite trabas tecnológicas. Así, es en la legislación europea donde se establecen los requisitos que rigen para el diseño, fabricación y puesta en servicio de escaleras mecánicas.

Sin embargo, cada estado miembro debe legislar para mantener el nivel de seguridad de los equipos en todo su ciclo de vida. A este propósito responden los «reglamentos de seguridad industrial» que regulan el mantenimiento, las modificaciones importantes y la inspección



reglamentaria de otros equipos de elevación como los ascensores y donde se echa en falta las escaleras mecánicas.

A continuación se profundiza en los aspectos legales que rigen para las escaleras mecánicas en cada una de estas 2 etapas.

4.3.1. Aspectos legales en relación al diseño, fabricación y puesta en servicio

Las escaleras mecánicas de nueva instalación deben cumplir para su puesta en servicio lo dispuesto en el Real Decreto 1644/2008 de 10 de octubre que transpuso la directiva 2006/42/CE, relativa a las máquinas, y por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las mismas.

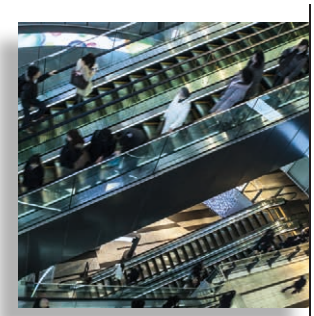
4.3.2. Aspectos legales en relación al mantenimiento, modificaciones importantes e inspección reglamentaria

Las escaleras mecánicas y andenes móviles se encuentran recogidos en el ámbito del Real Decreto 2291/1985. Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención de los mismos (art. 2 del Reglamento).

Desde 1985, año de publicación del Reglamento de Aparatos Elevadores, se han publicado distintas ITCs que regulan los aparatos de elevación y manutención objeto de dicho Reglamento: ascensores, montacargas, grúas, monta-materiales para la construcción, plataformas elevadoras y las carretillas de manutención.

Llama la atención que no se haya publicado ninguna Instrucción Técnica Complementaria que regule las escaleras mecánicas y los andenes móviles, a pesar de que estos aparatos están instalados en su totalidad en lugares de pública concurrencia, y a los que tienen acceso todos las personas.

El propósito de la necesaria ITC «Escaleras y Andenes» debe ser el de definir las reglas de seguridad aplicables a las escaleras mecánicas y andenes móviles, para proteger contra los diferentes riesgos de accidentes que pudieran producirse como consecuencia del uso y mantenimiento de



dichos aparatos, a usuarios, a personas situadas en el exterior y expuestas a sus partes móviles y al personal de mantenimiento e inspección.

Es decir, que esta instrucción técnica no se limitaría a la mejora de la seguridad de los usuarios de los equipos, sino que incluiría también al entorno inmediatamente próximo al lugar en el que se encuentran instalados.

Para conseguir este objetivo, la ITC debe regular los siguientes aspectos:

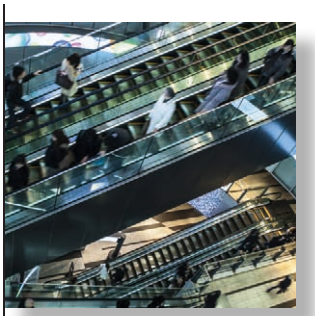
a) La puesta en servicio y el registro en el órgano competente de la Comunidad Autónoma facilitando un número de identificación.

b) El mantenimiento de los equipos, estableciendo las responsabilidades y obligaciones de los propietarios y las empresas de conservación.

c) Las modificaciones importantes de los equipos, definiéndolas y dando las condiciones para su ejecución.

d) La inspección periódica que certifique el nivel de seguridad requerido en todo el ciclo de vida de la escalera/andén.

5 INCREMENTO DE LA SEGURIDAD EN ESCALERAS EXISTENTES. APLICACIÓN DE LA NORMA EN115-2



José María ROSELL
Schindler

5.1. OBJETO DE LA NORMA

La **EN 115-2** tiene por objeto facilitar a las autoridades, propietarios de instalaciones y empresas de mantenimiento una guía para el incremento de seguridad de equipos existentes, llevándolos al nivel de seguridad esperado por la propia sociedad.

La norma se desarrolló sobre la base de adaptar una escalera de los años 70 a la versión de la norma EN115-1:2008.

En el sector se estima que más del 70% de los accidentes en escaleras y andenes pueden ser prevenidos mediante la aplicación de la norma EN115-2

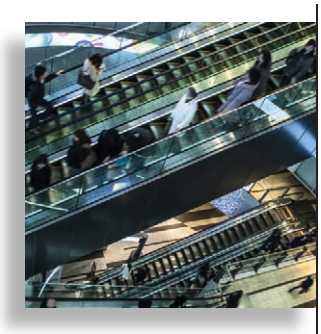
5.2. ALCANCE DE LA NORMA EN115-2

La norma Identifica los principales peligros de una escalera y propone una serie de acciones y medidas para mejorar progresivamente la seguridad de las escaleras hasta el estándar actual.

La norma establece, para los peligros recogidos, tres niveles de prioridad: alta, media y baja en relación al nivel de riesgo asociado.

5.3. CATÁLOGO DE PELIGROS Y MEDIDAS DE SEGURIDAD PROPUESTAS

La incorporación de medidas de seguridad mediante la aplicación de la norma EN115-2 para los peligros indicados a continuación, incrementaría considerablemente el nivel de seguridad de la escalera mecánica para el usuario.



- Piso deslizante en áreas de entrada y salida.
- Atrapamiento entre faldillas (zócalos) y escalones.
- Atrapamiento entre escalones.
- Atrapamiento entre escalones.
- Caídas por encima de la balaustrada.
- Caídas desde el exterior de la balaustrada.
- Atrapamiento de manos y dedos en la entrada del pasamanos.
- Atrapamiento entre el peine y el escalón.
- Atrapamiento del usuario por hundimiento del escalón o tablilla.
- Ausencia de un interruptor de parada para situaciones de emergencia.
- Colisión con las estructuras del edificio.

5.3.1. Piso deslizante en áreas de entrada y salida

Las áreas de entrada y salida son especialmente sensibles a que se produzcan resbalones. Hay que considerar las condiciones ambientales posibles en la ubicación de la escalera.

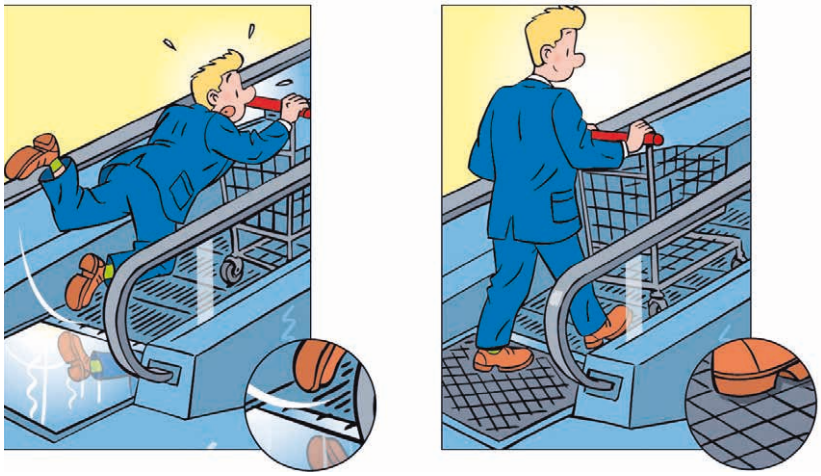
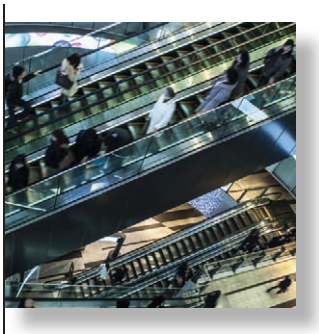


Figura 5.1. Entrada y Salida incorrecta y correcta. **Fuente:** ELA



Medida de seguridad: Adaptar el piso o instalar un material antideslizante que permita al usuario asegurar la pisada.

Figura 5.2. Diferentes acabados antideslizantes. **Fuente:** Schindler

5.3.2. Atrapamiento entre faldillas (zócalos) y escalones

La holgura lateral entre los escalones y las faldillas es menor de 4 mm a cada lado y 7 mm en un solo lado. El desplazamiento vertical es inferior a 4 mm, aun así, debe reducirse la posibilidad de quedar enganchado entre la faldilla y el escalón.

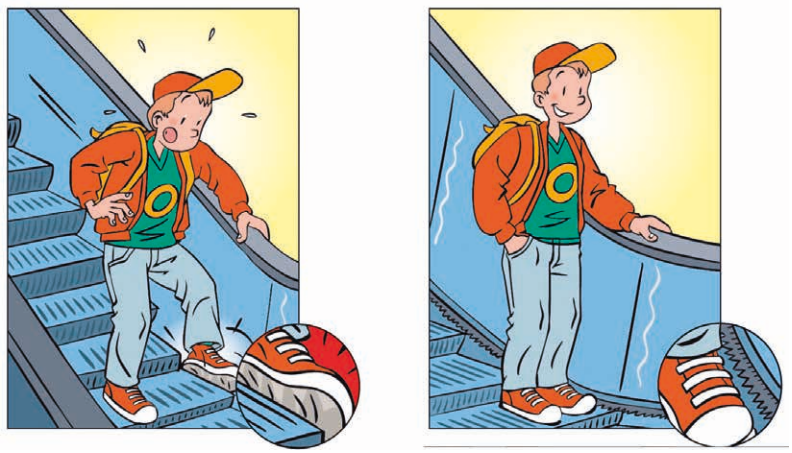
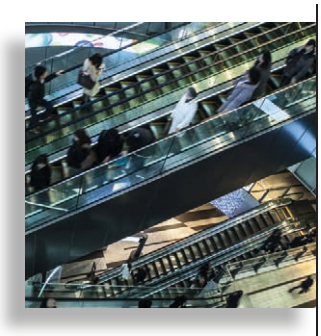


Figura 5.3. Lateral incorrecto y correcto. **Fuente:** ELA



Medida de seguridad: Instalar deflectores de faldillas conforme a la UNE EN115-1:2009 +A1:2010.

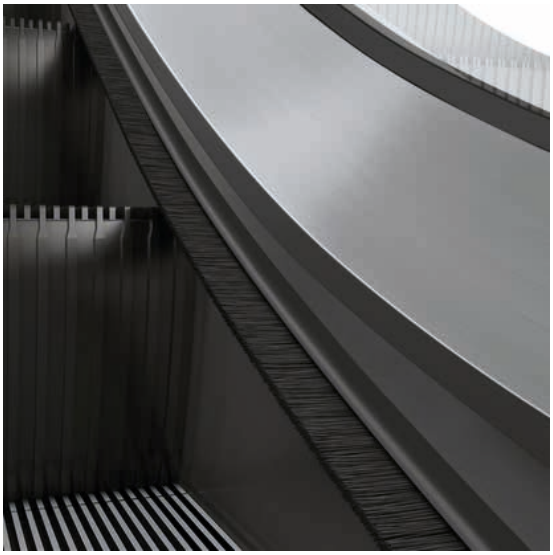
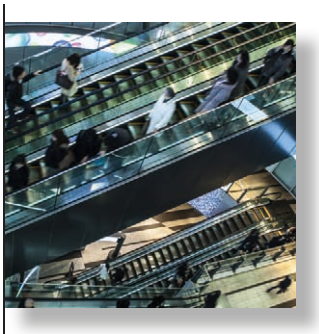


Figura 5.4. Deflectores de faldillas. **Fuente:** Schindler

5.3.3. Atrapamiento entre escalones

La adherencia de determinados calzados puede favorecer el atrapamiento entre escalones aun cuando las holguras estén dentro de los límites establecidos.

Figura 5.5. Fuente: ELA



Medida de seguridad: Instalar escalones con demarcación o instalar iluminación bajo el escalón en los embarques, permite visualizar el borde trasero de los escalones ayuda a situarse correctamente sobre el peldaño.

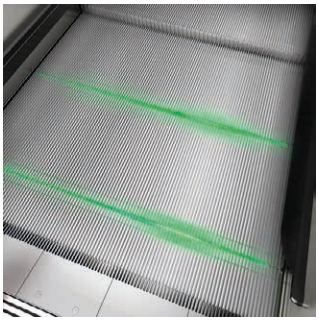
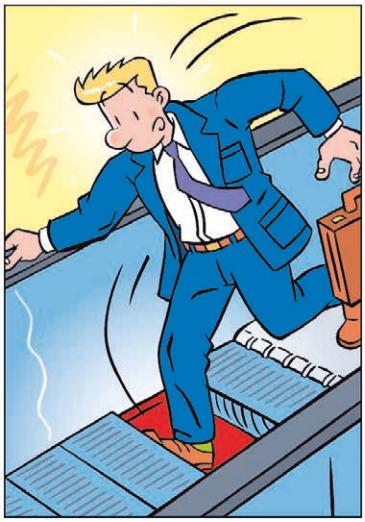


Figura 5.6. Escalones con demarcación o iluminación. **Fuente:** Schindler

5.3.4. Pérdida de un escalón

La pérdida de un escalón o tablilla debe detectarse parándose la instalación antes que el hueco salga por el peine



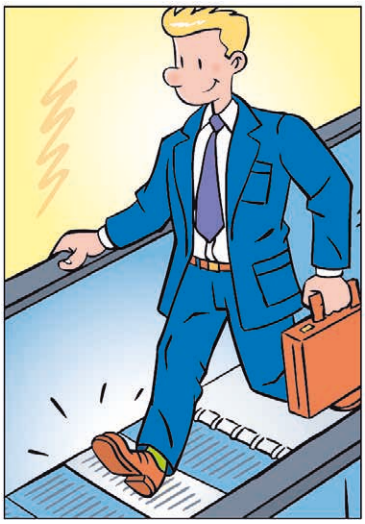
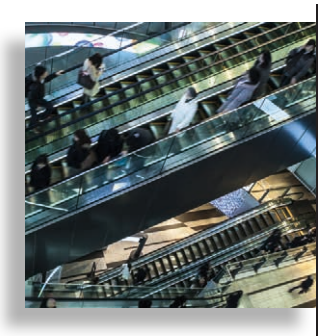


Figura 5.7. Fuente: ELA

Medida de seguridad: Se requiere un dispositivo de detección de ausencia de peldaño en las estaciones de tracción y retorno.



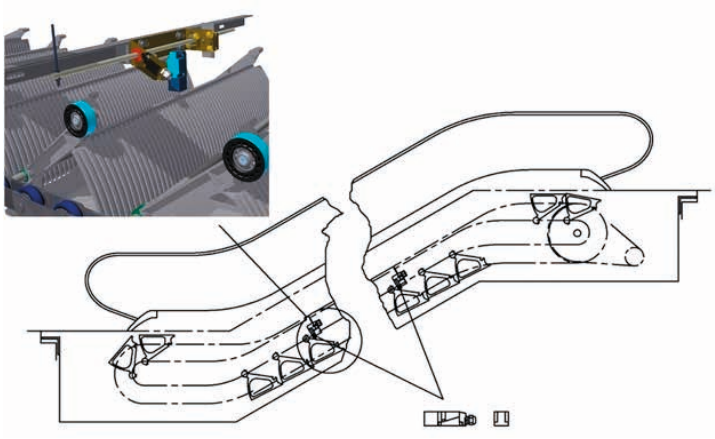


Figura 5.8. Dispositivo de detección de ausencia de peldaño.
Fuente: Schindler

5.3.5. Caídas por encima de la balaustrada

Existe un riesgo de caída por el exterior de la balaustrada debido al efecto de arrastre de los pasamanos.

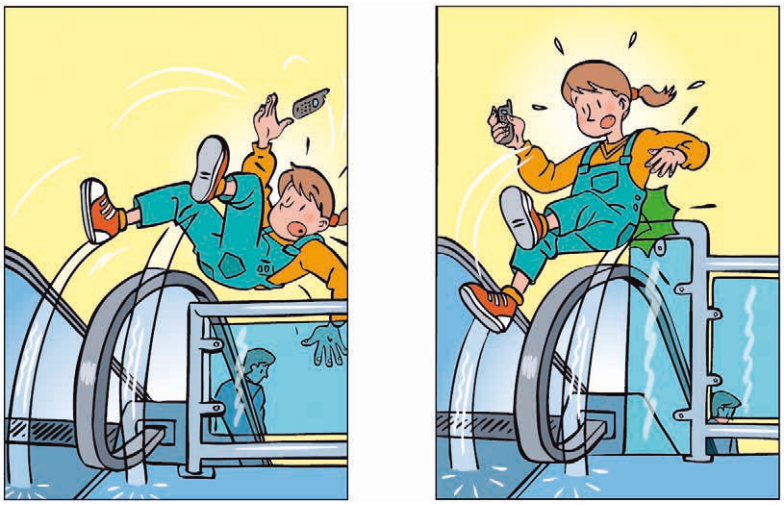
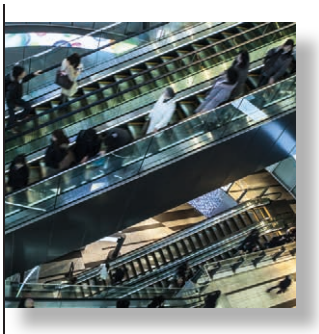


Figura 5.9. Fuente: ELA

Medida de seguridad: Adoptar medidas para minimizar el riesgo de caída, instalando deflectores que eviten la proyección hacia el exterior de la escalera por arrastre de los pasamanos en caso de apoyarse indebidamente sobre ellos.



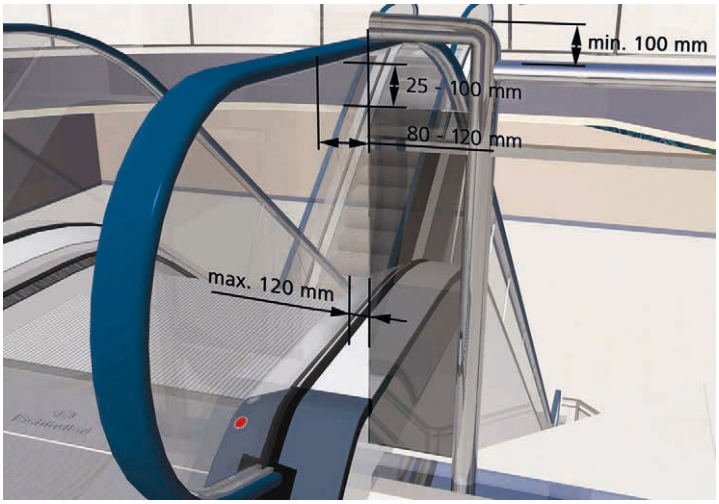


Figura 5.10. Instalación de deflectores. **Fuente:** Schindler

5.3.6. Caídas desde el exterior de la balaustrada

Hay que considerar los malos usos previsibles como trepar por el lateral de la escalera que provoca graves caídas.

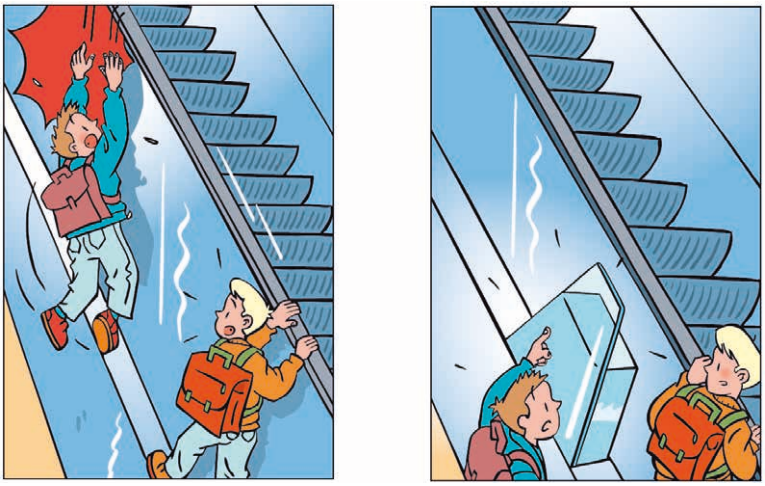
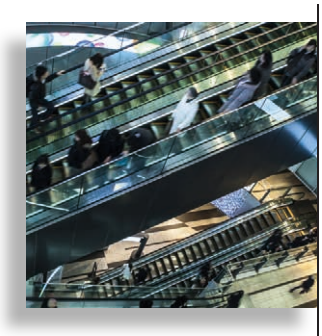


Figura 5.11. Fuente: ELA

Medida de seguridad: La instalación de deflectores y dispositivos antisubida en el panel exterior de la balaustrada de acuerdo con la UNE EN115-1:2009 + A1:2010 evitará estos accidentes.



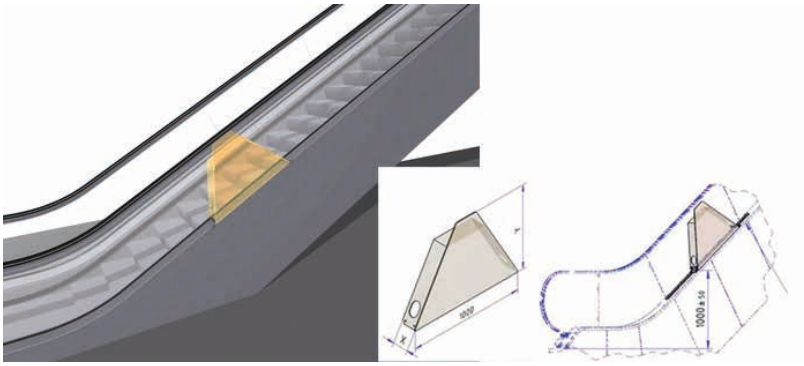


Figura 5.12. Instalación de dispositivo anti-subida. **Fuente:** Schindler

5.3.7. Atrapamiento de manos y dedos en la entrada del pasamanos

Como en el apartado anterior otro mal uso previsible es introducir la mano por la entrada del pasamanos en la balaustrada con graves consecuencias.

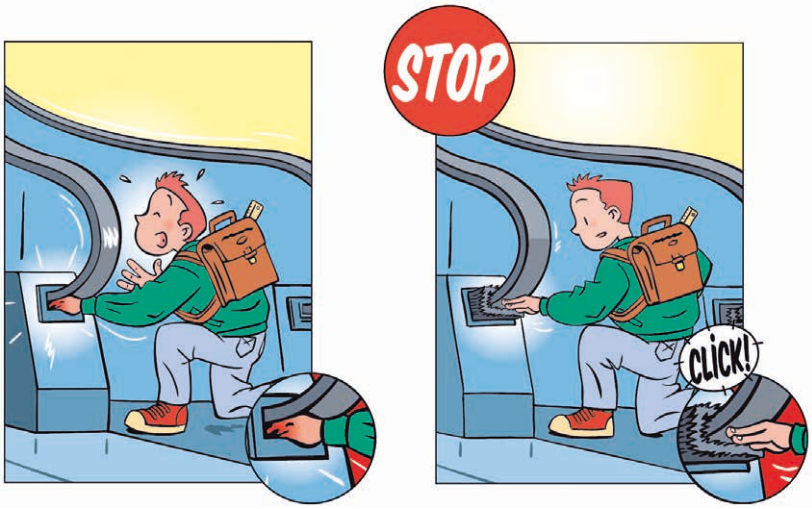
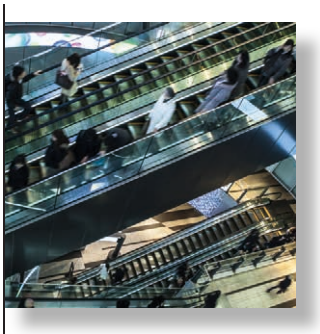


Figura 5.13. Fuente: ELA

Medida de seguridad: En este punto de entrada del pasamanos en la cabeza de la balaustrada debe colocarse una defensa con un dispositivo eléctrico de seguridad que evite la posibilidad de pinzado de dedos y manos.



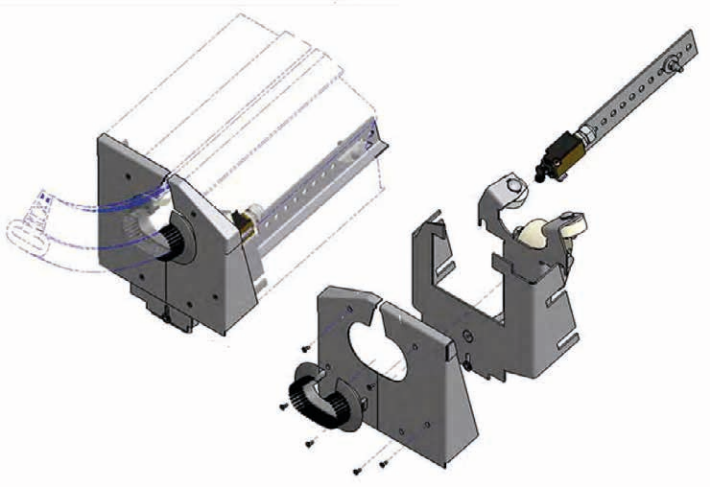


Figura 5.14. Instalación de defensa con dispositivo eléctrico de seguridad.
Fuente: Schindler

5.3.8. Atrapamiento entre el peine y el escalón

Si por cualquier circunstancia se produce un atrapamiento entre los peines y el escalón la escalera debe detenerse

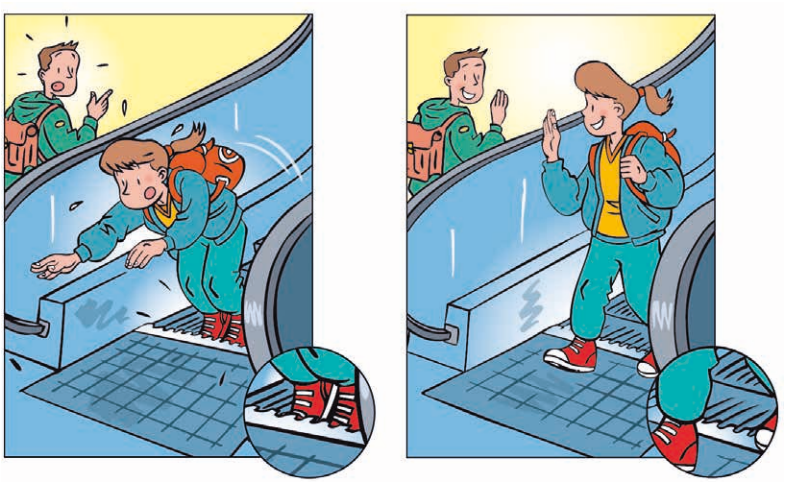
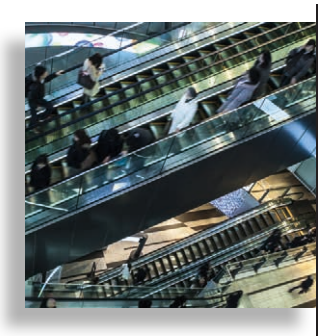


Figura 5. 15. Fuente: ELA

Medida de seguridad: En el caso de quedar atrapados objetos entre el peine y el escalón o en el caso de un impacto con el peine, la placa de peines debe detectar el movimiento y detener la escalera automáticamente por un contacto eléctrico.



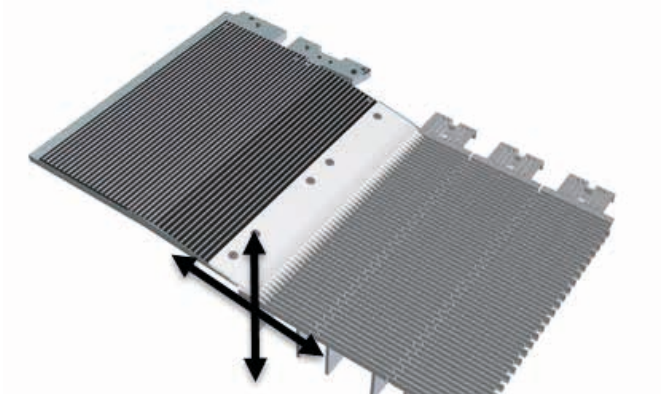


Figura 5.16. Unión entre peine y escalón. **Fuente:** Schindler

5.3.9. Atrapamiento del usuario por hundimiento del escalón o tablilla

Si alguna parte del escalón o placa está oscilando o hundido de manera que no se asegura el encaje con el peine, debe colocarse un dispositivo de seguridad que pare la escalera mecánica.

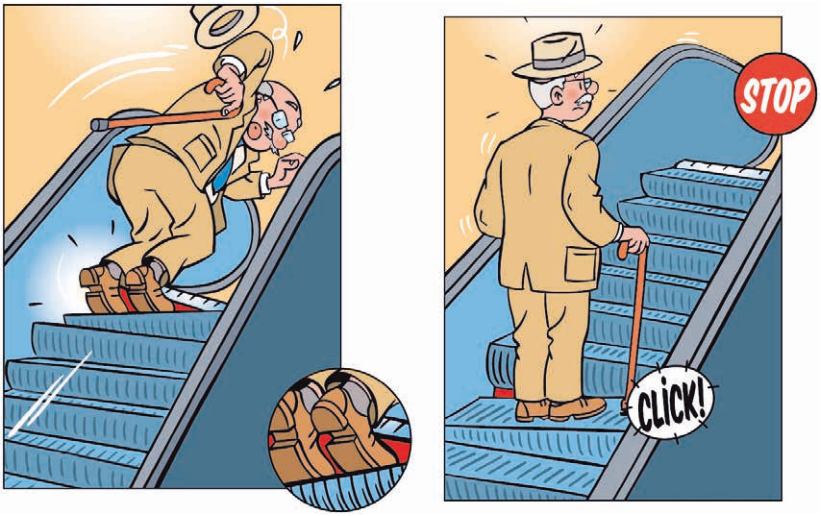
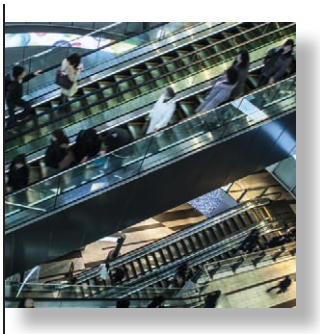


Figura 5.17. Fuente: ELA

Medida de seguridad: Este dispositivo de seguridad debe colocarse antes de la curva de transición para asegurar que el escalón que ha oscilado no alcance la línea de intersección del peine, teniendo en cuanta la distancia de parada. El dispositivo de control debe impedir el arranque.



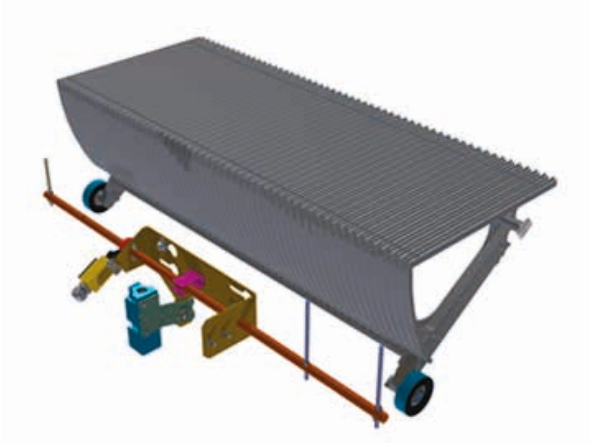


Figura 5.18. Dispositivo de control de la oscilación del escalón.
Fuente: Schindler

5.3.10. Ausencia de un interruptor de parada para situaciones de emergencia

Debe existir un interruptor de parada para situaciones de emergencia, visible y fácilmente accesible cerca de los rellanos.

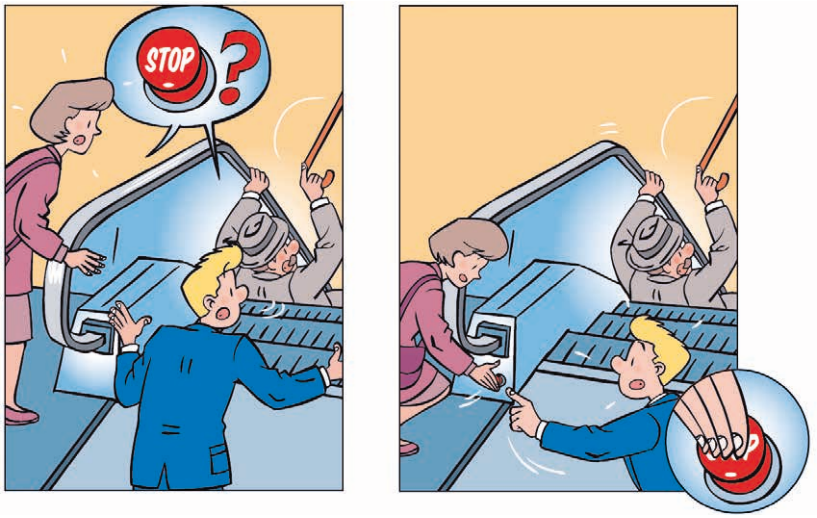
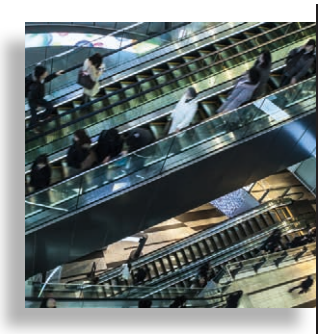


Figura 5.19. Fuente: ELA

Medida de seguridad: La distancia entre dispositivos de emergencia no debe exceder de 30 m en escaleras.



Otros requisitos:

- Serán un dispositivos eléctricos de seguridad conforme a la UNE EN115-1:2009.

- Será un pulsador de color rojo y marcado con la inscripción «STOP».

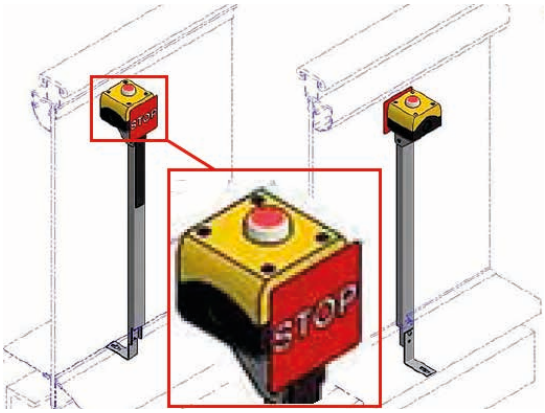


Figura 5.20. Interruptor de parada. **Fuente:** Schindler

5.3.11. Colisión con las estructuras del edificio

En las intersecciones con pisos y con otras escaleras entrecruzadas deben colocarse deflectores verticales

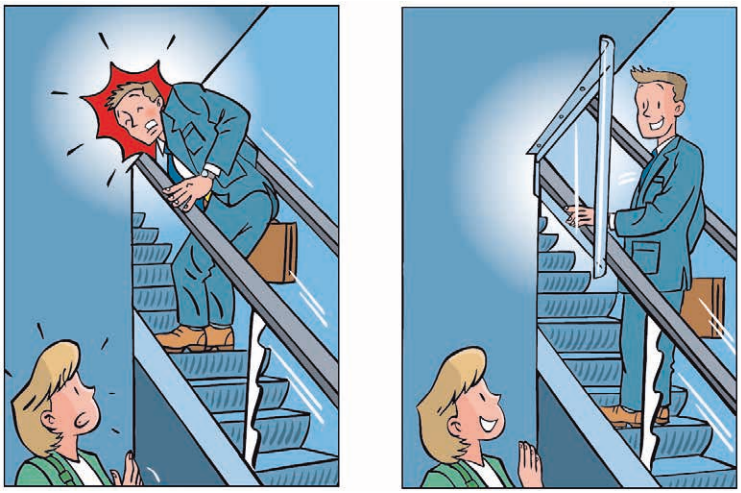
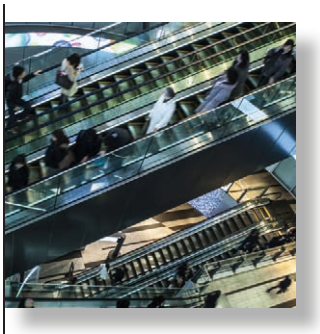


Figura 5.21. Fuente: ELA



Medida de seguridad: Cumplir requisitos de la UNE EN115-1:2009 + A1:2010

Figura 5.22. Instalación de deflector. **Fuente:** Schindler

5.3.12. Utilización de carros de compra y carros de equipajes

El uso de carros de compra y carros de equipajes en escaleras mecánicas es peligroso y ha dado lugar a graves accidentes.

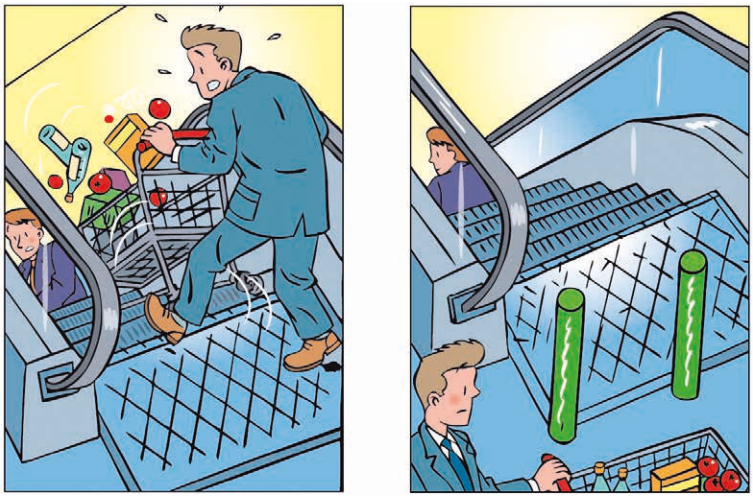
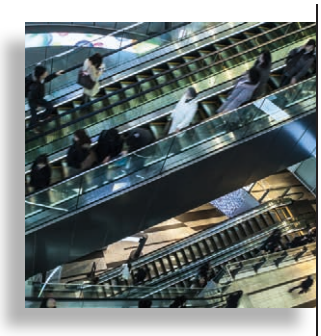


Figura 5.23. Fuente: ELA



Medida de seguridad: Cuando existe el riesgo de que se utilicen (en supermercados, aeropuertos, etc.) deben disponerse barreras adecuadas en la entrada de la escalera para impedir su acceso.

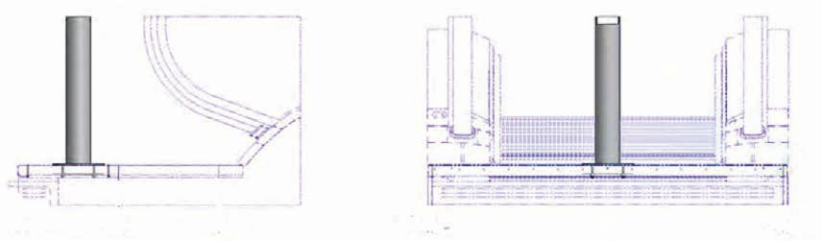
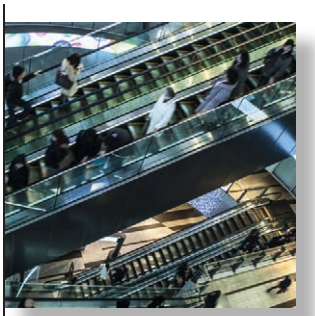


Figura 5.24. Instalación de barreras. **Fuente:** Schindler

6 NORMATIVA. SEGURIDAD Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESCALERAS MECÁNICAS



Isabel LINARES
Aenor

6.1. INTRODUCCIÓN

Espacios con gran afluencia de personas, desde aeropuertos hasta centros comerciales pasando por estaciones de transporte público, los sistemas de transporte vertical por excelencia son las escaleras mecánicas y los andenes móviles, que cuentan diariamente con **millones de desplazamientos.**

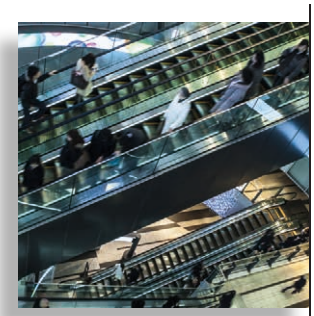
Las escaleras mecánicas fueron creadas en el año 1897 (posteriormente fueron desarrolladas y mejoradas), y nacieron para dar respuesta a la necesidad de transportar grandes volúmenes de personas a diferentes alturas. Actualmente las escaleras mecánicas se utilizan, en general, para transportar con comodidad y rápidamente a un gran número de personas entre los diferentes niveles de una edificación

A pesar del avance en el estado de la técnica, la gran asignatura pendiente sigue siendo la modernización de las instalaciones más antiguas con el objetivo de alcanzar los niveles de seguridad y de eficiencia energética similares a las escaleras mecánicas que se instalan hoy en día.

Antes de profundizar en el tema específico de seguridad y eficiencia energética para escaleras mecánicas y andenes móviles, conviene clarificar algunos conceptos relativos a las normas técnicas y a su modo de elaboración, así como a su relación con la reglamentación.

6.2. AENOR Y LAS NORMAS TÉCNICAS

Las normas técnicas son documentos voluntarios que describen el consenso del mercado respecto a las mejores prácticas en asuntos clave para la competitividad de las empresas y organizaciones, como



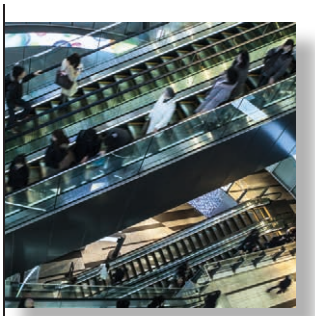
son los requisitos de productos o servicios, métodos de ensayo o sistemas de gestión.

Las normas técnicas son el fruto del trabajo de miles de expertos de todas las partes implicadas, emitidos por organismos de normalización reconocidos; en el caso de España la entidad reconocida para esta tarea es la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). En el ámbito europeo AENOR es el representante español en los organismos europeos de normalización CEN y CENELEC. En el ámbito internacional, AENOR es el representante español en ISO e IEC. AENOR cuenta con más de 200 Comités Técnicos de Normalización (CTN).

Con el paso de los años la normalización ha evolucionado pasando de cubrir principalmente productos físicos a recoger requisitos y criterios aplicables a las organizaciones (sistemas de gestión, responsabilidad social corporativa, etc.) y a las nuevas tecnologías. En los últimos años la normalización está ganando peso en las tareas relacionadas con la I+D+i, especialmente en la puesta en el mercado de productos innovadores, ya que facilita la interoperabilidad y la difusión de los resultados a través de la red de organismos de normalización, así como el reconocimiento por parte de los usuarios y la Administración. De hecho, la Comisión Europea está valorando de forma creciente el papel de la estandarización en los programas de FP7 y H2020, por lo que la presencia de AENOR en proyectos de investigación está creciendo en los últimos años, especialmente en aquellos proyectos que plantean soluciones más cercanas al mercado.

El campo de «lo normalizable» se estructura a través de Comités Técnicos de Normalización que trabajan dentro de un campo de actividad concreto aprobado. Estos comités elaboran normas nacionales y designan los expertos y delegados en los comités europeos e internacionales. Los expertos españoles participan en las reuniones europeas e internacionales nominados por AENOR, trasladando la posición de la industria nacional en dichos foros.

Los comités de AENOR están compuestos por representantes de todas las partes interesadas en cada sector y deben ser un reflejo de la industria, administración, consumidores y usuarios, y otras entidades. El resultado de los trabajos de los comités son las normas técnicas que se aprueban por **consenso** entre las citadas partes interesadas.



AENOR publica documentos normativos UNE que pueden ser netamente nacionales, es decir elaborados en los comités nacionales, o bien adopción de documentos europeos o internacionales. Estos documentos pueden ser normas, normas experimentales o informes UNE.

Como miembro de CEN, AENOR tiene la obligación de adoptar como normas nacionales las normas europeas que se publiquen; dicha adopción se puede realizar como documento traducido al castellano o bien mediante ratificación dejando el documento en inglés. AENOR ha realizado un notable esfuerzo para que su catálogo, cercano a los 31.500 documentos normativos, esté en nuestro idioma.

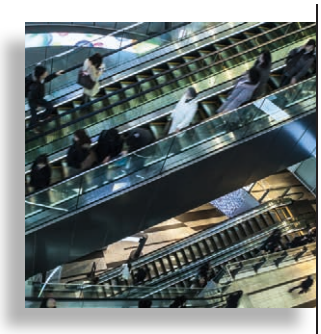
En el caso que nos ocupa, AENOR realiza el seguimiento de las actividades del Comité Técnico Internacional ISO/TC 178 y del Comité Técnico Europeo CEN/TC 10, a través del Comité Nacional AEN/CTN 58/SC 7 «Ascensores, escaleras mecánicas y andenes móviles».

6.3. NORMAS TÉCNICAS Y REGLAMENTACIÓN

Como se ha indicado anteriormente, las normas técnicas tienen un carácter **voluntario**, aunque en ocasiones el Legislador opta por basar sus criterios o requisitos en documentos normativos, formando entonces estos documentos parte de requisitos obligatorios. Los organismos de normalización buscan presentar el conocimiento industrial de forma que resulte útil para el desarrollo de las empresas y ciudadanos; son finalmente las empresas, la Administración o los ciudadanos quienes deciden exigir el cumplimiento de una norma en sus pliegos de compras, al licitar o al seleccionar un determinado producto o servicio.

En la Ley 21/1992 de Industria se clarifican estos conceptos contraponiendo norma y reglamento técnico, siendo **norma** una «**especificación técnica** de aplicación repetitiva o continuada, **cuya observancia no es obligatoria**, establecida con **participación de todas las partes interesadas**, que aprueba un **organismo reconocido** a nivel nacional e internacional»; y **reglamento técnico** una «**especificación técnica**, relativa a productos, procesos o instalaciones industriales, **establecidas con carácter obligatorio a través de una disposición de la Administración**, para su fabricación, comercialización o utilización».

Esta jerarquía, desde el ámbito voluntario que incluye las especificaciones desarrolladas en una organización o sector y las normas ela-



boradas en un organismo reconocido como AENOR, hasta el ámbito obligatorio de la reglamentación, se ilustra en la Fig. 1.

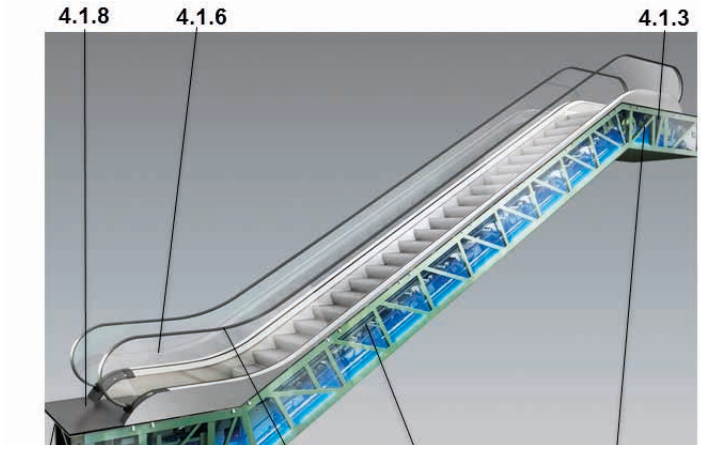


Figura 6.1. Relación entre especificaciones privadas, normas y legislación.
Fuente: AENOR

De esta forma, podemos concluir que las normas técnicas son documentos de naturaleza voluntaria, pero las empresas que buscan ser competitivas intentan utilizar estándares consensuados que establecen requisitos de seguridad, facilitan la interoperabilidad y suponen las mejores prácticas del mercado. Además, es frecuente que la Administración base sus requisitos en documentos normativos.

6.4. NORMAS ESPECÍFICAS RELATIVAS A LA SEGURIDAD DE ESCALERAS MECÁNICAS

6.4.1. Introducción

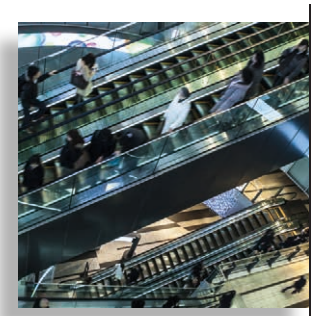
El transporte vertical de personas está regulado por una legislación y normativa muy completas y en constante evolución, tanto para la instalación de nuevos equipos como para la modernización de los existentes, con el objetivo de sumar seguridad a los millones de desplazamientos que se producen diariamente en estos equipos.

Se estima que en España un 65% de la población vive en bloques de pisos, siendo en 2015 el número de ascensores registrados de 1.030.000, mientras que el parque de escaleras y andenes móviles ronda alrededor de las 14.000 unidades. Este último dato es estimado,

ya que de momento no es obligatorio su registro en el momento de su instalación, al contrario que en el caso de los ascensores. Esto es debido básicamente a que el desarrollo del Real Decreto 2291/1985, de 8 de noviembre, por el que se aprueba el reglamento de aparatos de elevación y manutención de los mismos, depende en gran medida de lo que se establezca en cada una de sus instrucciones técnicas complementarias (ITC), según reza en su Artículo 2, y teniendo en cuenta que nunca se publicó la ITC para escaleras mecánicas y andenes móviles, no se dispone de procedimientos administrativos referentes al registro de las instalaciones, ni sobre el mantenimiento e inspecciones periódicas.

Dentro del ámbito de aplicación de la Directiva 95/16/CE del Parlamento europeo y del Consejo, de 29 de junio de 1995, sobre la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros relativas a los ascensores, y la Directiva 2014/33/UE del Parlamento europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de ascensores y componentes de seguridad para ascensores, quedan excluidas las escaleras mecánicas y los andenes móviles. En este sentido, cabe destacar que tanto los aparatos de elevación cuya velocidad no sea superior a 0,15 m/s como las escaleras mecánicas y andenes móviles quedan recogidos bajo el paraguas de la Directiva 2006/42/CE del Parlamento europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE, y por ende, bajo el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas, que se limita, siguiendo la Directiva 2006/42/CE, a determinar las condiciones de diseño y fabricación que las máquinas incluidas en su ámbito de aplicación deben satisfacer para poder ser puestas en el mercado y/o en servicio.

La Directiva solo define los requisitos esenciales de salud y seguridad de alcance general y los completa con una serie de requisitos más específicos dirigidos a determinados tipos de máquinas. Para facilitar a los fabricantes la prueba de conformidad con dichos requisitos esenciales y para posibilitar el control de dicha conformidad, convendría disponer de normas armonizadas a escala comunitaria respecto de la prevención contra los riesgos derivados del diseño y fabricación de las máquinas. Esto es, una máquina fabricada de conformidad con una norma armonizada, cuya referencia se haya publicado en el Diario Oficial de la Unión Europea, se considerará conforme a los requi-

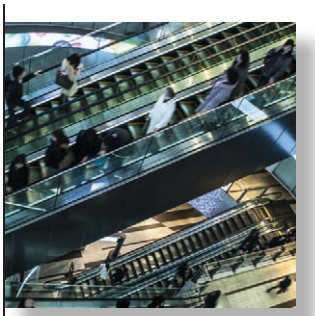


sitos esenciales de seguridad y de salud cubiertos por dicha norma armonizada. Así, la Comisión publicará en el Diario Oficial de la Unión Europea las referencias de las normas armonizadas. En este sentido, y consultando dicha publicación se pueden encontrar las normas armonizadas que aplican a las escaleras mecánicas y andenes móviles.

Una de las normas armonizadas que nos encontramos en esta relación es la norma internacional UNE- EN ISO 12100 relativa a la «Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo», que tiene la finalidad de poner a disposición de los diseñadores de una estructura y una guía general para las decisiones durante el desarrollo de máquinas que les permita producir máquinas que sean seguras para el uso previsto. Esta norma internacional es una norma de tipo A, y proporciona directrices para los normalizadores ayudándoles en la elaboración de normas de tipo B y normas de tipo C coherentes y apropiadas. Esta norma internacional es la base de un conjunto de normas que tienen la estructura siguiente:

- Normas de tipo A: especifican los conceptos, la terminología y los principios de diseño básicos aplicables a todas las categorías de máquinas. Si bien la aplicación de dichas normas por sí solas proporciona un marco esencial para la correcta aplicación de la Directiva de máquinas, no es suficiente para garantizar la conformidad con los requisitos esenciales de salud y seguridad pertinentes de la Directiva y, por tanto, no otorga presunción de conformidad plena.

- Normas de tipo B: abordan aspectos específicos de seguridad de las máquinas o tipos específicos de salvaguardias que pueden utilizarse en una amplia gama de categorías de máquinas. La aplicación de las especificaciones de las normas de tipo B confiere presunción de conformidad con los requisitos esenciales de salud y seguridad de la Directiva de máquinas cubiertos por dichas especificaciones cuando una norma de tipo C o la evaluación de riesgos del fabricante demuestra que una solución técnica especificada en la norma de tipo B es adecuada para la categoría concreta o el modelo de máquina en cuestión. La aplicación de normas de tipo B que incluyan especificaciones para los componentes de seguridad comercializados por separado confiere presunción de conformidad para los componentes de seguridad en cuestión y para los requisitos esenciales de salud y seguridad cubiertos por las normas.



- Normas de tipo C: ofrecen especificaciones para una determinada categoría de máquinas. Los distintos tipos de máquinas pertenecientes a la categoría cubierta por una norma de tipo C están pensados para un uso similar y plantean peligros similares. Las normas de tipo C pueden referirse a normas de tipo A o B, indicando qué especificaciones de la norma de tipo A o B son aplicables a la categoría de máquinas en cuestión. Cuando, para un determinado aspecto de seguridad de la máquina, una norma de tipo C se desvíe de las especificaciones de una norma de tipo A o B, las especificaciones de la norma de tipo C tendrán prioridad sobre las especificaciones de las normas de tipo A o B.

Otra de las normas a destacar por su relevancia para la construcción e instalación de las escaleras mecánicas y andenes móviles es la Norma armonizada UNE- EN 115-1:2009+A1:2010, norma de tipo C que forma parte de la serie de Normas UNE- EN 115, cuyo título general es «Seguridad de escaleras mecánicas y andenes móviles», siendo el resto de partes las siguientes:

- Parte 2: Reglas para la mejora de la seguridad de las escaleras mecánicas y de los andenes móviles existentes.

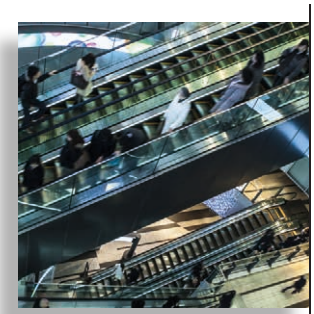
- CEN/TS 115-4, Parte 4: Interpretaciones relativas a las normas de la familia EN 115.

Veamos a continuación las normas de aplicación más significativas para las escaleras mecánicas y andenes móviles.

6.4.2 Construcción e instalación: norma armonizada UNE-EN 115-1:2009+A1:2010

El concepto de Seguridad de las máquinas tiene en cuenta la aptitud de una máquina para desempeñar una determinada función para la que está prevista durante su ciclo de vida, cuando los riesgos han sido adecuadamente reducidos.

La Norma UNE-EN 115-1:2009+A1:2010 Seguridad de escaleras mecánicas y andenes móviles. Parte 1: Construcción e instalación, es una norma de tipo C, y como tal, cuando las disposiciones de esta norma de tipo C sean diferentes a aquellas que se presentan en normas de tipo A o B, las disposiciones de la norma de tipo C tienen prioridad sobre las disposiciones de otras normas, para máquinas que se hayan diseñado y construido de acuerdo a las disposiciones de esta norma de tipo C.



El objeto de esta norma es definir los requisitos de seguridad para escaleras mecánicas y andenes móviles nuevos con el fin de proteger a las personas y a las cosas contra riesgos de accidentes durante la instalación, el servicio y durante los trabajos de mantenimiento e inspección. Esta norma contiene los peligros significativos, situaciones y sucesos peligrosos, cuando las escaleras mecánicas y andenes móviles se usan como estaba previsto y bajo condiciones de un mal uso razonablemente previstas por el fabricante.

En la elaboración de esta norma se ha asumido que en el contrato entre el cliente y el proveedor/instalador se ha negociado: el uso previsto de la escalera mecánica o andén móvil; las condiciones ambientales; posibles problemas de ingeniería civil; y otros aspectos relativos al lugar de instalación.

Si las escaleras mecánicas o los andenes móviles tienen que funcionar en condiciones especiales, como exposición directa a la intemperie o a una atmósfera explosiva, o servir en casos excepcionales como salidas de socorro, se utilizarán materiales, componentes, criterios de diseño e instrucciones de uso que cumplan las condiciones particulares especificadas en cada caso. En el **anexo H** de la norma se han definido algunas recomendaciones adicionales.

Esta norma no aplica a escaleras mecánicas y andenes móviles que fueron fabricados antes de la fecha de su publicación como Norma EN, pero se recomienda que, para las instalaciones existentes, se adapten a esta norma.

Del articulado de la norma cabe subrayar lo siguiente:

El **capítulo 4** de la norma contiene los peligros significativos, situaciones y sucesos peligrosos, tal y como son tratados en esta norma, identificados por la evaluación de riesgos como significativos para escaleras mecánicas y andenes móviles y que requieren alguna acción para eliminarlos o reducir el riesgo. Estos peligros significativos están basados en la norma general de Seguridad de las máquinas y evaluación del riesgo. A este respecto se han identificado peligros mecánicos, eléctricos, de radiación, de incendio y de patinazos, pérdidas de equilibrio y caídas. También, los peligros generados por desatender principios ergonómicos en el diseño de la maquinaria, los generados por fallo del circuito de maniobra y los generados por roturas durante el funcionamiento. Además añade un apartado con los peligros específicos para este tipo de maquinaria.

En su **capítulo 5**, se incluyen los requisitos de seguridad y/o las medidas de protección que deben cumplir las escaleras mecánicas

y andenes móviles para dar conformidad con los requisitos de la Directiva de Máquinas.

La verificación de los requisitos de seguridad y/o las medidas de protección queda recogida en el **capítulo 6**, donde se incluye una tabla que establece los métodos con los que el fabricante de cada nuevo modelo de escalera mecánica o andén móvil debe verificar los requisitos de seguridad y/o medidas de protección descritos en el capítulo 5 y hace la correspondencia con los apartados de la norma.

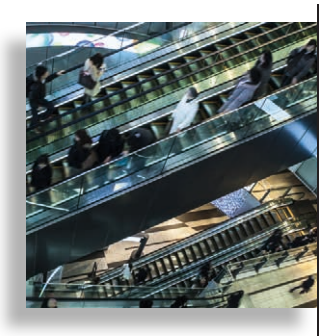
En el **capítulo 7** se recoge la información relativa a su utilización, puesto que todas las escaleras mecánicas y andenes móviles deben suministrarse con una documentación que debe incluir como mínimo un libro de instrucciones para el uso, mantenimiento, inspección, comprobaciones periódicas y operaciones de rescate. Toda la información para el uso debe estar de acuerdo con la Norma EN ISO 12100, y contendrá recomendaciones adicionales para el uso. También debe incluir de manera separada o en combinación, instrucciones para el transporte, montaje e instalación, puesta en marcha, uso de la escalera mecánica o andén móvil, y, si es necesario puesta fuera de servicio, desmontaje y tratamiento posterior de las máquinas, dentro del alcance de esta norma.

Como anexos normativos, la norma incluye las interfaces con el edificio, los componentes electrónicos y exclusión de fallos, diseño y evaluación de circuitos de seguridad, el PESSRAE (ensayo de circuitos de seguridad que contienen componentes electrónicos y/o sistemas electrónicos programables), las señales de seguridad para el usuario de escaleras mecánicas y andenes móviles, y los requisitos destinados al transporte de carros de compra o equipaje. También la norma proporciona anexos informativos que facilitan su aplicación.

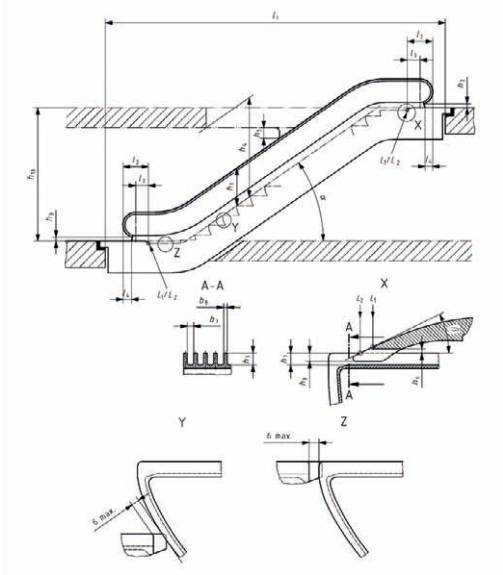
A título ilustrativo destacaremos requisitos de seguridad y/o las medidas de protección que deben cumplir las escaleras mecánicas y andenes móviles nuevos, y que quedan recogidos en el capítulo 5 de la Norma UNE-EN 115-1. A saber:

A) Estructura portante

La estructura portante debe diseñarse de manera que pueda soportar el peso muerto de la escalera mecánica o andén móvil, más una carga nominal de 5.000 N/m^2, y debe calcularse de acuerdo con la



Norma EN 1993-1-1, *«Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificios»*. La flecha máxima, calculada o medida, debida a la carga nominal, no debe superar 1/750 de la distancia entre soportes l_1, ver Fig. 6.2.

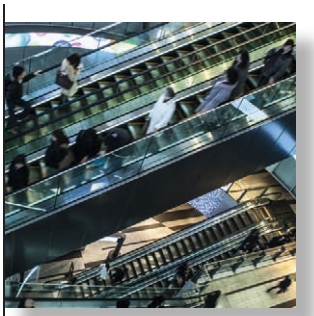


Leyenda:

MEDIDAS PRINCIPALES	MEDIDAS PRINCIPALES
b_7 5 mm a 7 mm (zona pisable escalones y placas)	h_8 ≥ 4 mm
b_7 4,5 mm a 7 mm (bandas)	h_{13} Altura
b_8 2,5 mm a 5 mm (zona pisable escalones y placas)	L_1 Raíz de los dientes del peine
b_8 4,5 mm a 8 mm (bandas)	L_2 Línea de intersección del peine
h_1 0,90 m a 1,10 m	l_1 Distancia entre soportes
h_3 0,10 m a 0,25 m	l_2 ≥ 0,60 m
h_4 ≥ 2,30 m	l_3 ≥ 0,30 m
h_5 ≥ 0,30 m	l_4 ≥ 0,30 m
h_6 ≤ 4 mm	α Ángulo de inclinación
h_7 ≥ 10 mm (zona pisable escalones y placas)	β ≤ 35º
h_7 ≥ 5 mm (bandas)	

Figura 6. 2. Alzado de una escalera mecánica - Medidas principales.
Fuente: AENOR

Todos los elementos de la escalera o del andén móvil, movidos mecánicamente, deben estar completamente encerrados por paredes o pane-



les no perforados. Se exceptúan los escalones, placas o bandas que son accesibles y la parte de los pasamanos utilizable por el usuario.

Los paneles exteriores deben soportar una fuerza de 250 N aplicada en cualquier punto, de manera perpendicular a la superficie y en un área de 25 cm² sin rotura ni deflexión que provoque una abertura. Cualquier panel exterior que se ha diseñado para ser abierto debe estar provisto de un dispositivo eléctrico de seguridad.

Las aperturas de ventilación deben cumplir con la tabla relativa al alcance a través de aberturas regulares para personas de 3 años de edad en adelante, que proporciona la Norma EN ISO 13857, *«Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores e inferiores».*

Los espacios de maquinaria dentro del bastidor solo deben ser accesibles a personal autorizado, por ejemplo con llave, control de acceso, etc.

Las puertas de inspección y trampillas deben estar provistas de un dispositivo de control. Sólo debe ser posible abrir las trampillas y las puertas de inspección por medio de una llave o herramienta especialmente adecuada para tal fin.

El ángulo de inclinación α de la escalera mecánica no debe superar los 30°, pero para alturas h_{13} no superiores a 6 m y a una velocidad nominal no superior a 0,50 m/s, se permite incrementar el ángulo de inclinación hasta 35°, ver Fig. 6.2.

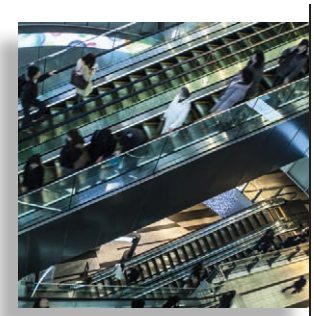
B) Escalones, placa, bandas

En el área de transporte del usuario, la superficie pisable del escalón debe estar horizontal con una tolerancia de ± 1° en la dirección de viaje y debe ofrecer un punto de apoyo seguro.

La anchura nominal de las escaleras mecánicas y andenes móviles, no debe ser inferior a 0,58 m y no superará 1,10 m.

La superficie pisable de escalones y placas, ver Fig. 6.2, debe tener ranuras en la dirección de marcha, con las cuales deben encajar los dientes de los peines, y cumplir lo especificado en la norma en cuanto a medidas de altura del escalón, anchura y profundidad de las ranuras, anchura de los nervios, etc.

Las bandas deben tener ranuras en la dirección de marcha, con las cuales deben encajar los dientes de los peines, y cumplir lo especi-



ficado en la norma en cuanto a empalmes de la banda, anchura y profundidad de las ranuras, etc.

Los materiales deben mantener sus características de resistencia durante toda su vida especificada teniendo en cuenta las condiciones ambientales, por ejemplo temperatura, radiación ultravioleta, humedad, corrosión.

Los escalones, placas y bandas deben diseñarse para soportar todos los posibles efectos de carga y deformación que podrían producirse por el sistema de arrastre, guiado o tracción durante el funcionamiento normal y deben diseñarse para soportar una carga uniformemente distribuida de 6.000 N/m^2. Los escalones, placas y bandas deben superar los ensayos de carga estática y dinámica recogidos en la Norma UNE-EN 115-1.

La ausencia de un escalón/placa debe ser detectada y la escalera mecánica/andén móvil debe detenerse antes de que el hueco (resultante de la pérdida del escalón o placa) salga por el peine.

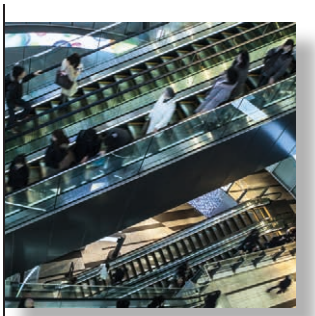
El resto de requisitos a cumplir pueden consultarse en la norma UNE-EN 115-1.

c) Maquinaria de accionamiento

Una máquina de accionamiento no debe hacer funcionar más de una escalera mecánica o andén móvil y la velocidad nominal en vacío no debe desviarse en más de ±5% a la frecuencia y la tensión nominales.

La **velocidad nominal en vacío de la escalera mecánica** no debe superar 0,75 m/s para una escalera mecánica con un ángulo de inclinación α de hasta 30°; o 0,50 m/s para una escalera mecánica con un ángulo de inclinación α entre 30° y 35°. La velocidad nominal de los andenes móviles no debe superar los 0,75 m/s, y se permite que los andenes móviles tengan una velocidad nominal máxima de 0,90 m/s, cuando cumplen determinadas condiciones.

El **acoplamiento entre el freno de servicio y el accionamiento de los escalones, placas o banda**, debe realizarse preferentemente por medio de elementos de acoplamiento mecánico positivo (sin fricción), tales como ejes, engranajes, cadenas múltiples, dos o más cadenas simples. Si se utilizan elementos de fricción, tales como correas trapezoidales (no se admiten correas planas), **debe utilizarse un freno auxiliar**. El factor de seguridad para todos los elementos de accionamiento debe ser como mínimo de 5 para cálculos estáticos.



La **parada de la escalera mecánica o andén móvil** por medio de los dispositivos eléctricos de seguridad debe efectuarse de la forma siguiente: El suministro debe ser interrumpido por dos contactores independientes, cuyos contactos deben estar conectados en serie en el circuito de alimentación. Si, al pararse la escalera mecánica o andén móvil, no se ha abierto uno de los contactos principales de uno de los contactores, debe ser imposible volver a arrancar.

Las escaleras mecánicas y los andenes móviles deben estar equipados con **un sistema de frenado** capaz de detener el aparato con una deceleración uniforme y mantenerlo parado (freno de servicio) y no debe existir retardo intencionado en la aplicación del sistema de frenado. El sistema de frenado debe funcionar automáticamente bien en el caso de ausencia de tensión en la red o bien en el caso de ausencia de tensión de maniobra. Antes del rearme manual se tiene que revisar el sistema de freno y adoptar las medidas correctoras que sean necesarias.

El **freno de servicio** debe ser aplicado por medio de un freno electromecánico o por otros medios. Si no se usa freno de servicio electromecánico, debe disponerse un freno auxiliar. Debe ser necesaria la aplicación de una fuerza continua para mantener abiertos los frenos que puedan liberarse manualmente.

La apertura del **freno electromecánico** debe efectuarse por la acción permanente de una corriente eléctrica. El funcionamiento del freno debe ser efectivo inmediatamente después de abrirse el circuito de freno eléctrico. La fuerza del freno debe generarse por muelle(s) guiado(s) de compresión. La interrupción de la alimentación eléctrica debe ser efectuada por al menos dos circuitos eléctricos independientes. Debe ser imposible volver a arrancar, si después de parar la escalera mecánica o andén móvil, no se ha abierto uno de estos circuitos eléctricos.

Para la **determinación de la fuerza de frenado** en escaleras mecánicas debe aplicarse la Norma UNE-EN 115-1, Tabla 6.1 siguiente. El número de escalones a tomar en consideración, se determina «dividiendo la altura h13 por la máxima altura visible de la contrahuella». A efectos de ensayo, se permite distribuir la carga total de frenado sobre dos tercios del número de escalones así obtenido.

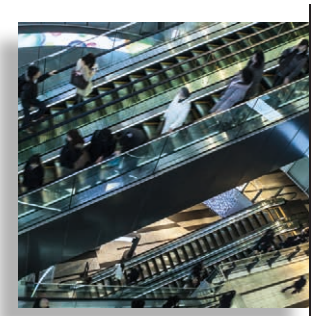


Tabla 6.1. Determinación de la fuerza de frenado en escaleras mecánicas.

Anchura nominal	Carga de frenado por escalón
hasta 0,60 m	60 kg
más de 0,60 m hasta 0,80 m	90 kg
más de 0,80 m hasta a 1,10 m	120 kg

Fuente: AENOR

Las **distancias de parada de escaleras mecánicas sin carga y bajando con carga** deben estar comprendidas entre los valores dados en la Norma UNE-EN 115-1, en Tabla 6.2 siguiente. A velocidades intermedias, deben determinarse las distancias de parada por interpolación. Deben medirse las distancias de parada desde el momento en el que se acciona el dispositivo eléctrico de parada. La deceleración medida en una escalera mecánica en bajada y en la dirección de viaje no debe ser superior a 1 m/s² durante la aplicación del freno.

Tabla 6.2. Distancias de parada para escaleras mecánicas.

Velocidad nominal	Distancia de frenado comprendida entre
0,50 m/s	0,20 m y 1,00 m
0,65 m/s	0,30 m y 1,30 m
0,75 m/s	0,40 m y 1,50 m

Fuente: AENOR

Para la **determinación de la fuerza de frenado** y de las **distancias de parada para los andenes móviles**, la Norma UNE-EN 115-1 también proporciona los valores en las tablas correspondientes.

Las escaleras mecánicas y los andenes móviles inclinados deben estar equipados **con freno(s) auxiliares** en los casos contemplados en la norma.

Las escaleras mecánicas y los andenes móviles deben estar equipadas de una **protección contra riesgos de sobrevelocidad o inversión no intencionada de la dirección de marcha**, de tal forma que se detengan automáticamente antes de que la velocidad supere un valor de 1,2 veces la velocidad nominal.

D) Balaustrada

La **balaustrada debe estar diseñada para resistir** la aplicación simultánea de una fuerza estática en dirección lateral de 600 N y una fuerza

en dirección vertical de 730 N, ambas uniformemente distribuidas sobre una longitud de 1 m y actuando en el mismo sitio en el que se sitúa la parte superior del sistema de guiado del pasamanos.

En caso de que las escaleras mecánicas o andenes móviles se coloquen junto a paredes, deben colocarse dispositivos en los extremos superior e inferior de estas paredes cuando el perfil exterior exceda los 125 mm, para impedir el acceso a la parte exterior del panelado interior.

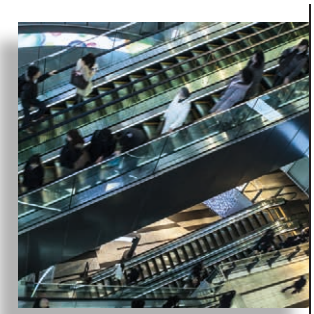
Deben instalarse **balaustradas a cada lado de la escalera mecánica** o andén móvil. En la parte inclinada, la altura vertical h_1 desde la nariz del escalón o superficie de la placa o banda hasta la zona superior del pasamanos no debe ser inferior a 0,90 m ni superior a 1,10 m. En las escaleras y andenes móviles, deben colocarse dispositivos en el perfil exterior a un punto (1.000 ± 50) mm sobre el nivel de suelo terminado, dónde la parte inferior del dispositivo debe llegar al panelado interior y debe extenderse una longitud l_5 de al menos 1.000 mm paralela al panelado interior donde no sea posible pisar.

Las faldillas deben ser verticales, planas y unidas a tope. La distancia perpendicular h_2 entre el borde superior de las faldillas o el borde inferior de los tapajuntas salientes o la parte rígida de los deflectores y la línea de la nariz de los escalones o de la superficie pisable de las placas o banda, no debe ser inferior a 25 mm. En las escaleras mecánicas, debe reducirse la posibilidad de quedar enganchado entre las faldillas y los escalones, y deben cumplirse las condiciones incluidas en la norma, junto con los requisitos recogidos en el capítulo 5 de la Norma UNE-EN 115-1.

Las cabezas de balaustrada deben sobresalir de la raíz de los dientes del peine al menos 0,6 m en dirección longitudinal. La parte horizontal del pasamanos debe sobresalir longitudinalmente en los rellanos, hasta una distancia l_3 de al menos 0,30 m más allá de la línea de intersección del peine.

E) Pasamanos

Cada balaustrada debe estar provista, en su parte superior, **de un pasamanos** que se desplace en la misma dirección que los escalones, placas o banda, y con tolerancia de velocidad 0% a + 2% relativa a la velocidad de los escalones, placa o banda bajo condicio-



nes normales de funcionamiento. Debe colocarse un dispositivo de control de la velocidad del pasamanos que debe parar la máquina en el caso de exista una desviación de más del –15% de la velocidad durante más de 15 s, mientras la escalera mecánica o andén móvil está en movimiento.

Los **perfiles del pasamanos y sus guías** en las balaustradas deben estar constituidos o encerrados de tal manera que se reduzca la posibilidad de que dedos o manos queden pinzados o enganchados.

En el **punto de entrada del pasamanos** en la cabeza de la balaustrada, debe colocarse una defensa que evite la posibilidad de pinzado de dedos y manos. El punto más bajo de entrada del pasamanos en la cabeza de la balaustrada debe estar a una distancia h_3 del piso, que no debe ser inferior a 0,10 m y no debe superar los 0,25 m.

F) Rellanos

La superficie del área de entrada y salida de las escaleras mecánicas y los andenes móviles (es decir, placa del peine y placa de suelo) **debe ser antideslizante** en una distancia mínima de 0,85 m medidos desde la raíz de los dientes del peine.

En los rellanos, la configuración de los escalones de la escalera mecánica deben guiarse de tal manera que los bordes delanteros de los escalones que salen del peine y los bordes traseros de los escalones que entran en el peine se muevan horizontalmente durante una longitud mínima de 0,80 m, medida desde el punto L1.

En escaleras mecánicas, **el radio de curvatura de la transición inferior** entre la pendiente y la horizontal de la escalera mecánica debe ser al menos de 1,00 m hasta velocidad nominal 0,65 m/s y de al menos 2,00 m por encima de 0,65 m/s. Si se trata del **radio de curvatura en la transición superior** entre la pendiente y la horizontal, este debe ser: mínimo 1,00 m para velocidades nominales $v \leq 0{,}5$ m/s (inclinación máxima 35º); mínimo 1,50 m para velocidades nominales $0{,}5 \text{ m/s} < v \leq 0{,}65$ m/s (inclinación máxima 30º); o mínimo 2,60 m para velocidades nominales $v > 0{,}65$ m/s (inclinación máxima 30º).

Los peines deben montarse en ambos rellanos para facilitar la transición de los pasajeros. Los peines deben ser fácilmente reemplazables.

Los dientes de los peines deben encajar con las ranuras de los escalones, placas o banda. La anchura de los dientes del peine no debe ser inferior a 2,5 mm, medida en la superficie pisable. Los extremos de los peines deben ser redondeados y conformados de manera que se minimice el riesgo de quedar enganchado entre los peines y los escalones, placas o banda.

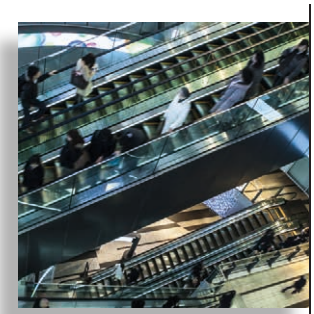
G) Recintos para la maquinaria, estaciones de accionamiento y retorno

Estos recintos deben utilizarse solamente para colocar el equipo necesario para el **funcionamiento, mantenimiento e inspección de la escalera mecánica** o el andén móvil. En estos recintos se admite la instalación de sistemas de detección de incendios, equipos de protección directa contra incendios y cabezales aspersores de extinción, siempre que estén suficientemente protegidos contra daños accidentales y no generen riesgos adicionales en las operaciones de mantenimiento.

Debe colocarse **una protección efectiva y cubierta para partes móviles y rotativas si son accesibles y peligrosas**, conforme al capítulo 5 de la Norma EN ISO 12100, en particular para chavetas y roscas en ejes; cadenas y correas; engranajes, ruedas de engrane y ruedas dentadas; salientes de eje motor; limitadores de velocidad no protegidos; vuelta de escalones y placas en estaciones de accionamiento o retorno si se debe entrar en ellas para mantenimiento; y volantes y tambores de freno.

En los recintos de maquinaria, especialmente en estaciones de accionamiento y retorno bajo el bastidor, debe existir **un espacio suficiente para estar de pie**, sin aditamentos fijos de ningún tipo. Este recinto debe tener una superficie mínima de 0,30 m^2 y el lado menor debe tener al menos 0,50 m de longitud.

La **instalación eléctrica de alumbrado y la toma** de corriente deben ser independientes de la fuente de alimentación de la máquina, teniendo que alimentarse por un cable separado o por un cable derivado conectado antes del interruptor principal de la escalera mecánica o andén móvil. Debe ser posible cortar la alimentación de todas las fases desde un interruptor independiente.



Debe existir un **interruptor de parada para mantenimiento y reparación** en las estaciones de accionamiento y retorno. Si la unidad de accionamiento está situada entre el lado de pasajeros del escalón, placa o banda y la línea de retorno, o fuera de los recintos de retorno, deben tener interruptores de parada adicionales en la zona de la unidad de accionamiento.

H) Protección contra incendios

La acumulación de materiales como grasa, aceite, polvo, papel, representa un riesgo de incendio. Por lo tanto, debe ser posible limpiar la suciedad de la parte inferior encerrada de la escalera mecánica o andén móvil.

Los requisitos de construcción y protección contra incendios difieren de un país a otro, y hasta ahora no han sido armonizados. Por lo tanto, esta norma no puede incluir requisitos específicos de protección contra incendios ni de construcción.

I) Transporte

Las escaleras mecánicas o andenes móviles completos, subconjuntos o componentes que no puedan ser manipulados manualmente deben estar equipados con sujeciones para que puedan ser movidos por un dispositivo de elevación o medio de transporte; o estar diseñados de manera que esas sujeciones se puedan colocar; o tener una forma que permita al dispositivo de elevación o medio de transporte sujetarla fácilmente.

J) Instalaciones y aparatos eléctricos

La **instalación eléctrica** de las escaleras mecánicas o andenes móviles debe diseñarse y fabricarse de manera que se asegure la protección contra peligros derivados de los equipos eléctricos, o que puedan ser causados por influencias externas sobre la misma, siempre que el equipo se utilice en aplicaciones para las que haya sido fabricado y se mantenga adecuadamente. Por lo tanto, el **equipo eléctrico debe cumplir** los requisitos establecidos en las normas armonizadas; y debe darse su referencia junto a los límites dentro de los cuales se utiliza.

Los requisitos **se aplican al interruptor principal del circuito de potencia** de la escalera mecánica o andén móvil, y a los circuitos que dependen de él; y al interruptor del circuito de alumbrado de la escalera mecánica o andén móvil y a los circuitos que dependen de él. No recoge la alimentación eléctrica de los bornes de entrada de los interruptores ni la alimentación eléctrica del alumbrado de los recintos de maquinaria y recintos de accionamiento y retorno. La compatibilidad electromagnética debe cumplir con las Normas UNE- EN 12015 y UNE- EN 12016.

Para la **protección contra el contacto directo** deben aplicarse los requisitos del apartado 6.2 de la Norma EN 60204-1:2006.

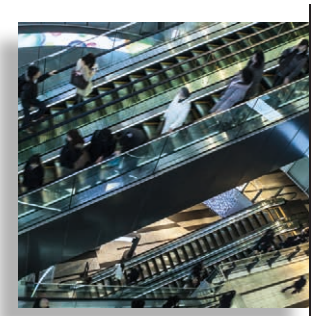
Para el **ensayo de resistencia del aislante** entre conductores, y entre conductores y tierra, deben aplicarse los requisitos del apartado 18.3 de la Norma UNE- EN 60204-1:2006.

Para los **circuitos de maniobra y seguridad**, el valor medio en corriente continua o el valor r.m.s. en corriente alterna entre conductores, o entre conductores y tierra, no debe superar los 250 V. El conductor de continuidad de tierra debe ser conforme al capítulo 8 de la Norma UNE- EN 60204-1:2006.

Para **detener la máquina los contactores principales** deben corresponder a las categorías definidas en la Norma UNE- EN 60947-4-1. Los **contactores de relés** deben pertenecer a las categorías definidas en la Norma EN 60947-5-1:

Los **motores directamente conectados a la red deben protegerse contra cortocircuitos**. Los motores directamente conectados a la red deben protegerse contra sobrecargas por medio de dispositivos automáticos de corte del circuito con reposición manual que deben cortar la alimentación del motor en todos sus conductores activos, véase la Norma UNE-EN 60947-4-1. Si los motores de accionamiento de la escalera mecánica reciben alimentación de generadores de corriente continua accionados por motores, los motores de accionamiento del generador también **deben protegerse contra sobrecargas.**

En las proximidades de la máquina o en los recintos de retorno, o en las proximidades de los dispositivos de maniobra, debe haber un **interruptor principal capaz de cortar el suministro del motor**, del dispositivo de levantamiento del freno y del circuito de maniobra en los



conductores activos. Los requisitos generales de este interruptor se pueden consultar en la Norma EN 60204-1.

El **cableado eléctrico** debe seleccionarse de entre los normalizados por CENELEC y deben ser de calidad al menos equivalente a la definida por los Documentos de Armonización HD 21 y HD 22. Con el fin de asegurar una adecuada resistencia mecánica, la sección de los conductores de circuitos de seguridad no debe ser inferior a 0,75 mm^2.

K) Protección contra fallos eléctricos

En una escalera mecánica o andén móvil deben considerarse los siguientes posibles fallos eléctricos: ausencia de tensión; caída de tensión; pérdida de continuidad de un conductor; defecto de aislamiento con relación a masa o tierra de un circuito; cortocircuito o interrupción de un circuito, cambio de valor o función en un componente eléctrico, como una resistencia, un condensador, un transistor, una lámpara, etc.; no atracción o atracción incompleta de la armadura móvil de un contactor o relé; no separación de la armadura móvil de un contactor o relé; no apertura de un contacto; no cierre de un contacto; e inversión de fase.

La Norma UNE-EN 115-1 proporciona una tabla que relaciona los requisitos para los dispositivos eléctricos y de seguridad teniendo en cuenta los sucesos a detectar y fallos para los que se debe impedir el arranque:

La norma además subraya que ninguno de los defectos debe ser por sí mismo causa de una situación peligrosa. Si un **defecto combinado con un segundo defecto** puede producir una situación peligrosa, la escalera mecánica debe detenerse en el momento en el que tenga lugar la siguiente secuencia de operación, en la que deba participar el elemento defectuoso. Si **dos fallos, combinados con un tercer fallo**, pueden provocar una situación peligrosa, la escalera mecánica o andén móvil debe detenerse en el momento en que tenga lugar la siguiente secuencia de operación en la que deba participar uno de los elementos defectuosos. En la Norma UNE-EN 115-1 se recogen los casos para los que se puede descartar **una combinación de más de tres fallos.**

Los **dispositivos eléctricos de seguridad** deben impedir la puesta en marcha de la escalera mecánica o causar la parada inmediata de

la misma. Ningún equipo eléctrico debe conectarse en paralelo con dispositivos de seguridad eléctricos con la excepción de dispositivos eléctricos de seguridad para inspección y de conexiones a diferentes puntos del circuito de seguridad para información sobre el estado de los dispositivos eléctricos de seguridad.

Una vez accionado, **un dispositivo eléctrico de seguridad** debe impedir que la máquina de tracción se ponga en movimiento o inicie inmediatamente su detención. Debe aplicarse el freno de servicio. Los componentes que controlan los dispositivos eléctricos de seguridad deben elegirse y montarse de forma que puedan funcionar correctamente incluso bajo las tensiones mecánicas resultantes de un funcionamiento continuado.

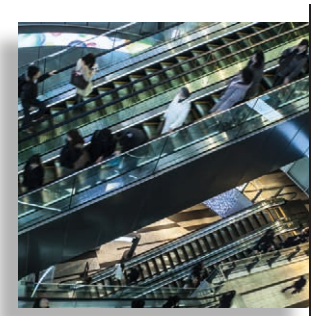
Un **contacto de seguridad** debe funcionar por separación mecánica positiva de los automáticos de corte de circuito. Esta separación mecánica positiva debe producirse incluso aunque los contactos estén soldados unos a otros. La separación mecánica positiva se consigue cuando todos los elementos de apertura del contacto pasan a la posición de apertura, de manera que, durante una parte significativa de la carrera, no exista ningún elemento elástico entre los contactos móviles y la parte del actuador sobre la que se aplica la fuerza de accionamiento.

La Norma UNE-EN 115-1 recoge en su anexo C el diagrama de flujo que debe seguirse para el diseño y evaluación de los **circuitos de seguridad.**

Los **sistemas electrónicos programables en aplicaciones relacionadas con la seguridad (PESSRAE)** deben diseñarse de acuerdo a los requisitos de la Norma EN 62061. Si un PESSRAE y un sistema no relacionado con la seguridad comparten el mismo hardware, deben cumplirse los requisitos relativos al PESSRAE.

L) Maniobras

La puesta en marcha de las escaleras mecánicas debe efectuarse mediante uno o más interruptores sólo disponibles para personas autorizadas y deben ser alcanzables desde un área fuera de la línea de intersección del peine. Estos interruptores no deben funcionar concurrentemente como los interruptores principales.



Las escaleras mecánicas o andenes móviles que **arranquen o aceleren con la entrada de un usuario** (modo *stand-by*) deben moverse con al menos 0,2 veces la velocidad nominal cuando la persona alcance la línea de intersección del peine y entonces acelerar menos que 0,5 m/s². Se ha considerado una velocidad media para una persona caminando de 1 m/s. **Si arrancan automáticamente al paso de un usuario**, la dirección de marcha debe ser predeterminada, claramente visible y marcada de forma inequívoca.

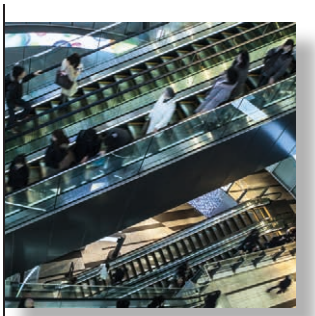
Antes de parar, la **persona que accione el interruptor manualmente** debe tener medios de asegurarse de que nadie está utilizando la escalera mecánica o andén móvil, antes de efectuar esta operación. Se permite diseñar la maniobra de forma que **la escalera mecánica se detenga automáticamente** después de un tiempo suficiente tras el accionamiento por el pasajero de uno de los elementos de maniobra.

Para **situaciones de emergencia deben instalarse pulsadores de parada** que provoquen el paro de la escalera mecánica o el andén móvil en caso de emergencia. Deben estar situados en posiciones visibles y fácilmente accesibles en o cerca de los rellanos de la escalera mecánica o andén móvil. Los pulsadores de parada para **situaciones de emergencia deben ser dispositivos eléctricos de seguridad.**

Sólo debe ser posible **una inversión intencionada de la dirección de marcha**, si la escalera mecánica o el andén móvil están en reposo y se cumplen los requisitos correspondientes.

Después de cada parada, excepto para el caso de parada automática, sólo debe ser posible un nuevo arranque por medio de interruptores o por medio de la maniobra de inspección. **Sólo debe ser posible un nuevo arranque mediante interruptor después de que el bloqueo del fallo haya sido rearmado manualmente cuando la parada se efectúe en unos determinados casos** contemplados en la norma.

Cuando la parada se efectúe mediante un pulsador de parada para situaciones de emergencia, se permite **la reactivación de la escalera mecánica para un nuevo arranque automático sin los interruptores** mencionados anteriormente y en unas determinadas condiciones especificadas en la Norma UNE- EN 115-1.



Las escaleras mecánicas deben estar e**quipadas con maniobras de inspección** que permitan el funcionamiento durante los trabajos de mantenimiento o reparación, o la inspección por medio de dispositivos de maniobra portátiles, de accionamiento manual. Con este fin, debe disponerse al menos una salida de inspección para conectar el cable flexible del aparato de maniobra portátil en cada rellano, por ejemplo en las estaciones de accionamiento y retorno en la estructura portante.

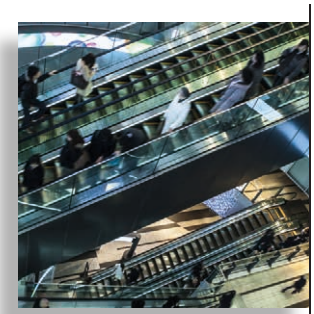
Cada dispositivo de maniobra debe tener **un interruptor de parada.** Cuando se active el dispositivo de maniobra de inspección, la operación del interruptor de parada debe interrumpir la alimentación a la máquina y debe activar el freno de servicio. Cuando se utilice este dispositivo de maniobra, todos los demás interruptores de arranque deben quedar inoperantes.

6.4.3 Otras normas de apoyo

Hoy en día, más de 75.000 escaleras mecánicas y andenes móviles están en marcha en la Unión Europea, de los cuales más del 50% se instalaron en el siglo pasado. Las nuevas tecnologías y las expectativas sociales han conducido al estado de la técnica actual para la seguridad. Esto ha llevado a la situación de diferentes niveles de seguridad de un lado a otro de Europa. En cualquier caso, los usuarios y el personal autorizado esperan un nivel se seguridad común aceptable.

Con la publicación de la **Norma UNE-EN 115-2:2011** «Seguridad de escaleras mecánicas y andenes móviles. Parte 2: Reglas para la mejora de la seguridad de las escaleras mecánicas y de los andenes móviles existentes», se define un enfoque común y se describen procedimientos claros para lograr niveles aceptables de seguridad en los aparatos existentes.

Sobre la base de las evaluaciones de riesgo, esta norma clasifica a diferentes peligros y situaciones peligrosas, y también lista los riesgos altos, medios y bajos, y las medidas correctivas que se pueden implementar de una manera paso a paso, para reducir los riesgos. En el anexo B de esta norma se proporciona una lista de comprobación para identificar los peligros y las medidas correctoras, que puede utilizarse para llevar a cabo una auditoría de una escalera mecánica o un andén móvil existente. En cualquier caso, donde se identifique una



situación peligrosa que no esté cubierta por esta norma, debería realizarse una evaluación de riesgos específica, siguiendo la **Norma UNE-EN ISO 14798** «Ascensores, escaleras mecánicas y andenes móviles. Metodología de la evaluación y de la reducción de riesgos».

Esta norma europea proporciona reglas para la mejora de la seguridad de las escaleras mecánicas y andenes móviles existentes con el objetivo de alcanzar un nivel de seguridad equivalente a las escaleras mecánicas y andenes móviles recientemente instalados mediante la aplicación del estado de la técnica actual de seguridad.

Aunque esta norma no aplica a la seguridad durante el transporte, instalación, reparaciones y desmantelamiento de las escaleras mecánicas y andenes móviles; ni a escaleras mecánicas en espiral; ni a andenes móviles de aceleración. Para estos casos, esta norma puede utilizarse de manera útil como referencia.

Como se ha comentado anteriormente, tanto las escaleras mecánicas como los andenes móviles están al amparo de la Directiva de Máquinas y por ende, bajo el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas. Las máquinas deben cumplir los denominados «requisitos esenciales de seguridad y salud» que garanticen la seguridad de las máquinas, teniendo en cuenta el estado de la técnica en el momento de la fabricación y los imperativos técnicos y económicos, y ser objeto de una instalación y un mantenimiento correctos. Bajo esta directiva disponemos de la **Norma UNE-EN 13015:2001+A1:2008** relativa a «Mantenimiento de ascensores y escaleras mecánicas. Reglas para instrucciones de mantenimiento». Es una norma armonizada que especifica los elementos necesarios para la preparación de instrucciones para las operaciones de mantenimiento para las instalaciones nuevas de ascensores de pasajeros, de pasajeros y cargas, de sólo cargas, minicargas, escaleras mecánicas y andenes móviles.

Esta norma armonizada no cubre las instrucciones para el montaje y desmontaje, ni comprobación legal, ni ensayos basados en reglamentaciones nacionales.

Se destaca por su relevancia el siguiente articulado de la norma: En su apartado 3.2 se define la **organización de mantenimiento** como la compañía o parte de ella en la que persona(s) competente(s) de mantenimiento realiza(n) operaciones de mantenimiento en repre-

sentación del **propietario de la instalación**, y en su apartado 4.3.3 se proporciona la información para la organización de mantenimiento, que debe incluir. En su apartado 3.7 se define al propietario de la instalación como la persona natural o legal que tiene el poder de disponer de la instalación, y que se responsabiliza de su funcionamiento y uso; y en su apartado 4.3.2 se proporciona la información a incluir en las instrucciones de mantenimiento relativas a las tareas que tiene que realizar el propietario.

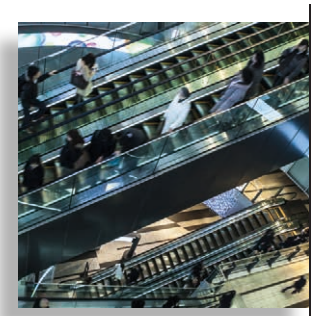
Debido a que los componentes pueden ser diferentes, tanto por el diseño como por el funcionamiento, de una escalera mecánica a otra, no es posible proporcionar una lista exhaustiva de las comprobaciones a considerar en las instrucciones de mantenimiento que son responsabilidad del fabricante. No obstante lo anterior, como la escalera mecánica está incluida en el alcance de la Directiva de máquinas, se debe cumplir tanto la revisión como el mantenimiento preventivo, así como la periodicidad indicada en el manual de instrucciones del fabricante/instalador. En decir, es obligatorio llevar a cabo el mantenimiento preventivo de la instalación, prestando especial atención a los elementos de seguridad y resguardos y dispositivos de protección.

Por último, mencionaremos por su interés e importancia, la Especificación Técnica **UNE-CEN/TS 115-4:2016** «Seguridad de escaleras mecánicas y andenes móviles. Parte 4: Interpretaciones relativas a las normas de la familia EN 115». Este documento recoge las interpretaciones a la Norma armonizada UNE-EN 115 1

Las interpretaciones tienen como objeto mejorar la comprensión de los capítulos a los que se están refiriendo, y facilitar el entendimiento común entre los fabricantes, instaladores, organismos notificados, organismos de control y la autoridad competente. Aunque las interpretaciones no tienen el mismo estatus que las normas europeas a las que están vinculadas, facilitan la aplicación de la norma y dan la confianza suficiente a las partes interesadas de que la norma europea no se ha aplicado erróneamente.

6.4.4. Novedades del estado de la técnica: proyecto prEN 115-1

El grupo de trabajo europeo CEN/TC 10/WG 2 está llevando a cabo la revisión de la Norma UNE-EN 115-1, y tiene prevista su publicación para marzo de 2018. La norma revisada incluirá, entre otras novedades, las siguientes:



- Mejora en la seguridad debido a los cambios en la tecnología probada.

- Necesidad de reflejar los cambios en el estado del arte, como: Nueva estructura para los requisitos eléctricos con capítulos para los dispositivos de protección, seguridad y control; requisitos para insertar escalones; extensión del sistema de frenado mediante otros medios; añadir los requisitos de protección; introducción del modelo de dos direcciones; incluir un indicador del interruptor de parada; requisitos para dispositivos fijos en áreas accesibles; etc.

- Incorporación de los requisitos esenciales de seguridad y salud de las Directivas relevantes;

- Clarificación del texto, e incorporación de mejoras propuestas resultantes de las peticiones de interpretación.

- Mejora en la referencia a otras normas de acuerdo al progreso en este campo.

De todas las anteriores es importante reseñar, como gran novedad del estado del arte, las siguientes:

- El frenado eléctrico, utilización de equipos de control de movimiento electrónicos que permite desacelerar (parar) la escalera siempre igual, independientemente de la carga de la escalera.

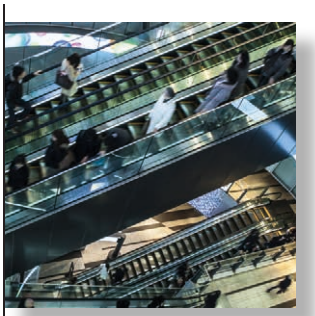
- El uso de una escalera con dos direcciones de marcha , que se predetermina el sentido de marcha por aquel usuario que llega antes.

- Una definición clara del área restringida de salida.

6.5. NORMATIVA ESPECÍFICA RELATIVA A EFICIENCIA ENERGÉTICA

6.5.1. Introducción

En la actualidad es un hecho fuera de toda duda que en el sector de aparatos de elevación se está viviendo una creciente preocupación por incrementar la eficiencia energética de los elevadores, hasta tal



punto que se está convirtiendo en un elemento clave para el mercado, lo que hace que aumente la necesidad de encontrar soluciones en este sentido. Esto, indudablemente, tiene consecuencias beneficiosas para la preservación del medioambiente y de los recursos naturales y energéticos.

La eficiencia energética de los elevadores comprende todas aquellas soluciones y estrategias que permiten reducir la energía que consumen sin afectar a la calidad del servicio que proporcionan. Las normas técnicas han sabido dar respuesta a esta demanda.

El sector trabaja con la intención de dotar a sus equipos de los sistemas y componentes más avanzados con el objetivo de alcanzar la mayor eficiencia energética. Motivados por esta inquietud las empresas fabricantes de elevadores ya estaban utilizando estándares a nivel local sobre el consumo energético y su clasificación.

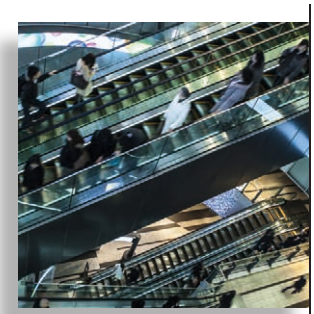
En el comité técnico internacional ISO/TC 178 de «Ascensores, escaleras mecánicas y andenes móviles», conscientes de esta realidad y en respuesta a la necesidad cada vez mayor de garantizar y apoyar el uso eficaz y eficiente de la energía, decide por consenso la elaboración de la serie de Normas ISO 25745 relativas a la *Eficiencia energética de los ascensores, escaleras mecánicas y andenes móviles*.

El grupo de trabajo ISO/TC 178/WG 10 que ha desarrollado la serie de normas ISO 25745 ha previsto que la primera parte de la norma trate la medición de la energía y su verificación, y que las otras dos partes traten del cálculo energético y clasificación de los ascensores, y de las escaleras mecánicas y andenes móviles.

El texto de la serie de Normas ISO 25745 ha sido aprobado por CEN como la serie de Normas EN ISO 25745 sin ninguna modificación, y por lo tanto adoptadas por los estados miembros de la Unión Europea. Se estructura en tres partes:

- *UNE- EN ISO 25745-1:2013 «Eficiencia energética de los ascensores, escaleras mecánicas y andenes móviles. Parte 1: Medición de la energía y verificación».*

- *UNE- EN ISO 25745-2:2015 «Eficiencia energética de los ascensores, escaleras mecánicas y andenes móviles. Parte 2: Cálculo energético y clasificación de los ascensores».*



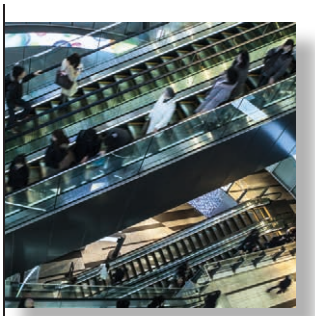
- *UNE- EN ISO 25745-3:2015 «Eficiencia energética de los ascensores, escaleras mecánicas y andenes móviles. Parte 3: Cálculo energético y clasificación de las escaleras mecánicas y andenes móviles».*

La serie de Normas UNE-EN ISO 25745 aporta métodos consensuados internacionalmente para la medición, cálculo y clasificación del consumo energético de ascensores, escaleras mecánicas y andenes móviles. Esta norma proporciona un método objetivo para medir la energía consumida por un ascensor, o escalera mecánica o andén móvil, y establece una clasificación para comparar la eficiencia entre los diferentes aparatos de elevación. Su uso permitirá avanzar en la reducción del consumo de energía durante la utilización de estos equipamientos, lo que redundará en beneficio de propietarios y usuarios. Esta norma es adecuada para las necesidades de eficiencia energética en el contexto de la reglamentación nacional o regional, tal como exige la Directiva 2010/31/UE del Parlamento europeo y del Consejo, de 29 de junio de 1995, relativa a la eficiencia energética de edificios.

Abordaremos las partes 1 y 3 de la Norma UNE-EN ISO 25745 que son las partes que aplican a escaleras mecánicas y andenes móviles.

La primera parte es una norma puramente técnica que expone el procedimiento que hay que seguir para la medición del consumo energético de ascensores, escaleras mecánicas y andenes móviles en el momento de su instalación o en una torre de pruebas. Además del procedimiento detallado, el documento especifica las medidas que hay que realizar y las características del equipamiento necesario, los puntos de medida y los datos que debe incluir el informe. Por otra parte, propone procedimientos simplificados para llevar a cabo verificaciones periódicas de consumo de los equipos en funcionamiento.

La tercera parte se centra en las escaleras mecánicas y andenes móviles y proporciona un método para estimar el consumo de energía diario y anual, así como un método para la clasificación energética de equipos nuevos, existentes o modernizados. Adicionalmente, incluye una serie de directrices para la reducción del consumo de energía que puede usarse para apoyar sistemas de clasificación energética y ambiental de edificios.



6.5.2 Medición de la energía y verificación: norma une-en iso 25745-1

La Norma UNE- EN ISO 25745-1:2013 «*Eficiencia energética de los ascensores, escaleras mecánicas y andenes móviles. Parte 1: Medición de la energía y verificación*», pretende ser una referencia para los siguientes grupos de interés:

- Diseñadores de edificios o propietarios de la determinación y de la confirmación del consumo energético de un edificio.
- Propietarios de edificios y empresas de servicios para realizar la verificación energética periódica reglamentaria.
- Fabricantes, instaladores y proveedores de mantenimiento de ascensores, escaleras mecánicas y andenes móviles.
- Consultores y arquitectos involucrados en la especificación del aparato de elevación.

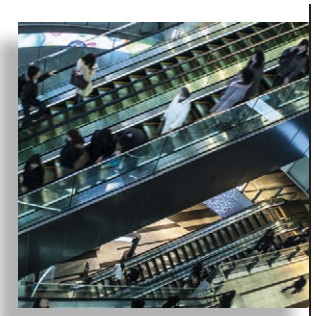
Esta norma proporciona un método coherente de medida del consumo energético real de un ascensor, de una escalera mecánica y de un andén móvil instalado; así como un método simple que permite verificar periódicamente que el consumo energético de una unidad instalada no ha cambiado.

El consumo energético total durante todo el ciclo de vida consiste en la energía requerida para la fabricación, la instalación, el funcionamiento y el desecho de los ascensores, escaleras mecánicas y andenes móviles.

La Norma ISO 25745-1 especifica:

a) Métodos para la medida del consumo energético real de ascensores, escaleras mecánicas y andenes móviles sobre la base de las unidades individuales; métodos que permitan confirmar las declaraciones de consumo energético hechas por el fabricante;

b) Métodos para llevar a cabo verificaciones periódicas de energía consumida en ascensores, escaleras mecánicas y andenes móviles en funcionamiento, métodos que permitan identificar cualquier cambio significativo del consumo de energía durante la vida de la instalación.



Hay que tener en cuenta que en el alcance de la norma solo se considera la eficiencia energética durante la fase de operación del ciclo de vida.

La Norma ISO 25745-1, para las escaleras mecánicas y andenes móviles, trata aspectos energéticos del equipo auxiliar como la iluminación (con la excepción de la iluminación de la placa porta peines, de la iluminación del espacio entre escalones y de la luz de señalización); la refrigeración y el calentamiento; los dispositivos de alarma y los equipos de alimentación de emergencia por baterías, entre otros.

Las mediciones de energía y verificaciones se pueden realizar después de la puesta en marcha, en servicio o después de una modernización, si se requiere. En este sentido, las mediciones deben ser practicables en campo; repetibles; realizables con equipamiento de medida comúnmente disponible y realizadas por una persona entrenada y competente.

En los procedimientos a llevar a cabo en las sucesivas mediciones de energía es muy importante que la instrumentación y las condiciones para la configuración del ensayo cumplan los requisitos mínimos especificados en la norma.

Los tipos de medición, las mediciones a realizar y la instrumentación requerida se muestran en las Tablas 6.3 y 6.4.

Tabla 6.3. Medición y verificación del consumo energético de un ascensor.

TIPO DE MEDICIÓN	MEDICIONES A REALIZAR	INSTRUMENTACIÓN
Medición de la energía	Energía principal – Funcionamiento Energía principal – Espera y standby Energía de los auxiliares – Funcionamiento Energía de los auxiliares – Espera y standby	Contador de energía
Verificación de la energía	Corriente principal – Funcionamiento Corriente principal – Espera y standby Corriente de los auxiliares – Funcionamiento Corriente de los auxiliares – Espera y standby	Sonda de intensidad

Fuente: AENOR

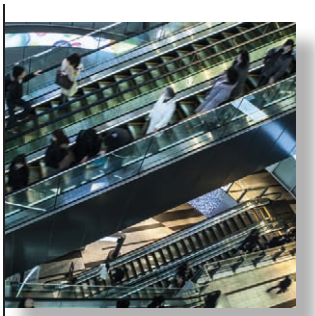


Tabla 6.4. Medición y verificación del consumo energético de escaleras mecánicas y andenes móviles.

TIPO DE MEDICIÓN	MEDICIONES A REALIZAR	INSTRUMENTACIÓN
Medición de potencia	Potencia en condición *stand-by* Potencia en condición de autoarranque Potencia en condición de velocidad lenta Potencia en condición de vacío Potencia de los auxiliares	Medidor de potencia
Verificación de la energía	Potencia en vacío	Medidor de potencia
NOTA No se usa un ciclo de referencia para escaleras mecánicas y andenes móviles. Por tanto se aplica la medición de potencia y la verificación de potencia.		

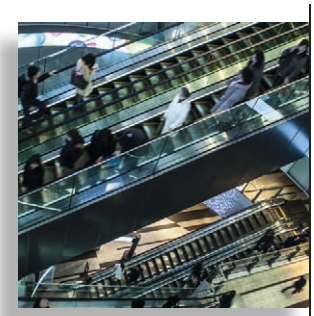
Fuente: AENOR

Las **mediciones de potencia** en escaleras mecánicas y andenes móviles se pueden realizar bajo demanda después de la puesta en marcha o en cualquier momento de la vida del equipo según necesidad. En la propia norma se recogen los procedimientos de medición de la potencia para escaleras mecánicas y andenes móviles.

La comprobación de **la verificación de energía** para ascensores, escaleras mecánicas y andenes móviles sirve para verificar, mediante un procedimiento rápido y simple, que el consumo de potencia de la unidad no ha cambiado significativamente durante su vida. Para determinar si el consumo energético de las escaleras mecánicas o andenes móviles ha cambiado, se mide inicialmente la potencia en condición de vacío y posteriormente, se pueden hacer comprobaciones de potencia en vacío en cualquier momento a lo largo de la vida operativa del equipo.

La Norma UNE-EN ISO 25745-1 indica la **información general** que debe incluir cada informe para las escaleras mecánicas y andenes móviles, y es la siguiente:

- Las tensiones de alimentación.
- El tipo de instrumento, precisión, número de modelo y configuración.



- La temperatura del cuarto de máquinas.
- La fecha, hora, nombre de la persona que realiza las mediciones, nombre del edificio, localización de la unidad, número de la unidad y fecha de instalación.
- Las condiciones de *stand-by* (por ejemplo, luces encendidas o apagadas, etc.).
- Anchura del escalón, altura/distancia de recorrido, velocidad nominal (en funcionamiento y en espera), ángulo de inclinación, etc.

Cuando se trata de **informes de comprobación de la verificación de energía de escaleras mecánicas y andenes móviles** se recomienda el reporte de información adicional sobre las tecnologías aplicadas. Además de la anchura del escalón, la altura, y la dirección se debe reportar la potencia medida en condición de vacío.

En la norma se proporcionan ilustraciones correspondientes a los puntos de conexión de los instrumentos de medida para las escaleras mecánicas y andenes móviles:

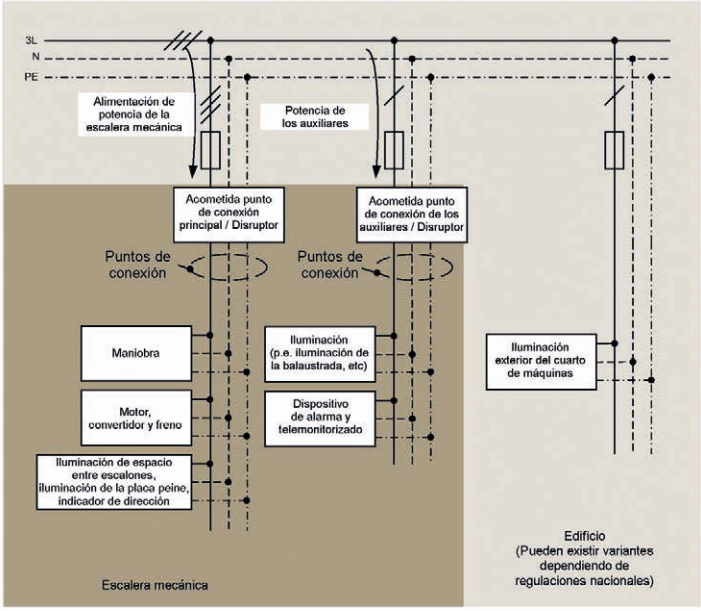


Figura 6.3. Ilustración de los puntos de conexión de los instrumentos de medida - Escaleras mecánicas y andenes móviles. **Fuente:** AENOR

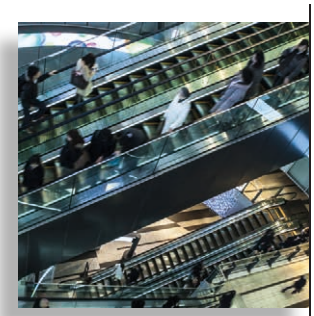
6.5.3. Cálculo energético y clasificación de las escaleras mecánicas y andenes móviles: norma UNE-EN ISO 25745-3

En el ámbito internacional, para el desarrollo y elaboración de la Norma **ISO 25745-3**, el grupo de trabajo WG10 del Comité Técnico ISO/TC 178 ha llevado a cabo una amplia investigación, incluyendo mediciones y modelizaciones de más de 300 instalaciones de escaleras mecánicas y andenes móviles. Los resultados de esta investigación se han utilizado para obtener los valores numéricos que se muestran en la norma. En el ámbito europeo, CEN adopta íntegramente el texto de la norma, y se publica como Norma EN ISO 25745-3. A nivel nacional, el seguimiento del desarrollo de estas normas es responsabilidad del subcomité AEN/CTN 58/SC 7 «Ascensores, escaleras mecánicas y andenes móviles»

La Norma UNE- EN ISO 25745-3:2015 *«Eficiencia energética de los ascensores, escaleras mecánicas y andenes móviles. Parte 3: Cálculo energético y clasificación de las escaleras mecánicas y andenes móviles»*, pretende ser una referencia para los siguientes grupos de interés:

- Promotores inmobiliarios / propietarios para evaluar el consumo de energía de escaleras mecánicas y andenes móviles.
- Propietarios de edificios y empresas de servicios a la hora de modernizar instalaciones que incluyan la reducción del consumo de energía.
- Instaladores y empresas de mantenimiento de escaleras mecánicas y andenes móviles.
- Consultores y arquitectos involucrados en la especificación de las escaleras mecánicas y andenes móviles.
- Inspectores y terceras partes que proporcionan servicios de clasificación energética.

El consumo energético total durante todo el ciclo de vida consta de la energía requerida para la fabricación, la instalación, el funcionamiento y el desecho de escaleras mecánicas y andenes móviles. Sin embargo, en esta norma sólo se considera el comportamiento del elevador en cuanto a la energía requerida para su utilización (en funcionamiento y *stand-by*).



Para las escaleras mecánicas y andenes móviles, la Norma ISO 25745-3 proporciona:

a) Un método para estimar el consumo de energía diario y anual.

b) Un método para la clasificación energética de escaleras mecánicas y andenes móviles nuevos, existentes o modernizados.

c) Directrices para la reducción del consumo de energía que pueden usarse para apoyar sistemas de clasificación energética y medioambiental de edificios.

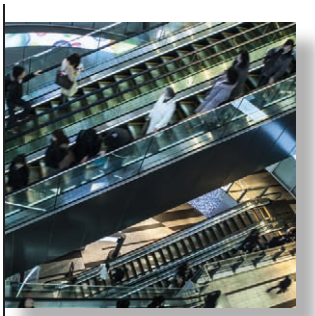
La Norma ISO 25745-3 especifica lo siguiente:

a) Herramientas genéricas para estimar el consumo de energía escaleras mecánicas y andenes móviles; y

b) Un método coherente para la clasificación de la eficiencia energética de escaleras mecánicas y andenes móviles existentes, modernizados y nuevos.

La Norma ISO 25745-3 considera la eficiencia energética durante la parte operativa del ciclo de vida de las escaleras mecánicas y andenes móviles. No considera el consumo de energía ni la clasificación del equipamiento auxiliar, tales como la iluminación; la refrigeración, calefacción y ventilación del cuarto de máquinas; los sistemas de alarma y equipamiento de las baterías de alimentación de emergencia; las condiciones ambientales y el consumo a través de las tomas de corriente. Esta norma considera todas las escaleras mecánicas con elevación de hasta 8 m y andenes móviles horizontales con una longitud de hasta 60 m. Esto representa aproximadamente el 85% de unidades instaladas en todo el mundo.

La potencia consumida medida o calculada se utiliza para determinar el consumo de energía. El consumo de energía se obtiene multiplicando la potencia consumida por un período de tiempo definido. En la Norma ISO 25745-3 se indican los métodos de cálculo para **estimar el consumo de energía** de las escaleras mecánicas y andenes móviles. Las fórmulas se proporcionan para situaciones en las que no se dispone de un método más completo o adecuado. El consumo de energía estimado por las fórmulas se basa en factores promedio. Los cálculos de energía que se obtienen usando estos métodos son sólo estimaciones y pueden diferir del consumo de energía real, el cual se ve afectado principalmente por la topología del tráfico, la tecnología y los factores de carga.



Nótese que puede haber una desviación entre un valor calculado y un valor medido en una instalación específica. Esto puede deberse a los supuestos considerados. Si la diferencia es mayor del 20%, debería llevarse a cabo una investigación.

Para la estimación del consumo de energía se proporcionan los siguientes métodos:

- Método de cálculo basado en valores por defecto para fines de planificación.

- Método de cálculo basado en la medición de potencia.

El alcance y contenido de los informes de resultados se muestran en la norma. Se debe reportar la información correspondiente y se recomienda incluir información adicional acerca de las tecnologías aplicadas.

La Norma ISO 25745-3 especifica una metodología para la clasificación de eficiencia energética de una escalera mecánica o andén móvil. La clasificación de eficiencia energética se obtiene mediante la ejecución de los siguientes pasos:

a) Normalización de la potencia consumida calculada o medida de una sola unidad:

   - Cálculo del consumo de potencia de referencia.

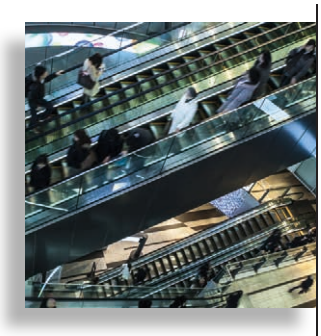
   - Cálculo o medición del consumo de potencia de la unidad especificada.

   - Cálculo del coeficiente de eficiencia energética.

b) Normalización del consumo de potencia en modo de funcionamiento de una sola unidad. Se incluye el cálculo del coeficiente de eficiencia de referencia para el modo de funcionamiento.

c) Consideración de la eficiencia energética de los auxiliares:

La metodología de clasificación se aplica a escaleras mecánicas y andenes móviles en servicio bien sea con valores medidos en una instalación o proporcionado por el fabricante. También se puede utilizar para volver a clasificar una instalación después de una modernización.



La potencia consumida por una unidad en funcionamiento en condición de vacío es el resultado de la suma de:

- La potencia consumida por el sistema de pasamanos,
- La potencia consumida por el sistema de banda de escalones, y
- La potencia consumida por el sistema de control (valor de referencia en Tabla 6.5).

Tabla 6.5. Valores de referencia.

	Escalera mecánica v < 0,65 m/s todas las inclinaciones	Escalera mecánica v ≥ 0,65 m/s[a] todas las inclinaciones	Andén móvil inclinado α > 3° a 12°	Andén móvil horizontal α = 0° a 3°	Unidad
A	9	5	4	5	N/m
B	400	400	400	300	N
C	0,1	0,1	0,1	0,1	kN
D	0,405	0,405	0,405	0,405	m
$\eta_{en\ vacío}$	0,3	0,25	0,34	0,4	–
$\mu_{es/pl}$	0,05	0,05	0,05	0,05	–
$m_{es/pl}$	14	14	14	14	kg
m_{cadena}	5,5	7	5,5	5,5	kg/m
$P_{control_en_vacío}$	0,4	0,4	0,4	0,4	kW

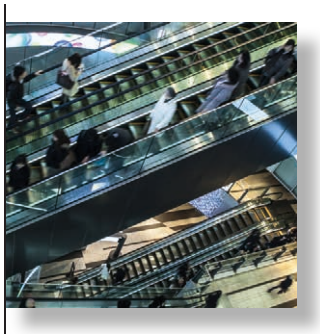
[a] Las escaleras mecánicas con velocidad ≥ 0,65 m/s y 0,75 m/s, se usan normalmente en aplicaciones de transporte público.

Fuente: AENOR

Para el cálculo de la potencia consumida por la unidad especificada, se puede usar el modelo de cálculo especificado anteriormente, pero teniendo en cuenta que los valores de referencia de la Tabla 6.5 se sustituyen por los valores específicos de la unidad considerada.

Alternativamente, en el caso de unidades existentes, la potencia consumida se puede determinar mediante mediciones según la Norma ISO 25745-1. Adicionalmente a lo especificado en la Norma ISO 25745-1, las mediciones deben tomarse:

- Después de la finalización de un período de rodaje de 1.000 h.



- Después de al menos 30 min de funcionamiento continuo (es decir, una vez que la temperatura de la máquina se estabiliza); y

- A una temperatura ambiente entre 10 °C y 30 °C.

En el cálculo y/o medición deben incluirse la indicación de dirección, la iluminación de la holgura entre escalones, y la iluminación de la placa de peines (si existe).

El coeficiente de eficiencia energética se determina relacionando la potencia consumida por la unidad especificada con el consumo de potencia de referencia.

Para el modo de funcionamiento de referencia, en el cálculo del coeficiente de eficiencia energética, se usa un perfil de uso de acuerdo a la tabla proporcionada por la norma. El coeficiente de eficiencia energética para cada modo de funcionamiento varía en dependencia del perfil de uso y no afecta al coeficiente de eficiencia energética. Para la clasificación del coeficiente de eficiencia energética para cada modo de funcionamiento se utiliza únicamente la referencia de la Tabla 6.6.

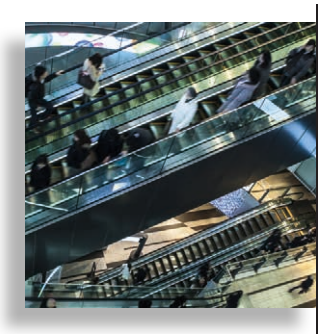
Tabla 6.6. Referencia perfil de uso.

Modo de funcionamiento	Apagado	Velocidad lenta	Arranque automático	Funcionamiento continuo
Especificación de la unidad	De acuerdo con la tabla de estimación del consumo de energía de la Norma ISO 25745-3			
	Perfil de uso de referencia			
t_{total}	24 h	24 h	24 h	24 h
$t_{velocidad\ nominal}$	12 h	10 h	10 h	12 h
$t_{standby}$	0 h	12 h	12 h	12 h
$t_{apagado}$	12 h	–	–	–
$t_{velocidad\ lenta}$	–	2 h	–	–
$t_{arranque_automático}$	–	–	2 h	–
Consumo de energía[a]	30,1 kWh/d	30,0 kWh/d	28,1 kWh/d	32,5 kWh/d
Rendimiento energético para el modo de funcionamiento	93%	92%	86%	100%

NOTA La combinación del modo de velocidad lenta y del modo de arranque automático constituye otro perfil de uso y no se ha considerado.

[a] Sin consumo de energía debido al transporte de pasajeros

Fuente: AENOR



La clasificación de la eficiencia energética se obtiene mediante la aplicación de los siguientes indicadores:

a) indicador de la clase de eficiencia energética

Este indicador de clasificación describe el impacto tanto de la eficiencia de las partes activas como de la fricción entre componentes o sistemas de la escalera mecánica pasiva/andén móvil. El indicador de clasificación se da en el rango de A+++ a E, donde A+++ es el mejor rendimiento. La clasificación se obtiene aplicando la Tabla 6.7.

Tabla 6.7. Indicador de la clase de eficiencia energética. **Fuente:** AENOR

Coeficiente de eficiencia energética	≤55%	≤60%	≤65%	≤70%	≤80%	≤90%	≤100%	>100%
Indicador de la clase de eficiencia energética	A+++	A++	A+	A	B	C	D	E

b) Indicador de modo de funcionamiento

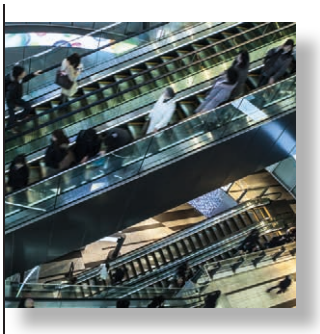
La capacidad de funcionamiento de cada modo se indica mediante un logotipo. Este indicador de clasificación (logo) describe la capacidad de funcionamiento de la unidad para funcionar en uno o más de los modos de funcionamiento siguientes.

c) Indicador de eficiencia energética de los auxiliares

No se define un indicador para la escalera mecánica/andén móvil. La medición de la potencia consumida por cualquier equipo auxiliar no se considera para la clasificación energética.

Los informes que recogen los resultados de la evaluación de la energía se deben documentar y se debe incluir lo siguiente:

a) La especificación técnica de la unidad de acuerdo con la hoja de datos del fabricante.



b) El consumo de potencia calculado o medido en condición de vacío.

c) El indicador de la clase de eficiencia energética.

d) El indicador (s) de eficiencia para cada modo de funcionamiento marcado ✕ o ✓ dependiendo de los modos de funcionamiento opcionales disponibles en la unidad.

La Norma ISO 25745-3 proporciona un ejemplo de informe. Además, incluye un anexo para el cálculo del consumo de energía con fórmulas que se han desarrollado para escaleras mecánicas y andenes móviles para cualquier tipo de aplicación.

Anexo

Manual de buenas prácticas en las escaleras mecánicas

Guía de buenas prácticas en el uso de escaleras mecánicas

FEEDA

FEDERACIÓN EMPRESARIAL ESPAÑOLA DE ASCENSORES

FEDERACIÓN EMPRESARIAL
ESPAÑOLA DE ASCENSORES

Doctor Fleming 55, 6º Dcha.
Madrid - 28036
feeda@feeda.es
91 345 2024

www.feeda.es

INTRODUCCIÓN

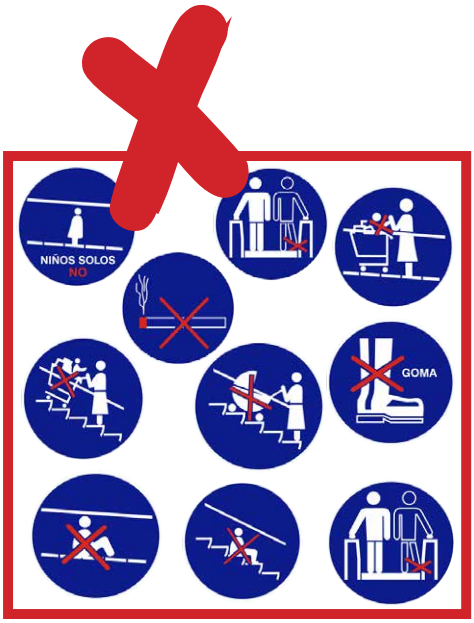
Las escaleras mecánicas y los andenes móviles se han convertido en un medio de transporte habitual en grandes espacios. Este medio es bastante seguro en relación al número de desplazamientos que se realizan diariamente.

Desde la Federación Empresarial Española de Ascensores (FEEDA) tenemos como objetivo colaborar en la reducción de posibles accidentes. Para lograrlo, es fundamental observar algunas normas al entrar, permanecer y salir de una escalera mecánica o un andén móvil. Todas estas normas son para todos nosotros, pero especialmente si viajas con niños.

¡En las escaleras mecánicas, tu seguridad importa!

1 Entrada

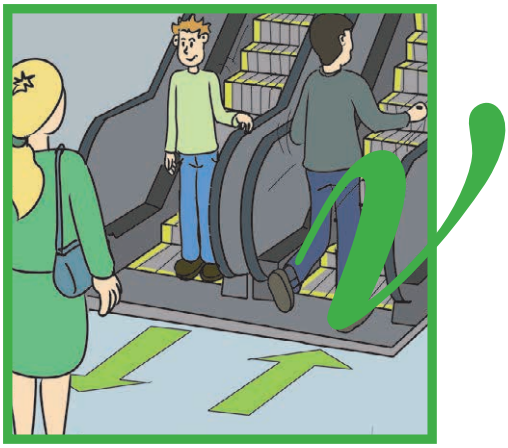
¿Qué hacer al entrar?



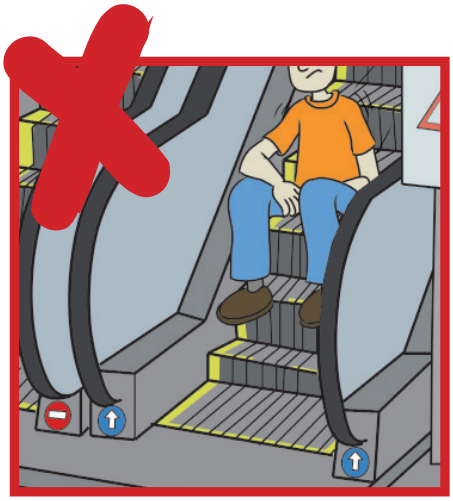
RECUERDA: ¡Presta atención a las recomendaciones!

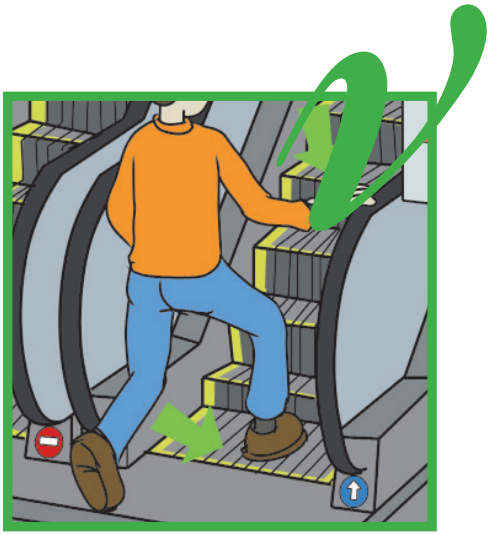
FEEDA

1. Entrada



- **ANTES** de subirte a una escalera, detente un momento, y comprueba que el sentido de la marcha es el correcto.

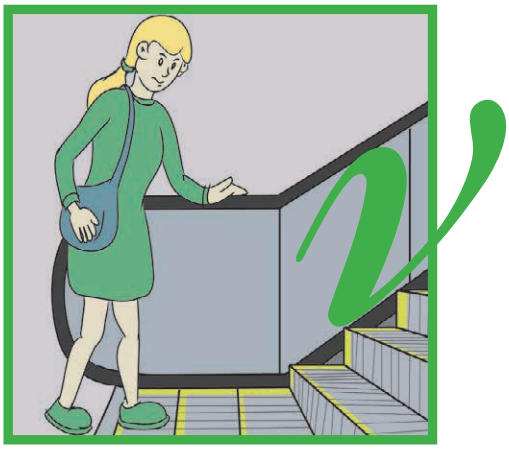




- **NO TE SIENTES** en los escalones ni en el pasamanos.

FEEDA

1. Entrada



- **SI LA ESCALERA** tiene arranque automático, presta atención al pisar, y agárrate al pasamanos.

- **SI VAS CON UN NIÑO** llévale siempre de la mano y, si es muy pequeño en brazos.

FEEDA

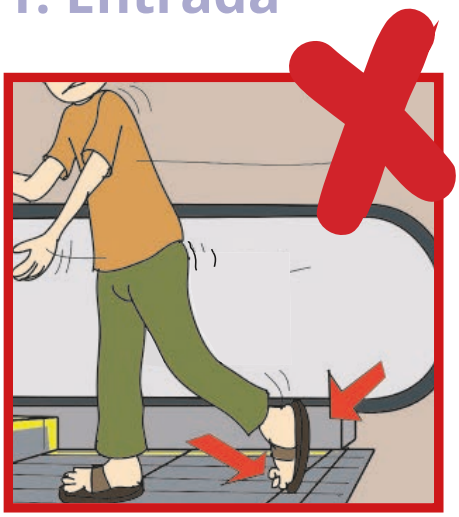
1. Entrada

- **NO TE SITÚES** demasiado cerca de la balaustrada o barandilla.

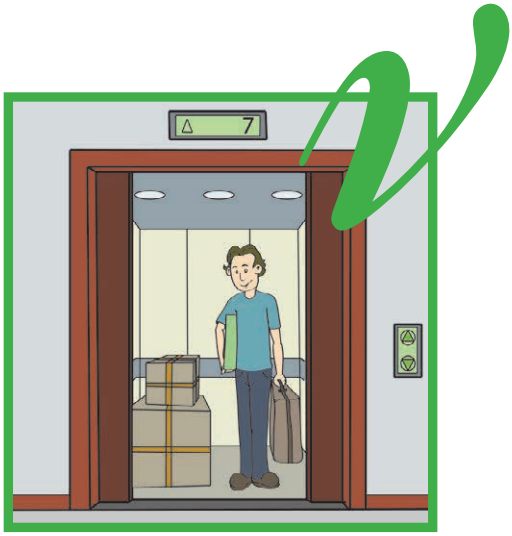
- Si llevas ropa larga o vaporosa **RECÓGELA** para evitar que se enganche a cualquier pieza o lo atrapen los peines.

FEEDA

1. Entrada



- **TEN MUCHO CUIDADO** con el calzado, sobre todo si llevas chanclas, sandalias, botas de goma o zapatillas. Vigila también el de los niños pequeños.



- **RECUERDA:** Las escaleras están diseñadas sólo para transportar personas y no objetos como sillas de ruedas, cochecitos de bebé, sillas de niños, maletas, carritos... En estos casos es mejor utilizar el ascensor.

FEEDA

1. Entrada

- **NO USES** las escaleras si tienes movilidad reducida.

- **NO UTILICES** una escalera si tienes las dos manos ocupadas y no puedes agarrarte al pasamanos.

FEEDA

2 Viaje

¿Qué hacer al viajar en una escalera mecánica?

RECUERDA: ¡Ve SIEMPRE agarrado al pasamanos!

FEEDA

2. Viaje

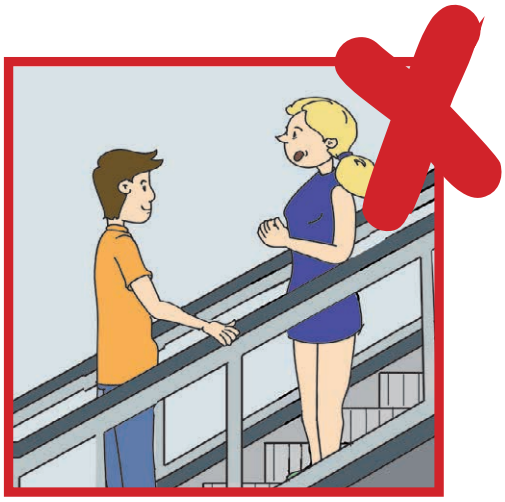
- **PERMITE** el paso a otros usuarios.

- **LLEVA** siempre a los niños cogidos de la mano.

FEEDA

2. Viaje

- **MANTÉN LA ROPA**, las manos y los pies alejados de los laterales y sitúate agarrado al pasamanos



- **VIAJA** con el cuerpo en la dirección y el sentido al movimiento.

FEEDA

2. Viaje

- **SI LLEVAS UNA MASCOTA** cógela en brazos y agárrate al pasamanos.

- **NO TE APOYES** ni te sientes en el pasamanos.

FEEDA

2. Viaje

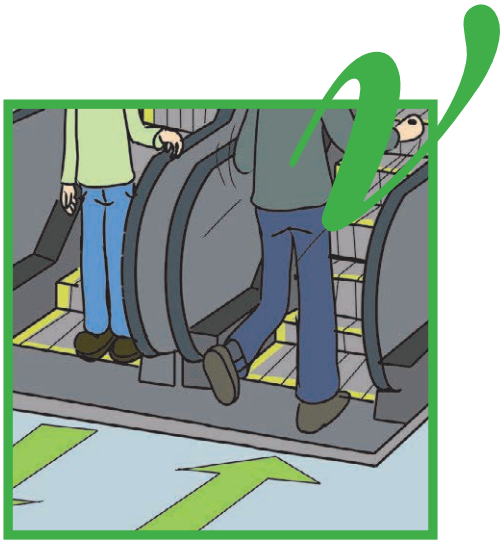
- **NO TE SUELTES** del pasamanos.

- **NO TE SUBAS** a la balaustrada ni al pasamanos.

FEEDA

2. Viaje

- **NO APOYES** el pie en el rodapié, zócalo o cepillo (no debe usarse como “limpia calzado”)



- **NO CAMINES,** corras, subas o bajes en sentido contrario al movimiento de la escalera

FEEDA

2. Viaje

- **UTILIZA** el botón de parada, sólo en caso de accidente.

- **NO TE ASOMES** nunca fuera del pasamanos y mantén los brazos dentro de la escalera.

FEEDA

2. Viaje

- **NO CORRAS** ni saltes

- **NO TOQUES** ningún botón ni introduzcas la mano u objetos en ningún hueco si no eres personal cualificado.

FEEDA

3 Salida

¿Qué debo hacer cuando voy a salir?

RECUERDA: ¡Ayuda a los niños! siempre deben ir agarrados de la mano, o en brazos, si son pequeños.

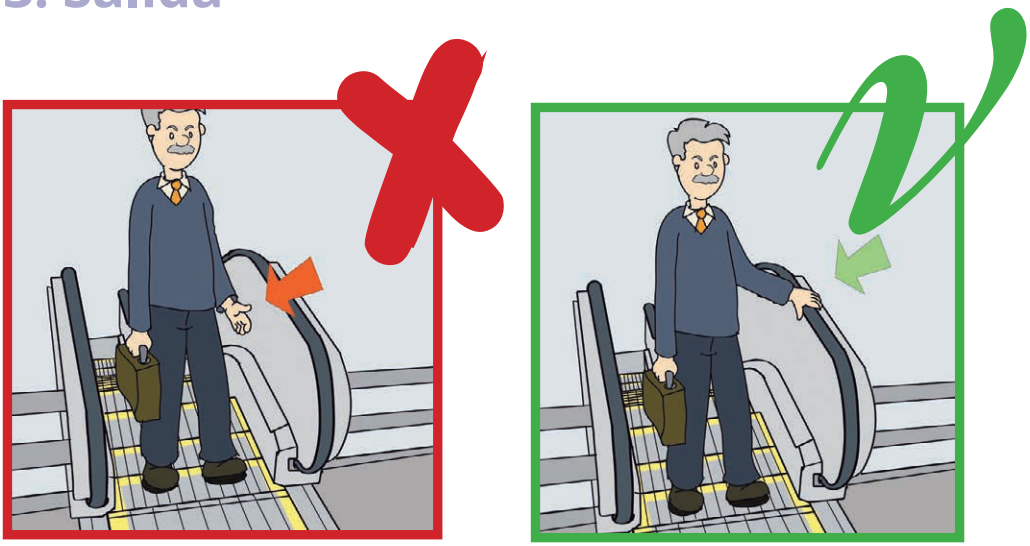
FEEDA

3. Salida

- **LEVANTA** un poco el pie al final del recorrido para evitar que se enganche el calzado.

- **NO SALTES NI CORRAS** al salir.

3. Salida



- **VE SIEMPRE** agarrado al pasamanos, hasta el final del trayecto.

FEEDA

FEDERACIÓN EMPRESARIAL ESPAÑOLA DE ASCENSORES

La Federación Empresarial Española de Ascensores (FEEDA) es una asociación profesional fundada en 1978. Actualmente está formada por asociaciones autonómicas y empresas que representan a compañías de mantenimiento y fabricación de ascensores.

FEEDA participa y es miembro de:

Federación Empresarial Española de Ascensores (FEEDA)

Doctor Fleming 55, 6º Dcha.
Madrid - 28036
feeda@feeda.es
91 345 2024

www.feeda.es

© FEDERACIÓN EMPRESARIAL ESPAÑOLA DE ASCENSORES
Todos los derechos reservados
Reservados todos los derechos. El contenido de esta obra está protegido por la ley, que establece penas de prisión y/o multas, además de las correspondientes indemnizaciones por daños y perjuicios para quienes reproduzcan, plagien, distribuyan o comuniquen públicamente, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica, o su transformación, interpretación o ejecución artística fijada encualquier tipo de soporte o comunicación a través de cualquier medio, sin la preceptiva autorización.

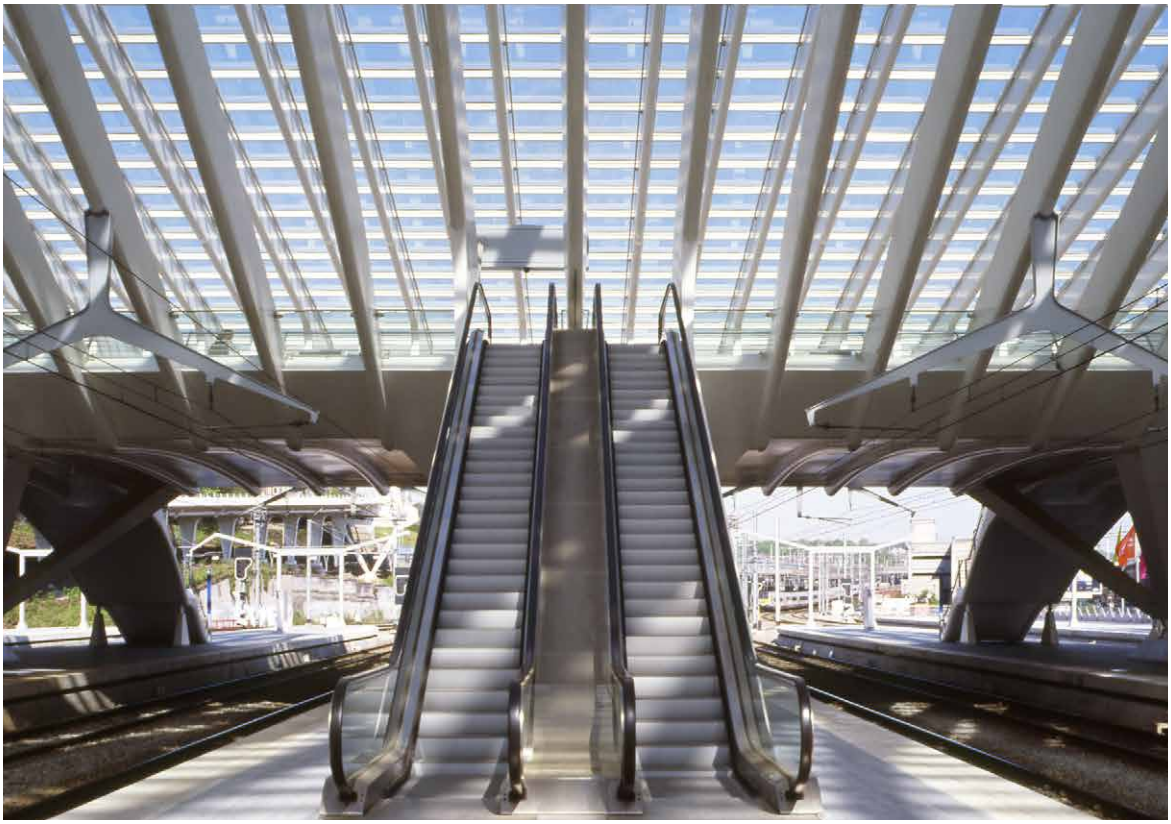
EL PRIMER FABRICANTE DE ESCALERAS MECÁNICAS DEL MUNDO

OTIS fue la primera compañía del mundo en fabricar e instalar una escalera mecánica en el año 1900. Desde entonces hemos liderado el sector con productos más sólidos, fiables y duraderos, con dispositivos que las hacen más seguras y confortables, y que permiten ahorrar energía, disminuyendo los costes operacionales, como son el arranque automático, la frecuencia variable, la iluminación por leds o, lo más novedoso: nuestro **drive regenerativo** que aprovecha la energía que genera la escalera en bajada y la utiliza para hacer funcionar otros dispositivos eléctricos.

OTIS

Siempre en vanguadia

www.otis.com **901 24 00 24**



Subes o bajas, Tú eliges

Instalación y mantenimiento de escaleras mecánicas

140 Contamos con más de 140 años de experiencia en el mundo del transporte vertical.

Las escaleras mecánicas Schindler tienen más de 35 dispositivos de seguridad en total, tanto mecánicos como eléctricos.

Ofrecemos los más altos estándares en el servicio de mantenimiento, realizado por personal altamente cualificado.

Schindler Tu Primera Opción
www.schindler.es

Schindler

Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid

www.fenercom.com

OTIS

Schindler

Comunidad de Madrid