**APÉNDICE NORMATIVO A**

USO DEL VIDRIO DE SEGURIDAD Y/O CONTENCIÓN

**A.1** Todo vidrio debe cumplir con las especificaciones establecidas en la presente de Norma Oficial Mexicana, cuando se fabrica, comercializa o instala dentro del territorio de los Estados Unidos Mexicanos y se utilice en áreas públicas, tales como:

**a)** Áreas deportivas.

**b)** Canceles de baño.

**c)** Canceles para división de áreas de uso interior o exterior.

**d)** Domos y tragaluces.

**e)** Escaleras y barandales.

**f)** Exhibidores comerciales.

**g)** Fachadas estructurales e integrales.

**h)** Luminarias.

**i)** Mobiliario urbano.

**j)** Pisos.

**k)** Puertas.

**l)** Refrigeradores y congeladores comerciales.

**m)** Ventanas.

**APÉNDICE INFORMATIVO B**

Los espesores y tolerancias del vidrio monolítico que se utiliza como materia prima para la fabricación de los vidrios de seguridad y/o contención se establecen en la Tabla B.1.

**Tabla B.1 Espesores nominales y tolerancias para el vidrio monolítico.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Espesor nominal en mm** | **Mínimo** | **Máximo** |
| 3 | 2,8 | 3,4 |
| 4 | 3,8 | 4,2 |
| 5 | 4,6 | 5,2 |
| 6 | 5,6 | 6,2 |
| 8 | 7,4 | 8,4 |
| 9,5 | 9,0 | 10,0 |
| 10 | 9,7 | 10,3 |
| 12 | 11,6 | 13,4 |
| 15 | 14,5 | 15,5 |
| 16 | 15,1 | 16,6 |
| 19 | 18,3 | 19,8 |

**Nota 13.-** Esta Tabla está basada en los espesores del vidrio monolítico que se manufactura o comercializa dentro del territorio de los Estados Unidos Mexicanos.

**APÉNDICE INFORMATIVO C**

**C.1** Recomendaciones de instalación para vidrio de seguridad empotrado

Para todas aquellas instalaciones en las que un vidrio se empotre en un perfil de aluminio (como son las definidas como tragaluz o domo, fachadas integrales, tránsito peatonal, puertas, pasamanos, escaleras, áreas deportivas, ventanas en edificios públicos, canceles de baño, canceles divisorios en interiores, aparadores, vitrinas, escaparates y elevadores), se sugiere cumplir las siguientes consideraciones para que la instalación garantice la seguridad mínima necesaria.

Para evitar confusiones en la descripción de este tipo de instalaciones, éstas se deben apegar a la siguiente definición:

Es la técnica de instalar un vidrio en un perfil de aluminio por medio de sujeción mecánica. Esta sujeción es proporcionada por empaques compresibles de diferentes materiales y diseños.

Por lo general, este tipo de envidriado es utilizado, en donde se requiere que los espacios tengan ventilación e iluminación natural.

Elementos que integran este tipo de envidriado

Uno de los elementos principales es el vidrio; comúnmente para este tipo de trabajos se utiliza el vidrio translúcido.

Los perfiles de aluminio también juegan un papel fundamental en este tipo de instalaciones. Hablando de perfiles de aluminio, podemos encontrar diferentes diseños con características especiales para cada necesidad; por mencionar algunos de estos diseños podemos encontrar líneas bolsa, puertas batientes, de proyección, corredizas, línea para canceles de baño, etc. Todos éstos forman parte de la línea residencial o arquitectónica para fachada integral.

Para lograr el desempeño óptimo en estas instalaciones, en donde el vidrio va empotrado en el perfil de aluminio en sus cuatro lados, es muy importante la correcta elección de los selladores, que para este caso en especial se denominan selladores en seco y con sección definida, que junto con las calzas de soporte integran el conjunto de accesorios para la instalación de estos sistemas de envidriado.

**C.2** Selección de empaques

El nombre comercial que reciben los selladores en seco es el de empaques, de los cuales existe una gran variedad de diseños o secciones, algunos de estos empaques son denominados: cuñas, cañuelas, repisones, respaldos, hongos, redondos, etc.

De la correcta elección de la sección de los empaques depende el buen funcionamiento de una instalación del vidrio de seguridad. Es importante considerar que los empaques trabajan a compresión, razón por la cual es necesario definir el tipo de aluminio a utilizar y el espesor de los vidrios, antes de realizar la compra de los empaques, ya que en algunos casos se pueden utilizar empaques cuñas y respaldos y en otros casos empaques cañuelas.

Para que los empaques trabajen adecuadamente, es necesario que éstos estén comprimidos por lo menos un 15% dependiendo de la materia prima y la calidad que maneja el fabricante.

En este sistema se pueden utilizar dos diferentes tipos de empaques, para el primer caso es posible utilizar un empaque con diseño de respaldo el cual se coloca deslizado en el perfil de aluminio, posteriormente se coloca el vidrio y por último el empaque con diseño de cuña, este último empaque es el que en ocasiones recibe la mayor cantidad de deformación y es el que evita entradas de agua.

Para el segundo caso es posible utilizar un empaque con diseño de cañuela. Este empaque se desliza primero en el perímetro del vidrio y posteriormente se coloca en el marco de aluminio.



**Figura 6.- Sistema de envidriado**

**C.3** Diferentes materias primas de empaques

A nivel mundial los empaques para envidriado se fabrican de diferentes materias primas; en los Estados Unidos Mexicanos, las más comunes son:

Empaques de P.V.C. (vinilos), y

Empaques de hule termoplástico.

**C.4** Calzas y secciones mínimas utilizadas

La industria del vidrio para la construcción requiere de materiales aislantes que eviten el contacto directo del vidrio con la estructura. De esta manera, se provoca que cada elemento trabaje de manera independiente evitando así rupturas.

Este tipo de aislantes comúnmente conocidos como calzas, se pueden fabricar en una amplia gama de materiales, sin embargo y por recomendación de los fabricantes del vidrio, se sugiere utilizar productos con características de hule, los cuales cuentan con las siguientes ventajas:

- memoria (recuperación de la sección),

- evitan el contacto entre el vidrio y el material de apoyo (comúnmente aluminio).

Al utilizar este tipo de elementos se evitan problemas de infiltración de agua por la pérdida de compresión en los empaques. Este problema es común, ya que al utilizar materiales que se comprimen, el vidrio se desliza y permite la entrada de agua, además se pierde la sujeción y puede incluso caerse.

Actualmente las calzas se fabrican de hule, con una dureza shore A de 85 puntos ± 5 puntos apegándose a la recomendación de los fabricantes de vidrio.

Con esta dureza se pueden utilizar por cada 15 kg de vidrio dos calzas de 3 cm colocadas a los cuartos del claro de vidrio, sin embargo, cuando son utilizadas en fachadas integrales y en cubiertas o domos la recomendación es que se utilicen 2 calzas de por lo menos 10 cm de largo a los cuartos del claro del vidrio.

La siguiente Tabla, muestra cómo el espesor del vidrio determina la penetración mínima que éste debe tener para garantizar una instalación segura, asimismo indica el tamaño de las calzas y los espacios que existen entre el perfil y el vidrio para la correcta elección de los empaques.



**Figura 7.- Vidrio de Seguridad**

**C.4A VIDRIO MONOLÍTICO**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ESPESOR DE VIDRIO** | **A=SEPARACIÓN** | **B=BORDE** | **C=SUJECIÓN** |
| **Mm** | **Mm** | **mm** | **mm** |
| 3 | 1,6 | 3,2 | 6,35 |
| 5 | 3,2 | 4,8 | 8,0 |
| 6 | 3,2 | 6,35 | 9,5 |
| 9,5 | 4,8 | 8,0 | 11,0 |
| 12 | 6,35 | 9,5 | 11,6 |
| 19 | 6,35 | 12,7 | 16,0 |

**C.5** Recomendación para la instalación de vidrio de seguridad en envidriado estructural

Para todas aquellas instalaciones en las que un vidrio se instale sobre un perfil de aluminio (estas instalaciones comprenden fachadas estructurales 2 y 4 lados, tragaluces y cubiertas de vidrio) se sugiere cumplir las siguientes características para garantizar su óptimo funcionamiento y brindar la seguridad mínima que se exige en esta Norma Oficial Mexicana.

**C.6** Definición de envidriado estructural

Es la técnica de colocar un vidrio en una estructura de soporte (aluminio o vidrio) utilizando las propiedades únicas de los selladores de silicón los cuales son capaces de transferir las presiones del viento a la estructura de soporte.

**C.7** Envidriado estructural

Las exigencias de las tendencias arquitectónicas han dado como resultado el desarrollo de sistemas que explotan al máximo el potencial estético del vidrio.

Como consecuencia nos encontramos con sistemas de envidriado completamente continuos.

En los sistemas de envidriado estructural, el silicón estructural forma un sello continuo contra aire e infiltraciones de agua. Por otro lado, el silicón absorbe las cargas producidas por los empujes de viento, transmitiéndolas a la estructura, soportando la flexión, tensión y compresión, derivados de los diferenciales térmicos, además de mantener el vidrio adherido a la estructura de soporte. El silicón estructural es resistente a los rayos UV, ozono y en general a los factores de intemperismo a los que es sometido.

La vida útil de estos sistemas se prolonga el tiempo que el silicón estructural conserve sus propiedades físicas. Se han retirado muestras de silicón después de 20 años de estar expuestos y éste aún conserva su elasticidad, adherencia y fuerza.

**C.8** Tipos de envidriado estructural

A nivel mundial existen diferentes tipos de diseño en lo que se refiere a instalaciones de envidriado estructural, los más comunes son:

- Envidriado Estructural 2 lados.

- Envidriado Estructural 4 lados (armado en taller o en campo).

El nombre está asignado en función al número de lados del vidrio que están instalados con el sistema de envidriado estructural. En el caso del envidriado estructural 2 lados, el vidrio tiene dos lados sujetos mecánicamente (empotrados) y los otros dos lados, sujetos por medio de silicón estructural, mientras que en el envidriado estructural 4 lados, el vidrio va instalado con silicón estructural en todo el perímetro, sin sujeción mecánica.

**C.9** Consideraciones a tomar en cuenta para este tipo de fachada

Este tipo de envidriado se puede llevar a cabo en taller o en campo, sin embargo, las condiciones tan precisas de limpieza de las superficies, y en sí de la instalación, hacen que el armado de los módulos en taller sea favorable, por lo que se recomienda que de ser un sistema armado en campo, la supervisión sea más estricta.

**C.10** El sellador estructural

El desarrollo de la tecnología de los adhesivos le han proporcionado a los contratistas en envidriados una gama muy amplia de alternativas en selladores estructurales. Actualmente, se ofrecen grados estructurales de silicón en una vasta gama de colores, además del negro tradicional, de acuerdo a la variedad que existe en el mercado del vidrio de seguridad.

El sellador estructural que se requiere para mantener pegado el vidrio a la estructura de soporte se conoce como silicón estructural, el cual tiene que ser de curado neutro con una resistencia a la tensión de 2,01 MPa.

Los silicones de dos componentes de curado rápido son usados para los envidriados en taller para acelerar la fabricación. Varios fabricantes de selladores ofrecen productos que pueden ser usados tanto en envidriados en taller como en campo. En la actualidad existen productos de un componente de curado acelerado, lo cual permite mover los módulos ya envidriados en menor tiempo que los selladores-adhesivos tradicionales.

Otras innovaciones han producido selladores compatibles con los acabados populares que se aplican a los perfiles.

Es muy importante que se garantice la adherencia y compatibilidad del silicón estructural con los componentes del sistema por medio de pruebas previas. En algunos casos será necesario especificar promotores de adherencia para garantizar el óptimo desempeño del sistema.

**C.11** Elementos que se requieren para realizar cálculos de sellador estructural

Lo más importante para realizar un estudio de factibilidad para el cálculo de la sección del cordón de silicón estructural es contar con un proyecto definido en lo que se refiere al diseño de perfiles de aluminio y el tipo de vidrio que se utiliza, así como una presión de viento en kPa.

Estos datos aplicados a la siguiente fórmula, nos proporcionan la sección mínima de silicón estructural para garantizar que resistirá y transmitirá las presiones de viento a la estructura de soporte.



donde:

CW es el área de contacto de silicón estructural, en cm.

DWL es la presión de viento, en kPa.

SDS es el diseño de esfuerzo máximo de sellador estructural (140 kPa).

LSS es el lado corto del vidrio más grande en cm.

**C.12** Separación entre el vidrio y la estructura de soporte (aluminio o vidrio)

Para que el sellador estructural trabaje adecuadamente se requiere de una separación mínima de 6,35 mm entre el vidrio y su estructura de soporte. Para proporcionar esta separación se deben utilizar productos químicamente compatibles con el silicón estructural y éstos deben tener una densidad de 352,44 kg/m3, una dureza shore A de 30 puntos, una elongación de 105%. Para tal efecto, comúnmente se utilizan separadores de espuma de poliuretano por su compatibilidad con el silicón, sin ser éste un material limitativo. Es muy importante que se conserve esta separación mínima, por lo que el separador no puede tener un espesor menor del indicado para este tipo de envidriados.

**C.13** Consideraciones para el uso de calzas

Las calzas recomendadas para este tipo de envidriados son de hule con una dureza shore A de 85 puntos ± 5 puntos, la medida depende del diseño del perfil de aluminio (ver calzas y secciones mínimas utilizadas).

Las calzas más comunes para este sistema y para el caso en que se utiliza vidrio de 6 mm, son en medida de 6,35 mm x 9,5 mm x 100 mm y es necesario calcularlas dependiendo del tamaño y peso del vidrio. La materia prima es el S.C.R. (Silicone Construction Rubber), ya que es el único material compatible con los selladores de silicón, sin embargo, es posible utilizar calzas de hule aisladas con cinta adhesiva plástica, ya que de esa forma se evita el contacto directo con el silicón. Cuando se utilicen calzas de hule aisladas es necesario realizar pruebas de compatibilidad una vez que hayan sido forradas con la cinta adhesiva plástica, ya que no todas estas cintas aíslan correctamente.

**C.14** El sellador de intemperie y secciones mínimas necesarias

En este tipo de envidriados se pueden utilizar diferentes selladores de silicón para intemperie, y pueden ser silicones de curado acético o de curado neutro, esto dependerá directamente del tipo de vidrio que se utilice. En algunas ocasiones si se llegara colocar un vidrio inastillable no es posible aplicar un sellador de curado acético, ya que el solvente que libera ataca directamente al polivinil butiral. Las secciones requeridas para un sellador de intemperie deberán ser consideradas dependiendo del movimiento que se espera del vidrio, sin embargo, una sección entre el perfil de aluminio y el canto del vidrio o entre cantos de vidrios debe ser de 6,35 mm como mínimo, ya que en secciones más pequeñas se pueden ocasionar rupturas en los vidrios y/o problemas en el funcionamiento del sellador.



**Figura 8.- Corte del envidriado sobre el eje vertical**

****

**Figura 9.- Corte del envidriado sobre el eje horizontal**

Instalación

- Es muy importante que las superficies estén perfectamente limpias antes de colocar el separador y el silicón estructural. Por lo general se usa alcohol isopropílico para limpiar las superficies, sin embargo, es muy importante que éste sea aprobado por el fabricante de selladores, así como por el fabricante de los sustratos.

- Una vez limpia la superficie, se coloca el separador dejando el espacio especificado para el cordón de silicón estructural.

- Se coloca el vidrio y se aplica el silicón estructural. Es muy importante que se haga un módulo a la vez para evitar la contaminación de las superficies ya preparadas.

- Por último, se debe aplicar el sellador o silicón de intemperie.

- Precauciones y consecuencias de este envidriado

De no tomar en cuenta las consideraciones anteriores, las consecuencias pueden derivar en un funcionamiento inadecuado del sistema de envidriado estructural, presentándose desde filtraciones de agua, hasta desprendimientos de vidrios en fachadas estructurales.

- Envidriado estructural 2 lados

- El correcto funcionamiento del sistema de envidriado estructural 2 lados, depende de que se tomen en cuenta las consideraciones anteriores, así como de la selección correcta de los empaques para los lados del vidrio que van empotrados (ver selección de empaques).