



Sistemas de pavimentos antiestáticos y de resina ESD

Principios y normas





Contenido

- 02 _ Introducción
- 03 _ Electricidad estática y descarga electrostática
- 05 _ Zonas que deben protegerse de las descargas electrostáticas
- 08 _ Normativa aplicable
- 15 _ Requisitos del pavimento
- 16 _ Más información
- 17 _ Anexo



Introducción

La electricidad estática puede suponer más que una pequeña molestia. En el mundo actual, cada vez más tecnologizado, recibir una simple descarga estática al caminar por una alfombra podría causar daños y accidentes muy graves. Dependiendo de la fuente, el entorno y el objetivo, así como de la intensidad de la descarga electrostática, estas pueden tener efectos negativos sobre la salud, la seguridad, la productividad, la calidad y la rentabilidad.

Los sistemas de pavimentos MasterTop y Ucrete de Master Builders Solutions forman parte de la solución para proteger a los usuarios, productos, bienes, dispositivos y equipos de los efectos de las descargas estáticas no controladas.



Electricidad estática y descarga electrostática

Principios de la electrostática

Las cargas eléctricas son una variable de gran importancia en el campo de la ingeniería eléctrica. Todos los objetos y personas tienen cargas eléctricas positivas y negativas, que suelen estar equilibradas (eléctricamente neutras).

A través de los procesos de separación mecánica, elevación, fricción y aplastamiento, la caída de objetos y sustancias sólidas, o el flujo, vertido y pulverización de líquidos, así como el flujo de gases y vapores que contienen ligeras cantidades de sólidos finamente divididos, suele transferirse una carga por las superficies de contacto habituales de los respectivos portadores de carga, lo que provoca una diferencia de potencial.

Los portadores de carga tienen carga electrostática.

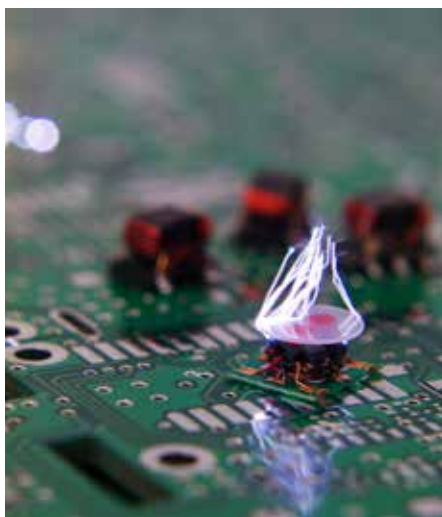
Formación de la electricidad estática

La electricidad estática puede generarse a partir de:

- Materiales distintos que entran en contacto y se mueven entre sí, por ejemplo, en pisadas, fricción, flujos de aire, polvos, líquidos, etc.
- Triboelectricidad causada por la fricción
- Separación de materiales distintos cuando las personas caminan, saltan, se levantan de una silla, etc.
- Inducción debida a la proximidad de un objeto con carga.

Los portadores cargados negativa o positivamente emiten un campo eléctrico. Las personas y los objetos pueden cargarse mediante el movimiento o la inducción electrostática. La inducción electrostática es la separación de cargas eléctricas móviles en un cuerpo inicialmente neutro, causada por el acercamiento de un objeto cargado eléctricamente. No es necesario el contacto físico.





Efectos de una descarga estática

Una descarga electrostática contiene energía. Esta puede afectar a la fuente de la descarga, al objetivo al que se dirige y al entorno que se encuentra entre ambos.

- **Fuente:** el cuerpo con potencial más alto donde se acumula la carga y desde donde esta fluye
- **Objetivo:** el cuerpo de menor potencial que recibe el impacto
- **Entorno:** el medio o atmósfera que atraviesa

En determinadas circunstancias, el resultado de estas descargas espontáneas puede provocar la formación de una chispa. Este posible riesgo debe evitarse, no solo en presencia de líquidos o polvos combustibles y sustancias explosivas, sino también cuando se estén utilizando dispositivos y componentes electrónicos sensibles a las cargas electrostáticas.

Cada vez que los objetos entran en contacto, se separan o se deslizan entre sí, puede producirse una perturbación de la carga eléctrica.

La carga estática se acumula cuando esto ocurre más rápido que la redistribución de las cargas. La descarga de esta carga electrostática puede provocar daños en dispositivos sensibles, como los circuitos integrados. La aproximación de cuerpos con diferente potencial electrostático puede generar chispas, que podrían causar incendios o explosiones al prender materiales como disolventes y nubes de polvo.

La electricidad estática no deseada puede:

- Dañar los componentes electrónicos
- Provocar explosiones de polvo
- Provocar la explosión de disolventes y la ignición de líquidos inflamables

Asimismo, la electricidad estática puede resultar en la acumulación no deseada de polvo, así como en la pérdida de calidad y de tiempo de producción en varias industrias (por ejemplo, en la elaboración de entramados y láminas) debido a la atracción estática, además de causar malestar y accidentes.

Por lo tanto, las consecuencias de las descargas electrostáticas pueden tener efectos negativos en la salud y la seguridad de las personas, como los empleados y los usuarios finales, disminuir la durabilidad de los dispositivos y la calidad de los bienes producidos y menoscabar la productividad.

Los costes adicionales ocasionados por la electricidad estática pueden variar desde céntimos hasta millones de euros, por no mencionar los riesgos humanos asociados y las consecuencias legales en caso de accidente.

Dependiendo del tipo de industria y de las condiciones de servicio, se puede obtener una variedad de áreas diseñadas para la protección contra las descargas electrostáticas.



Zonas que deben protegerse de las descargas electrostáticas

Zonas ATEX



En áreas y/o atmósferas explosivas (Directiva ATEX), la principal preocupación es siempre el efecto sobre los entornos, a menos que la fuente y el objetivo sean explosivos.

Se consideran riesgos en las zonas ATEX las explosiones de disolvente, gas y polvo, así como la ignición de sustancias inflamables.

En presencia de una mezcla inflamable (es decir, vapores de disolventes en el aire), la electricidad estática puede suponer un riesgo de accidente si una descarga estática genera una chispa con suficiente energía para prender la mezcla.

El riesgo de explosión de gas es elevado, especialmente en la industria petrolera, ya que el punto de inflamación del petróleo líquido es muy bajo. Por este motivo, la probabilidad de que la concentración del gas aumente es cada vez más elevada, y podría alcanzar un nivel crítico en el que una sola chispa generada por una descarga electrostática sería suficiente para provocar una explosión.

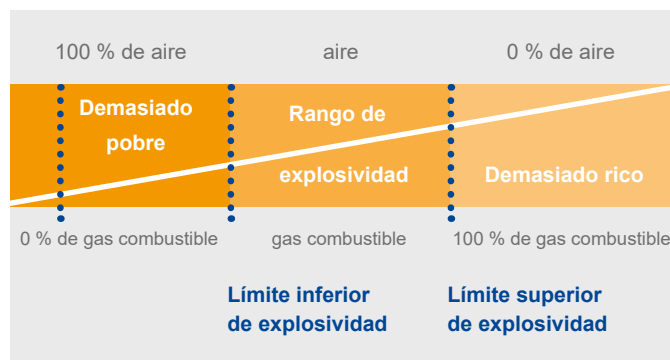
El riesgo de explosión puede ser igualmente elevado en las industrias donde se genera polvo durante el proceso de producción. En estos casos, también existe el peligro de que la concentración de polvo alcance un nivel crítico en el que una sola chispa sea suficiente para provocar una explosión. Los materiales son más reactivos cuando están divididos en partes muy finas.

Cuanto más pequeños sean los trozos de madera, más fácil será la combustión, por ejemplo. Si los trozos son demasiado pequeños (como en el caso de las partículas de serrín), el riesgo de que se produzca una explosión de polvo seguirá existiendo en función de las

circunstancias. Por ejemplo, si una concentración suficientemente elevada de polvo está suspendida y confinada en un medio oxidante (normalmente aire), donde también se encuentra una fuente de ignición. Las explosiones de polvo no solo ocurren debido a materiales inflamables, como el carbón o la madera. Hay muchas sustancias, como el polvo de aluminio o incluso materiales orgánicos (azúcar, café, harina, etc.) que se pueden dispersar en una mezcla peligrosa suspendida en el aire. Alrededor del 10 % de las explosiones de polvo se deben a descargas electrostáticas.

Los límites de explosividad (también conocidos como límites de inflamabilidad) se expresan en porcentajes (%) y pueden definirse como las concentraciones máxima y mínima de un gas o vapor inflamable entre las que puede producirse la ignición.

Límites de los explosivos



Las descargas electrostáticas no deseadas se controlan mediante el uso de materiales disipativos o conductores conectados a tierra. Para obtener los mejores resultados, deben utilizarse revestimientos de pavimentos conductores.

Las directivas ATEX consisten en dos normativas de la UE que definen los requisitos mínimos de seguridad del lugar de trabajo y de los equipos utilizados en una atmósfera explosiva. Recibe el nombre de ATEX por "Appareils destinés à être utilisés en ATmosphères EXplosives" (en francés, equipos destinados a ser usados en ATmósferas EXplosivas).

Las organizaciones dentro de la UE deben seguir las directivas para proteger a los empleados del riesgo de explosión en zonas cuya atmósfera es explosiva.

Existen dos directivas ATEX: Una para el fabricante y otra para el usuario del equipo. En este contexto:

- Directiva ATEX 214 de “aparatos” 2014/34/UE: Aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas
- Directiva ATEX 137 de “lugar de trabajo” 1999/92/CE: Disposiciones mínimas para la mejora de la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas

EPA (Zonas protegidas de ESD)



En lo que respecta a las zonas protegidas de ESD (EPA), la prioridad es la reducción de daños que pueda sufrir la fuente y los efectos en el objetivo. La EPA requiere el control de cualquier generación de tensión corporal.

La introducción de componentes electrónicos ha creado nuevos problemas en cuanto a la electricidad estática y las descargas electrostáticas.

Los materiales pueden cargarse eléctricamente y, como consecuencia, generar campos electrostáticos. A su vez, las descargas electrostáticas pueden dañar los dispositivos.

Cabe la posibilidad de que una descarga pueda causar un fallo en un diodo, un transistor, un microchip, un circuito integrado, etc., lo que dañaría el dispositivo de forma inmediata o prematura.

Un componente electrónico puede ser la fuente o el objetivo de una descarga electrostática (ESD). Los campos electrostáticos también pueden inducir una ESD en un componente electrónico.

La sensibilidad de los dispositivos electrónicos a las ESD depende del tipo de componentes que los conforman. A medida que la tendencia se desplaza hacia la reducción de tamaño, la susceptibilidad a sufrir este tipo de descargas seguirá aumentando a un ritmo continuo.

Una descarga electrostática puede darse, no solo durante el proceso de producción, sino también durante la entrega, el mantenimiento, las operaciones de servicio, etc.

En el mundo actual, las descargas electrostáticas repercuten tanto en la productividad como en la fiabilidad de los productos.

Una zona protegida de ESD (EPA) está diseñada para cumplir criterios específicos, como la generación de una tensión corporal muy reducida cuando las personas caminan por el suelo, lo que permite el uso seguro de dispositivos sensibles a ESD. Por lo tanto, los suelos ESD son una parte muy importante del diseño integral de una EPA.

Los pavimentos deben considerarse un elemento del enfoque global para el control de ESD.

La norma internacional IEC 61340-5-1 define los límites de los elementos protegidos de ESD.





3. Salas limpias

Una sala limpia es una instalación diseñada para mantener el nivel de partículas, como el polvo, los organismos o las partículas en suspensión, por debajo de un umbral determinado. El nivel de limpieza de este tipo de espacio se define según el número máximo de partículas por metro cúbico.

Las salas limpias se utilizan como parte del proceso de fabricación, por ejemplo, en las áreas de investigación y producción de fármacos y microprocesadores.

En estos entornos limpios, el diseño del pavimento desempeña un papel muy importante. Suelen solicitarse superficies antipolvo sin juntas, resistentes al desgaste, fáciles de limpiar, desinfectar y mantener.

En función del tipo de industria o aplicación, los suelos AS o ESD son necesarios para evitar la descarga y adherencia estáticas. Cualquier otra opción puede provocar problemas de descarga estática o acumulación de polvo.

4. Todas las zonas:

Protección frente a descargas eléctricas

En ocasiones, y sin importar el tipo de industria, es posible que se exija una resistencia a tierra mínima para el sistema de pavimento con el fin de proteger a las personas de las descargas eléctricas.

La norma IEC 60364-1 establece el reglamento para el diseño, el montaje y la verificación de instalaciones eléctricas.

El propósito de estas normas es proteger a las personas, el ganado y los bienes de los peligros y daños que puedan producirse durante el uso razonable de las instalaciones eléctricas, y asegurar el buen funcionamiento de dichas instalaciones.

La norma IEC 60364-4-41:2005+A1:2017 especifica los requisitos esenciales relativos a la protección de personas o ganado frente a las descargas eléctricas. También incluye la aplicación y coordinación de estos requisitos respecto a las influencias externas. Asimismo, se establecen las condiciones para la aplicación de protección adicional en casos específicos. Las correspondientes a los pavimentos se encuentran en esta parte.

La norma IEC 60364-6:2016 especifica los requisitos para la verificación inicial y periódica de una instalación eléctrica.



Normativa aplicable

Evitar términos como conductor y disipativo, pues tienen un significado diferente para cada persona.

El usuario final debe especificar el rango exacto de resistencia aceptable y el método de prueba (incluida la tensión de prueba) antes de seleccionar un pavimento de resina. Cuando se indique un valor de resistencia (en ohmios), debe especificarse, por ejemplo, si este se refiere a la resistencia superficial (la resistencia medida entre dos electrodos colocados sobre la superficie de un material tras un período determinado de electrificación) o a la resistencia a tierra (la resistencia medida entre un único electrodo colocado sobre la superficie de un material y un punto de conexión a tierra).

En este caso, debe especificarse si la “tierra” se refiere a la tierra de protección del sistema de distribución eléctrica (resistencia a tierra) o, por ejemplo, a la estructura de acero de un edificio que se utiliza como vía de retorno de las corrientes eléctricas y un punto de referencia cero arbitrario.

La tensión de prueba debe especificarse, ya que la resistencia medida dependerá de la tensión aplicada.

Los métodos de prueba y los estándares más relevantes para los pavimentos antiestáticos y ESD son los siguientes:

1. EN 1081:2018+A1:2020. Revestimientos de suelo resistentes: Determinación de la resistencia eléctrica

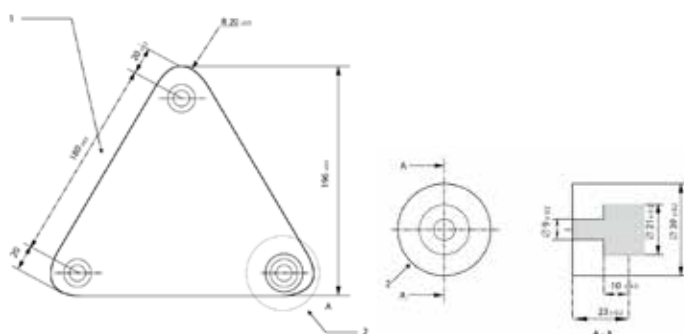
Esta normativa europea describe el método de medición de las tres siguientes resistencias: la resistencia vertical de un revestimiento de suelo, la resistencia superficial de un revestimiento de suelo y la resistencia a tierra de un revestimiento de suelo tras su instalación.

A los efectos de esta norma, se aplican las siguientes definiciones:

- Método A, resistencia vertical R_1 : la resistencia eléctrica medida entre un electrodo de trípode (véase la Figura 1) en la superficie de una pieza de prueba y un electrodo fijado en la parte inferior de la pieza de prueba (véase la Figura 2).

- Método B, resistencia a tierra R_2 : la resistencia eléctrica medida entre un electrodo de trípode cargado y colocado sobre la superficie de un revestimiento de suelo y la tierra.
- Método C, resistencia superficial R_3 : la resistencia eléctrica medida entre dos electrodos trípode (véase la Figura 4) colocados a una distancia fija de 100 mm sobre un revestimiento de suelo (véase la Figura 3).

Fig. 1: Electrodo trípode



¹ base triangular
² patas de goma

Vista trasera



Vista frontal



Tener en cuenta que solo debe usarse el electrodo izquierdo; el que se muestra a la derecha en cada imagen no se ajusta a la norma y no debe utilizarse.

Las mediciones suelen realizarse con lo siguiente:

- Un solo electrodo de trípode
- Fuerza ejercida en la medición de > 30 kg
- Temperatura y humedad: 23 °C / 50 % RH.
- Tensión 10V si R_G y $R_{P,P} < 10^6 \Omega$
- Tensión 100V si R_G y $R_{P,P} > 10^6 \Omega$

Fig. 2: Prueba de resistencia vertical

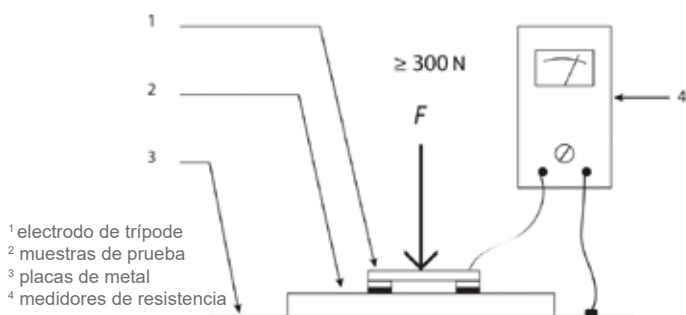


Fig. 3: Distancia entre los lados de los electrodos de trípode

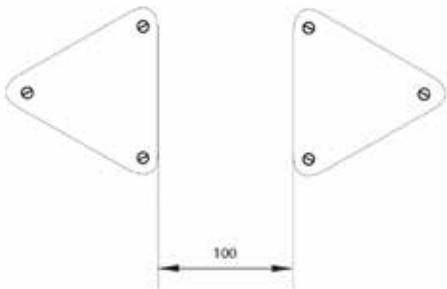


Fig. 4: Prueba de resistencia superficial

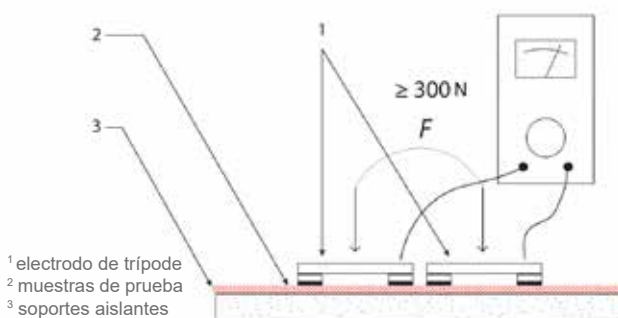


Fig. 5: Prueba de resistencia superficial



Tener en cuenta que la norma EN 1081 no indica ningún valor límite. Los siguientes valores límite son los requisitos comunes para los sistemas antiestáticos (AS) y los sistemas de pavimento:

- $10^4 \Omega < R_2 (R_g) < 10^6 \Omega$

2. IEC 61340-5-1:2016. Protección de componentes electrónicos frente al fenómeno electrostático:

Requisitos generales

Este informe técnico especifica los requisitos generales para la protección de los dispositivos sensibles a las descargas electrostáticas (ESDS) frente a las descargas y los campos electrostáticos.

También puede definir cómo diseñar, utilizar y controlar una zona protegida para garantizar que los dispositivos sensibles a la electrostática, con una tensión umbral soportable de 100 V (modelo de cuerpo humano) o superior, puedan manipularse con un riesgo mínimo de daños derivados del fenómeno electrostático.

Los valores límite establecidos en la norma EN 61340-5-1:2016 sirven de base para las pruebas que se indican a continuación:

- Prueba conforme a la norma IEC 61340-4-1:
Resistencia R_{p-p} punto a punto.
- Prueba conforme a la norma IEC 61340-4-1:
 R_g resistencia a tierra.
- Prueba conforme a la norma IEC 61340-4-5:
Resistencia R_g a la persona/calzado/sistema de pavimento.
- Prueba conforme a la norma IEC 61340-4-5:
Generación de tensión corporal. Prueba de marcha (carga de una persona que camina sobre un suelo).

2.1. IEC 61340-4-1:2015. Métodos de prueba estándar para aplicaciones específicas. Resistencia eléctrica de los revestimientos de suelos y de los suelos instalados

Esta normativa especifica los métodos de prueba para determinar la resistencia eléctrica de todo tipo de revestimientos de suelos y suelos instalados con resistencia a tierra, resistencia punto a punto y resistencia vertical. El número de edición de la versión actualizada de la norma IEC 61340-4-1 es 2.1. Consta de la segunda edición (2003-12) y de su 1.ª modificación (2015-04).

Como se ha mencionado anteriormente, la norma IEC 61340-4-1 exige dos mediciones de resistencia diferentes (la resistencia vertical no es relevante y solo puede obtenerse en laboratorio, ya que se necesita un contraelectrodo en la parte posterior del material para poder realizar esta medición):

Resistencia a tierra:

La resistencia a tierra es una medida que indica la capacidad de un objeto para conducir una carga eléctrica (flujo de corriente) a una conexión a tierra. Cuanto mayor sea la resistencia en la trayectoria, la carga se desplazará más lentamente por el recorrido especificado.



La resistencia en ohmios se mide entre un único electrodo colocado sobre una superficie y un punto de puesta a tierra.

Tal y como se muestra en las imágenes anteriores, el procedimiento de medición es el siguiente:

1. Colocar el electrodo en el suelo y conectar la sonda al ohmímetro mediante el cable
2. Conectar el segundo cable a la toma de tierra y, después, al ohmímetro
3. Realizar las mediciones
4. El número de mediciones debe coordinarse con el representante del cliente

Realizar una lectura empezando por 10 V. Si el valor es $> 10^6 \Omega$, seleccionar 100 V. Si el valor es $> 10^{11} \Omega$, seleccionar 500 V y realizar una última medición. Esto también se aplica a la resistencia punto a punto.

	R_g / R_{p-p}		
Tensión	$< 10^6 \Omega$	$10^6 \Omega < R < 10^{11}$	$> 10^{11}$
10 V	x		
100 V		x	
500 V			x

El número de mediciones de la resistencia a tierra que recomendamos aparece en la siguiente tabla:

Superficie del área de aplicación	Número de mediciones
> 10 metros cuadrados	6 mediciones
> 100 metros cuadrados	20 mediciones
> 1000 metros cuadrados	50 mediciones
> 5000 metros cuadrados	100 mediciones

Resistencia punto a punto:

La medición punto a punto del proceso de cualificación sirve para evaluar los materiales del suelo y las superficies de trabajo, las prendas de vestir, los elementos de las sillas, algunos artículos de embalaje y muchos otros materiales de control de cargas estáticas. Dos electrodos (Fig. 1) conectan el objeto sometido a la prueba según la distancia especificada.

Fig. 1: Electrodo



Fig. 2: Medición punto a punto



La Figura 2 muestra el concepto de punto a punto para una superficie de trabajo de pavimento

A continuación se puede ver la medición de la resistencia eléctrica entre dos puntos de la superficie de un sistema de pavimento.

Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5: Herramientas de medición



Las mediciones punto a punto son importantes durante el proceso de cualificación necesario para la correcta evaluación de los materiales de los pavimentos y las superficies de trabajo.

Después de la instalación, la medición de la resistencia a tierra es de mayor valor, pues emula el comportamiento real del material en la práctica.

3. IEC 61340-4-5:2004. Métodos de prueba estándar para aplicaciones específicas. Métodos para obtener las características de la protección electrostática del calzado y el pavimento en combinación con una persona

Persona/calzado/sistema de pavimento: R_g

Esta parte de la norma IEC 61340 especifica los métodos de prueba para evaluar la protección electrostática proporcionada por un sistema de calzado y pavimento en combinación con una persona.

Con este sistema, se mide la resistencia entre la mano de una persona que lleva calzado ESD y que está de pie sobre el dispositivo de prueba y el potencial de tierra.



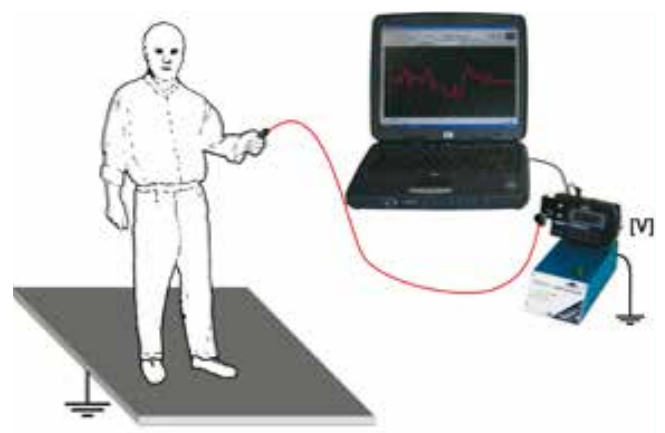
La experiencia práctica ha demostrado, por ejemplo, que la resistencia del sistema depende en gran medida de la resistencia de transición entre la persona y el calzado, así como entre el calzado y el suelo.

Se utiliza un electrodo de mano junto con el calzado ESD. El electrodo de mano es una barra o tubo redondo de acero inoxidable, de unos 25 mm de diámetro y 75 mm de longitud y con un conector banana hembra o un conector de rosca unido a un extremo del cilindro.



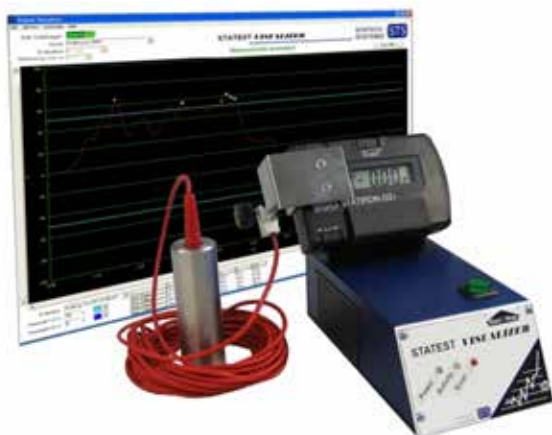
Llevar el calzado de prueba en ambos pies durante al menos 10 minutos antes de comenzar la prueba. Conectar el cable negativo del instrumento de medición de resistencia al punto de puesta a tierra o a la tierra.

Conectar el otro cable al electrodo de mano. Colocarse con ambos pies sobre el revestimiento del suelo de prueba y sujetar firmemente el electrodo de mano.



Partiendo de una tasa de tensión de 10 V, realizar una lectura de la resistencia durante $15\text{ s} \pm 2\text{ s}$ después de aplicar la tensión de prueba. Si el valor supera los $10^6\ \Omega$, seleccionar 100 V y volver a realizar la medición.

Registrar la lectura que coincida con el rango de tensión y resistencia especificado (el instrumento debe tener una tensión en circuito abierto de $10\text{ V} \pm 0,5\text{ V}$ para una resistencia inferior a $1,0\ \Omega \times 10^6\ \Omega$, y $100\text{ V} \pm 5\text{ V}$ para una resistencia de $1,0\ \Omega \times 10^6\ \Omega$ y superior).



Si la resistencia cae por debajo de $10^6\ \Omega$ al realizar una medición con 100 V, esta lectura es la que deberá registrarse.

Repetir la medición solo con el pie izquierdo en contacto con el revestimiento del suelo de prueba y con el pie derecho en el aire a unos 150 mm por encima del revestimiento del suelo.

Para las pruebas de los revestimientos de suelo instalados, se requieren al menos cinco mediciones para cada material de revestimiento de suelo. En el caso de grandes superficies de suelo, son necesarias al menos cinco mediciones por cada 500 m^2 de cada material de revestimiento. Si se observan signos de desgaste, derrames de productos químicos o agua o suciedad visible, deberán realizarse al menos tres mediciones en las zonas afectadas.

Generación de tensión corporal (prueba de marcha)

La norma **IEC 61340-4-5** describe una técnica de medición para determinar la carga de una persona en movimiento en combinación con el suelo. Esta técnica proporciona una medición dinámica del sistema en su totalidad: “persona que camina”, calzado y sistema de pavimento. Es decir, se miden la tensión en voltios que se acumula en la persona en movimiento sobre el suelo y el período de compensación de tensiones a través del suelo.

Conexión eléctrica para la prueba de marcha de sistema de solado/calzado

Utilizar una muestra de solado de $91 \times 91\text{ cm}$ (36×36 pulgadas) o más grande

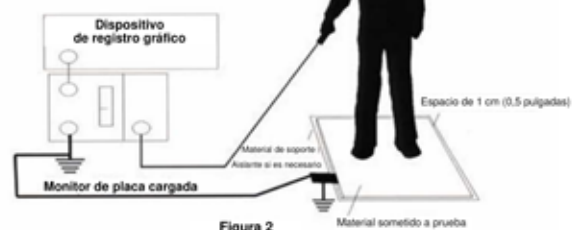


Figura 2

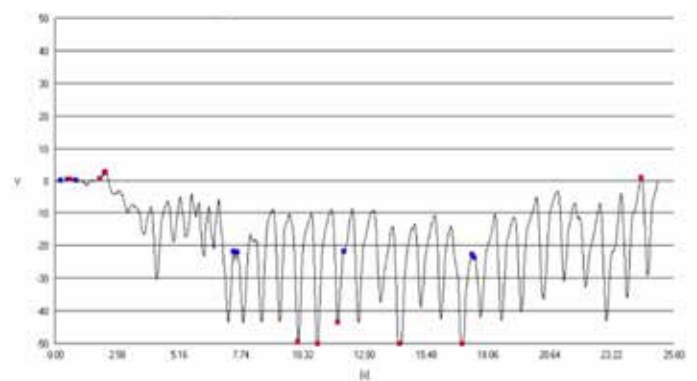
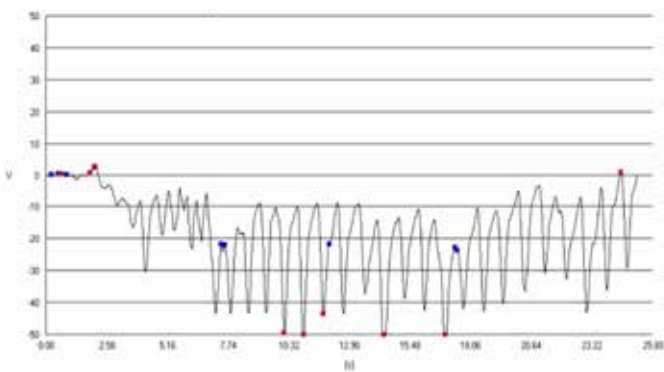
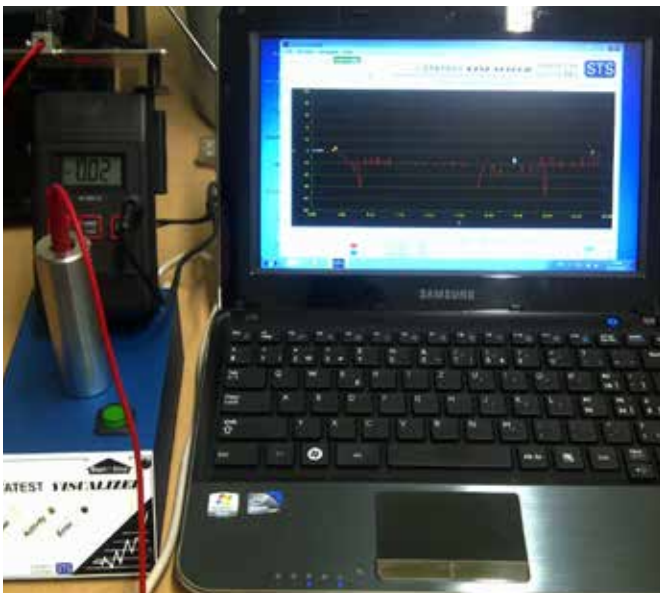
El sistema “persona-calzado-suelo” debe cumplir como mínimo las siguientes condiciones:

- La carga máxima de las personas que caminan sobre el sistema de pavimento no debe superar los $\pm 100\text{ V}$

Por lo tanto, cuando se utiliza esta técnica de medición, los requisitos establecidos dependen en gran parte de las condiciones de medición y de la persona, el calzado y el sistema de pavimento.

Materiales y equipos utilizados para las pruebas:

- Giga ohmímetro MEGGER MIT40X
- Sonda cilíndrica SN: KE-B048 STATECH (conforme a IEC 61340-4-1)
- Electrodo de mano STS, L 75 mm, \varnothing 25 mm (conforme a IEC 61340-4-5)
- Visualizador Statest STATECH (conforme a IEC 61340-4-5)
- Suelo Statest STATECH
- Calzado: UVEX Motion style S1 ESD 6998



4. EC 60364-6:2006. DIN VDE 0100-0600:2007: Montaje de instalaciones de baja tensión

Parte 6: Verificación

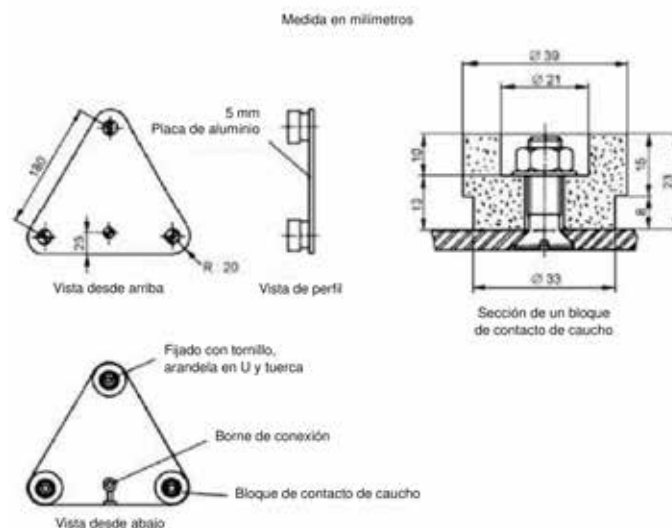
Esta norma contiene los requisitos para la prueba inicial y las pruebas periódicas de las instalaciones eléctricas.

El elemento de más importancia para nosotros es la determinación de la resistencia del aislamiento del sistema de pavimento.

La norma también describe el método de prueba: La prueba debe realizarse con un electrodo de trípode conforme a la norma EN 1081.

La corriente I se alimenta desde la salida de la fuente de corriente o de un conductor externo L y se dirige al electrodo de trípode a través de un dispositivo de medición de corriente. La tensión U_x en el electrodo de trípode se contabiliza mediante un dispositivo de medición de tensión con una resistencia interna al conductor protector de al menos $1\text{ M}\Omega$.

Antes de realizar cualquier medición, eliminar la suciedad de la superficie que se someterá a la prueba con una solución de limpieza. Durante las mediciones, la fuerza ejercida sobre el electrodo de trípode debe ser de aproximadamente 750 N.



Requisitos del pavimento

Los suelos conductores de electricidad son un elemento importante de los requisitos de seguridad para la protección de las personas y las instalaciones, ya que la acumulación de tensión no puede reducirse al caminar sobre un suelo aislado. La carga acumulada solo fluye de forma espontánea cuando se toca un cuerpo con potencial diferente.

Los materiales de las cubiertas conductoras para suelos reciben una cualificación en función las mediciones de sus propiedades eléctricas.

Principales requisitos para las zonas mencionadas anteriormente:

Zonas ATEX

Los siguientes requisitos para los pavimentos de zonas ATEX están ampliamente aceptados:

- $10^4\ \Omega$ (resistencia a tierra) $< 10^6\ \Omega$ conforme a la norma EN 1081 o IEC 61340-4-1 y probada según las condiciones estándar.

En casos específicos (fabricación, manipulación y almacenamiento de explosivos), también se tiene en cuenta el siguiente requisito:

- R_g (resistencia a tierra) $< 5 \times 10^4\ \Omega$ conforme a la norma EN 1081 o IEC 61340-4-1 y probada según las condiciones estándar.



AS

EPA (Zonas protegidas de ESD)

Los sistemas de pavimentos ESD deben cumplir los siguientes requisitos según la norma IEC 61340-5-1:2016:

- Si el pavimento no se utiliza para personal encargado de la puesta a tierra y que maneja ESDS:
 - Resistencia a tierra $R_g < 10^9 \Omega$ conforme a la norma IEC 61340-4-1 para la calificación del producto y la verificación del cumplimiento.
- Si el pavimento se utiliza para personal encargado de la puesta a tierra y que maneja ESDS:
 - Persona/calzado/sistema de pavimento $R_g < 10^9 \Omega$ de acuerdo con la norma IEC 61340-4-5 para la calificación del producto y la verificación del cumplimiento.
 - Generación de tensión corporal $< 100 \text{ V}$ según la norma IEC 61340-4-5 para la calificación del producto.

La tensión de prueba máxima permitida para realizar mediciones de pavimentos ESD y que debe utilizarse para un programa ESD que cumpla esta norma es 100 V.



ESD

Los requisitos dependen del tipo de industria y del propósito de la sala limpia.

Los requisitos habituales son los especificados para las zonas ATEX o EPA (zonas protegidas de ESD).

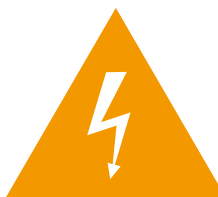


Todas las zonas: Protección contra descargas eléctricas

Cuando sea importante determinar la resistencia del aislamiento del sistema de pavimento, debe utilizarse la norma IEC 60364-6:2006.

La resistencia a tierra R_g debe ser:

- $> 50 \text{ k}\Omega$, para una tensión nominal en el lugar de $< 500 \text{ V}$.
- $> 100 \text{ k}\Omega$, para una tensión nominal en el lugar de $> 500 \text{ V}$.



Más información

Para obtener más información sobre las soluciones de pavimentos protectores Ucrete y MasterTop, visite nuestros sitios web:

- Más información sobre Ucrete: <https://ucrete.master-builders-solutions.com/es/>
- Más información sobre MasterTop: <https://www.master-builders-solutions.com/es-es/productos/mastertop>



Anexo

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Ohmio (Ω): unidad de resistencia eléctrica que recibe el nombre del físico alemán Georg Simon Ohm (1789 a 1854):

Resistencia a fugas: resistencia eléctrica medida entre un electrodo colocado en el objeto y la tierra.

Astático: los materiales son astáticos o antiestáticos si dispersan o inhiben la carga electrostática mediante la fricción o la separación de las superficies de contacto con otros materiales (carga triboeléctrica).

Cargas electrostáticas: cargas eléctricas que se acumulan mediante la separación mecánica de materiales iguales o diferentes en las superficies separadas, o que se producen en otras personas u objetos conductores por inducción electrostática.

Levantar los pies (calzado) de una superficie es un proceso de separación que, al caminar, puede resultar en la carga de una persona. La capacidad de carga de una persona es de aproximadamente 100 pF (picofaradios).

Resistencia a tierra: resistencia eléctrica medida entre un electrodo colocado en un objeto y la tierra.

Potencial de tierra: la tierra de referencia (tierra neutra), conforme a la norma DIN VDE 0141, es la zona de la superficie de la tierra donde no existe tensión cuantificable entre dos puntos de la corriente de tierra.

ESD: descarga electrostática o de electricidad estática. Resulta en el balanceo de cargas eléctricas entre dos cuerpos con potenciales diferentes y se ve influida por la descarga de una chispa o por el contacto galvánico directo cuando se descarga un campo electrostático.

ESDS: un dispositivo sensible a las descargas electrostáticas es un componente o dispositivo que puede sufrir daños por las descargas electrostáticas.

EPA: zona protegida de ESD. Es un área donde los componentes o dispositivos están protegidos de los daños causados por las descargas electrostáticas mediante métodos prácticos.

ATEX: ATmósfera EXplosiva. Las directivas ATEX cubren la prevención de explosiones de polvo y gas en la industria.

Categorías de peligro: los líquidos combustibles, según la normativa (alemana) que regula las instalaciones de almacenamiento, llenado y transporte de líquidos combustibles en tierra (VbF §3), son materiales con un punto de inflamación que, a 35 °C, no son sólidos ni untuosos y tienen una presión de vapor de 3 bar o menos a 50 °C, y que pertenecen a una de las siguientes categorías de peligro:

Categoría de peligro A I: punto de inflamación inferior a 21 °C

Categoría de peligro A II: punto de inflamación de 21 °C a 55 °C

Categoría de peligro A III: punto de inflamación de 55 °C a 100 °C

Categoría de peligro B: punto de inflamación inferior a 21 °C; sin embargo, a diferencia de la Categoría de peligro A I, es soluble a 15 °C

Carga: una carga (eléctrica) designa una determinada cantidad de electricidad presente en un cuerpo u objeto.

Capa conductora: una capa puesta a tierra que pierde carga.

Resistencia superficial: resistencia eléctrica entre dos electrodos colocados sobre la superficie de un revestimiento.

Diferencia de potencial: diferencia entre los potenciales de dos puntos en un campo eléctrico.

Contacto

Master Builders Solutions España, S.L.U.

Carretera de l'Hospitalet, 147-149 - 1ª Planta - Edificio Viena

08940 Cornellà de Llobregat (Barcelona)

Tel. +34 9361 94 600

mbs-cc@mbcc-group.com

www.master-builders-solutions.com/es-es

Los datos contenidos en esta publicación se basan en nuestros conocimientos y experiencias actuales. No constituyen un contrato de calidad de los productos y, en vista de los muchos factores que puede afectar el procesamiento y aplicación de nuestros productos, no exime a los usuarios de la responsabilidad de llevar a cabo sus propias investigaciones y pruebas.

La responsabilidad sobre la calidad de los productos se basa únicamente en los datos de la ficha técnica. Las descripciones, diagramas, fotografías, datos, proporciones, pesos, etc que figuran en esta publicación pueden cambiar sin información previa. Es responsabilidad del receptor de nuestros productos asegurar que se respetan los derechos de propiedad y las leyes y normativas en vigor (10/2021).