



## COMPARACIÓN Y PROPUESTA DE HOMOLOGACIÓN DE LAS NORMAS DE VENTANAS CHILENAS Y CHINAS

*L. Fuentes Becerra<sup>1</sup>, G. Bustamante Laissle<sup>2</sup>, C. Correa Rogel<sup>3</sup>*

### **RESUMEN:**

Actualmente, hay una variedad de normas técnicas NCh relacionadas con ventanas y estructuras de aluminio y vidrios para la construcción, las cuales, en su mayoría corresponden a normas hechas posterior al año 2000. Es por eso, que se busca desarrollar una homologación y comparación entre normas chilenas con las normas chinas de puertas, ventanas y vidrios. Asimismo, orientar a los profesionales de obra para dar cumplimiento del control y calidad a los requisitos chilenos.

**PALABRAS CLAVES:** Comparación, Homologación, Normas.

### **ABSTRACT:**

Currently, there are a variety of NCh technical standards related to aluminum windows and structures and glass for construction, most of which correspond to standards made after the year 2000. For this reason, the aim is to develop a homologation and comparison between Chilean standards and Chinese standards for doors, windows and glass. Also, guide the professionals of work to give fulfillment of control and quality to the Chilean requirements.

**KEYWORDS:** Comparison, Homologation, Standards.

---

<sup>1</sup> Estudiante, Carrera de Ingeniería Civil, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile, lfuentesb@ing.ucsc.cl

<sup>2</sup> Profesor Guía Departamento de Ingeniería Civil, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile, gbustamante@ucsc.cl

<sup>3</sup> Profesor Informante, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile, claudiocorrea@ucsc.cl



## 1. INTRODUCCIÓN

En nuestro país existe una gran cantidad de normas relacionadas al sector de ventanas y estructuras de aluminio y vidrios para la construcción. Gran parte corresponde a los ensayos de laboratorios y otros tipos de ensayos, los cuales son necesarios para normar los comportamientos y requisitos técnicos que deben tener las ventanas como también sus componentes.

Por otra parte, el 77% de las normas técnicas NCh existentes para puertas y ventanas, corresponde a normas elaboradas con posterioridad al año 2000. Se trata de normas muy recientes que sus disposiciones no han sido incorporadas expresamente en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC).

En este estudio se realiza un análisis comparativo y homologación de las normas chinas con las normas chilenas relacionadas a puertas y ventanas de aluminio, PVC y vidrio.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Planteamiento del problema

Actualmente, hay empresas chilenas que se encargan de importar y distribuir ventanas y puertas de aluminio, PVC y vidrios desde China. Es por ello, se ha propuesto el estudio de comparación y homologación de las normas chinas con las normas chilenas para orientar a los profesionales de obra y a los ITO's con el fin de dar cumplimiento del control y calidad a los requerimientos en Chile y permitir mejorar su aplicación en todo tipo de instalación para un buen funcionamiento

### 2.2 Objetivos generales

Analizar de forma comparativa la norma china respecto de la normativa chilena en relación con las ventanas en todos sus aspectos y generar homologación de aspectos específicos.

### 2.3 Objetivos específicos

- 1-. Analizar la normativa china y chilena de ventanas
- 2-. Explicar diferencias tanto en sus elementos como cristales, perfiles, etc. como de las ventanas terminadas: resistencia al viento, hermeticidad, etc.
- 3-. Desarrollar una homologación y revisión en términos de dar cumplimientos a los requerimientos en Chile.

### 2.4 Alcance

Estudio con alcance nacional que se puede implementar en todos los proyectos relacionados con el rubro o tema.

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1 Recopilación de normas chilenas y normas chinas

Las normas de ventanas de aluminio, PVC y vidrio, tanto chilenas como chinas, se detallan en la **Tabla N°1** y **N°2**, respectivamente.

**Tabla N°1: Normas chilenas. Fuente: Elaboración propia.**

Nombre	Descripción
NCh132.Of96	Vidrios planos – Definiciones y clasificación general
NCh133.Of96	Vidrios planos para arquitectura y uso industrial – Espesores nominales normales y tolerancias
NCh134/1.Of97	Vidrios planos – Ensayos – Parte 1: Determinación de la transmisión de la luz, transmisión directa solar, transmisión de la energía solar total y transmisión ultravioleta, y factores de acristalamiento relacionados
NCh134/3.Of97	Vidrios planos – Ensayos – Parte 3: Resistencia a la acción de temperaturas extremas
NCh134/4.Of97	Vidrios planos – Ensayos – Parte 4: Rotura por flexión
NCh135/1.Of98	Vidrios planos de seguridad para uso en arquitectura – Parte 1: Práctica recomendada para su empleo
NCh135/2.Of97	Vidrios planos de seguridad para uso en arquitectura – Parte 2: Especificación y aplicación en áreas susceptibles de impacto humano
NCh135/3.Of97	Vidrios planos de seguridad para uso en arquitectura – Parte 3: Vidrios que se emplean en posición vertical, sustentados en sus cuatro bordes – Práctica recomendada para el cálculo de espesor
NCh135/4.Of97	Vidrios planos – Ensayos – Parte 4: Inspección visual
NCh135/5.Of98	Vidrios planos – Ensayos – Parte 5: Rotura por impacto de una esfera de acero
NCh135/6.Of98	Vidrios planos de seguridad – Ensayos – Parte 6: Rotura por impacto de una bolsa de lastre
NCh135/7.Of97	Vidrios planos de seguridad – Ensayos – Parte 7: Fragmentación por impacto de un punzón
NCh446.Of2000	Arquitectura y construcción – Puertas y ventanas – Terminología y clasificación
NCh447.Of2000	Modulación de ventanas y puertas
NCh656.Of70	Arquitectura y construcción – Designación gráfica – Terminología y clasificación general
NCh888.Of2000	Arquitectura y construcción – Ventanas – Requisitos básicos
NCh890.Of2000	Arquitectura y construcción – Ventanas – Ensayos de resistencia al viento
NCh2434.Of1999	Doble vidriado hermético



**Tabla N°2: Normas chinas. Fuente: Elaboración propia.**

Nombre	Descripción
GB11614 - 2009	Vidrio plano
GB/T11944-2012	Unidad de vidrio aislante
GB5237.1-2004	Perfiles extruidos de aleación de aluminio forjado para la arquitectura – Parte 4: Perfiles de recubrimiento en polvo
GB16776-2005	Selladores de silicona estructural para la construcción
GB157632-2005	Materiales de acristalamiento de seguridad en la construcción - Parte 2: Vidrio templado
GB/T8814-2017	Perfiles de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) para puertas y ventanas
GB/T8478-2008	Ventanas y puertas de aluminio
GB/T14683-2017	Selladores de silicona y de silicona modificada para la construcción
JB/T140-2005	Ventanas de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U)

Para tener un mejor conocimiento y manejo sobre el tema de ventanas y puertas, se consideraron los siguientes manuales de la biblioteca de Achival (Asociación Gremial Chilena del Vidrio, Aluminio y PVC):

- Manual de ventanas de aluminio.
- Manual del vidrio plano.
- Ventanas de Aluminio, PVC y Vidrio. Normativa actualizada. Guía práctica para su aplicación.
- Manual de uso de selladores de silicona estructural en cerramientos vidriados de edificaciones.

### 3.2 Definiciones importantes

Para evitar inconsistencia en definiciones de las puertas y ventanas, se usarán los siguientes conceptos de la norma chilena NCh446.

- Puerta: elemento que permite regular el cierre de un vano transitable
- Ventana: elemento que permite regular el cierre de un vano no transitable

Según la norma chilena NCh132, el vidrio es un *“producto inorgánico de fusión que ha sido enfriado hasta un estado rígido sin cristalización. El vidrio es típicamente duro y quebradizo, y tiene fractura concoidea. Un vidrio puede ser incoloro o de color. Generalmente es transparente, pero puede hacerse translucido u opaco.”*

También, la norma NCh132 define el vidrio termo-panel como *“dos o más láminas de vidrio, separadas por un espaciador que genera una cámara, la que debe ser sellada herméticamente; tiene características de aislamiento térmica y acústica”*

- Barandas protectoras, son aquellas barras horizontales o inclinadas cuyo objetivo es interrumpir o impedir el paso de personas y que pueden formar parte de un conjunto vidriados.
- La transmitancia se define como la cantidad de energía que atraviesa un cuerpo en determinada cantidad de tiempo.



- El Manual de Uso de Selladores de Silicona Estructural en Cerramientos Vidriados de Edificaciones de ARCHIVAL, dice que el sellador de silicona estructural es un material que posee la función de fijación entre el elemento de cierre y el muro cortina, con el fin de acomodar los movimientos y transferir las cargas aplicadas a la estructura soportante.

### 3.3 Análisis comparativo

A la hora de analizar una ventana, puerta o vidrio, hay varias características importantes que deben cumplirse para un uso y resistencia adecuada, como, por ejemplo: la resistencia y estanqueidad al viento, estanqueidad al agua, sellos y silicona, espesores, ensayos de resistencia, etc. Es por ello, que se considerarán los siguientes temas y títulos a comparar entre países.

#### 3.3.1 Espesores

La norma chilena *NCh 133 Of. 1996 vidrios planos para arquitectura y uso industrial espesores nominales, s. f.* indica lo siguiente:

- Para los espesores nominales y tolerancias de espesor y longitud de vidrio plano ver **Tabla N°3**, la cual considera un rango de espesores de 2.1 a 25 mm, con su respectiva masa unitaria estimada en  $kg/m^2$ . Se recomienda establecer por acuerdo entre los pares el vidrio, espesor y tolerancia.
- La medición del espesor debe efectuarse con un instrumento en que se aprecie, por lo menos, 0.01 mm. La medición de las dimensiones de los lados de la lámina debe efectuarse con una cinta metálica en la que se aprecie 1mm.

**Tabla N°3: Espesores nominales normales, tolerancias y masa unitaria. Fuente: NCh133.**

Espesor nominal normal, mm	Masa unitaria, $kg/m^2$	Tolerancia de espesor, mm	Tolerancia de corte en las dimensiones	
			Lados < 1 500 ± mm	Lados ≥ 1 500 ± mm
2,1 2,2 2,5	5,25 5,50 6,25	± 0,2	2	3
3,0 3,2 4,0 5,0 6,0	7,50 8,00 10,00 12,50 15,00	+ 0,1 - 0,3	2	3
8,0 10,0 12,0	20,0 25,0 30,0	+ 0,2 - 0,4	3	4
15,0 19,0 25,0	37,5 47,5 62,5	± 0,5 ± 1,0 ± 1,0	5	6

La norma china *GB11614 - 2009 vidrio plano*, indica lo siguiente:

- Clasificación según el espesor nominal, se puede dividir en: 2mm, 3mm, 4mm, 5mm, 6mm, 8mm, 10mm, 12mm, 15mm, 19mm, 22mm y 25mm.
- La desviación de espesor y la diferencia de espesor del vidrio plano no deberán superar los valores indicados en la **Tabla N°4**.

**Tabla N°4: Desviación de espesor y diferencia de espesor, mm. Fuente: GB11614.**

Espesor nominal	Desviación del grosor	Diferencia de grosor
2~6	±0.2	0.2
8~12	±0.3	0.3
15	±0.5	0.5
19	±0.7	0.7
22~25	±1.0	1.0

- Utilizar un micrómetro de exteriores con un valor de división de 0.01mm, medir el grosor de cinco puntos diferentes de un trozo de vidrio y calcular la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo.

La norma chilena NCh135/3 Of. 1997 “Vidrios planos de seguridad para uso en arquitectura – Parte 3: Vidrios que se emplean en posición vertical, sustentados en sus cuatro bordes – práctica recomendada para el cálculo de espesor” indica lo siguiente sobre el cálculo del espesor conveniente del vidrio plano de seguridad, respecto a la solicitación de la presión del viento en las construcciones:

- La presión del viento se determina mediante los criterios que establece la norma NCh432.
- Para el cálculo del espesor del vidrio, se utilizarán ábacos que determinan el espesor de paños rectangulares verticales, soportados en sus cuatro bordes, cuando la siguiente relación se cumpla:

$$\left[ \frac{\text{dimensión del lado menor}}{\text{dimensión del lado mayor}} \right] < \frac{1}{3}$$

- Conociendo el tipo de vidrio, las dimensiones y superficie del paño y la presión del viento, puede obtenerse el espesor mínimo recomendado para soportar ráfagas de viento de 3 s de duración.

En las normas chinas, no se indica sobre espesor de vidrios de seguridad.

La norma chilena NCh2434 Of. 1999 “Doble vidriado hermético” establece espesor y tolerancias del espesor del DVH, ver **Tabla N°5:**

**Tabla N°5: Tolerancias en el espesor del DVH, mm. Fuente: NCh2434.**

Espesor nominal, e, mm	Tolerancia, mm
$e \leq 17$	± 1
$17 < e \leq 22$	± 1,5
$22 < e$	± 2

En las normas chinas, no se indica sobre espesor de doble vidriado hermético.

### 3.3.2 Transmisión térmica

La norma chilena NCh134/1 Of. 97 “Vidrios planos – Ensayos - Parte 1: Determinación de la transmisión de la luz, transmisión directa solar, transmisión de la energía solar total y transmisión ultravioleta, y factores de acristalamiento relacionados” establece métodos de determinación de la transmisión de la energía y la luz de la radiación solar, en las unidades de acristalamiento en edificios, usando parámetros característicos y fórmulas. Solo entregan tablas con valores para reemplazar en las fórmulas. No entregan tablas con valores máximos ni mínimo como rango de resultados.

El Manual del vidrio plano de ACHIVAL, explica que el calor se transmite por medio del aire que se encuentra a ambos lados del vidrio. En particular, las moléculas de aire que se encuentren en el exterior estarán sometidas a vientos que se producirán una transferencia de calor mayor. Para medir la velocidad de transferencia de calor se utiliza el coeficiente de trasmisión de calor  $K^\circ$  o valor U. En la **Tabla N°6** se observan diferentes valores en diversos vidrios usualmente utilizados en construcción.

**Tabla N°6: Cuadro comparativo. Fuente: Manual vidrio plano.**

Tipo de Cristal	Espesor (mm)	Valor U (Europeo) $W/m^2/K^\circ$	Valor U (Americano) (Btu/hr/sqft/ $F^\circ$ )
Incoloro	3	5.8	1.03
Incoloro	4	5.8	1.03
Incoloro	5	5.8	1.03
Incoloro	6	5.7	1.01
Incoloro	8	5.6	0.99
Incoloro	10	5.6	0.99
Incoloro	12	5.5	0.98

En el manual acondicionamiento térmico, indica que los perfiles de PVC tiene valores de transmitancia térmica cercanas a  $2 [W/m^2 * K]$ , por lo que serían un mejor aislante que el aluminio. Además, el vidrio monolítico presenta el valor de transmitancia térmica más alto del mercado de 5.6 a 5.8  $[W/m^2 * K]$  dependiendo de su espesor. Para mejorar la transmitancia térmica, la mejor solución vidriada son los termo paneles o DVH (doble vidriado hermético), donde existe la solución en que la cámara de aire contenga gas argón, el cual ayuda a disminuir las transmisiones de calor. En la **Tabla N°7**, se observa que la transmitancia térmica en un DVH se reduce a la mitad.

**Tabla N°7: Grado de la propiedad de aislamiento térmico de puertas y ventanas.  $W/m^2$**

Tipo de Cristal	Espesor (mm)	Valor U (Europeo) $W/m^2/K^\circ$	Valor U (Americano) (Btu/hr/sqft/ $F^\circ$ )
Incoloro	6	5.7	1.01
DVH	6 /12 aire/6	2.8	0.49



La norma china GB8478- 2008 “Ventanas y puertas de aluminio”, indica sobre la transmitancia térmica de la siguiente forma:

- El índice de la propiedad de aislamiento térmico de las puertas y ventanas se presentará en el valor del coeficiente de transferencia de calor  $K [W/m^2 * K]$ , de las puertas y ventanas.
- Los grados y el valor del índice de la propiedad de aislamiento térmico de las puertas y ventanas se ajustará según la **Tabla N°8**.

**Tabla N°8: Grado de la propiedad de aislamiento térmico de puertas y ventanas.  $W/m^2$**   
Fuente: GBT8478

Grado	1	2	3	4	5
Valor del índice de clasificación	$K \geq 5.0$	$5.0 > K \geq 4.0$	$4.0 > K \geq 3.5$	$3.5 > K \geq 3.0$	$3.0 > K \geq 2.5$
Grado	6	7	8	9	10
Valor del índice de clasificación	$2.5 > K \geq 2.0$	$2.0 > K \geq 1.6$	$1.6 > K \geq 1.3$	$1.3 > K \geq 1.1$	$K < 1.1$

### 3.3.3 Rotura por flexión

La norma chilena NCh134/4 Of. 97 “Vidrios planos – Ensayos – Parte 4: Rotura por flexión”, establece un método de ensayo de rotura del vidrio plano por flexión, mediante la acción de un rodillo de acero sobre una lámina de vidrio. En este ensayo, la flexión se analiza considerando la probeta como simplemente apoyada y se aplica a todos los vidrios planos.

- Se aplica una carga conocida, aumentada gradualmente, a través de un rodillo de acero, hasta que se produzca la rotura de la probeta. Con los datos obtenidos puede calcularse el módulo de rotura y el módulo de elasticidad del vidrio.
- Las probetas para este ensayo deben obtenerse de las muestras, cortando láminas cuadradas de  $300\text{mm} \pm 1 \text{ mm}$  de lado. Deben tener cantos y bordes preparados, de modo de eliminar las microfisuras que pudieran producirse por el corte del vidrio.
- Aparatos a considerar: rodillo de acero, de 50 mm de diámetro y 300 mm de longitud; apoyos, los cuales serán dos piezas triangulares de acero, de 300 mm de longitud, con su arista superior redondeada con radio de 15 mm.
- Colocar los apoyos sobre un plano horizontal, paralelamente, a una distancia de 200 mm entre ejes. Colocar la probeta de vidrio, horizontalmente, sobre los apoyos, centrándola con respecto a ellos. Colocar el rodillo de carga, sobre la probeta, paralelamente a la dirección de los apoyos, centrándolo. Aplicar la carga a través del rodillo, aumentándola progresivamente hasta que se produzca la rotura de la probeta.

En las normas chinas, no se indica sobre rotura por flexión.

### 3.3.4 Práctica recomendada para su empleo

La norma chilena NCh135/1 Of. 98 “Vidrios planos de seguridad para uso en arquitectura – Parte 1: Práctica recomendada para su empleo” establece recomendaciones para el empleo y aplicación de los vidrios de seguridad en las obras de arquitectura. Pretende individualizar aquellos usos y aplicaciones, en las que el empleo de vidrio de seguridad permita disminuir a un mínimo las consecuencias de accidentes como producto de rotura accidental o premeditada.

- Los vidrios de seguridad poseen propiedades de una mayor resistencia al impacto y en caso de rotura ofrecen un significativamente menor riesgo para causar heridas graves.



- Los usos y aplicaciones recomendados se presentan en la **Tabla A**, de los ANEXOS.
- La elección del tipo de vidrio y su espesor, color y forma de colocación depende, entre otros factores, del tamaño del paño, de su peso propio, de las solicitaciones por carga de viento y de las características particulares de cada obra.

Tipos de vidrio considerados:

- Vidrio Templado (V.T)
- Vidrio Templado Laminado (V.T.L)
- Vidrio Termoendurecido Laminado (V.T.E.L)
- Vidrio Laminado (V.L)
- Vidrio Armado (V.A)

En las normas chinas, no se indica sobre los vidrios de seguridad.

### 3.3.5 Áreas susceptibles de impacto humano

La norma chilena NCh135/2 Of. 98 “Vidrios planos de seguridad para uso en arquitectura – Parte 2: Especificación y aplicación en áreas susceptibles de impacto humano” indica que:

- Los factores que determinan el grado de riesgo son el comportamiento del vidrio de seguridad ante el impacto y su modo de rotura, y tipo de construcción, donde debe tenerse en cuenta, especialmente, la cantidad de personas que se hallen normalmente próximas a las áreas vidriadas y su comportamiento habitual, considerando si es edificio de carácter público (hospitales, colegios, edificios de asambleas, otros) o de carácter privado.
- Áreas de riesgo:
  - Puertas y paneles laterales que pueden confundirse con puertas. Deben considerarse como los elementos de mayor riesgo. Ejemplos: puertas y paneles laterales sin marco; puertas y paneles laterales con marco, totalmente vidriados, que contengan un paño único de vidrio; puertas y paneles laterales vidriados y con marco, que contengan más de un paño de vidrio.
  - Paños de vidrio situados total o parcialmente a una distancia menor que 800 mm del piso (excepto puertas, paneles laterales o balaustradas).
  - Vidrios para salas de baños, piletas de natación y otros lugares.
  - Balaustradas, se deben considerar los siguientes criterios para el vidrio de seguridad:
    - a) En recintos de uso público debe resistir la aplicación de una fuerza  $F=1$  kN/m;
    - b) En recintos de uso privado debe resistir la aplicación de una fuerza  $F=0.5$  kN/m;Esta fuerza se aplica por cada metro de longitud de la balaustrada
  - Barandas protectoras, las de paños de vidrio deben cumplir con las condiciones de las balaustradas. Si fuese vertical, debe ubicarse en el eje central del área vidriada. Si fuese horizontal, debe estar situada a una altura comprendida entre 800 mm y 1100 mm respecto al nivel del piso.
  - Salas, dormitorio, grandes ventanales

En las normas chinas, no se indica sobre vidrios de seguridad con áreas susceptibles a impacto humano.

### 3.3.6 Rotura por impacto de esfera de acero

La norma chilena NCh135/5 Of. 98 “Vidrios planos – Ensayos – Parte 5: Rotura por impacto de una esfera de acero”, establece un método de ensayo de rotura del vidrio plano por el impacto de una esfera de acero, al caer desde una altura determinada. Esta norma se aplica solo a los vidrios de seguridad templados, laminados y armados.

- Se deja caer una esfera de acero, desde una altura determinada, sobre una lámina de vidrio colocada en un marco adecuado. La homogeneidad del vidrio, calidad y existencia o no de



tensiones, determinan su ruptura en forma radial cuando es aceptable y en otra forma diversa cuando no lo es.

- Las probetas para este ensayo deben obtenerse de las muestras, cortando láminas cuadradas de  $300\text{mm} \pm 1\text{ mm}$  de lado.
- Aparatos a considerar: marco de madera, recomendable que sea de madera de roble pellín; esfera de acero, de forma esférica, cuya masa debe ser de  $500\text{ g} \pm 5\text{ g}$ .
- Apoyar el marco de madera, horizontalmente, sobre la superficie pareja de una mesa o del suelo. Colocar la probeta de vidrio en la ranura del marco, asentándolo bien. Trazar las diagonales de la probeta, mediante un lápiz de cera. Por acuerdo entre las partes establecer la altura  $h$  desde la cual se va a dejar caer la esfera de ensayo. Suspender la esfera de ensayo a la altura  $h$  y dejarla caer, libremente, sobre la probeta, de modo que el golpe se produzca a no más de 25 mm del centro de la probeta. Registrar la forma de la rotura.

En las normas chinas, no se indica sobre ensayo de esfera de acero.

### 3.3.7 Rotura por impacto de una bolsa de lastre

La norma chilena NCh135/6 Of. 98 “Vidrios planos de seguridad – Ensayos – Parte 6: Rotura por impacto de una bolsa de lastre” indica un método normalizado para determinar la resistencia a la rotura por impacto de una bolsa de lastre, de los vidrios planos de seguridad.

- Una probeta de vidrio se monta, en dirección vertical, en una estructura especial para el ensayo; mediante un saco de lastre se golpea la probeta en sentido horizontal; se evalúa el efecto de este golpe en la probeta. El resultado del ensayo permite clasificar al vidrio ensayado en alguna de las clases A, B o C.
- Aparatos a considerar: estructura; subestructura; bolsa de lastre, consiste en una bolsa de cuero rellena con munición de plomo (impactador).
- Las probetas estándar es una lámina rectangular de vidrio plano de dimensiones de  $1930\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$  de longitud y  $865\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$  de ancho.
- Montar la probeta en la subestructura y ésta en la estructura, de modo que las bandas de goma de cloropreno estén comprimidas en no más del 10% al 15% de su espesor original. Suspender el impactador y mantener en posición de descanso, comprobando que su diámetro mayor esté a una distancia no mayor de 13 mm de la superficie de la probeta y radialmente dentro de los 50 mm del centro de la probeta. Izar el impactador hasta la altura de caída para la clasificación (300; 450 ó 1200 mm) y dejar en reposo, manteniendo tenso el cable y comprobando que esté alineado con el eje longitudinal del impactador. Liberar el impactador, de tal manera que describa un arco pendular y golpee la probeta. Después del impacto inspeccionar la probeta, observando y registrando el resultado como sigue:
  - a) Si ha quedado sin rotura
  - b) Si se ha roto en forma segura
  - c) Si se ha roto en forma no-segura

En las normas chinas, no se indica sobre ensayo de impacto de una bolsa de lastre.

### 3.3.8 Fragmentación por impacto de un punzón

La norma chilena NCh135/7 Of. 97 “Vidrios planos de seguridad – Ensayos – Parte 7: Fragmentación por impacto de un punzón” indica un método normalizado para el ensayo de fragmentación de los vidrios templados, por rotura por impacto de un punzón.

- La probeta se coloca sobre una superficie adecuada y sobre la probeta se apoya un punzón de acero, el que se golpea mediante un martillo, provocando fragmentación. El impacto puede hacerse con otro dispositivo que permita obtener la fragmentación requerida.



- Las probetas deben definirse por acuerdo entre pares. Se recomienda que las dimensiones de la probeta sean igual o mayor que 300 mm, pudiendo ser hasta del tamaño natural de la pieza.
- Aparatos a considerar: punzón de acero, cilíndrico con punta en ángulo de 120°; martillo mecánico, de masa igual o mayor que 1 kg; balanza con sensibilidad para 0.1 g.
- Acondicionar la probeta y los aparatos necesarios en el ambiente, por un tiempo no inferior a 3 h. Delimitar, con pintura sobre el vidrio, un sector circular de 100 mm de diámetro, con centro en el punto donde se va a provocar el golpe con el punzón, el que se debe estar ubicado a 40 mm del borde del vidrio en el punto medio y equidistante de dos marcas de pinzas, si las tuviera. Tomar precauciones para evitar la dispersión de los trozos de vidrio al romperse, como por ejemplo envolverlo en una hoja de papel. Colocar la probeta, horizontalmente, sobre una mesa resistente de modo que el punto que va a golpearse quede perfectamente apoyado. Apoyar el punzón sobre la superficie de la probeta, golpear el punzón con el martillo hasta producir la fragmentación. Separar, durante los 3 min siguientes al impacto, los 10 fragmentos más grandes, elegidos después de la desintegración y determinar la masa de los fragmentos más grandes.

En las normas chinas, no se indica ensayo por impacto de un punzón.

### 3.3.9 Resistencia al viento

La norma chilena NCh446 Of. 2000 “Arquitectura y construcción – Puertas y ventanas – Terminología y clasificación” considera que, según su resistencia bajo efectos del viento, las puertas o ventanas se clasifican de acuerdo con su resistencia bajo efectos del viento en seis categorías: 5V, 7V, 10V, 12V, 15V y 20V, según los valores obtenidos para los ensayos de deformación, de presión y/o depresión repetidos y de seguridad, según indicado en **Tabla N°9**.

La norma chilena NCh888 Of. 2000 “Arquitectura y construcción – Ventanas – Requisitos básicos” establece los requisitos de las características mecánicas y físicas de las ventanas. Indica lo siguiente con respecto a la resistencia al viento:

- La flecha máxima alcanzada en cualquiera de los perfiles que forman la ventana debe ser menor o igual a  $L/175$ , para vidrios monolíticos; esta medida se debe realizar en el momento en que se alcanza la presión diferencial requerida para cada caso (columna P2 **Tabla N°9**).  
 $L$  = longitud del elemento. Se entiende que la presión diferencial está actuando en el conjunto de la ventana.
- Para las ventanas con doble vidriado hermético, la flecha máxima aceptada para los perfiles que la forman debe ser menor o igual a  $L/225$  (en cualquiera de sus lados).
- La ventana sometida al ensayo de resistencia al viento por presión estática diferencial (P2), no debe presentar deformaciones permanentes apreciables, fallas en las fijaciones o cualquier otro deterioro.
- Los ensayos de resistencia al viento y de resistencia al viento de seguridad (tempestad), se realizan siguiendo el procedimiento descrito en NCh890.
- Para la resistencia al viento de protección, la ventana no debe presentar deformaciones permanentes apreciables, fallas en las fijaciones o cualquier otro deterioro. Se permite una flecha de  $L/300$  de la luz mayor de la ventana como máximo, después de ser sometida al ensayo de resistencia al viento de seguridad, según NCh890.

**Tabla N°9: Clasificación de ventanas según resistencia bajo efectos de viento. Fuente: NCh888.**

Ensayo			
Clase	De deformación (P1)	De presión y/o depresión repetidos (P2)	De seguridad (P3)
	Pa	Pa	Pa
5 V (mínima)	500	500	900
7 V (normal)	750	750	1 125
10 V (mejorada)	1 000	1 000	1 500
12 V (especial)	1 200	1 200	1 800
15 V (reforzada)	1 500	1 500	2 400
20 V (excepcional)	2 000	2 000	3 000

NOTA - Para los ensayos de presión y/o depresión repetidos, el número de ciclos a que debe ser sometida la ventana, es mínimo 50 ciclos.

1 kgf/cm<sup>2</sup> = 0,098 MPa; 1 N/m<sup>2</sup> = 1 Pa.

La norma china GBT8478- 2008 “Ventanas y puertas de aluminio”, consideran la resistencia a carga de viento de la siguiente forma:

- Los grados y el valor del índice P3 de la resistencia a la carga de viento de las puertas y ventanas exteriores serán conformes a los especificados en la **Tabla N°10**.
- Con la acción de las presiones del viento de los valores de índice de cada grado de propiedad, la deflexión relativa (cara normal) de los principales miembros del marco de carga de las puertas y ventanas exteriores deberá estar de acuerdo con los especificados en la **Tabla N°11**; después de la acción de la presión del viento terminando, las puertas y ventanas deberán estar libres de cualquier obstáculo funcional y daño en la aplicación.

**Tabla N°10: Grado de resistencia a la carga de viento de las puertas y ventanas exteriores en kPa. Fuente: GBT8478.**

Grado	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Grado índice g	$1.0 \leq P3 < 1.$	$1.5 \leq P3 < 2.$	$2.0 \leq P3 < 2.$	$2.5 \leq P3 < 3.$	$3.0 \leq P3 < 3.$	$3.5 \leq P3 < 4.$	$4.0 \leq P3 < 4.$	$4.5 \leq P3 < 5.$	$P3 \geq 5$
valor P	5	0	5	0	5	0	5	0	-0

Nota: El grado 9 se indicará con la diferencia de presión de detección específica simultáneamente después de la clasificación.

**Tabla N°11: Requisitos de deflexión de los principales elementos del marco de carga de puertas y ventanas con respecto a la cara normal. Fuente: GBT8478.**

Variedad de vidrios de apoyo	Vidrios simples y triples	Vidrio hueco
Desviación relativa	$L/100$	$L/150$
Máxima desviación relativa	20	

Nota: L es la luz de apoyo de los principales elementos de la estructura que soportan la carga.

### 3.3.10 Estanqueidad al aire

La norma chilena NCh888 Of. 2000 “Arquitectura y construcción – Ventanas – Requisitos básicos” establece los requisitos de las características mecánicas y físicas de las ventanas. Indica lo siguiente con respecto a la permeabilidad al aire:

- En una ventana sometida al ensayo de estanqueidad al aire, el aire infiltrado a través de las juntas debe ser menor o igual a lo indicado en **Tabla N°12**, para una diferencia de presión entre el exterior y el interior de 100 Pa.
- En toda ventana, debe comprobarse que no existen zonas de ajuste situadas a menos de 2 m del piso que puedan producir movimientos de aire, de velocidad superior a 1.4 m/s, molestos para los ocupantes.

**Tabla N°12: Clasificación de puertas o ventanas según estanqueidad al aire. Fuente: NCh446.**

Tipo	Caudal máximo de aire, $m^3/(h \times m^2)$ , por superficie de hoja	Caudal máximo de aire, $m^3/(h \times m)$ , por metro lineal de junta	Presión de prueba, Pa
60 a (mínimo)	60	12	100
30 a (normal)	30	6	100
10 a (especial)	10	2	100
7 a (reforzado)	7	1,4	100

- Clasificación de las ventanas según grado de estanqueidad al viento, ver **Tabla N°12**:
  - Estanquidad grado 60 a (mínimo): según NCh892, en cualquier tipo de ventana, el caudal de aire que se infiltra a través de las juntas debe ser igual o inferior a  $60 m^3/(h * m^2)$  para una diferencia de presión entre el exterior y el interior de 100 kPa.
  - Estanquidad grado 30 a (normal): el caudal de aire que se infiltra a través de las juntas debe ser igual o inferior a  $30 m^3/(h * m^2)$  para una diferencia de presión entre el exterior y el interior de 100 kPa.
  - Estanquidad grado 10 a (especial): el caudal de aire que se infiltra a través de las juntas debe ser igual o inferior a  $10 m^3/(h * m^2)$  para una diferencia de presión entre el exterior y el interior de 100 kPa.
  - Estanquidad grado 7 a (reforzado): el caudal de aire que se infiltra a través de las juntas debe ser igual o inferior a  $7 m^3/(h * m^2)$  para una diferencia de presión entre el exterior y el interior de 100 kPa.
- En locales climatizados o especialmente expuestos al viento, deben emplearse ventanas con una permeabilidad al aire igual o inferior a  $10 m^3/(h * m^2)$  de superficie de hoja.

La norma china GBT8478- 2008 “Ventanas y puertas de aluminio”, consideran la estanqueidad al aire de la siguiente forma:

- Los grados y el valor del índice absoluto de la estanqueidad al aire de las puertas y ventanas exteriores se ajustarán a los especificados en **Tabla N°13**.
- Cuando la diferencia de presión de la muestra y la ventana es de 10kPa, la capacidad de infiltración de aire  $q_1$  de la unidad de longitud de la junta de apertura y la capacidad de infiltración de aire  $q_2$  de la unidad de área no deben exceder el valor del índice correspondiente de cada grado especificado en la **Tabla N°13**, (donde  $q_1$  y  $q_2$  son índices de rendimiento de la permeabilidad al aire, donde  $q_1$  es cuanto  $m^3/h$  de aire pasa a través de los metros lineales de la ventana y  $q_2$  es cuanto  $m^3/h$  de aire pasa en relación a la superficie de  $m^2$  de la ventana).

**Tabla N°13: Grado de hermeticidad de puertas y ventanas. Fuente: GBT8478.**

Grado	1	2	3	4	5	6	7	8
Índice de clasificación valor del longitud de apertura de la unidad juntas $q_1(m^3/(m-h))$	$4.0 \geq q_1 > 3.5$	$3.5 \geq q_1 > 3.0$	$3.0 \geq q_1 > 2.5$	$2.5 \geq q_1 > 2.0$	$2.0 \geq q_1 > 1.5$	$1.5 \geq q_1 > 1.0$	$1.0 \geq q_1 > 0.5$	$q_1 \leq 0.5$
Índice de clasificación valor de la unidad de superficie $q_2(m^3/(m^2-h))$	$12 \geq q_2 > 10$	$10.5 \geq q_2 > 9$	$9.0 \geq q_2 > 7.5$	$7.5 \geq q_2 > 6$	$6.0 \geq q_2 > 4.5$	$4.5 \geq q_2 > 3$	$3.0 \geq q_2 > 1.5$	$q_2 \leq 1.5$

La norma china JGT140- 2005 “Ventanas de PVC-U”, consideran la estanqueidad al aire de la siguiente forma:

- Permeabilidad al aire de la unidad de longitud de la costura 3 y permeabilidad al aire de la unidad de superficie, valor de índice de clasificación de acuerdo con la **Tabla N°14**.

**Tabla N°14: Clasificación de la hermeticidad. Fuente: JGT140.**

Clasificación	3	4	5
Valor del índice de clasificación de la longitud de la costura $m^3/(m-h)$	$2.5 \geq q_1 > 1.5$	$1.5 \geq q_1 > 0.5$	$q_1 \leq 0.5$
Valor del índice de clasificación de la superficie de la unidad $m^3/(m^2-h)$	$7.5 \geq q_2 > 4.5$	$4.5 \geq q_2 > 1.5$	$q_2 \leq 1.5$

### 3.3.11 Estanqueidad al agua

La norma chilena NCh888 Of. 2000 “Arquitectura y construcción – Ventanas – Requisitos básicos” indica que una ventana sometida al ensayo de estanqueidad al agua, debe ser estanca a caudales de agua de  $750 \text{ cm}^3/(\text{min} * \text{m}^2)$  de superficie de hoja a las presiones indicadas en **Tabla N°15** para diferentes tipos de ventanas.

**Tabla N°15: Estanqueidad al agua. Fuente: NCh888.**

Tipo	Presión estática, Pa
4 e (mínima)	40
15 e (normal)	150
30 e (especial)	300
50 e (reforzada)	500



- Estanqueidad básica grado 0 e: Toda ventana debe ser estanca a caudales de agua de  $750 \text{ cm}^3 / (\text{min} * \text{m}^2)$  sin presión.
- Estanqueidad de grado 4 e (mínima): Toda ventana debe ser estanca a caudales de agua de  $750 \text{ cm}^3 / (\text{min} * \text{m}^2)$ , cuando se aplica una diferencia de presión de 40 Pa.
- Estanqueidad de grado 15 e (normal): Toda ventana debe ser estanca a caudales de agua de  $750 \text{ cm}^3 / (\text{min} * \text{m}^2)$ , cuando se aplica una diferencia de presión de 150 Pa.
- Estanqueidad de grado 30 e (especial): Toda ventana debe ser estanca a caudales de agua de  $750 \text{ cm}^3 / (\text{min} * \text{m}^2)$ , cuando se aplica una diferencia de presión de 300 Pa.
- Estanqueidad de grado 50 e (reforzado): Toda ventana debe ser estanca a caudales de agua de  $750 \text{ cm}^3 / (\text{min} * \text{m}^2)$ , cuando se aplica una diferencia de presión de 500 Pa.

La estanqueidad al agua puede comprobarse mediante NCh991. Mientras no existan normas de requisitos para cada zona climática, podrá emplearse las siguientes recomendaciones:

- En edificios de altura inferior o igual a 15m y situados en lugar de poco viento o protegidos se emplean ventanas de estanqueidad grado 4 e o normal (ver NCh 446)
- En los edificios de altura entre 15m y 50m, situados en regiones climáticas no sometidas a fuertes vientos o bien situados en cualquier región, pero en lugares protegidos y con la ventana desplazada con respecto al plomo exterior de la fachada, se emplean ventanas de estanqueidad grado 15 e o mejorada.
- En edificios de altura superior a 50m, situados en cualquier región climática del país se emplean ventanas de estanqueidad 30 e o reforzada.

NOTA- se consideran locales especialmente expuestos al viento a aquellos situados en zonas donde la velocidad del viento puede llegar a ser superior a 50 m/s, lo que equivale a una presión dinámica de 1530 Pa.

**Tabla N°16: Tabla que relaciona la clasificación de las ventanas con la presión del viento y la altura. Fuente: NCh888.**

Clasificación	Presión del viento, Pa	Aplicación altura máxima, m.s.n.s. <sup>1)</sup>	
		Ciudad	Campo abierto orilla de mar
5 v (mínima)	550	Nivel del suelo	
7 v (normal)	750	15	Nivel del suelo
10 v (especial)	1 000	40	10
12 v (reforzado)	1 200	75	20
15 v (reforzado especial)	1 500	150	50
20 v (excepcional) <sup>2)</sup>	2 000	-	290 <sup>2)</sup>

1) m.s.n.s. = metros sobre nivel de suelo.  
2) valores agregados a la tabla original.

La norma china GBT8478- 2008 “Ventanas y puertas de aluminio”, consideran la estanqueidad al agua de la siguiente forma:

- Los grados y el valor del índice P3 de la estanqueidad de las puertas y ventanas exteriores se ajustarán a los especificados en la **Tabla N°17**.
- Con la acción del valor del índice de cada grado de propiedad, los especímenes de puertas y ventanas exteriores deberán estar libres de un fenómeno de fuga de agua.



**Tabla N°17: Grado de estanqueidad de las puertas y ventanas exteriores en kPa.**  
**Fuente: GBT8478.**

Grado	1	2	3	4	5	6
Índice de clasificación	$100 \leq \Delta P < 150$	$150 \leq \Delta P < 250$	$250 \leq \Delta P < 350$	$350 \leq \Delta P < 500$	$500 \leq \Delta P < 700$	$\Delta P \geq 700$
valor $\Delta P$						

*Nota: El grado 6 se indicará con la diferencia de presión de detección específica simultáneamente después de la clasificación.*

### 3.3.12 Doble vidriado hermético o termo paneles

La norma chilena NCh2434 Of. 1999 “Doble vidriado hermético” establece las características exigibles para el diseño y construcción del producto DVH, indica lo siguiente:

- Clasificación del DVH:
  - a) Forma de construcción: Tipo S (doble vidriado hermético simétrico, aquel que está compuesto por vidrios de igual espesor y/o tipo) y AS (doble vidriado hermético asimétrico: aquel que está compuesto por vidrios de diferentes espesores y/o tipos).
  - b) Por su característica de desempeño: T (doble vidriado hermético aislante térmico, aquel que está compuesto por una unidad de diseño especial para lograr la regulación de la aislación térmica.); TS (doble vidriado hermético aislante térmico y de control solar, aquella unidad en cuya composición por lo menos uno de los vidrios, generalmente el exterior, posee características que permiten lograr la regulación de la radiación solar (luminosa, infrarroja y/o UV).) y CA (doble vidriado hermético para control acústico: aquel que está compuesto por unidad de diseño especial para lograr atenuación de ruidos).
  - c) Grado 1; 2 Y 3: Según la capacidad de conservar las características originales de condensación de humedad y de hermeticidad después del envejecimiento acelerado que se establece en la **Tabla B** de los ANEXOS.

La norma china GB/T11944- 2012 “Unidad de vidrio aislante”, indica la siguiente clasificación del DVH:

- Clasificación del DVH:
  - a) Según su forma: Vidrio aislante plano y Vidrio aislante de superficie curva
  - b) Según el gas que se encuentra dentro de la cavidad hueca:
    - Unidad de vidrio aislante ordinaria: la unidad de vidrio aislante con aire en la cavidad hueca;
    - Unidad de vidrio aislante inflable: la unidad de vidrio aislante con argón, criptón y otros gases en la cavidad hueca.

La norma chilena NCh2434 Of. 1999 establece los siguientes materiales:

- Materiales:
  - a) Vidrio: se debe elegir vidrios que sean susceptibles de impacto humano, según normas NCh135/1 y/o NCh135/2.
  - b) Sellos: los sellos primarios y secundarios deben ser compatibles y no reaccionar químicamente entre sí. El sello primario debe ser una barrera para la penetración de agua en fase líquida y fase vapor, y dar la adherencia necesaria del espaciador a los vidrios. El sello secundario debe: ser una barrera a la penetración de agua, en fase líquida. Brindar la rigidez estructural necesario al DVH y tener características de adherencia tales que permitan una deflexión máxima, la que se calcula en NCh523
  - c) Espaciador: puede ser de naturaleza orgánica o metálica, debe ser estructuralmente capaz de mantener el espesor cte. en toda su extensión y a lo largo de la forma del DVH y tener la rigidez necesaria para mantener su sección transversal sin deformarse y contener material deshidratante

que interactúe con el gas contenido en la cámara.

- d) Material deshidratante debe ser compatible con el material de los sellos; ser de comportamiento estable a las temperaturas de trabajo del DVH.

La norma china GB/T11944- 2012 “Unidad de vidrio aislante”, indica los siguientes materiales del DVH:

- a) Vidrio: vidrio de lámina, de capa, laminado, templado, resistente al fuego, semiduro, figurado y otros, deben cumplir con normas correspondientes.
- b) Materiales de sellado de bordes: deberán ser capaces de realizar el rendimiento de sellado de vapor de agua y gas de la unidad de vidrio aislante y mantener la estructura de la unidad de vidrio aislante estable.
- c) Materiales de separación: tiras espaciadoras de aluminio, tiras espaciadoras de acero inoxidable, tiras espaciadoras compuestas, juntas compuestas.
- d) Desecante.

La norma chilena NCh2434 Of. 1999 establece las siguientes características:

- Construcción:
  - a) Cámara, es un espacio estanco, que se produce entre dos vidrios del DVH y que está delimitado en su contorno por un espaciador, el cual debe llevar incluido un material deshidratante que garantice la ausencia de humedad en el interior del DVH
  - b) Aspecto libre de manchas o elementos extraños. Los DVH pueden ser de forma variada pero frecuentemente son de forma circular cuadrada o rectangular.
  - c) El espesor nominal del DVH es la sumatoria de los espesores nominales de los componentes.
  - d) No debe producirse condensación en la cámara, ni debe producirse desprendimiento de burbujas desde la cámara, antes y después del ensayo de envejecimiento acelerado (NCh2434/4).

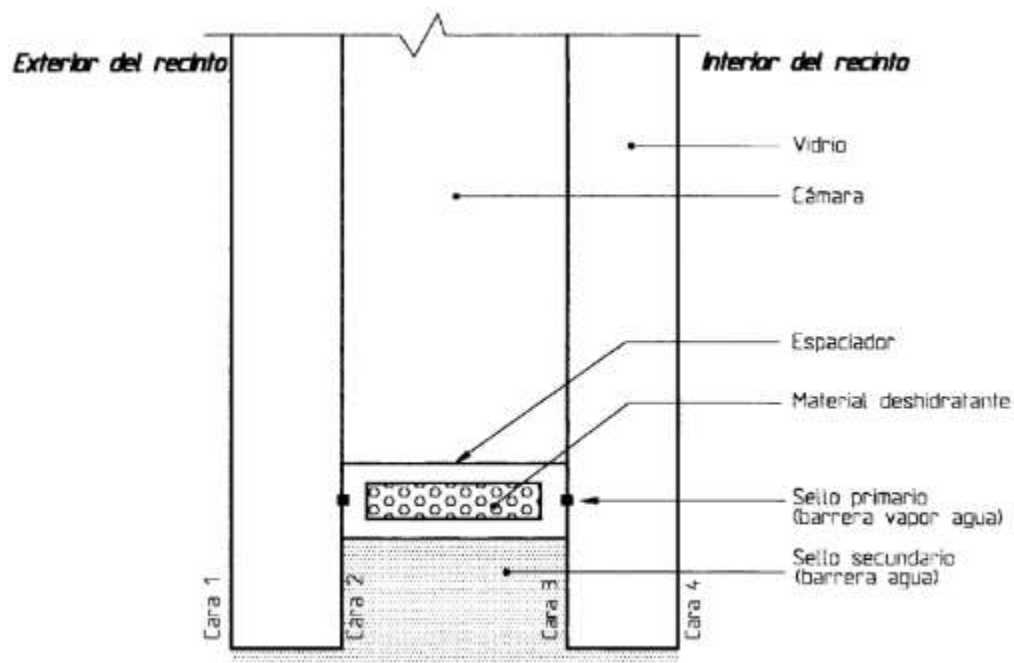


Figura N°1: Esquema de construcción de un doble vidrio hermético. Fuente: NCh2434.



- Ensayo de condensación: se somete a la probeta, simultáneamente, a temperaturas diferentes en una y otra cara del DVH, respectivamente. Se observa si hay condensación en la cámara del DVH; de no existir condensación, se somete la probeta a envejecimiento acelerado, y se repite el ensayo de condensación.
- Ensayo de hermeticidad: Se somete la probeta a inmersión en agua a temperatura de 50°C, se observa si hay desprendimiento de burbujas desde la cámara, se somete la probeta a envejecimiento acelerado, y se repite el ensayo de hermeticidad.
- Método de envejecimiento acelerado: Se somete la probeta a la acción de la luz fluorescente ultravioleta, en un ambiente de temperatura y humedad controlada, por un tiempo determinado; posteriormente, se somete a ciclos de enfriamiento y calentamiento entre -20°C y 50 °C.

La norma china GB/T11944- 2012 “Unidad de vidrio aislante”, indica las siguientes características:

- Desviación dimensional: la desviación admisible para la longitud y la anchura se indica en la **Tabla N°18**. La desviación permitida para el espesor del DVH se muestra en la **Tabla N°19**.

**Tabla N°18: Desviación admisible de la longitud, mm. Fuente: GB7T11944.**

Longitud (anchura) L	Desviación permitida
L<1000	±2
1000≤L<2000	+2, -3
L≥2000	±3

**Tabla N°19: Desviación de espesor permitida, mm. Fuente: GB7T11944.**

Espesor nominal D	Desviación permitida
D<17	±1.0
17≤D<22	±1.5
D≥22	±2.0

Nota: El espesor nominal de la unidad de vidrio aislante será la suma del espesor nominal de la hoja original y el grosor de la cavidad hueca de vidrio.

- La calidad del aspecto del DVH (unidad de vidrio aislante) deberá cumplir con las disposiciones de la **Tabla N°20**.

**Tabla N°20: Calidad de aspecto de la unidad de vidrio aislante. Fuente: GB7T11944.**

Artículo	Requisitos
Sello de borde	La línea primaria de sellador se aplicará de manera uniforme y continua; la línea secundaria de sellador se aplicará de manera uniforme y ordenada, adhiriéndose completamente al vidrio y sin sobrepasar el borde de la copa
Vidrio	Se permiten 4 arañazos de anchura ≤ 0,2mm, longitud ≤ 30mm por metro cuadrado; 1 arañazo de 0,2mm< anchura ≤1mm, y longitud Se permite un tamaño de ≤50mm por metro cuadrado; los demás defectos deberán ajustarse a los requisitos de la norma correspondiente para el vidrio
Materiales de separación	No hay distorsión, la superficie es lisa y plana; no hay manchas ni escamas óxido en la superficie
Cavidad hueca	Sin cuerpo extraño
La superficie interior del vidrio	Sin salpicaduras y sin que el sellador fluya para afectar a la perspectiva



- El contenido inicial de gas del DVH inflable será  $\geq 85\%$ .
- Durabilidad del sello de gas, el contenido de gas del DVH inflable deberá ser  $\geq 80\%$ .

### 3.3.13 Selladores

El Manual de Uso de Selladores de Silicona Estructural en Cerramientos Vidriados de Edificaciones de ACHIVAL, indica lo siguiente:

- Sellador de silicona estructural: la tensión admisible para el dimensionamiento el bite mínimo de la junta estructural para las carpinterías, debe ser: 138 kPa o 14000  $kgf/m^2$  para cargas variables (como, por ejemplo: la presión de viento) y 6.9 kPa o 700  $kgf/m^2$  para cargas estáticas (peso propio).
- Sellador de silicona estructural monocomponente: producto formulado en un solo componente. Depende de la humedad relativa del aire para el proceso de cura.
- Sellador de silicona estructural bicomponente: producto formulado en dos partes, base y catalizador. El proceso de cura se da por la acción del catalizador, no dependiendo directamente de la humedad del aire.
- Sellador de silicona estructural de sello secundario de DVH: producto que se aplica como sello secundario en la fabricación de DVH, con la función de sellar y actuar como un elemento estructural para mantener los vidrios del DVH unidos entre sí. Para los DVH utilizados en aplicaciones de pegado estructural en construcción civil, el sello secundario del DVH deberá ser de silicona estructural.
- Aplicación del sellador: el fabricante de la estructura debe asegurarse de que la aplicación del sellador de silicona estructural y las dimensiones de las juntas calculadas en el proyecto sean respetadas:
  - El llenado adecuado de la junta.
  - Inexistencia de espacios vacíos y/o burbujas de aire.
  - Cumplimiento de las recomendaciones de limpieza de los sustratos.
  - Aplicación del promotor de adhesión cuando es especificado por el fabricante del sellador. El pegado estructural debe realizarse después de que el proveedor del sellador de silicona realice los ensayos descritos. Solamente materiales compatibles pueden entrar en contacto con la junta de silicona estructural /burletes, espaciadores, calzos, etc.).
- El bite mínimo de la junta del sello secundario con sellador de silicona debe ser de 6mm. Este bite se debe calcular de acuerdo al principio de distribución de cargas.
- Ensayos:
  - Método de ensayo de adhesión peel: determina la resistencia y características de adhesión entre el sellador de silicona estructural y los sustratos. Consiste en aplicar una carga sobre un cordón de silicona aplicado a los sustratos.
  - Ensayo de compatibilidad en laboratorio: determina la compatibilidad del sellador de silicona estructural con los demás componentes del vidriado con los que tienen contacto, después de la exposición a los rayos UV.
  - Ensayo in situ, peel test: Es un procedimiento manual para la verificación de la adhesión inicial del sellador en los perfiles de aluminio.
  - Ensayo de homogeneidad-ensayo de la mariposa: Verifica la homogeneidad de la mezcla de dos componentes de base y el catalizador extruido por la bomba de aplicación de materiales bicomponentes a través de la visualización de la aplicación del sellador en papel.
  - Ensayo de tiempo de pre-curva (vaso): se realiza después del ensayo la mariposa, para verificar la proporción de la mezcla de los componentes de base y catalizador.
  - Pool test de la junta estructural en los cuadros: verifica la calidad de la aplicación del sellador en la junta estructural detectando problemas de aplicación, limpieza inadecuada, aplicación inadecuada del promotor de adhesión o configuración incorrecta de la junta.



-Ensayo de despegado total-Deglazing: evalúa el perímetro de la junta en un cuadro, evalúa la adhesión de la silicona estructural en ambos substratos, la presencia de aire y fallas en el llenado de juntas.

-Ensayo de aplicación de la bomba aplicadora (ensayo de la culebra)

La norma china GB146893- 2017 “Selladores de silicona y de silicona modificada para la construcción”, indica las siguientes características:

- Sellador de silicona para la construcción: Polisiloxano como componente principal, el curado a temperatura ambiente de un componente y el sellador bicomponente, según el sistema de curado se divide en ácido y neutro. El sellador de silicona para la construcción se divide en Clase F (juntas de construcción), Clase Gn (decoración ordinaria y de vidrio, no para vidrio hueco) y Clase Gw (montaje no estructural del muro cortina del edificio, no para el vidrio hueco).
- Sellador de silicona modificada para la construcción: sellador monocomponente y bicomponente con polisiloxano como componente principal, que cura a temperatura ambiente. Se divide en Clase F (juntas de construcción), Clase R (juntas de desplazamiento por contracción en seco, comúnmente utilizadas en las juntas de los paneles prefabricados de hormigón ensamblado).
- La apariencia debe ser de una pasta fina y uniforme, sin burbujas, costras o gel.

La norma china GB16776- 2005 “Selladores de silicona estructural para la construcción”, indica las siguientes características:

- Ensayos:
  - Método de ensayo de adhesión peel
  - Ensayo de compatibilidad en laboratorio
  - Ensayo in situ, peel test
  - Ensayo de homogeneidad-ensayo de la mariposa
  - Ensayo de tiempo de pre-curva (vaso)

#### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los espesores nominales y tolerancias para vidrios planos son parecidos entre las normas chilenas y las normas chinas. El rango de espesor no tiene mucha diferencia entre ambas normas, siendo de 2 a 25mm; al igual con la tolerancia de espesor, con un rango de 0.2 a 1mm.

El espesor en el caso de los vidrios de seguridad, se calculan con ábacos. (Ábacos se encuentran en anexo A de norma NCh135/3). Solo en la norma chilena indica espesores nominales para el doble vidriado hermético, el cual consiste en un rango de 17 y 22mm con sus respectivas tolerancias.

La transmisión térmica indica que cuanto más bajo es el valor de U, menor es el calor transmitido a través del vidrio. Un mayor coeficiente significa una mayor transmisión de calor a través del cristal. En la **Tabla N°6** se puede observar la casi nula variación en los valores de U al aumentar el espesor y con la **Tabla N°7** se comprueba que, a menor valor de U, mejor es como aislante térmico. El valor de U del DVH se reduce a la mitad

Al comparar la **Tabla N°6** y **Tabla N°8**, se puede considerar el grado 1 de la norma china como el valor de U más útil o cercano a la información chilena; considerando que en la **Tabla N°6** utiliza como referencia los espesores, los cuales no generan una gran variación del valor de U (rango U de 5.8 a 5.5  $W/m^2 * K$ ) y en la **Tabla N°8** utilizan los grados, que significan la clasificación que se le dará a la ventana y un rango de valores de K mayores de 5 hasta menores de 1.1  $W/m^2$ .



Con respecto a los siguientes ensayos y temas particulares, solo hay normativas chilenas y no chinas para este estudio:

- Rotura por flexión: método de ensayo de rotura del vidrio plano por flexión, mediante la acción de un rodillo de acero sobre una lámina de vidrio. En este ensayo, la flexión se analiza considerando la probeta como simplemente apoyada.
- Rotura por impacto de una esfera de acero: método de ensayo de rotura del vidrio plano por el impacto de una esfera de acero, al caer desde una altura determinada.
- Rotura por impacto de una bolsa de lastre: método normalizado para determinar la resistencia a la rotura por impacto de una bolsa de lastre, de los vidrios planos de seguridad.
- Fragmentación por impacto de un punzón: método normalizado para el ensayo de fragmentación de los vidrios templados, por rotura por impacto de un punzón.
- Vidrios de seguridad – practica recomendada: se pretende individualizar aquellos usos y aplicaciones, en las que el empleo de vidrio de seguridad permita disminuir a un mínimo las consecuencias de accidentes como producto de rotura accidental. Los tipos de vidrio considerados son Vidrio Templado - Vidrio Templado Laminado - Vidrio Termoendurecido Laminado - Vidrio Laminado - Vidrio Armado.
- Vidrios de seguridad – áreas susceptibles de impacto humano: se consideran las siguientes áreas de riesgo, puertas y paneles laterales; paños de vidrios situados total o parcialmente a una distancia menor que 800 mm del piso; Vidrios para salas de baños, piletas de natación y otros lugares; Balaustradas, las cuales deben resistir una fuerza de 1 kN/m o 0.5 kN/m si es para recinto de uso público o privado, respectivamente; Barandas protectoras.

Con respecto a la resistencia al viento, las normas chilenas clasifican a los elementos en seis categorías las cuales son 5V, 7V, 10V, 12V, 15V, 20V y las normas chinas con grados, como, por ejemplo: grado 1, grado 2, etc. Lo cual se puede visualizar en la **Tabla N°9** y **Tabla N°10**.

La norma chilena establece los requisitos de las características mecánicas y físicas de las ventanas, por ejemplo, la flecha máxima alcanzada en cualquiera de los perfiles que forman la ventana debe ser menor o igual a  $L/175$ , para vidrios monolíticos y para las ventanas con doble vidriado hermético, la flecha máxima aceptada para los perfiles que la forman debe ser menor o igual a  $L/225$ .

Además, considera las presiones de deformación (P1), de presión repetidas (P2) y de seguridad (P3), en cambio, la norma china considera el valor del índice P3 de la resistencia a la carga del viento y una desviación relativa de  $L/100$  en vidrios simples.

Comparando la **Tabla N°9** y **Tabla N°10**, se determina que la clasificación 5V queda fuera del rango de las normas chinas y se considera el valor más cercano de 7V, siendo compatible la clasificación chilena con la clasificación china desde el grado 1 hasta el grado 4.

Coinciden entre normas sobre no presentar deformaciones ni fallas y estar libres de cualquier obstáculo funcional.

El ensayo de estanqueidad al aire, genera una clasificación según el grado de estanqueidad al viento, en la norma chilena la clasificación es de 60a, 30a, 10a y 7a y en la norma china es del grado 1 al grado 8. Ambas consideran 10 kPa como diferencia de presión de prueba.

Al comparar la **Tabla N°12** y **Tabla N°13**, se puede visualizar que la segunda columna de la Tabla N°12 hace referencia al valor  $q_2$  y la tercera columna hace referencia al valor  $q_1$ . En conclusión, los valores de  $q_1$  solo coinciden en el rango de 7a y 10a, y se acercan a 30a, en cambio el valor de  $q_2$  solo coincide con 7a y 10a.

Con respecto al ensayo de estanqueidad al agua, la norma chilena estipula que una ventana debe ser estanca a caudales de agua de  $750 \text{ cm}^3/(\text{min} * \text{m}^2)$ , de superficie de hoja a las presiones de 40, 150, 300 y 500 kPa, para los siguientes tipos de ventanas 4e, 15e, 30e y 50e. (ejemplo: Estanqueidad de grado 15 e (normal): Toda ventana debe ser estanca a caudales de agua de  $750 \text{ cm}^3/(\text{min} * \text{m}^2)$ ,



cuando se aplica una diferencia de presión de 150 Pa.).

En cambio, la norma china considera la estanqueidad al agua con los grados de clasificación de las ventanas y el valor del índice P3. Al comparar la **Tabla N°15** y **Tabla N°17**, el tipo de ventana 4e no cumple con el rango de las normas chinas, solo el tipo 15e, 30e y 50e cumplen con el rango de grados de las normas chinas, siendo 15e considerada en el grado 2.

La norma chilena considera la altura de los edificios que sean inferior o igual a 15m y situados en lugar de poco viento o protegidos se emplean ventanas de estanqueidad grado 4 e. En los edificios de altura entre 15 m y 50m, situados en regiones climáticas no sometidas a fuertes vientos o bien situados en cualquier región, pero en lugares protegidos y con la ventana desplazada con respecto al plomo exterior de la fachada, se emplean ventanas de estanqueidad grado 15 e o mejorada. Ver **Tabla N°16**.

El Doble Vidriado Hermético (DVH) o termopanel, ambas normas definen el DVH como 2 o más láminas de vidrio que se separan con un soporte eficaz y se sellan en los bordes, por lo que se convierte en el producto de vidrio con un espacio de gas seco entre las capas de vidrio.

Según la norma chilena, se clasifica en Forma de construcción, Por su característica de desempeño y grados, en cambio la norma china lo clasifica según su forma y el tipo de gas que se encuentra dentro de la cavidad hueca, los cuales pueden ser argón y criptón. Los materiales coinciden entre normas, las cuales consideran el vidrio, los sellos, el espaciador y el deshidratante.

La norma chilena considera el ensayo de condensación, ensayo de hermeticidad y el método de envejecimiento acelerado, en cambio, la norma china considera el contenido inicial de gas del DVH inflable como  $\geq 85\%$  y la durabilidad del sello de gas, el contenido de gas del DVH inflable deberá ser  $\geq 80\%$ .

Ambas normas coinciden con apariencia libre de manchas o elementos extraños.

## Selladores

En Chile, no hay normas que normalicen los selladores a utilizar para la instalación de vidrios en puertas y ventanas, es por ende que se realiza la comparación utilizando el manual de uso de selladores de silicona estructural de ACHIVAL, que indica que hay cuatro tipos de selladores, el sellador de silicona estructural; sellador de silicona estructural monocomponente (producto formulado en un solo componente y que depende de la humedad relativa del aire para el proceso de cura); sellador de silicona estructural bicomponente (producto formulado en dos partes, base y catalizador y depende de la acción del catalizador para el proceso de cura); sellador de silicona estructural de sello secundario de DVH (producto que se aplica como sello secundario en la fabricación de DVH, con la función de sellar y actuar como un elemento estructural para mantener los vidrios del DVH unidos entre sí), y las normas chinas consideran dos tipos, Sellador de silicona para la construcción y el Sellador de silicona modificada para la construcción. Ambos tienen dos especies de sellador, el monocomponente y el bicomponente al igual que el manual chileno. Ambos coinciden con que el monocomponente se cura a temperatura ambiente para el caso del sellador de silicona para la construcción y para el bicomponente en el caso del sellador de silicona modificada para la construcción.

En la aplicación del sellador, en ambos países se deben asegurar del cumplimiento del llenado de juntas, la apariencia debe ser de una pasta fina y uniforme, sin burbujas, costras o gel.

## Ensayos coincidentes:

- Método de ensayo de adhesión peel
- Ensayo de compatibilidad en laboratorio
- Ensayo in situ, peel test
- Ensayo de homogeneidad-ensayo de la mariposa
- Ensayo de tiempo de pre-curva (vaso)

## 5. CONCLUSIONES

Al analizar las normas chinas y chilenas de ventanas, se puede concluir que cada país tiene condiciones e indicaciones distintas y solo en algunos temas tienen similitudes.

Junto con lo anterior, hay diferencias en las clasificaciones de las ventanas, como, por ejemplo: en el caso de la resistencia al viento y en la estanqueidad al aire. Asimismo, en la transmisión térmica de las ventanas, cada país usa un valor distinto del coeficiente de transferencia de calor. Sin embargo, hay similitudes a la hora de comparar los espesores y tolerancias, los ensayos de los selladores coinciden, al igual que los materiales utilizados en la construcción de un doble vidriado hermético.

Ciertamente, hay ensayos y temas particulares donde solo hay normativa chilena para este estudio, lo cual genera una cierta dificultad a la hora de homologar y/o comparar. A su vez, se considera la normativa chilena como más estricta y completa que la normativa china, ya que entrega más información para un mejor cumplimiento de control y calidad a los requerimientos en Chile.

## 6. AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, deseo expresar mi agradecimiento a mi familia, especialmente a mi madre, que siempre me han apoyado en todas mis decisiones y procesos.

Asimismo, agradecer a mis amigos y amigas, compañeros y compañeras con los cuales compartí en mi etapa universitaria, que no solo me ayudaron en mi formación como ingeniera, sino que también en mi crecimiento como persona, brindándome un apoyo moral y humano.

Agradecer a mi profesor guía, Don Guillermo Bustamante, por su orientación y atención a mis consultas, por la dedicación y apoyo que ha brindado a este trabajo. A Don Claudio Correa, por las últimas correcciones y sugerencias.

Por último, agradecer a la empresa Kinetta por la confianza que me entregaron, a Don Gonzalo Cáceres y sus trabajadores, en especial a Michael Álvarez, por la amabilidad que tuvo en la salida a terreno y en el respeto a la hora de corregir esta tesis.

A todos y a todas, muchas gracias.

*“Nunca consideres el estudio como una obligación sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber” – Albert Einstein*



## 7. REFERENCIAS

- NCh132. (1996). En *Vidrios planos - Definiciones y clasificación general*.
- NCh133. (1995). En *Vidrios planos para arquitectura y uso industrial - Espesores nominales normales y tolerancias*.
- NCh134. (1996). En *Vidrios planos*.
- NCh135/1. (1998). En *Vidrios planos de seguridad para uso en arquitectura – Parte 1: Práctica recomendada para su empleo*.
- NCh135/3. (1997). En *Vidrios planos de seguridad para uso en arquitectura – Parte 3: Vidrios que se emplean en posición vertical, sustentados en sus cuatro bordes – práctica recomendada para el cálculo de espesor*.
- NCh446. (2000). En *Arquitectura y construcción - Puertas y ventanas - terminología y clasificación*.
- NCh656. (1970). En *Arquitectura y construcción - Designación gráfica - Terminología y clasificaciones general*.
- NCh888. (2000). En *Arquitectura y construcción - Ventanas - Requisitos básicos*.
- NCh2434. (1999). En *Doble vidriado hermético*.
- GB11614. (2009). En *Vidrio planos*.
- GBT8478. (2008). En *Ventanas y puertas de aluminio*.
- JGT140. (2004). En *Ventanas de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U)*.
- GBT11944. (2012). En *Unidad de vidrio aislante*.
- GBT14683. (2017). En *Selladores de silicona y de silicona modificada para la construcción*.
- GBT16776. (2005). En *Selladores de silicona estructural para la construcción*.
- Manual de Uso de Selladores de Silicona Estructural en Cerramientos Vidriados de Edificaciones. (s. f.).



## ANEXOS

**Tabla A: Los usos y aplicaciones recomendadas (MAMR: método de aplicación muy recomendada. MAR: método de aplicación recomendado. MA: método apto). Fuente: NCh135/1 Of. 98**

Situaciones de riesgo	Aplicaciones usuales	Vidrio de seguridad recomendado					Observaciones
		V.T.	V.T.L.	V.T.E.L.	V.L.	V.A.	
1 Vidrios destinados a evitar la caída de personas u objetos al vacío	1.1 Defensa de balcones	MAR	MAMR	MAMR	MAR	MA	Ver norma NCh135/2
	1.2 Barandas de vidrio enmarcado	MAR	MAMR	MAMR	MAR	MA	
	1.3 Barandas autoportantes de vidrio	MAR	MAMR	MAR	-	-	
	1.4 Antepecho de ventanas	MAR	MAMR	MAMR	MAR	-	
2 Vidrios empleados como elementos de separación en áreas a	2.1 Separación de balcones	MAMR	MAMR	MAMR	MA	MA	
	2.2 Tabiques totalmente vidriados	MAMR	MAR	MAR	MAR	-	
	2.3 Protecciones contra	MAMR	MAMR	MAMR	MAR	-	
3 Vidrios en elementos de ingreso/salida	3.1 Puertas y mamparas en edificios	MAMR	MAR	MAR	MAR	-	Ver norma NCh135/2
	3.2 Puertas interiores en pasillos	MAMR	MAR	MAR	MAR	-	
	3.3 Paneles vidriados que puedan ser confundidos con medios de salida	MAMR	MAMR	MAR	MAR	-	
	3.4 Cajas de escalera vidriada	MAR	MAR	MAR	MAMR	MAR	
4 Vidrios situados arriba o encima de áreas de circulación o permanencia de personas	4.1 Techos y claraboyas	MA	MAMR	MAMR	MAR	-	
	4.2 Marquesinas	MA	MAMR	MAMR	MAR	-	
	4.3 Cielorrasos	MA	MAMR	MAMR	MAR	-	
	4.4 Fachadas inclinadas	MA	MAMR	MAMR	MAR	-	
5 Vidrios situados en áreas resbaladizas o lindantes con ellas	5.1 Puertas, mamparas y cerramientos interiores para baños	MAMR	MAR	MAR	-	-	Ver norma NCh135/2
	5.2 Elementos de separación en natatorios y/o sus áreas de acceso	MAMR	MAMR	MAMR	MAR	-	



6 Vidriado en altura de edificios en zonas sísmicas	6.1 Vidriado en general en fachadas que den a zonas de uso público	-	MAMR	MAMR	MAMR	-	
	6.2 Vidriado en general en otras fachadas	MA	MAMR	MAMR	MAMR	-	
	6.3 Vidriado en general en elementos salientes de las fachadas	-	MAMR	MAMR	MAMR	-	
7 Vidrios para reducir riesgos ante explosiones	7.1 Vidriado en general en estaciones de expendio de combustibles, destilerías, laboratorios, fábricas de explosivos, etc.	MAR	MAMR	MAMR	MAMR	-	Su espesor y composición dependen del grado de protección deseado
8 Vidrios para neutralizar robos y actos de vandalismo	8.1 Escaparates y vidrieras	-	MAMR	MAMR	MAMR	-	
	8.2 Barreras de separación de sectores de tribunas en estadios	-	MAMR	MAMR	-	-	
9 Vidrio para retardar la propagación del fuego en edificios	9.1 Ventanas y puertas en general	-	-	-	-	MAMR	*)
10 Vidrio para protección ante el ataque con armas de fuego	10.1 Cerramientos antibala en general	-	-	MAR	MAMR	-	Su espesor y composición dependen del grado de protección deseado
11 Vidrios en viviendas sujetos a riesgo de impacto humano	11.1 Puertas-ventanas lindantes con balcones o patios de juegos de niños	MAMR	MAMR	MAMR	MAR	-	Ver norma NCh135/2
	11.2 Ventanas de habitaciones de niños	MAMR	MAMR	MAR	MAMR	-	
	11.3 Cubiertas de mesa y muebles vidriados en general	MAMR	MAMR	MAMR	MAMR	-	
12 Vidrio en aplicaciones especiales	12.1 Vidrios para observación subacuática en piscinas y grandes acuarios	-	MAMR	MAMR	MAMR	-	Su espesor y composición dependen del tamaño del paño y de las solicitaciones de cada caso



13 Edificios cuyo destino o actividad presenta un riesgo más frecuente de accidentes con vidrios	13.1 Jardines de infantes y escuelas en general	MAR	MAMR	MAMR	MAMR	MA	Ver norma NCh135/2
	13.2 Accesos y áreas de circulación en hospitales	MAMR	MAMR	MAMR	MAMR	-	
	13.3 Edificios e instalaciones para la práctica de deportes y juegos con pelota	MAMR	MAMR	MAMR	MAR	-	
14 Vidrios en áreas de acceso y circulación en edificios con gran concentración de público	14.1 Salas de espectáculos, centros comerciales, supermercados, terminales de transporte automotor, ferroviario y aeropuertos. Edificios públicos en general	MAMR	MAMR	MAMR	MAR	-	Ver norma NCh135/2

*Tabla B: Clasificación del DVH por envejecimiento acelerado. Fuente: NCh2434/1*

Grados	Envejecimiento a aplicar y nivel de exigencia mínimo	
	Acción de la humedad y de la luz, días	Exposición térmica, N° de ciclos
1	7	12
2	14	24
3	42	72

*Tabla C: Criterios comparativos entre normas chilenas con normas chinas. Fuente: Elaboración propia*

	<b>CHILE</b>	<b>CHINA</b>
<b>Espesores</b>	<p><u>NCh133 Of. 1996:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Para los espesores nominales y tolerancias de espesor y longitud de vidrio plano, la cual considera un rango de espesores de 2.1 a 25 mm. Se recomienda establecer por acuerdo entre los pares el vidrio, espesor y tolerancia. <b>Tabla N°3</b></li> <li>La medición del espesor debe efectuarse con un instrumento en que se aprecie, por lo menos, 0.01 mm.</li> </ul> <p><u>NCh135/3 Of. 1997:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Para el cálculo del espesor del vidrio, se utilizarán ábacos que determinan el espesor de paños rectangulares verticales, soportados en sus cuatro bordes.</li> <li>Conociendo el tipo de vidrio, las dimensiones y superficie del paño y la presión del viento, puede obtenerse el espesor mínimo recomendado para soportar ráfagas de viento de 3 s de duración.</li> </ul> <p><u>NCh2434 Of. 1999:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Establece espesor y tolerancia del espesor del DVH, rango consiste en espesor [17-22]mm. <b>Tabla N°5.</b></li> </ul>	<p><u>GB11614- 2009:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Clasificación según el espesor nominal, se puede dividir en: 2mm, 3mm, 4mm, 5mm, 6mm, 8mm, 10mm, 12mm, 15mm, 19mm, 22mm y 25mm.</li> <li>La desviación de espesor y la diferencia de espesor del vidrio plano no deberán superar los valores indicados en la <b>Tabla N°4.</b></li> <li>Utilizar un micrómetro de exteriores con un valor de división de 0.01mm, medir el grosor de cinco puntos diferentes de un trozo de vidrio y calcular la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo.</li> </ul> <p>En las normas chinas, no se indica sobre espesor de vidrios de seguridad.</p>
<b>Transmisión térmica</b>	<p><u>NCh134/1 Of. 97:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Establece métodos de determinación de la transmisión de la energía y la luz de la radiación solar, en las unidades de acristalamiento en edificios, usando parámetros característicos y fórmulas. Solo entregan tablas con valores para reemplazar en las fórmulas. No entregan tablas con valores máximos ni mínimo como rango de resultados.</li> </ul> <p><u>El Manual del vidrio plano:</u> Para medir la velocidad de transferencia de calor se utiliza el coeficiente de transmisión de calor <math>K^\circ</math> o valor U. En la <b>Tabla N°6</b> se observan diferentes valores en diversos vidrios usualmente utilizados en construcción</p> <p><u>En el manual acondicionamiento térmico:</u> Los perfiles de PVC tiene valores de transmitancia térmica cercanas a <math>2 [W/m^2 * K]</math>, por lo que serían un mejor aislante que el aluminio. El vidrio monolítico</p>	<p><u>GB8478- 2008:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El índice de la propiedad de aislamiento térmico de las puertas y ventanas se presentará en el valor del coeficiente de transferencia de calor <math>K [W/m^2 * K]</math>, de las puertas y ventanas.</li> <li>Los grados y el valor del índice de la propiedad de aislamiento térmico de las puertas y ventanas se ajustará según la <b>Tabla N°8.</b></li> </ul>

	<p>presenta el valor de 5.6 a 5.8 [<math>W/m^2 * K</math>] dependiendo de su espesor. Los termo paneles o DVH (doble vidriado hermético), donde existe la solución en que la cámara de aire contenga gas argón, el cual ayuda a disminuir las transmisiones de calor. <b>Tabla N°7.</b></p>	
<b>Rotura por flexión</b>	<p><u>NCh134/4 Of. 97:</u>                  Establece un método de ensayo de rotura del vidrio plano por flexión, mediante la acción de un rodillo de acero sobre una lámina de vidrio.                  En este ensayo, la flexión se analiza considerando la probeta como simplemente apoyada.</p>	En las normas chinas, no se indica sobre rotura por flexión.
<b>Practica recomendada para su empleo</b>	<p><u>NCh135/1 Of. 98:</u>                  Establece recomendaciones para el empleo y aplicación de los vidrios de seguridad en las obras de arquitectura. Pretende individualizar aquellos usos y aplicaciones, en las que el empleo de vidrio de seguridad permita disminuir a un mínimo las consecuencias de accidentes como producto de rotura accidental o premeditada.</p>	En las normas chinas, no se indica sobre los vidrios de seguridad.
<b>Áreas susceptibles de impacto humano</b>	<p><u>NCh135/2 Of. 98:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas de riesgo:                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- Puertas y paneles laterales que pueden confundirse con puertas. Ejemplos: puertas y paneles laterales sin marco; puertas y paneles laterales con marco, totalmente vidriados, que contengan un paño único de vidrio; puertas y paneles laterales vidriados y con marco, que contengan más de un paño de vidrio.</li> <li>- Paños de vidrio situados total o parcialmente a una distancia menor que 800 mm del piso (excepto puertas, paneles laterales o balaustradas).</li> <li>- Vidrios para salas de baños, piletas de natación y otros lugares.</li> <li>- Balaustradas, se deben considerar los siguientes criterios para el vidrio de seguridad:                                 <ol style="list-style-type: none"> <li>a) En recintos de uso público, debe resistir la aplicación de <math>F=1</math> kN/m;</li> <li>b) En recintos de uso privado, debe resistir la aplicación de <math>F=0.5</math> kN/m;</li> </ol>                                 Esta fuerza se aplica por cada metro de longitud de la balaustrada                             </li> <li>- Barandas protectoras, las de paños de vidrio deben cumplir con las condiciones de las balaustradas. Si fuese vertical, debe ubicarse en el eje central del área vidriada. Si fuese horizontal, debe estar situada a una altura comprendida entre 800 mm y 1100 mm respecto al nivel del piso.</li> <li>- Salas, dormitorio, grandes ventanales</li> </ul> </li> </ul>	En las normas chinas, no se indica sobre vidrios de seguridad con respecto a áreas susceptibles a impacto humano.

<b>Rotura por impacto de esfera de acero</b>	<u>NCh135/5 Of. 98:</u> Establece un método de ensayo de rotura del vidrio plano por el impacto de una esfera de acero, al caer desde una altura determinada. Esta norma se aplica solo a los vidrios de seguridad templados, laminados y armados.	En las normas chinas, no se indica sobre ensayo de esfera de acero.
<b>Rotura por impacto de una bolsa de lastre</b>	<u>NCh135/6 Of. 98:</u> Indica un método normalizado para determinar la resistencia a la rotura por impacto de una bolsa de lastre, de los vidrios planos de seguridad.	En las normas chinas, no se indica sobre ensayo de impacto de una bolsa de lastre.
<b>Fragmentación por impacto de un punzón</b>	<u>NCh135/7 Of. 97:</u> Indica un método normalizado para el ensayo de fragmentación de los vidrios templados, por rotura por impacto de un punzón.	En las normas chinas, no se indica ensayo por impacto de un punzón.
<b>Resistencia al viento</b>	<u>NCh446 Of. 2000:</u> Considera que, según su resistencia bajo efectos del viento, las puertas o ventanas se clasifican de acuerdo con su resistencia bajo efectos del viento en seis categorías: 5V, 7V, 10V, 12V, 15V y 20V, según indicado en <b>Tabla N°9</b> .  <u>NCh888 Of. 2000:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La flecha máxima alcanzada en cualquiera de los perfiles que forman la ventana debe ser menor o igual a <math>L/175</math>, para vidrios monolíticos.</li> </ul> L = longitud del elemento. Se entiende que la presión diferencial está actuando en el conjunto de la ventana. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para las ventanas con doble vidriado hermético, la flecha máxima aceptada para los perfiles que la forman debe ser menor o igual a <math>L/225</math> (en cualquiera de sus lados).</li> <li>• La ventana sometida al ensayo de resistencia al viento por presión estática diferencial (P2), no debe presentar deformaciones permanentes apreciables, fallas en las fijaciones o cualquier otro deterioro.</li> <li>• Para la resistencia al viento de protección, la ventana no debe presentar deformaciones permanentes apreciables, fallas en las fijaciones o cualquier otro deterioro. Se permite una flecha de <math>L/300</math> de la luz mayor de la ventana como máximo, después de ser sometida al ensayo de resistencia al viento de seguridad, según NCh890.</li> </ul>	<u>GBT8478- 2008:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los grados y el valor del índice P3 de la resistencia a la carga de viento de las puertas y ventanas exteriores serán conformes a los especificados en la <b>Tabla N°10</b>.</li> <li>• Con la acción de las presiones del viento de los valores de índice de cada grado de propiedad, la deflexión relativa (cara normal) de los principales miembros del marco de carga de las puertas y ventanas exteriores deberá estar de acuerdo con los especificados en la <b>Tabla N°11</b>; después de la acción de la presión del viento terminando, las puertas y ventanas deberán estar libres de cualquier obstáculo funcional y daño en la aplicación.</li> </ul>
<b>Estanquidad al aire</b>	<u>NCh888 Of. 2000:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En una ventana sometida al ensayo de estanquidad al aire, el aire infiltrado a través de las juntas debe ser menor o igual a lo indicado en</li> </ul>	<u>GBT8478- 2008:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los grados y el valor del índice absoluto de la estanquidad al aire de las puertas y ventanas exteriores</li> </ul>

	<p><b>Tabla N°12</b>, para una diferencia de presión entre el exterior y el interior de 100 Pa.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>En toda ventana, debe comprobarse que no existen zonas de ajuste situadas a menos de 2 m del piso que puedan producir movimientos de aire, de velocidad superior a 1.4 m/s, molestos para los ocupantes.</li> <li>Clasificación de las ventanas según grado de estanqueidad al viento, <b>Tabla N°12</b></li> </ul>	<p>se ajustarán a los especificados en <b>Tabla N°13</b>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cuando la diferencia de presión de la muestra y la ventana es de 10kPa, la capacidad de infiltración de aire q1 de la unidad de longitud de la junta de apertura y la capacidad de infiltración de aire q2 de la unidad de área no deben exceder el valor del índice correspondiente de cada grado especificado en la <b>Tabla N°13</b>, (donde q1 y q2 son índices de valores).</li> </ul> <p><u>JGT140- 2005:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Permeabilidad al aire de la unidad de longitud de la costura 3 y permeabilidad al aire de la unidad de superficie, valor de índice de clasificación de acuerdo con la <b>Tabla N°14</b>.</li> </ul>
<b>Estanqueidad al agua</b>	<p><u>NCh888 Of. 2000:</u> Indica que una ventana sometida al ensayo de estanquidad al agua, debe ser estanca a caudales de agua de 750 cm<sup>3</sup>/ (min x m<sup>2</sup>) de superficie de hoja a las presiones indicadas en <b>Tabla N°15</b> para diferentes tipos de ventanas La estanqueidad al agua puede comprobarse mediante NCh991.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>En edificios de altura inferior o igual a 15m y situados en lugar de poco viento o protegidos se emplean ventanas de estanqueidad grado 4 e o normal (ver NCh 446)</li> <li>En los edificios de altura entre 15 m y 50m, situados en regiones climáticas no sometidas a fuertes vientos o bien situados en cualquier región, pero en lugares protegidos y con la ventana desplazada con respecto al plomo exterior de la fachada, se emplean ventanas de estanqueidad grado 15 e o mejorada.</li> <li>En edificios de altura superior a 50 m, situados en cualquier región climática del país se emplean ventanas de estanqueidad 30 e o reforzada.</li> </ul>	<p><u>GBT8478- 2008:</u> Consideran la estanqueidad al agua de la siguiente forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Los grados y el valor del índice P3 de la estanqueidad de las puertas y ventanas exteriores se ajustarán a los especificados en la <b>Tabla N°17</b>.</li> <li>Con la acción del valor del índice de cada grado de propiedad, los especímenes de puertas y ventanas exteriores deberán estar libres de un fenómeno de fuga de agua</li> </ul>
<b>Doble vidriado hermético o termo paneles</b>	<p><u>NCh2434 Of. 1999:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Clasificación del DVH:             <ol style="list-style-type: none"> <li>Forma de construcción: Tipo S (doble vidriado hermético simétrico) y AS (doble vidriado hermético asimétrico).</li> <li>Por su característica de desempeño: T (doble vidriado hermético aislante térmico); TS (doble vidriado hermético aislante térmico y de control solar) y CA (doble vidriado hermético para control acústico).</li> <li>Grado 1; 2 Y 3: Según la capacidad de conservar las características</li> </ol> </li> </ul>	<p><u>GB/T11944- 2012:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Clasificación del DVH:             <ol style="list-style-type: none"> <li>Según su forma: Vidrio aislante plano y Vidrio aislante de superficie curva</li> <li>Según el gas que se encuentra dentro de la cavidad hueca:                     <ul style="list-style-type: none"> <li>Unidad de vidrio aislante ordinaria: la unidad de vidrio aislante con aire en la cavidad hueca;</li> <li>Unidad de vidrio aislante inflable: la unidad de vidrio</li> </ul> </li> </ol> </li> </ul>

	<p>originales de condensación de humedad y de hermeticidad después del envejecimiento acelerado que se establece en Tabla b del anexo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales:             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Vidrio: se debe elegir vidrios que sean susceptibles de impacto humano, según normas NCh135/1 y/o NCh135/2.</li> <li>b) Sellos: los sellos primarios y secundarios deben ser compatibles y no reaccionar químicamente entre sí.</li> <li>c) Espaciador: puede ser de naturaleza orgánica o metálica, debe ser estructuralmente capaz de mantener el espesor cte. en toda su extensión y a lo largo de la forma del DVH y tener la rigidez necesaria para mantener su sección transversal sin deformarse y contener material deshidratante que interactúe con el gas contenido en la cámara.</li> <li>d) Material deshidratante debe ser compatible con el material de los sellos; ser de comportamiento estable a las temperaturas de trabajo del DVH.</li> </ol> </li> <li>• Construcción:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cámara, es un espacio estanco, que se produce entre dos vidrios del DVH y que está delimitado en su contorno por un espaciador, el cual debe llevar incluido un material deshidratante que garantice la ausencia de humedad en el interior del DVH</li> <li>- Aspecto libre de manchas o elementos extraños. Los DVH pueden ser de forma variada pero frecuentemente son de forma circular cuadrada o rectangular.</li> <li>- El espesor nominal del DVH es la sumatoria de los espesores nominales de los componentes.</li> <li>- No debe producirse condensación en la cámara, ni debe producirse desprendimiento de burbujas desde la cámara, antes y después del ensayo de envejecimiento acelerado (NCh2434/4).</li> <li>- Ensayo de condensación.</li> <li>- Ensayo de hermeticidad</li> <li>- Método de envejecimiento acelerado.</li> </ul> </li> </ul>	<p>aislante con argón, criptón y otros gases en la cavidad hueca.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales del DVH:             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Vidrio: vidrio de lámina, de capa, laminado, templado, resistente al fuego, semiduro, figurado y otros, deben cumplir con normas correspondientes.</li> <li>b) Materiales de sellado de bordes: deberán ser capaces de realizar el rendimiento de sellado de vapor de agua y gas de la unidad de vidrio aislante y mantener la estructura de la unidad de vidrio aislante estable.</li> <li>c) Materiales de separación: tiras espaciadoras de aluminio, tiras espaciadoras de acero inoxidable, tiras espaciadoras compuestas, juntas compuestas.</li> <li>d) Desecante.</li> </ol> </li> <li>• Desviación dimensional: la desviación admisible para la longitud y la anchura se indica en la <b>Tabla N°18</b>. La desviación permitida para el espesor del DVH se muestra en la <b>Tabla N°19</b>.</li> <li>• La calidad del aspecto del DVH (unidad de vidrio aislante) deberá cumplir con las disposiciones de la <b>Tabla N°20</b>.</li> <li>• El contenido inicial de gas del DVH inflable será <math>\geq 85\%</math>.</li> <li>• Durabilidad del sello de gas, el contenido de gas del DVH inflable deberá ser <math>\geq 80\%</math>.</li> </ul>
<b>Selladores</b>	<p><u>El Manual de Uso de Selladores de Silicona Estructural en Cerramientos Vidriados de Edificaciones</u> de ACHIVAL, indica lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sellador de silicona estructural: la tensión admisible para el dimensionamiento el bite mínimo de la junta estructural para las carpinterías, debe ser: 138 kPa o 14000 <math>kgf/m^2</math> para cargas variables y</li> </ul>	<p><u>GB146893- 2017:</u> Indica las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sellador de silicona para la construcción: Polisiloxano como componente principal, el curado a temperatura ambiente de un componente y el sellador bicomponente, según el sistema de curado se divide en ácido y neutro. El</li> </ul>

	<p>6.9 kPa o 700 <math>kgf/m^2</math> para cargas estáticas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sellador de silicona estructural monocomponente.</li> <li>• Sellador de silicona estructural bicomponente.</li> <li>• Sellador de silicona estructural de sello secundario de DVH</li> <li>• Aplicación del sellador: <ul style="list-style-type: none"> <li>- El llenado adecuado de la junta.</li> <li>- Inexistencia de espacios vacíos y/o burbujas de aire.</li> <li>- Cumplimiento de las recomendaciones de limpieza de los sustratos.</li> <li>- Aplicación del promotor de adhesión cuando es especificado por el fabricante del sellador.</li> </ul> </li> </ul> <p>El pegado estructural debe realizarse después de que el proveedor del sellador de silicona realice los ensayos descritos. Solamente materiales compatibles pueden entrar en contacto con la junta de silicona estructural /burlletes, espaciadores, calzos, etc.).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El bite mínimo de la junta del sello secundario con sellador de silicona debe ser de 6mm. Este bite se debe calcular de acuerdo al principio de distribución de cargas.</li> <li>• Ensayos: <ul style="list-style-type: none"> <li>-Método de ensayo de adhesión peel.</li> <li>-Ensayo de compatibilidad en laboratorio.</li> <li>-Ensayo in situ, peel test.</li> <li>-Ensayo de homogeneidad-ensayo de la mariposa.</li> <li>-Ensayo de tiempo de pre-curva (vaso).</li> <li>-Pool test de la junta estructural en los cuadros.</li> <li>-Ensayo de despegado total-Deglazing.</li> <li>-Ensayo de aplicación de la bomba aplicadora (ensayo de la culebra)</li> </ul> </li> </ul>	<p>sellador de silicona para la construcción se divide en Clase F (juntas de construcción), Clase Gn (decoración ordinaria y de vidrio, no para vidrio hueco) y Clase Gw (montaje no estructural del muro cortina del edificio, no para el vidrio hueco).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sellador de silicona modificada para la construcción: sellador monocomponente y bicomponente con polisiloxano como componente principal. Se divide en Clase F (juntas de construcción), Clase R (juntas de desplazamiento por contracción en seco).</li> <li>• La apariencia debe ser de una pasta fina y uniforme, sin burbujas, costras o gel.</li> </ul> <p><u>GB16776- 2005:</u> Indica las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayos: <ul style="list-style-type: none"> <li>-Método de ensayo de adhesión peel</li> <li>-Ensayo de compatibilidad en laboratorio</li> <li>-Ensayo in situ, peel test</li> <li>-Ensayo de homogeneidad-ensayo de la mariposa</li> <li>-Ensayo de tiempo de pre-curva (vaso)</li> </ul> </li> </ul>
--	---	---