

NMX-S-058/1-SCFI-2005

**SEGURIDAD – SISTEMAS DE PROTECCIÓN PERSONAL PARA
INTERRUMPIR CAÍDAS DE ALTURA – PARTE 1: ARNESES DE
CUERPO COMPLETO – REQUISITOS Y MÉTODOS DE PRUEBA**

**SAFETY – PERSONAL PROTECTIVE FALL-ARREST SYSTEMS –
PART 1: FULL BODY HARNESSSES – REQUIREMENTS AND TEST
METHODS**

PREFACIO

En la elaboración de la presente norma mexicana participaron las siguientes empresas e instituciones:

- BACOU-DALLOZ.
- CINTURONES INDUSTRIALES CARRASCO, S. A. DE C. V.
- CINTURONES INDUSTRIALES ESPINOSA.
- COMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN NACIONAL PARA PRODUCTOS DE PROTECCIÓN Y SEGURIDAD HUMANA
- DORINDUSTRIAL, S. A. DE C. V.
- HERRAMIENTAS KLEIN, S. A. DE C. V.
- MAQUINARIA, IMPORTACIONES, REFACCIONES Y SEGURIDAD INDUSTRIAL, S. A. DE C. V.
- PETRÓLEOS MEXICANOS / GAS Y PETROQUÍMICA BÁSICA.
- REPRESENTACIONES INTERNACIONALES JYR, S. A. DE C. V.
- SECRETARÍA DEL TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL / DIRECCIÓN GENERAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.
- SOLUCIONES DE ALTURA, S. A. DE C. V.

ÍNDICE DEL CONTENIDO

Número del capítulo		Página
0	Introducción	1
1	Objetivo y campo de aplicación	2
2	Referencias	3
3	Definiciones	3
4	Requerimientos	7
5	Métodos de prueba	12
6	Instrucciones para uso general, marcado, empaque y mantenimiento	19
7	Apéndice normativo	29
8	Bibliografía	38
9	Concordancia con normas internacionales	38



SEGURIDAD – SISTEMAS DE PROTECCIÓN PERSONAL PARA INTERRUMPIR CAÍDAS DE ALTURA – PARTE 1: ARNESES DE CUERPO COMPLETO – REQUISITOS Y MÉTODOS DE PRUEBA

SAFETY – PERSONAL PROTECTIVE FALL-ARREST SYSTEMS – PART 1: FULL BODY HARNESSSES – REQUIREMENTS AND TEST METHODS

0 INTRODUCCIÓN

En casos donde existe peligro de caída en trabajos en alturas, y que por razones técnicas o por la realización de trabajos de corta duración, en el acceso seguro no pueda proporcionarse de alguna otra manera, es necesario considerar la utilización de un Sistema de Protección Personal para Interrumpir Caídas de Altura (SPPICA). La utilización de los SPPICA no debe improvisarse y su implementación debe efectuarse siguiendo las disposiciones de seguridad más adecuadas al sitio de trabajo.

Los SPPICA que cumplen con esta norma deben satisfacer requisitos ergonómicos y solamente deben usarse si el lugar permite tener puntos de anclaje confiables e implementados sin comprometer la seguridad del usuario. El personal debe ser capacitado e instruido en el uso seguro del equipo y observar dichas disposiciones.

Esta norma mexicana está basada en el conocimiento y prácticas comunes concernientes al uso de los SPPICA que incorpora el arnés de cuerpo completo.

Se requiere que el fabricante de los SPPICA, subsistemas o componentes cuente por razones de consistencia y seguimiento, con sistema de gestión de la calidad que garantice que sus productos cumplen en todo momento con lo establecido en la presente Norma.

La norma constituye la primera parte de una serie de normas que se elaboran en materia de sistemas de protección personal para interrumpir caídas de altura. Al momento de elaboración de esta norma, se prevé la realización de los siguientes temas de Normalización:

- Parte 1* *Arneses de cuerpo completo.*
- Parte 2* *Líneas de seguridad y amortiguadores de impacto.*
- Parte 3* *Dispositivos con línea de vida retráctil.*
- Parte 4* *Rieles y líneas de vida verticales.*
- Parte 5* *Conectores.*

Se prevé también la elaboración de la parte 6 correspondiente a pruebas de desempeño de los sistemas de protección personal para interrumpir caídas de altura (SPPICA) y de la parte 7 sobre líneas de vida horizontales flexibles.

Es importante señalar que es responsabilidad del fabricante cumplir con los requisitos establecidos en la presente Norma.

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma mexicana establece los requisitos y métodos de prueba que deben cumplir los Arneses de Cuerpo Completo (ACC), utilizados como parte de los Sistemas de Protección Personal para Interrumpir Caídas de Altura (SPPICA), en trabajos que se realizan en alturas mayores que 1,80 m sobre el nivel del suelo, y el trabajador queda sujeto a un punto de anclaje fijo y seguro.

NOTA.- El principal propósito de un ACC es permitir al usuario unirse con el Sistema de Protección Personal para Interrumpir Caídas de Altura (SPPICA), el cual será especificará en la parte 6 de esta norma (véase Introducción), de tal forma que si se produce una interrupción en la caída, la fuerza de detención de la caída no exceda de 6 kN.

Esta norma mexicana aplica únicamente a los ACC limitados a una sola persona con una masa total que no exceda de 100 kg.

Los ACC pueden tener elementos de unión que permitan al usuario unirse con otros tipos de sistemas de seguridad o de acceso, por ejemplo, un sistema de posicionamiento en el sitio de trabajo, un sistema para ascenso / descenso controlado, o para acceso en espacio confinado.

La presente norma no cubre los siguientes equipos:

- a) Cinturones para linieros, cinturones de seguridad o arneses de pecho; tales equipos no se consideran como seguros comparados con los ACC.
- b) Todos los otros tipos de arneses que no están diseñados para usarse en SPPICA (arneses de cintura y piernas tales como los usados en alpinismo, espeleología, deportivos, entre otros).
- c) Otros requisitos especiales de los ACC, usados en sistemas para el ascenso y descenso controlado, o de acceso en espacios confinados.
- d) Cualquier evaluación de la compatibilidad o de la conformidad con respecto al desempeño de los ACC, en un sistema de ascenso / descenso controlado, y acceso en espacio confinado.

Esta norma mexicana no especifica aquellos requisitos adicionales que se aplican cuando los arneses están sujetos a condiciones especiales de uso (donde existen limitaciones inusuales concernientes al acceso al sitio de trabajo, o factores particulares del entorno). En esta Norma no se especifican tratamientos que aseguren la durabilidad de los materiales de fabricación (tales como tratamientos: térmicos, anticorrosivos, protección contra peligros químicos o físicos) pero dichos materiales deben cumplir con las normas oficiales mexicanas o normas mexicanas aplicables o, a falta de éstas, con normas internacionales y otras especificaciones que tienen que ver con las características físicas relevantes y la seguridad de los usuarios.

2 REFERENCIAS

Para la correcta aplicación de esta norma se debe consultar la siguiente norma mexicana vigente o la que la sustituya:

NMX-S-058/5-SCFI-2005	Seguridad - Sistemas de protección personal para interrumpir caídas de altura - Parte 5: Conectores con dispositivos de cierre y de bloqueo automático - Requisitos y métodos de prueba.
-----------------------	--

3 DEFINICIONES

Para los propósitos de esta Norma se establecen las siguientes definiciones:

3.1 Arnés de cuerpo completo

3.1.1 Arnés de cuerpo completo (ACC)

Dispositivo que soporta el cuerpo que une a la persona a un sistema de protección personal para la interrupción de caída de altura (véase figura 1).

NOTA 1.- El ACC está compuesto de cintas, herrajes y hebillas ensamblados para soportar el cuerpo de una persona y limitar la caída del usuario durante y después de la interrupción de la misma.

NOTA 2.- El ACC puede incorporar otros herrajes que permitan su conexión con otros tipos de sistemas de seguridad tal como un sistema de posicionamiento de trabajo.

3.1.2 Cinta primaria

Cinta del arnés de cuerpo completo para transmitir la carga y soportar el cuerpo o ejercer presión sobre éste durante la caída de una persona y después de la interrupción de la misma.

3.1.3 Cinta secundaria

Cinta con la cual es construido el ACC, cualquier otra diferente de las primarias. La cinta secundaria en ningún momento puede realizar las funciones mencionadas en 3.1.2 de la cinta primaria.

3.1.4 Cinta subpélvica

Cinta primaria que debe integrarse al ACC, y que une a las perneras de éste, por la parte posterior, cuya función es la de impedir la apertura de las extremidades inferiores fuera de su límite natural (véase figura 1, clave 3)

NOTA.- En otros diseños, la cinta subpélvica puede ser sustituida por un cinturón fijo en la parte posterior del ACC, que impida la apertura de las extremidades inferiores fuera de su límite natural.

3.1.5 Cinturón porta herramienta

Accesorio, generalmente integrado a la cinta de la cintura del ACC, utilizado para cargar temporalmente la herramienta en el arnés, mientras la persona está trabajando.

3.1.6 Elemento de unión para acceso en espacios confinados

Herrajes opcionales en forma "D" integrados en los hombros, diseñados exclusivamente como puntos de unión entre el ACC y el sistema de acceso a espacios confinados.

3.1.7 Elemento de unión para ascenso o descenso controlado.

Herraje opcional diseñado exclusivamente como punto de unión con el sistema de ascenso o descenso controlado.

3.1.8 Elemento de unión en forma "D" del ACC; elemento de unión para interrupción de caída

Herraje obligatorio en forma "D" integrado en la parte posterior del ACC, entre los omoplatos y riñones a mitad de la espalda, y que sirve de unión con la línea de seguridad.

3.1.9 Elemento de unión para posicionamiento en forma "D"; elemento de unión para posicionamiento de trabajo

Herrajes opcionales en forma "D", integrados en las partes laterales del ACC, diseñados exclusivamente para actuar como punto de unión con el sistema de posicionamiento.

3.1.10 Acolchado.

Soporte adicional fijado a cualquiera de las cintas primarias que en efecto aumenta localmente el ancho y grueso de la cinta.

NOTA.- Esto reduce la presión ejercida sobre el cuerpo por el ACC en uso normal o en caso de emergencia.

3.1.11 Hebilla de amarre.

Herraje de dos partes diseñado para facilitar el ponerse o quitarse el ACC.

NOTA 1.- La hebilla de ajuste rápido o rápida conexión, es la única que tiene dos partes, mismas que pueden ser acopladas y desacopladas; cada parte está incorporada dentro de las cintas unidas y cuando se acoplan forman un amarre.

NOTA 2.- Una hebilla de amarre puede ser una hebilla de ajuste rápido, así como también una hebilla de machuelo o de sistema de ojillos (tipo cinturón).

3.1.12 Hebilla de ajuste

Herraje diseñado para acortar o alargar la longitud de las cintas del ACC, a fin de permitir el ajuste para diferentes tallas y complexión corporal.

NOTA.- Una hebilla de ajuste puede ser también una de amarre.

3.1.13 Masa total

Suma de la masa del usuario más la vestimenta y el equipo.

3.1.14 Placa de sujeción y ajuste.

Placa ranurada de material sintético que permite que las cintas individuales se intersecten una con la otra en combinación con el anillo "D" en la parte posterior, y puedan mantenerse en posición, sin unirse.

NOTA.- Esto permite ajustes independientes, es decir, una cinta puede ajustarse sin afectar la otra.

3.1.15 Presilla.

Abrazadera que se desliza a lo largo de la cinta y que está diseñada para juntar la longitud excedente de la cinta después del proceso de ajuste.

NOTA.- Esto previene la molestia y peligro, que las cintas sueltas, interfieran con la tarea del trabajador.

3.1.16 Soporte trasero para posición de trabajo.

Soporte trasero rígido o semi-rígido que puede estar incorporado al ACC.

3.2 Sistemas

3.2.1 Sistema de protección personal para interrumpir caídas de altura (SPPICA).

Sistema que minimiza las fuerzas al momento de interrumpir la caída de altura, para controlar la distancia total recorrida durante la caída previniendo un choque contra el piso o cualquier otro obstáculo y permite mantener a la persona en una postura adecuada, después de la caída (véase figura 1).

3.2.2 Sistema de posicionamiento de trabajo.

Sistema que permite soportar a una persona mediante equipo de protección personal en tensión de forma que se prevenga la caída.

NOTA.- Este sistema permite al usuario su posicionamiento, mediante la presión de sus piernas al área de trabajo y tensionando la línea de seguridad que se encuentra unida al ACC por la cintura o cadera.

3.2.3 Sistema de descenso controlado.

Sistema en el que un trabajador puede descender de un nivel a otro, con un dispositivo de descenso a base de fricción (rappel) u otro método mientras se encuentra suspendido en un arnés apropiado.

3.2.4 Sistema de acceso a espacio confinado.

Sistema utilizado en situación de trabajo donde el usuario debe entrar a un espacio confinado o estrecho, usando una escalera o siendo suspendido en un arnés, y donde la evacuación de emergencia puede llevarse a cabo únicamente con el trabajador en una posición vertical.

4 REQUISITOS

4.1 Generales

Para asegurarse que los componentes que forman parte de un Sistema de Protección Personal para Interrumpir Caídas de Altura funcionen correctamente, deben cumplir con los requisitos establecidos la parte 6 de esta serie de normas (véase 0 Introducción).

Los ACC pueden tener elementos de sujeción que permitan al usuario conectarse a otros tipos de sistemas de seguridad o acceso, por ejemplo un sistema de posicionamiento de trabajo, un sistema de ascenso / descenso controlado o un sistema de acceso a espacios confinados.

4.2 Clasificación

4.2.1 La presente norma establece un sistema de clasificación que especifica como obligatoria la función de interrupción de caída, y otras funciones como opcionales, según se indica a continuación:

- a) Todos los ACC deben cumplir por lo menos con la Clase A para propósitos de interrupción de caídas (véase 4.2.2).
- b) Cuando el ACC cuente con elementos complementarios opcionales, se clasifica en las clases D, E y P.

4.2.2 Clase A – Interrupción de Caídas

Los ACC de la clase A deben diseñarse para soportar la masa total del usuario durante y después de una caída. Deben tener incorporado como mínimo un elemento de interrupción de caída. Se debe disponer de un elemento de unión para interrumpir la caída, de tal forma que esté incorporado al ACC, y situado en la espalda del usuario entre los omoplatos, o centralmente en la parte frontal del pecho a la altura del esternón aproximadamente.

NOTA.- Cuando el elemento de unión se coloque en la parte frontal del ACC, éste debe emplearse únicamente para interrumpir caídas no mayores de 50 cm.

4.2.3 Clase D – Descenso / ascenso controlado

Los ACC de la clase D deben cumplir con los requisitos de la clase A y tener elementos adicionales de unión para ascenso y descenso controlados de manera que permita al usuario adoptar una posición semejante a la de estar sentado, mientras se encuentre en suspensión. No deben usarse para conectar los sistemas de interrupción de caída.

4.2.4 Clase E – Acceso a espacios confinados

Los ACC de la clase E deben cumplir con los requisitos de la clase A y tener elementos de unión adicionales que permitan al usuario conectarse a un sistema de acceso a espacios confinados. Los ACC deben tener elementos de unión deslizantes en la cinta de cada hombro, para usarse en pares y no separadamente, de manera que el usuario adopte una posición vertical mientras esté en suspensión. No deben utilizarse para conectar los sistemas de interrupción de caída.

4.2.5 Clase P – Trabajos que requieren de posicionamiento en las alturas

Los ACC de la clase P deben cumplir con los requisitos de la clase A y contar con un elemento o elementos de sujeción adicionales que permitan al usuario conectarse a un sistema de posicionamiento de trabajo. El ACC clase P debe tener como mínimo un elemento de unión de posicionamiento de trabajo incorporado de manera que se fije (conecte) al nivel de la cintura aproximadamente. Si se provee únicamente un elemento de unión de posicionamiento de trabajo, debe apoyarse centralmente a la parte frontal. Si se proveen varios elementos de unión de posicionamiento de trabajo distintos a la central de la parte frontal, deben colocarse simétricamente en pares y únicamente se deben utilizar como par, es decir, no separadamente. Los elementos de unión de posicionamiento de trabajo no son aceptables para conectarse a un sistema de protección personal para interrumpir caídas de altura.

- 4.3 Diseño y construcción.
- 4.3.1 Requisitos generales del ACC.
 - 4.3.1.1 El propósito del ACC es sostener el cuerpo y distribuir uniformemente las fuerzas dinámicas generadas por la interrupción de la caída, distribuir las fuerzas de suspensión sobre el cuerpo y no crear riesgos adicionales, ofreciendo confort al usuario.
 - 4.3.1.2 Estar integrado por cintas unidas, dispuestas alrededor del área pélvica, piernas y hombros como se muestra en la figura 1. Adicionalmente puede incorporarse una cinta a nivel de la cintura y otra a nivel del pecho y debe contarse con medios de ajuste según las instrucciones del fabricante.
 - 4.3.1.3 Cuando un ACC es utilizado, las cintas deben ser incapaces de moverse accidentalmente de su posición original o bien soltarse.
 - 4.3.1.4 Un ACC puede estar incorporado a una prenda de vestir de forma que permita una inspección visual de éste.
- 4.3.2 Requisitos de materiales textiles.
 - 4.3.2.1 La cinta y el hilo deben fabricarse con filamento virgen o con fibras sintéticas de multifilamentos adecuadas para el uso prescrito. La resistencia a la ruptura de la fibra sintética no debe ser menor de 0,6 N/tex.
- NOTA.- “Tex” se define como la masa de la fibra expresada en gramos por kilómetro del textil.
- 4.3.2.2 Las cintas primarias deben tener un ancho de 40 mm como mínimo y las secundarias de 20 mm como mínimo. Durante las pruebas de suspensión estática especificadas en el inciso 5.8 debe confirmarse cuáles de las cintas que soportan a la persona son primarias y cuáles son secundarias.
- 4.3.2.3 Los hilos de costura deben ser físicamente compatibles con, y de calidad comparable al de las cintas pero de diferente color para facilitar la inspección visual.
- 4.3.3 Requisitos de los herrajes.
 - 4.3.3.1 Todas las hebillas, elementos de unión, placas de sujeción y ajuste, presillas, acolchados de cintas subpélvicas y cinturón porta herramienta, deben tener un acabado liso libre de defectos debidos a la manufactura y no tener bordes rugosos o afilados que puedan lesionar de alguna forma al usuario.

4.3.3.2 Todas las hebillas de ajuste, deben auto bloquearse con seguridad en la cinta del ACC y las de amarre deben ser incapaces de desacoplarse inadvertidamente, pero no deben presentar superficies rugosas o bordes filosos que puedan desgastar o de alguna otra forma dañar el material de la cinta. Se permiten las barras anudadas.

4.3.4 Requisitos adicionales para los elementos de unión y amarre

4.3.4.1 Todos los elementos de unión o amarre fabricados con gasas de material textil deben protegerse contra la abrasión, tanto en su parte interna como externa.

4.3.4.2 Dependiendo de la clasificación del ACC, los elementos de unión deben incorporarse al ACC en las posiciones estipuladas en 4.2. Para efectos de la presente norma, los elementos de unión de amarre frontales y laterales para conexión con sistemas de posicionamiento de trabajo no se aceptan para uso de interrupción de caídas.

4.3.4.3 Si un ACC es adicionalmente equipado con elementos de unión de posicionamiento de trabajo, éstos deben cumplir con las normas respectivas.

NOTA.- Al momento de elaborar la presente norma, no se cuenta con normatividad en materia sistemas de posicionamiento de trabajo. Éstos serán considerados en documentos futuros.

4.3.4.4 Cuando se incorpore el elemento de amarre o unión del ACC clase A, situado en la parte superior media de la espalda del usuario, debe diseñarse de tal manera que no se deslice hacia abajo durante la prueba dinámica invertida, descrita en 5.7.2.

4.4 Resistencia a la corrosión.

Quando se prueben conforme a lo establecido en 5.2, todos los herrajes metálicos deben estar libres de corrosión a simple vista sin el uso de instrumentos ópticos, u otra evidencia de corrosión del metal base. Se acepta la presencia de escama blanca.

4.5 Desacoplamiento y deslizamiento de hebillas.

Quando se prueben de acuerdo con 5.3 las hebillas de amarre no deben desacoplarse y las de ajuste no deben permitir un deslizamiento de la cinta, mayor que 25 mm.

- 4.6 Resistencia estática
- 4.6.1 El ACC debe soportar una fuerza de 15 kN cuando se pruebe:
- a) en cada elemento de unión para interrumpir la caída como se especifica en 5.4;
 - b) en donde sea incorporado:
 - 1) en cada elemento de unión de descenso / ascenso controlado, como se especifica en 5.5;
 - 2) en cada elemento de unión de acceso a espacios confinados, como se especifica en 5.6;
 - 3) en cada elemento de unión para posicionamiento de trabajo. (*)

NOTA.- (*) Al momento de elaborar la presente Norma, no se cuenta con normatividad en materia sistemas de posicionamiento de trabajo. Éstos serán considerados en documentos futuros.

- c) Los resultados no deben mostrar:
 - 1) Desgarramiento de la cinta;
 - 2) Separación completa de la junta cosida;
 - 3) Fractura parcial o completa de cualquier hebilla, y
 - 4) Apertura accidental de cualquier hebilla de amarre.
- 4.6.2 Las cintas y los elementos de unión no deben desplazarse asimétricamente de su posición. Las cintas pueden deslizarse en las hebillas de ajuste, no más de 25 mm.

4.7 Desempeño dinámico

4.7.1 Cuando se pruebe en cada elemento de unión para interrupción de caída, según lo establecido en el apartado 5.7, el ACC debe mantener el torso de prueba libre de contacto con el suelo, en posición vertical hacia arriba, y no debe mostrar los siguientes resultados:

- a) Desgarre de la cinta.
- b) Desgarre de cualquiera de las juntas cosidas de las cintas primarias.
- c) Fractura parcial o completa de cualquier hebilla.
- d) Apertura accidental de cualquier hebilla de amarre.

4.7.2 Al final de la prueba el ángulo formado entre la espalda del torso de prueba y la línea de seguridad no debe ser mayor que 45°.

4.7.3 El ACC debe ser capaz de mantener el torso de prueba en la posición de suspensión posterior a la prueba dinámica, durante 10 min.

4.8 Prueba de suspensión estática

Cuando se pruebe en cada elemento de unión para interrupción de caídas, según lo establecido en 5.8, el ACC debe mantener al sujeto de prueba con la cabeza hacia arriba y los resultados no deben mostrar:

- a) Que los herrajes metálicos estén en contacto con las ingles o con la parte interior de los muslos o axilas;
- b) Que alguna parte del ACC ejerza presión directa en los genitales, cabeza o cuello;
- c) Provocación de dolor intenso,
- d) Impedimento para tener respiración normal.

4.9 Ángulo en la prueba de suspensión estática para el ACC clase AE

Cuando se pruebe como se especifica en 5.9, el ACC clase E debe mantener el torso de prueba en posición vertical hacia arriba. El ángulo formado entre la espalda del torso de prueba y la línea de seguridad no debe ser mayor que 10°.

5 MÉTODOS DE PRUEBA

5.1 Materiales, equipos y aparatos

5.1.1 Torso de prueba para la prueba estática.

Debe estar de acuerdo a las dimensiones y requisitos especificados en la figura 2. La armella de suspensión deben tener un diámetro interior de 40 mm y un diámetro de sección transversal máximo de 16 mm. La superficie debe ser lisa y, si es de madera, estar cubierta por laca o barniz.

5.1.2 Torso de prueba para la prueba dinámica.

Debe construirse de un material rígido con superficies de madera dura con Dureza Shore mayor que 90 en las partes en contacto con las cintas del arnés de cuerpo completo, como se muestra en las figuras 3.a y 3.b, debiendo tener una masa de 100 kg ± 1 kg. El ángulo comprendido entre la línea de la sección "A" en la figura 3.a y la línea del hombro debe ser de 22,5° ± 5°.

5.1.3 Línea de seguridad de prueba

Debe ser de cable de acero con ganchos de cerrado instantáneo en los extremos, cuya longitud total del cable y de los ganchos sea de $2\ 400\ \text{mm} \pm 25\ \text{mm}$, medida bajo una tensión de 44 N entre gancho y gancho en los puntos de apoyo. La línea de seguridad debe fabricarse de acero inoxidable 302 de 9,5 mm de diámetro, siendo el cable de construcción aeronáutica de 7 x 19. Las terminales extremas de la línea de seguridad deben construirse mediante algún método que prevenga un deslizamiento del cable.

5.1.4 Estructura de prueba

Consiste en lo siguiente:

- a) La estructura rígida de anclaje debe construirse de forma que su frecuencia natural de vibración en el eje vertical no sea menor que 100 Hz en el punto de anclaje, y de manera que la aplicación de una fuerza de 20 kN en éste, no cause una deflexión mayor que 1 mm.
- b) El punto de anclaje rígido debe ser una argolla con un diámetro interior de $20\ \text{mm} \pm 1\ \text{mm}$ y un diámetro de $15\ \text{mm} \pm 1\ \text{mm}$ en la sección transversal o una varilla con el mismo diámetro de sección transversal.
- c) El punto de anclaje debe estar a tal altura que prevenga que el torso de prueba pegue en el suelo durante la prueba dinámica.

5.1.5 Aparato para prueba de resistencia estática

Está formado de un marco de prueba, malacate y un indicador, con un travesaño rígido para soportar el torso de prueba.

- 5.1.6 Dispositivo de soltado rápido (liberación rápida), compatible con la armella del torso de prueba o de los conectores, que asegure que el torso sea soltado sin velocidad inicial.

5.1.7 Balancín de prueba

Está formado por una barra de 200 mm de longitud con dos cuerdas suspendidas de 300 mm como mínimo. El conjunto se construye como se indica en la figura 4. El extremo de cada cuerda debe tener un conector. El punto de unión, para propósito de la prueba debe situarse en el centro de la barra.

5.1.8 Instrumento para medición de fuerza

Con capacidad para medir fuerzas desde 1,2 kN a 20 kN con una exactitud de $\pm 2\%$, con posibilidad de soportar una fuerza de 50 kN sin dañarse y dispuesto de tal manera que las mediciones se efectúen con una banda activa continua de hasta 100 Hz, pero con un índice de muestreo mínimo de 1 000 Hz.

5.2 Prueba de corrosión

Los herrajes metálicos deben probarse en una solución salina aplicando el método de prueba establecido en el apéndice A, con una exposición inicial de 24 h, seguida por un periodo de secado de 1 h, y una segunda exposición de 24 h.

5.3 Prueba de sacudido en hebillas

5.3.1 Generalidades

Aplicar esta prueba a cada hebilla de ajuste y de amarre.

5.3.2 Hebillas de ajuste

5.3.2.1 Desplazar la cinta a través de la hebilla de forma que la parte de cinta no abrochada, pueda ser probada. Ensartar la cinta en la hebilla, en la forma indicada por el fabricante. Marcar la cinta en la hebilla y en el marco de ésta, para que las marcas queden alineadas.

5.3.2.2 Sujetar la cinta por ambos lados de la hebilla sacudiéndola hacia adentro y hacia afuera de la hebilla, moviéndola rápida, continua y alternativamente durante 25 ciclos.

5.3.2.3 Observar las marcas de alineación. Un desalineado de las marcas indica deslizamiento de la cinta. Medir y registrar cualquier deslizamiento.

5.3.3 Hebillas de amarre.

5.3.3.1 Acoplar las partes de la hebilla entre sí, de la forma indicada por el fabricante.

5.3.3.2 Sujetar la cinta por ambos lados de la hebilla, sacudiéndola hacia adentro y afuera de la hebilla, moviéndola rápida, continua y alternativamente, durante 25 ciclos

5.3.3.3 Observar y registrar si la hebilla se desacopló accidentalmente.

5.4 Prueba de resistencia estática de los elementos de unión en forma "D" del ACC.

- 5.4.1 Fijar el ACC al torso de prueba (véase 5.1.1) de manera similar a como se lo ajusta una persona, de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Efectuar todos los ajustes necesarios para asegurar que el ACC está adecuadamente ajustado al torso de prueba.
- 5.4.2 Marcar la cinta en los marcos de cada hebilla de amarre y de ajuste, de manera que las marcas estén alineadas.
- 5.4.3 Aplicar una fuerza de tensión de 15 kN entre el elemento de unión en forma "D" del ACC para interrumpir la caída y la armella inferior del torso de prueba, asegurando que el tiempo para alcanzar esta fuerza sea de 4 min \pm 1 min. Mantener esta fuerza durante 3 min.
- 5.4.4 Observar y registrar si existe:
- a) Desgarradura en el material de la cinta;
 - b) Separación parcial o completa de cualquier junta cosida;
 - c) Fractura parcial o completa de las hebillas de amarre y de ajuste;
 - d) Abertura accidental de cualquier hebilla de amarre;
 - e) Desplazamiento asimétrico de cintas y de los elementos de unión, de la posición original, y
 - f) Desalineado de las marcas de la hebilla.
- 5.4.5 Repetir la prueba para los elementos de unión en forma "D" del ACC. En cada caso, debe utilizarse un arnés nuevo.
- 5.4.6 Repetir los procedimientos indicados de 5.4.1 a 5.4.5 pero aplicando la fuerza de prueba entre el elemento de unión en forma "D" del ACC y la armella superior del torso de prueba.
- 5.5 Prueba de resistencia estática para elementos de unión de descenso controlado.
- 5.5.1 Fijar el ACC al torso de prueba (véase 5.1.1) de manera similar a como se lo ajusta una persona, de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Efectuar todos los ajustes necesarios para asegurar que el ACC está adecuadamente ajustado al torso de prueba.
- 5.5.2 Marcar la cinta en los marcos de cada hebilla de amarre y ajuste de manera que las marcas estén alineadas.

- 5.5.3 Aplicar una fuerza de tensión de 15 kN entre el elemento de unión de descenso controlado y la armella inferior del torso de prueba, asegurando que el tiempo para alcanzar esta fuerza sea de $4 \text{ min} \pm 1 \text{ min}$. Mantener esta fuerza por un período de 3 min. Medir y registrar los resultados según el inciso 5.4.4.
- 5.6 Prueba de resistencia estática para elementos de unión para acceso en espacios confinados.
 - 5.6.1 Fijar el ACC al torso de prueba (véase 5.1.1) de manera similar a como se lo ajusta una persona, de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Efectuar todos los ajustes necesarios para asegurar que el ACC está adecuadamente ajustado al torso de prueba.
 - 5.6.2 Marcar la cinta en los marcos de cada hebilla de amarre y ajuste, de manera que las marcas estén alineadas.
 - 5.6.3 Cuando sea necesario, fijar los conectores de las cuerdas del balancín de prueba a los elementos de unión de acceso para espacios confinados. Aplicar una fuerza de tensión de 15 kN entre el balancín de prueba y la armella inferior del torso de prueba, asegurando que el tiempo para alcanzar esta fuerza sea de $4 \text{ min} \pm 1 \text{ min}$. Mantener esta fuerza por 3 min. Medir y registrar los resultados según el apartado 5.4.4.
- 5.7 Pruebas de desempeño dinámico
 - 5.7.1 Prueba en posición de pie.
 - 5.7.1.1 Fijar el ACC al torso de prueba (véase 5.1.2) de manera similar a como se lo ajusta una persona, de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Efectuar todos los ajustes necesarios para asegurar que el ACC está adecuadamente ajustado al torso de prueba. Además, si el ACC tiene un elemento de unión dorsal (posterior), la ubicación de la superficie interior más extrema de este elemento debe situarse a $200 \text{ mm} \pm 20 \text{ mm}$, por debajo de la parte plana del cuello del torso de prueba.
 - 5.7.1.2 Levantar el torso de prueba en una posición hacia arriba, y sosteniéndola con el dispositivo de liberación rápida. Fijar un extremo de la línea de seguridad de prueba al elemento de unión "D" sujeto a prueba, utilizando un conector que cumpla con la Norma NMX-S-058/5-SCFI (véase 2 Referencias) y de manera similar, el otro extremo de la línea de seguridad al anillo de prueba del anclaje.

- 5.7.1.3 Levantar el torso de prueba para que:
- a) La armella de levantamiento se encuentre a una distancia horizontal máxima de 300 mm del eje vertical del anillo de prueba del anclaje, antes de soltarse.
 - b) Cuando el dispositivo de liberación rápida se accione, el torso de prueba caiga libremente una distancia de 1,0 m.
- 5.7.1.4 Soltar el torso de prueba. Observar y registrar si hay:
- a) Desgarradura del material de la cinta;
 - b) Desgarradura de cualquier junta cosida de la cinta primaria;
 - c) Fractura parcial o completa en las hebillas;
 - d) Abertura accidental en cualquier hebilla de amarre.
- 5.7.1.5 Medir y registrar el ángulo formado entre la parte posterior del torso de prueba y la línea de seguridad de prueba.
- 5.7.1.6 Dejar el torso de prueba en suspensión después de la caída, por un período mínimo de 10 min. , y observar que el torso de prueba sea retenido.
- 5.7.1.7 Repetir los procedimientos indicados de 5.7.1.1 a 5.7.1.6 para cada elemento de unión para interrumpir la caída, usando en cada caso un ACC nuevo y una línea de seguridad nueva.
- 5.7.2 Prueba en posición de cabeza.
- 5.7.2.1 Repetir el procedimiento indicado en 5.7.1.1 usando un nuevo ACC.
- 5.7.2.2 Levantar el torso de prueba (5.1.2) en una posición invertida y colgarla con el dispositivo de liberación rápida.
- Unir un extremo de la línea de seguridad al elemento de unión en forma "D" utilizando un conector que cumpla con la Norma NMX-S-058/5-SCFI (véase 2 Referencias), y de manera similar el otro extremo al anillo de prueba del anclaje.
- 5.7.2.3 Bajar el torso de prueba hasta que la línea de seguridad esté derecha, sin cargar el ACC. Asegurarse de que el elemento de unión en forma "D" sujeto a prueba, señale hacia arriba.

- 5.7.2.4 Levantar el torso de prueba, para que:
- a) La armella de levantamiento se encuentre a una distancia horizontal máxima de 300 mm del eje vertical del anillo de prueba del anclaje, antes de soltarse.
 - b) Cuando el dispositivo de liberación rápida se accione, el torso de prueba caiga libremente una distancia de 1,0 m.

Al final de la caída libre, el torso de prueba pivotará alrededor del elemento de unión en forma "D", por lo que se requiere de una altura mayor a la de la prueba "en posición de pie".

- 5.7.2.5 Soltar el torso de prueba. Observar y registrar de acuerdo a los procedimientos indicados de 5.7.1.4 al 5.7.1.6.

- 5.7.2.6 Repetir los procedimientos 5.7.2.1 a 5.7.2.5 para cada elemento de unión para interrumpir la caída, usando en cada caso, un ACC nuevo y una línea de seguridad nueva.

- 5.8 Prueba de Suspensión Estática para elementos de unión en forma "D".

- 5.8.1 La prueba debe efectuarse con un mínimo de tres personas que tengan una estatura de 1,6 m a 1,9 m. Debe contarse con supervisión médica durante las pruebas. Si alguna persona reporta dolor extremo durante la prueba, inmediatamente debe ser suspendida.

NOTA.- No hay tiempo de aplicación para cada prueba, ya que el propósito de la prueba es sólo detectar defectos obvios de diseño; sin embargo el sujeto no debe permanecer suspendido por más de 10 min, tal como se indica en 4.7.3 y 5.7.1.6. La supervisión médica puede efectuarse por personal entrenado para dirigir en forma segura esta prueba y para dar atención de primeros auxilios en caso de que el sujeto de prueba hubiera manifestado dolor intenso durante el desarrollo de ésta.

- 5.8.2 Ajustar el ACC al primer participante de la prueba, de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

- 5.8.3 Unir un extremo de la línea de seguridad al elemento de unión en forma "D" bajo prueba, utilizando un conector que cumpla con la Norma NMX-S-058/5-SCFI (véase 2 Referencias) y de manera similar el otro extremo a un anclaje capaz de soportar la masa del participante, teniendo el anclaje un factor de seguridad de 10 como mínimo (que soporte como mínimo diez veces la masa del participante). El participante debe quedar libremente suspendido, de tal manera que sus pies libren el anillo de prueba fijado al piso. Para llevar a cabo tal operación debe utilizarse un malacate que levante al participante, no debiendo exceder la distancia de 100 mm entre sus pies y el piso.

- 5.8.4 Con el participante suspendido, observar y registrar si hay:
- a) Contacto de los herrajes con la ingle, con la parte interior de los muslos o con las axilas;
 - b) Presión directa del ACC sobre los genitales, cabeza o cuello;
 - c) Dolor intenso;
 - d) Impedimento para respirar normalmente.
- 5.8.5 Repetir los procedimientos indicados de 5.8.2 a 5.8.4 para cada elemento de unión para interrumpir la caída.
- 5.8.6 Repetir los procedimientos indicados de 5.8.2 a 5.8.5 para los participantes restantes.
- 5.9 Prueba de ángulo de suspensión estática para ACC, de las clases AE.
- 5.9.1 Fijar el ACC al torso de prueba (5.1.2) de manera similar como se lo ajusta una persona, de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Efectuar todos los ajustes necesarios para asegurar que el ACC esté adecuadamente ajustado al torso de prueba.
- 5.9.2 Cuando sea necesario, unir los conectores de las cuerdas del balancín de prueba a los elementos de unión para acceso a espacios confinados.
- 5.9.3 Levantar el torso de prueba hasta que quede un pequeño claro entre el piso y el torso de prueba. Permitir que éste quede suspendido por 3 min. Medir y registrar el ángulo entre la parte posterior del torso de prueba y las cuerdas del balancín de prueba.

6 INSTRUCCIONES PARA USO GENERAL, MARCADO, EMPAQUE Y MANTENIMIENTO

- 6.1 Instrucciones para uso general.

Deben proporcionarse instrucciones en español para ajuste, uso, limitaciones, reposición, revisión, limpieza, mantenimiento y resguardo de los ACC. Estas instrucciones también deben incluir la siguiente información:

- a) Nombre o razón social y domicilio del fabricante.

- b) Para productos de procedencia extranjera, indicar el nombre o razón social y domicilio del importador.
- c) Manifiestar por escrito los propósitos y limitaciones del ACC. Agregar también que solamente debe utilizarse cuando forme parte del Sistema de Protección Personal para Interrumpir Caídas de Altura (SPPICA), el cual debe asegurar que SI OCURRE la interrupción de la caída, la fuerza del tirón no exceda de 6 kN y que la distancia para interrumpir la caída esté controlada;
- d) Advertencias contra alteraciones o adiciones al producto;
- e) Cuando se aseguren las hebillas y éstas puedan ensamblarse en más de una forma, deben proporcionarse instrucciones claras del método de ensamble para que el ACC cumpla con esta Norma, además de una advertencia contra el uso de cualesquiera otros métodos de ensamble;
- f) Advertencia contra el peligro que puede resultar de usar combinaciones de componentes o subsistemas con los cuales la función de seguridad de cualquier componente o subsistema se vea afectado o interfiera con la función de seguridad de otro;
- g) Instrucciones para llevar a cabo una inspección visual del equipo inmediatamente antes de su uso y garantizar que el equipo esté en condiciones aceptables de servicio y que opere correctamente;
- h) Sugerencias o limitaciones de los materiales del producto que pudieran afectar su funcionamiento, por ejemplo: temperatura, efectos de bordes filosos, agentes químicos, cortes, abrasión, degradación por rayos ultravioleta y cualquier otro que el usuario debe, en caso de duda, consultar al fabricante o proveedor;
- i) Instrucciones para almacenamiento;
- j) Instrucciones para limpieza o lavado;
- k) Instrucciones para mantenimiento;

- l) Notificación de que el equipo debe ser inspeccionado periódicamente, teniendo en cuenta las condiciones de uso, al menos una vez al año, por personal capacitado, siguiendo las instrucciones del fabricante;
- m) Proporcionar una guía para la inspección del equipo y de aquellos factores que lo puedan inutilizar;
- n) Instrucción enfática para reiterar que se retire del servicio todo equipo que haya estado involucrado en una caída;
- o) Instrucciones para que los elementos sujetadores de posicionamiento de trabajo, montados a los lados de la cintura, no se conecten o fijen al (SPPICA);
- p) Notificación para que antes y durante su uso, se considere que el rescate de una persona colgada en un sistema de interrupción para caídas en altura, pueda llevarse a cabo de manera segura y efectiva;

6.2 Marcado

6.2.1 De los arneses de cuerpo completo.

Deben estar claramente e indeleblemente marcados, o bien permanentemente etiquetados por cualquier medio adecuado que no produzca efectos dañinos sobre los materiales, con la siguiente información:

- a) Clave o código de esta norma mexicana, o en su caso, cuando el producto cumpla con un certificado de cumplimiento con esta norma se podrá ostentar la marca que denote la certificación que haya sido acordada previamente con el organismo de certificación acreditado para tal efecto. Además de su tipo y clase (por ejemplo:, A, AD, ADP, etc);
- b) La marca u otros medios de identificación del fabricante o del proveedor responsable de actuar en representación del fabricante del producto para atender quejas, por incumplimiento de esta Norma.

- c) Información para identificar el producto del fabricante que incluya el lote o número de serie para que se pueda rastrear el origen del producto;
- d) Año y mes de fabricación del producto;
- e) Identificación de la fibra utilizada como material de fabricación;
- f) Toda la información necesaria para describir lo más claro posible el propósito de cada elemento sujetador, específicamente la identificación de aquellos elementos sujetadores que son diseñados para usarse como parte de un sistema completo de protección personal contra caídas de altura;
- g) Advertencia que obligue al usuario a leer las instrucciones del fabricante;
- h) Marca especial que indique el elemento de unión para cada aplicación del SPPICA. En cada tirante de hombro, debajo del elemento sujetador de la espalda, y arriba de la cintura (véase figura 5) debe marcarse con la letra "A" como mínimo de 3 cm de altura y ancho, y el ancho del trazo como mínimo de 0,5 cm. También en cada tirante debe marcarse una flecha como mínimo de 5 cm de longitud y 3 cm de ancho, y al menos un ancho de trazo de 1 cm, señalando hacia el elemento sujetador para la espalda delante de o adyacente a la letra "A" (véase figura 5). Todos los letreros deben tener un color prominentemente contrastante.

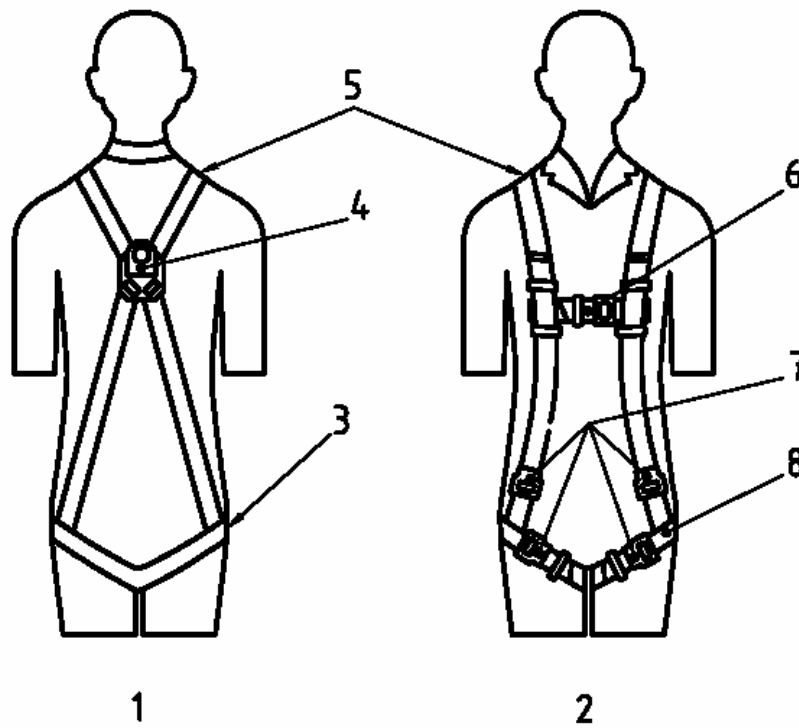
6.2.2 Marcado de los elementos de unión y hebillas.

Dichas partes deben marcarse como mínimo con los datos siguientes:

- a) Nombre o marca del fabricante de esas partes;
- b) Número de la parte;
- c) Capacidad en kg;
- d) Número del lote, para poder rastrear la fabricación de la parte.

6.3 Empaque

Cada arnés debe suministrarse en su envoltura, aunque no necesariamente en material sellado a prueba de humedad.

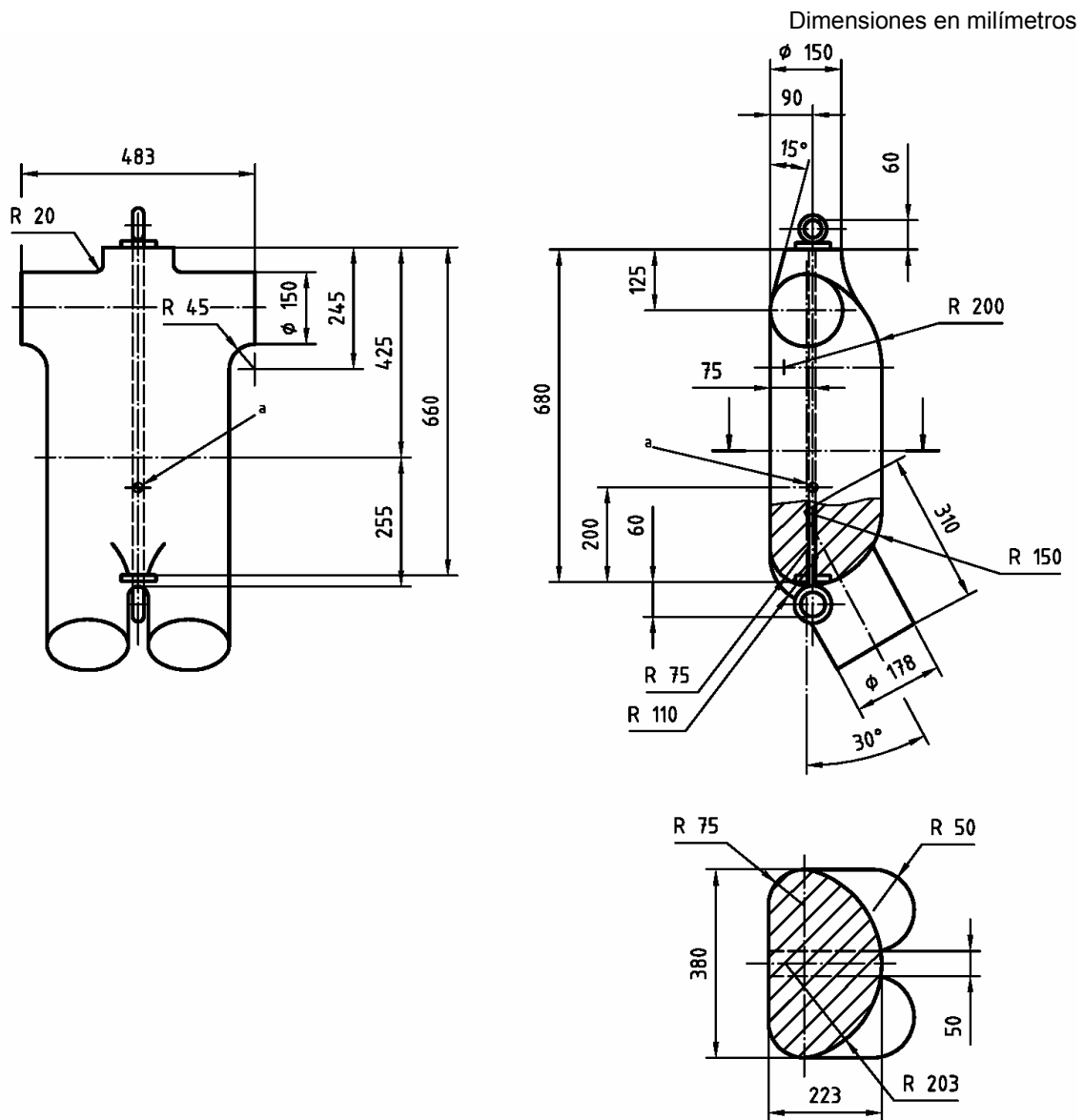


Significado de claves

- 1 Vista posterior
- 2 Vista frontal
- 3 Cinta sub-pélvica
- 4 Elemento de unión en forma "D"

- 5 Hombreras
- 6 Cinta limitadora
- 7 Hebillas
- 8 Perneras

FIGURA 1.- Ejemplo de un arnés de cuerpo completo



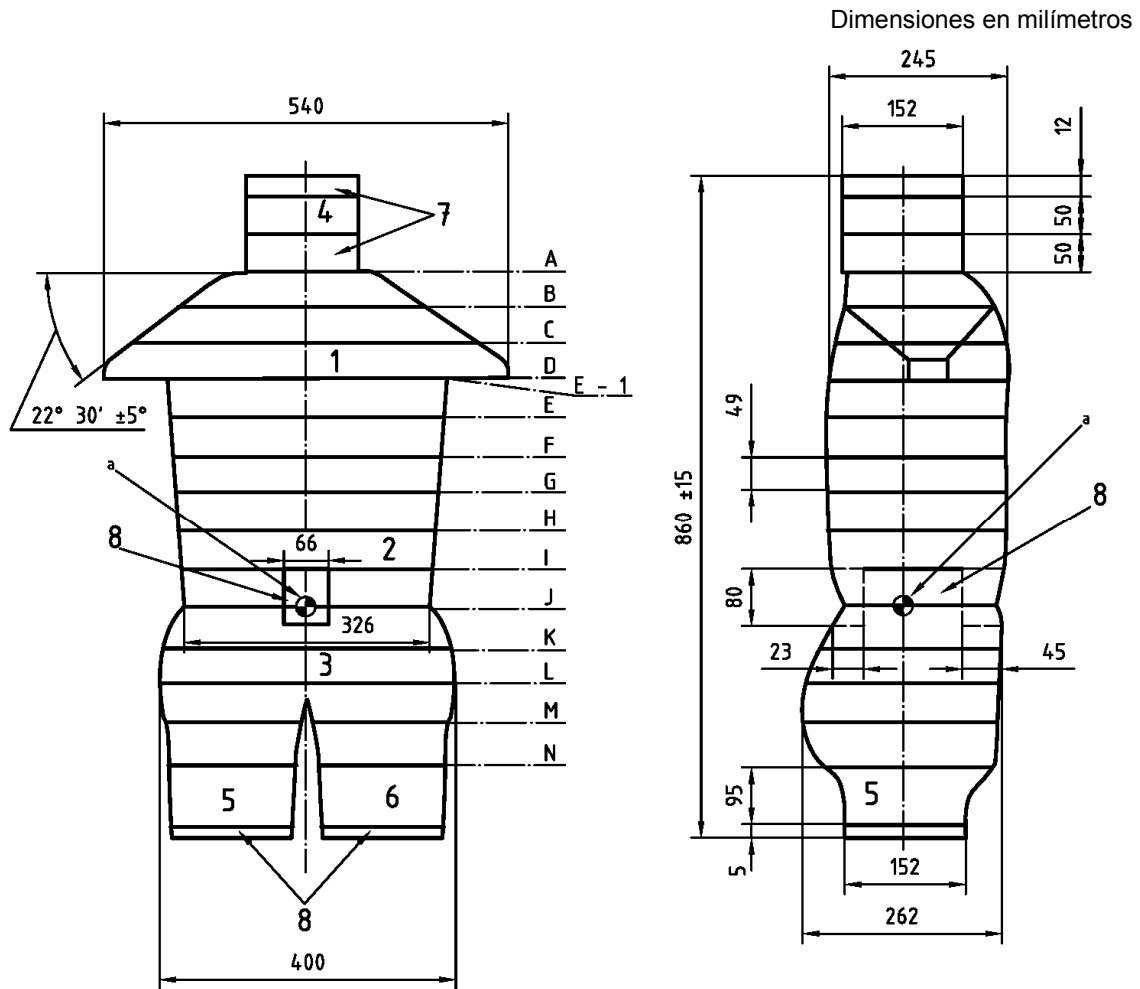
Radio mínimo de curvatura: R 50

Masa: 100 kg

Material: Madera dura o plásticos (Dureza Shore > 90).

a: Centro de gravedad.

FIGURA 2.- Torso para prueba estática



Materiales:

Secciones 1, 2 y 3: Madera dura

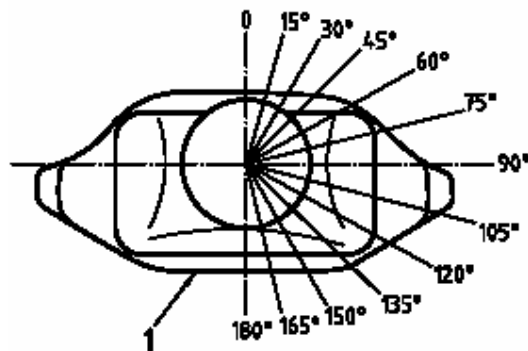
Secciones 4, 5 y 6: plomo

Secciones 7 y 8: Acero

Nota – Las formas son aproximadas.

a Centro de gravedad

a) Secciones horizontales del torso de prueba



Datos de nivel	Posterior												Frente	
	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°	
A	72	71	77	83	87	85	84	82	86	85	81	78	77	
B	70	72	78	96	135	166	160	165	182	164	134	119	114	
C	92	95	106	130	164	188	245	243	200	182	157	142	138	
D	104	107	117	130	153	178	235	273	213	181	162	144	138	
E-1	105	106	108	117	131	153	175	176	160	148	141	139	138	
E	104	105	108	117	131	153	175	174	159	146	140	138	138	
F	104	105	108	116	130	152	173	174	163	149	142	139	138	
G	102	103	106	114	128	149	170	174	162	149	142	139	138	
H	102	102	106	114	127	146	166	171	161	150	142	139	138	
I	95	98	104	114	127	146	165	169	159	150	145	139	135	
J	71	75	82	101	123	146	163	167	158	151	138	124	122	
I	108	111	121	141	173	192	195	198	190	166	137	123	120	
L	127	131	144	170	193	198	198	201	196	165	137	124	121	
M	—	105	157	173	181	184	185	190	193	167	140	125	—	
N	—	—	120	162	171	181	182	189	186	140	125	—	—	

b) Coordenadas polares de la sección horizontal del torso.

FIGURA 3.- Torso para prueba dinámica

Dimensiones en milímetros

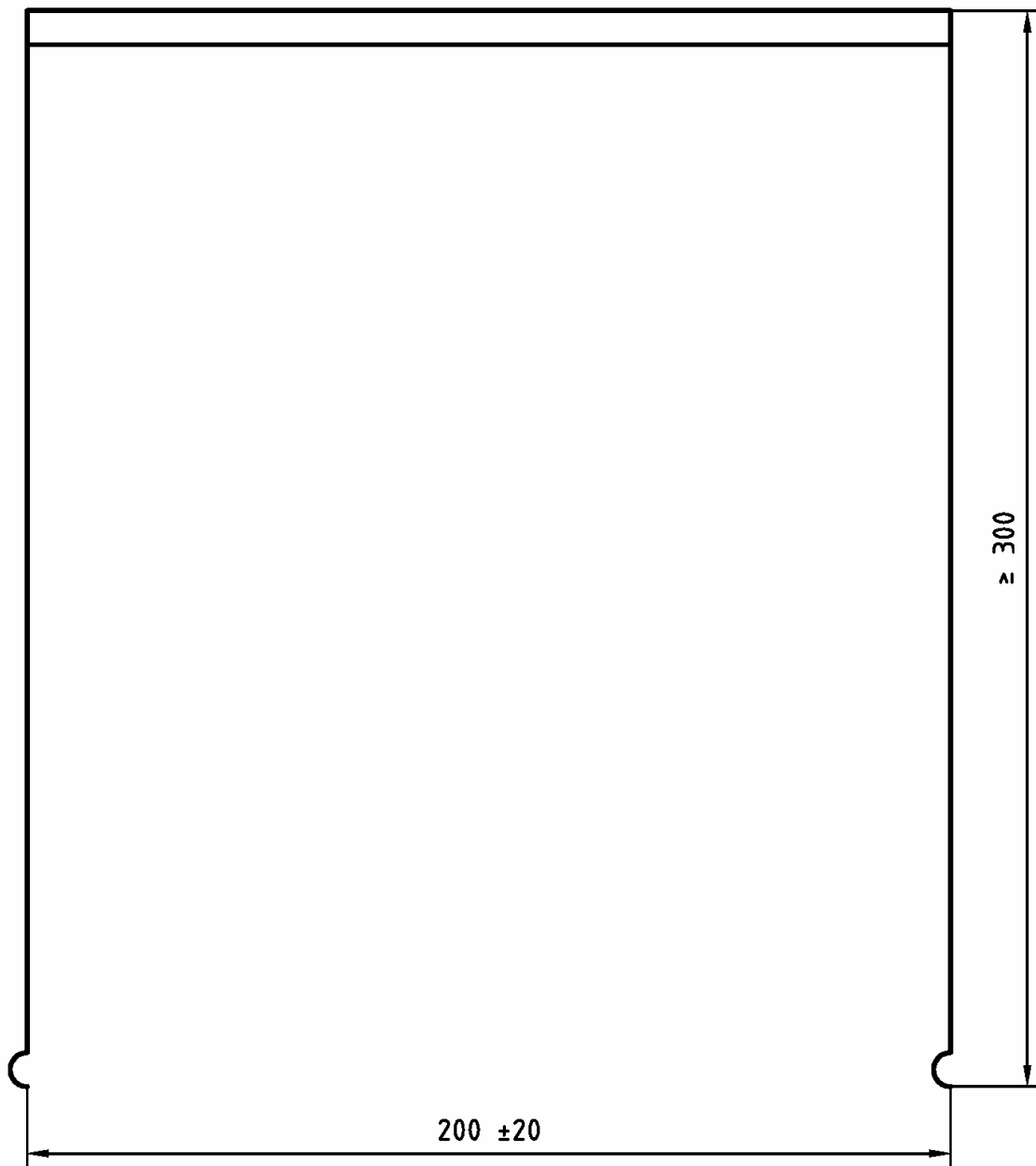
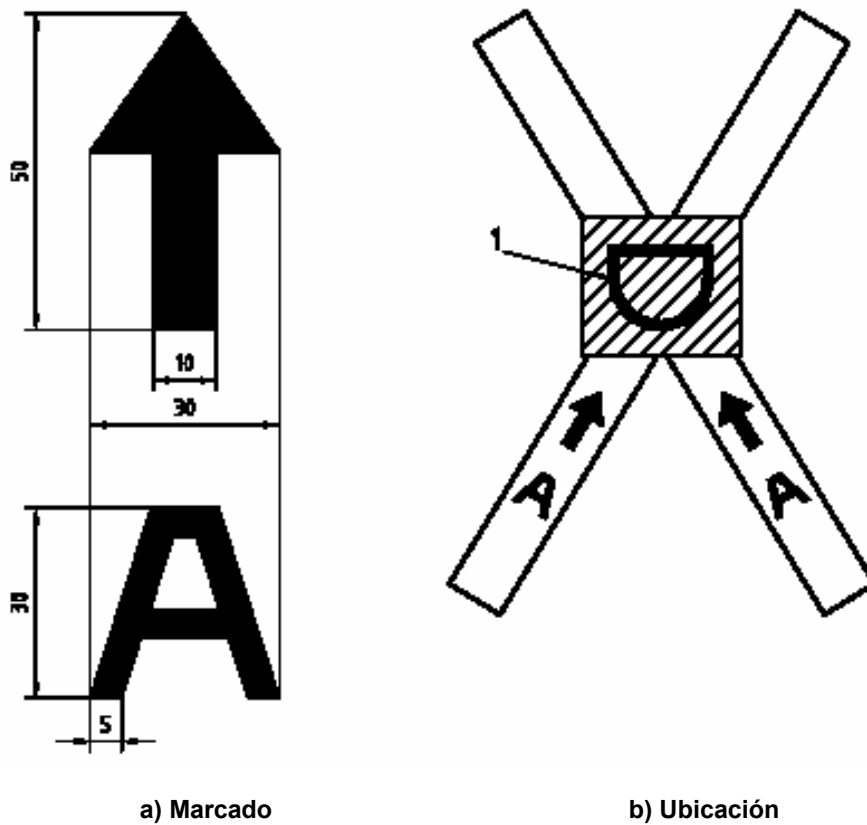


FIGURA 4.- Balancín de prueba

Dimensiones en milímetros



Clave

- 1 Elemento de unión en forma "D" para interrumpir la caída

FIGURA 5.- Marcado especial para el elemento de unión en forma "D"

7 APÉNDICE NORMATIVO - Método de prueba de corrosión en atmósferas artificiales – Prueba de rociado de sal

7.1 Alcance

El presente apéndice forma parte integral de la presente Norma, y especifica el aparato de prueba, los reactivos y el procedimiento a ser usado para llevar a cabo las pruebas de rociado de sal neutral, con el fin de evaluar la resistencia a la corrosión de materiales metálicos con o sin protección permanente o temporal contra corrosión. También se describe el método empleado para evaluar la corrosividad del ambiente de la cabina de prueba.

Las pruebas de rociado de sal son particularmente útiles para detectar discontinuidades tales como poros y otros defectos en ciertos cubrimientos metálicos, óxido anódicos y de conversión.

La prueba de rociado de sal neutral aplica a:

- metales y sus aleaciones;
- ciertos cubrimientos metálicos (anódico y catódico);
- ciertos cubrimientos de conversión;
- ciertos cubrimientos óxido anódicos;
- cubrimientos orgánicos sobre materiales metálicos.

7.2 Referencia

El contenido del presente apéndice está basado en la norma internacional ISO 9227:1990.

7.3 Soluciones de prueba

7.3.1 Preparación de la solución de cloruro de sodio

Disolver una masa suficiente de cloruro de sodio en agua destilada y deionizada con una conductividad no mayor de 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ para producir una concentración de 50 g/l \pm 5 g/l. La concentración de cloruro de sodio de la solución rociada colectada será 50 g/l \pm 5 g/l. El intervalo de gravedad específica para una solución 50 g/l \pm 5 g/l es 1,025 5 a 1,040 0 a $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$.

El cloruro de sodio contendrá menos de 0,001 % (*m/m*) de cobre y menos de 0,001 % (*m/m*) de níquel, determinado mediante espectrofotometría de absorción atómica o algún otro método de sensibilidad similar. No deberá contener más de 0,1 % (*m/m*) de yoduro de sodio o más de 0,5 % (*m/m*) de impurezas totales calculadas para sal seca.

NOTA.- Si el pH de la solución preparada, medida a $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, está fuera del intervalo 6.0 a 7.0, investigar la presencia de impurezas indeseables en la sal o en el agua.

7.3.2 Ajuste de pH

Ajustar el pH de la solución salina al valor deseado sobre la base del pH de la solución rociada colectada.

Ajustar el pH de la solución salina (7.3.1) de tal forma que el pH de la solución rociada colectada dentro de la cabina de prueba (7.4.1) esté entre 6,5 a 7,2. Verificar el pH mediante medición electrométrica a $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, o verificaciones rutinarias, con un papel pH de intervalo corto que pueda leerse en incrementos de 0,3 unidades de pH o menores. Realizar cualquier corrección necesaria agregando ácido hidroclicórico o solución de hidróxido de sodio de grado analítico.

Posibles cambios en el pH pueden resultar de la pérdida de dióxido de carbono de la solución cuando se rocía. Tales cambios pueden evitarse reduciendo el contenido de bióxido de carbono de la solución, por ejemplo, calentándola hasta una temperatura mayor que 35°C antes de que se coloque en el aparato de prueba, o elaborando la solución con agua recientemente hervida.

7.3.3 Filtración

Si es necesario, filtrar la solución antes de colocarla en el recipiente del aparato de prueba, para remover cualquier materia sólida que pudiera bloquear las aberturas del dispositivo de rociado.

7.4 Aparato de prueba

Todos los componentes en contacto con el rocío o la solución de prueba serán de materiales resistentes a la corrosión o con cubrimientos de tales materiales y no influirán en la corrosividad de las soluciones de prueba rociadas. El aparato incluirá los componentes siguientes:

7.4.1 Cabina de rociado

La cabina debe tener una capacidad no menor que $0,2\text{ m}^3$ y preferentemente no menor que $0,4\text{ m}^3$ ya que, con volúmenes menores, se presentan dificultades para asegurar la distribución uniforme del rocío. Para cabinas de gran capacidad, es necesario asegurar que se cumple con las condiciones de homogeneidad y distribución. Las partes superiores de la cabina deben diseñarse de tal forma que las gotas de la solución rociada, formadas sobre su superficie, no caigan sobre los especímenes que están probándose.

El tamaño y forma de la cabina es tal que la velocidad de recolección de la solución en la cabina, esté dentro de los límites indicados en 7.8.2.

NOTA.- En la figura 6 se muestra un diagrama esquemático de un posible diseño de la cabina de rociado.

7.4.2 Calentador y control de temperatura

Un sistema apropiado mantiene la cabina y su contenido a la temperatura especificada (véase 7.8.1). La temperatura debe medirse cómo mínimo a 100 mm de las paredes.

7.4.3 Dispositivo de rociado

El dispositivo para rociar la solución salina comprende un suministro de aire limpio, de presión y humedad controlada, un recipiente para contener la solución a rociarse, y uno o más atomizadores.

El aire comprimido suministrado a los atomizadores debe pasarse a través de un filtro para remover todo indicio de aceite o materia sólida y tener una presión absoluta de 70 kPa¹ a 170 kPa.

NOTA.- Las boquillas de atomización pueden tener una “presión crítica” a la cual ocurre un incremento anormal en la corrosividad del rocío de sal. Si la “presión crítica” de una boquilla no se ha establecido con certidumbre, el control de fluctuaciones en la presión del aire dentro de $\pm 0,7$ kN/m² ($\pm 0,1$ psi), mediante la instalación de una válvula reguladora de presión apropiada minimiza la posibilidad de que la boquilla sea operada a su “presión crítica”.

Con el fin de prevenir la evaporación del agua de las gotas rociadas, el aire debe humidificarse antes de entrar al atomizador, pasándolo a través de una torre de saturación que contiene agua caliente a una temperatura varios grados Celsius por arriba de la temperatura de la cabina. La temperatura apropiada depende de la presión aplicada y del tipo de boquilla de atomización, y debe ajustarse de forma que la velocidad de recolección del rocío se mantenga dentro de los límites especificados (véase 7.8.2). El nivel del agua debe mantenerse automáticamente para asegurar una adecuada humidificación.

Los atomizadores deben ser de material inerte, por ejemplo materiales de vidrio o plástico. Pueden utilizarse deflectores para prevenir el impacto directo del rocío sobre los especímenes de prueba y el uso de deflectores ajustables es útil para obtener la distribución uniforme del rocío dentro de la cabina. El nivel de la solución de sal en el recipiente de sal debe mantenerse automáticamente para asegurar una distribución de sal uniforme durante toda la prueba.

7.4.4 Dispositivos de colección

Al menos dos dispositivos de recolección deben estar disponibles, los cuales deben consistir en embudos hechos de vidrio u otro material químicamente inerte, con los tubos insertados en probetas graduadas u otros contenedores similares. Los embudos con un diámetro de 100 mm tienen un área de recolección de aproximadamente 80 cm². Los dispositivos de recolección deben ser puestos en la zona de la cabina donde se colocan los especímenes de prueba, uno cerca de una entrada de rocío y uno alejado a una entrada. Deben colocarse de manera que únicamente el rocío, y no líquido que cae de los especímenes o de partes de la cabina, sea colectado.

7.4.5 Reutilización

Si el equipo se utilizó para una prueba de rocío, o para cualquier otro propósito con una solución diferente a la especificada para la prueba que se llevará a cabo, debe limpiarse completamente antes de uso.

El equipo debe operarse después por un periodo mínimo de 24 h y el pH de la solución colectada debe medirse para asegurar que el pH sea correcto durante todo el periodo de rociado, antes de que los especímenes se coloquen en la cámara.

7.5 Método de evaluación de la corrosividad de la cámara

Para verificar la reproducibilidad de los resultados de prueba para aparatos de una pieza o para aparatos similares en diferentes laboratorios, es necesario verificar el aparato a intervalos regulares como se describe en 7.5.1.1 a 7.5.1.3.

7.5.1 Prueba de rociado de sal neutral

7.5.1.1 Especímenes de referencia

Para verificar el aparato, utilizar cuatro especímenes de referencia de 1 mm ± 0,2 mm de espesor y 50 mm x 80 mm, de acero grado CR4, con una superficie prácticamente sin defecto¹ y un acabado mate (desviación media aritmética del perfil Ra = 1,3 µm ± 0,4 µm). Cortar estos especímenes de referencia de placas o tiras laminadas en frío.

Limpiar cuidadosamente los especímenes de referencia inmediatamente antes de la prueba. Además de las especificaciones dadas en 7.6.2 y 7.6.3, la limpieza debe eliminar todo resto de suciedad, aceite u otro material extraño capaz de influenciar los resultados de la prueba.

Utilizar uno de los siguientes métodos:

- a) Limpiar los especímenes de referencia mediante vapor desengrasando con un hidrocarburo clorado. Usar tres tratamientos sucesivos de 1 min cada uno, con un intervalo de 1 min como mínimo entre tratamientos sucesivos.

- b) Limpiar completamente los especímenes de referencia con un solvente orgánico apropiado (hidrocarburo, con un punto de ebullición entre 60°C y 120°C) usando un cepillo suave o un dispositivo de limpieza ultrasónico. Llevar a cabo la limpieza en un recipiente lleno de solvente. Después de la limpieza, enjuagar los especímenes de referencia con solvente nuevo, y después secarlos.

Determinar la masa de los especímenes de referencia a ± 1 mg. Proteger una cara de los especímenes de prueba con un cubrimiento removible, por ejemplo una película plástica adhesiva.

7.5.1.2 Disposición de los especímenes de referencia

Colocar los cuatro especímenes de referencia en cuatro diferentes cuadrantes en el aparato de prueba, con la cara desprotegida hacia arriba, y a un ángulo de $20^\circ \pm 5^\circ$ respecto de la vertical.

NOTA.- Otros ángulos pueden recomendarse dentro de especificaciones (p. ej. $30^\circ \pm 5^\circ$).

El soporte para los especímenes de referencia debe estar hecho o cubrirse con materiales inertes tales como plásticos. El borde superior de los especímenes de referencia debe estar a nivel con la parte alta del colector del rocío de sal. La duración de la prueba es de 96 h.

7.5.1.3 Determinación de la pérdida de masa

Al final de la prueba, remover el cubrimiento de protección. Remover los productos de corrosión mediante inmersión en solución de limpieza de ácido clorhídrico ($\rho_{20} = 1,18$ g/ml), ($\rho_{20} = 1,18$ g/ml), reconocido grado analítico, 50 % (V/V), en agua, inhibido mediante 3,5 g tetramina hexametileno por litro.

Después de desmontar, limpiar completamente los especímenes de referencia a temperatura ambiente con agua, luego con acetona, y secar posteriormente.

Pesar los especímenes de referencia al más cercano 1 mg y calcular la pérdida de masa en gramos por metro cuadrado.

7.5.1.4 Verificación de la operación del aparato de prueba

La operación del aparato de prueba es satisfactoria si la pérdida de masa de cada espécimen de referencia es $140 \text{ g/m}^2 \pm 40 \text{ g/m}^2$.

7.6 Especímenes de prueba

7.6.1 Los especímenes deben limpiarse completamente antes de la prueba (véase 7.5.1.1). El método de limpieza empleado depende de la naturaleza del material, su superficie y los contaminantes, y no incluirá el uso de abrasivos o solventes que puedan atacar la superficie de los especímenes.

Debe tenerse cuidado de que los especímenes no se recontaminen después de la limpieza por un manejo inadecuado.

Los especímenes intencionalmente cubiertos con películas orgánicas de protección deben limpiarse previamente a la prueba.

7.6.2 Si los especímenes se cortan de un artículo cubierto mayor, el corte debe realizarse de tal forma que el cubrimiento no se dañe en el área adyacente al corte. A menos que se especifique otra cosa, los bordes del corte deben protegerse adecuadamente cubriéndolos con un material apropiado, estable bajo las condiciones de la prueba, tal como pintura, cera o cinta adhesiva.

7.7 Disposición de los especímenes de prueba.

7.7.1 Los especímenes de prueba deben colocarse en la cabina de forma que no estén en línea directa de la trayectoria del rocío desde el atomizador.

7.7.2 El ángulo al cual se expone la superficie del espécimen de prueba en la cabina es muy importante. El espécimen debe en principio, ser horizontal y colocado en la cabina con la cara hacia arriba a un ángulo tan cercano como sea posible a 20° respecto a la vertical. Este ángulo debe estar siempre entre los límites de 15° a 30°. En el caso de superficies irregulares, por ejemplo componentes completos, estos límites deben aproximarse tanto como sea posible.

7.7.3 Los especímenes de prueba deben ser dispuestos de forma que no entren en contacto con la cabina y que las superficies a probarse se expongan a la libre circulación del rocío. Los especímenes pueden colocarse a diferentes niveles dentro de la cabina, mientras la solución no gotee desde los propios especímenes o sus soportes, sobre otros especímenes colocados debajo. Sin embargo, para un nuevo examen o para pruebas con una duración total que exceda de 96 h, se permite un cambio en la posición de los especímenes¹.

¹ En este caso, el número y la frecuencia de las permutaciones se dejan al operador y deben indicarse en el informe de la prueba.

- 7.7.4 Los soportes para los especímenes de prueba deben ser de material inerte no metálico, tal como vidrio, plástico o madera cubierta convenientemente. Si es necesario suspender los especímenes, el material utilizado no debe ser metálico, sino fibra sintética, hilo de algodón u otro material inerte aislante.
- 7.8 Condiciones de operación
- 7.8.1 La temperatura dentro de la cabina de rocío debe ser de $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ con la mínima fluctuación posible de temperatura en toda la cabina durante la prueba.
- 7.8.2 La prueba deberá iniciar después de que se ha confirmado que la velocidad de colección y las condiciones están dentro de los intervalos especificados, cuando la cabina esté llena con los especímenes de prueba según lo planeado.
- 7.8.3 La solución recolectada en cada uno de los dispositivos de recolección (véase 7.4.4) debe tener una concentración de cloruro de sodio de $50 \text{ g/l} \pm 5 \text{ g/l}$ y un valor pH en el intervalo de 6,5 a 7,2.

La velocidad promedio de recolección de la solución en cada dispositivo, medida sobre un período mínimo de 24 h de rociado continuo, debe ser de 1 ml/h a 2 ml/h para un área de recolección horizontal de 80 cm^2 .

- 7.8.4 La solución de prueba rociada no debe reutilizarse.
- 7.8.5 Durante la prueba, debe evitarse cualquier incremento o decremento de la presión.
- 7.9 Duración de las pruebas
- 7.9.1 El periodo de prueba debe ser como se indica en 5.2.
- 7.9.2 El rociado no debe interrumpirse durante el periodo de prueba prescrito. La cabina debe abrirse únicamente para breves inspecciones visuales de los especímenes de prueba en posición y para reabastecer la solución salina en el recipiente, si tal reabastecimiento no puede efectuarse desde afuera de la cabina.
- 7.9.3 Si el punto final de la prueba depende de la aparición del primer signo de corrosión, los especímenes de prueba deben inspeccionarse frecuentemente. Por esta razón, este tipo de espécimen no debe probarse con otros especímenes que requieren pruebas de duraciones predeterminadas.

7.9.4 Puede realizarse un examen visual periódico de los especímenes bajo prueba para un periodo predeterminado, pero las superficies bajo prueba no deben alterarse y el periodo durante el cual se abre la cabina debe ser el mínimo necesario para observar y registrar cualquier cambio visible.

7.10 Tratamiento de los especímenes después de la prueba

Al final del periodo de prueba, se remueven los especímenes de la cabina y se permite que se sequen durante 0,5 h a 1 h antes de enjuagar, con el fin de reducir el riesgo de remover los productos de la corrosión. Antes de que sean examinados, se remueven cuidadosamente los residuos de la solución salina de sus superficies. Un método apropiado es enjuagar suavemente los especímenes en agua corriente limpia, a una temperatura que no exceda de 40°C y posterior a esto secarlos inmediatamente con una corriente de aire, a una presión que no exceda de 200 kPa y a una distancia de aproximadamente 300 mm.

7.11 Evaluación de resultados.

Posteriormente al término de la prueba debe verificarse si existen evidencias de corrosión en los especímenes.

7.12 Informe de la prueba

7.12.1 El informe debe indicar el resultado de la prueba para cada espécimen. El informe debe contener los datos siguientes:

- a) referencia a esta norma.
- b) tipo y pureza de la sal y agua utilizadas;
- c) descripción del material o producto probado;
- d) dimensiones y forma del espécimen de prueba y la naturaleza y área de la superficie probada;
- e) preparación del espécimen de prueba; Incluyendo cualquier tratamiento de limpieza aplicado y cualquier protección dada a los bordes u otras áreas especiales;
- f) características conocidas de cualquier cubrimiento, con una indicación del área superficial;
- g) el número de especímenes de prueba sujetos a la prueba que representa cada material o producto;
- h) el método utilizado para limpiar los especímenes de prueba después de la prueba con una indicación de la pérdida de masa que resulta de la operación de limpieza (donde corresponda);
- i) el ángulo al cual se inclinaron las superficies probadas;
- j) la frecuencia y número de permutaciones de posición de los especímenes, si hubo;
- k) la duración de la prueba y los resultados de las inspecciones intermedias;

- l) las propiedades de los especímenes de referencia colocados en la cabina para verificar la estabilidad de las condiciones de operación;
- m) temperatura de prueba;
- n) el volumen de la solución colectada;
- o) pH de la solución de prueba y la solución colectada;
- p) densidad de la solución colectada;
- q) cualquier anomalía o incidente ocurrido durante la prueba;
- r) intervalos de inspección.

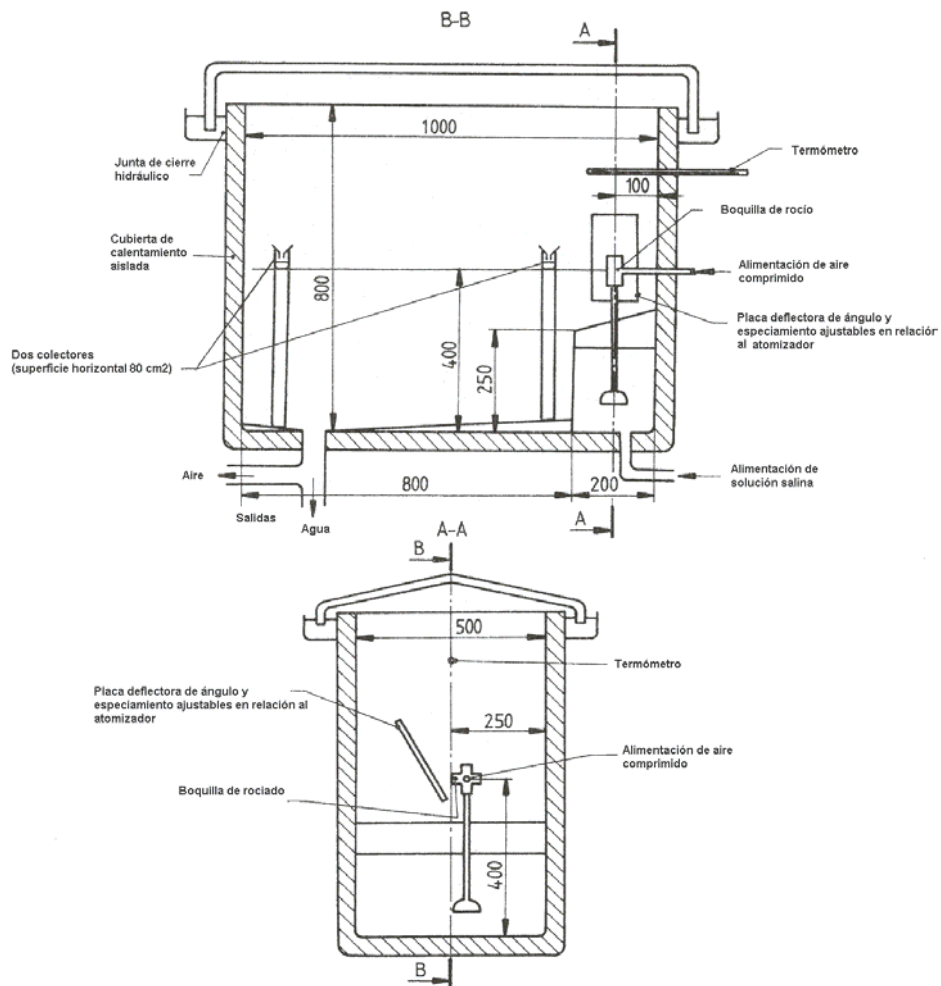


FIGURA 6.- Diagrama esquemático de un posible diseño de la cabina de rociado

8 BIBLIOGRAFÍA

- | | | |
|-----|-------------------|---|
| 8.1 | NOM-008-SCFI-2002 | Sistema General de Unidades de Medida, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de noviembre de 2002. |
| 8.2 | NMX-Z-013/1-1977 | Guía para la Redacción, Estructuración y Presentación de las Normas Mexicanas. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de octubre de 1977. |
| 8.3 | ISO 10333-1:2000 | Personal fall – arrest systems – Part 1: Full body arneses. + ISO 10333-1:2000/Amd. 1:2002. |
| 8.4 | ISO 9227:1990 | Corrosion test in artificial atmospheres – Salt spray test. |

9 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Esta norma mexicana es equivalente a la norma internacional ISO 10333-1:2000, así como con su enmienda publicada el 15 de marzo de 2002.

México D.F., a

MIGUEL AGUILAR ROMO
DIRECTOR GENERAL

RCG/VMMB/DLR.