

UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO
FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO,
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCION,
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO



SEMINARIO II

EVALUACIÓN COMPARADA DE PRESTACIONES TÉCNICAS DE VENTANAS DE ALUMINIO Y PVC.

Alumno : **Rodrigo A. Jiménez Hernández.**

Profesor guía : **Ariel Bobadilla Moreno.**

: **Ingeniero Civil Mecánico.**

Concepción, Marzo de 2007.



Resumen

Este trabajo de seminario presenta los resultados de evaluaciones experimentales realizadas a ventanas de Aluminio y PVC, a objeto de evaluar comparadamente sus niveles prestacionales.

El trabajo se divide en: el planteamiento del problema para generar la hipótesis “Las prestaciones técnicas de las ventanas de PVC, tales como, estanquidad al aire, estanquidad al agua y resistencia al viento, son superiores a las del Aluminio, según clasificación de la NCh para la ciudad de Concepción, considerando igual funcionalidad y similitud de precio en el mercado”. Luego se revisa el estado del arte, donde la información técnica publicada en el estudio de prestaciones técnicas es escasa en Chile, salvo los trabajos realizados en el laboratorio de ciencias de la construcción de la Universidad del Bio-Bio. Más adelante, se definen y clasifican las ventanas, siendo las agrupaciones más importantes:

- Según su material.
- Según su forma de abrir.
- Según su permeabilidad al aire.
- Según su estanquidad al agua.
- Según su resistencia al viento.
- Según su tipo de protección.

Incluyendo un claro esquema de clasificación de ventanas según su forma de abrir. Continúa con un cuadro y un breve análisis de la normativa vigente en Chile, para luego definir el plan experimental del cual se resume lo siguiente: que el estudio está dirigido hacia el sector



socio-económico de viviendas de menos de 1300 UF, y que para dar cumplimiento al objetivo general que es: “Evaluar comparadamente las prestaciones técnicas de dos tipos de ventanas, PVC y Aluminio, considerando iguales áreas y similares precios de mercado, desde el punto de vista de la resistencia al viento, estanquidad al agua y estanquidad al aire”. Se desarrollan tres ensayos según NCh. 890-891-892. Y se muestra un esquema del montaje general experimental para los ensayos, y define los equipos e instrumentos a utilizar para éstos. También aquí se identifican los materiales a utilizar que son en un principio dos y luego cuatro ventanas, dos de PVC y dos de Aluminio, para cada materialidad hay una ventana del segmento de mercado bajo y una del segmento alto. Por último se entregan los resultados y análisis de los ensayos, de éstos se puede concluir lo siguiente: Que clasifican según NCh 888, para ensayo de resistencia al viento: se comporta mejor la ventana de Aluminio v/s PVC. Para el ensayo de estanquidad al agua, ambas ventanas clasifican en la misma clase. Para el ensayo de permeabilidad al aire, la ventana de PVC, tiene mejor comportamiento v/s la de Aluminio.

Y se entrega un cuadro resumen con la clasificación según NCh, y otro con la clasificación según el método elaborado por el laboratorio de ciencias de la construcción de la Universidad del Bio-Bio, donde las cuatro ventanas ensayadas son aptas para edificaciones hasta cinco pisos en la ciudad de Concepción.



Índice

Resumen.	4
Índice.	7
Introducción.	9
Planteamiento del problema.	10
Hipótesis.	12
Objetivo General y Específicos.	13
Metodología de trabajo.	14
Capitulo I Análisis del estado del arte.	15
1.1 Análisis del estado del arte.	16
1.1.1 Zonificación en base a presión de viento e intensidad pluviométrica.	20
1.1.2 Zonas según presión de viento máxima.	20
1.1.3 Zonas de intensidad Pluviométrica.	21
1.1.4 Zonas según Presión de viento media.	22
1.2 Experiencia entregada por el departamento de asistencia técnica de la Universidad del Bío-Bío.	24
Capitulo II Ventanas definición y Clasificación.	29
2.1 Definición.	30
2.2 Elementos que la componen.	31
2.3 Clasificación de las ventanas.	35
2.3.1 Según su material.	35
2.3.2 Según su forma de abrir.	35
2.3.3 Según su permeabilidad al aire.	36
2.3.4 Según su estanquidad al agua.	37
2.3.5 Según su resistencia al viento.	38
2.3.6 Según su tipo de protección.	39
Esquema de clasificación de ventanas según su forma de abrir.	42
Capitulo III Normativa vigente.	45
3.1 Normativa vigente en Chile.	46



Capitulo IV Plan experimental.	48
Capitulo V Resultados y análisis de los ensayos.	56
5.1 Resistencia al viento.	57
5.2 Estanqueidad al Agua.	61
5.3 Permeabilidad al aire.	65
5.4 Tabla resumen de ensayos.	69
5.5 Aplicación método desarrollado por el laboratorio de Ciencias de la Construcción de la Universidad del Bío-Bío.	70
Conclusión.	73
Bibliografía.	75
Glosario.	77
Anexos.	79



Introducción

Ventana, el término proviene del latín, *ventus* (viento) haciendo referencia a la capacidad de ventilación que proporciona. Antiguamente la ventana también se denominaba *fenestra*, de forma idéntica a como se llama en latín. Hoy en día se puede definir simplemente como: un vano o hueco elevado sobre el suelo, que se abre en una pared con la finalidad de proporcionar luz y ventilación a la estancia correspondiente.

Una o más de una ventana es hoy un elemento indispensable en toda edificación, ya sea para viviendas, oficinas, locales de venta, etc. O sea la mayoría de las arquitecturas, no importando la índole, poseen ventanas de distintas formas y tamaños, marcas y calidades, materialidades y funcionalidades. Por lo demás en todos estos espacios se necesita un relativo estado de confort, vale decir, una agradable temperatura ambiente, iluminación, cantidad de aire fresco, y por supuesto una cierta seguridad.

Para el caso de una persona natural que se ve enfrentada a realizar la elección de cual será la ventana más adecuada para sus requerimientos, o una empresa dedicada al rubro de la construcción enfrentada en la misma encrucijada. Si más aun existe hoy una variedad de precios y materialidades, cual sería responsablemente la decisión que se debería tomar. He aquí una ayuda, solo puntual para dos casos muy claros y específicos. Aluminio línea estándar-P.V.C línea americana.



Planteamiento de Problema

Se define ventana como una abertura practicada en un muro o pared exterior que permite controlar el paso de la luz, calor, ruido y ventilación. Como parte de una vivienda debe satisfacer los siguientes requerimientos funcionales:

- Permitir la entrada de luz natural y visión al exterior
- Proveer adecuada ventilación
- Proveer una adecuada aislación acústica
- Proveer una adecuada aislación térmica
- Presentar una adecuada resistencia estructural al viento
- Proveer una adecuada impermeabilización al agua y al viento
- Impedir el acceso a la vivienda desde el exterior

En artículo publicado por la revista BIT N° 42 de mayo de 2005 se señala “La ventana es una estructura que cumple diversas funciones y debe resistir distintas presiones, por lo que la elección de un determinado modelo no se tiene que basar únicamente en parámetros estéticos. Este aspecto es relevante, pues generalmente se desconoce que según las características de la ventana se pueden alcanzar ahorros superiores al 50% en los costos de calefacción, prácticamente olvidarse de los ruidos de la ciudad, aumentar la seguridad y desentenderse de los retoques de pintura o barniz”, además el artículo titulado ALUMINIO Y PVC, VENTANAS: ABIERTAS A LA INNOVACIÓN, comenta de la gran variedad de calidades y precios y por ende la necesidad de los fabricantes que la normativa de ventanas sea obligatoria y se incluya



con detalle en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Mientras esto no ocurra seguirá predominando el precio en perjuicio de la calidad mínima aceptable.

Es claro que aluminio y PVC como materiales para ventanas están emprendiendo un gran avance en cuanto a diseño y calidad, pero se debe mencionar un alcance, tanto fabricantes (Tehmco) como instaladores (M.B Representaciones) de ventanas de PVC resaltan mucho que su producto posee una gran aislación térmica y acústica. El problema es que las mayores pérdidas, tanto de calor, como acústicas son a través del vidrio de la ventana (ya que por su alta densidad y la gran superficie que abarca posee un alto coeficiente de transmisión térmica) y no del perfil. A raíz de esto se produce la interrogante ¿Es notoria la diferencia en términos de comportamiento térmico y acústico, de la ventana como conjunto solo por el hecho de cambiar la materialidad del perfil? O mas precisamente en cual de los casos es mayor o menor el flujo de aire. Lo anteriormente mencionado esta normado en la NCh 888 que clasifica las ventanas según su estanqueidad al aire. Con esto, para los simples consumidores y sobretodo para las empresas constructoras, la elección del tipo de ventana a emplear en su obra es una gran interrogante si se toman en cuenta dos ventanas de precios y dimensiones similares pero de distintas materialidades, para este caso aluminio versus PVC.



HIPÓTESIS

Las prestaciones técnicas de las ventanas de PVC, tales como, estanquidad al aire, estanquidad al agua y resistencia al viento, son superiores a las de Aluminio, según clasificación de la NCh para la ciudad de Concepción, considerando igual funcionalidad y similitud de precio de mercado.



OBJETIVO GENERAL

Evaluar comparativamente las prestaciones técnicas de dos tipos de ventanas; PVC y ALUMINIO, considerando iguales áreas y similares precios de mercado, desde el punto de vista de la resistencia al viento, estanquidad al aire y estanquidad al agua.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Construir el fundamento del estudio, revisión y análisis del estado del arte respecto de ventanas, sus propiedades, tecnologías y normas.
- Prospección y caracterización de ventanas disponibles en el mercado local en particular de aluminio y PVC.
- Diseñar e implementar el plan experimental. Definición de ensayos, muestras experimentales para evaluar las prestaciones sujetas al estudio.
- Evaluar comparadamente las condiciones técnicas y económicas de ventanas de aluminio y PVC. Concluir respecto de cada condición.



METODOLOGIA DE TRABAJO

La metodología de trabajo a emplear comprende un estudio y análisis como marco teórico, para en una segunda instancia realizar el plan experimental, con el cual se pretende concluir en base a la hipótesis formulada.



CAPITULO I

ANALISIS DEL ESTADO DEL ARTE



1.1 ANALISIS DEL ESTADO DEL ARTE.

En revisiones bibliográficas efectuadas en el campus Concepción de la Universidad del Bío Bío, específicamente en la hemeroteca de la facultad de arquitectura, construcción y diseño. Por mencionar algunos documentos y sus autores: “El factor de estanqueidad en las ventanas” (1982) del autor Nelson Baeza Rodríguez; “Estanqueidad del vano de la ventana a la infiltración de humedad en estado liquido, proveniente del agua lluvia” (2003) del autor Javier Romero Valenzuela. Además de revisiones en la biblioteca central de nuestra casa de estudios como por ejemplo: “Ventanas: función, diseño e instalación” (1978) del autor Beckett, H.E. Se puede desprender que la mayoría de la información es antigua con respecto al tema de ventanas de P.V.C, y en cuanto al sistema de ventanas de aluminio no se toca profundamente. De los textos más contemporáneos, la gran parte corresponde a trabajos de seminario, ya sea de la carrera de arquitectura o construcción, y desarrollan los temas de ventanas de una manera muy puntual, ya sea a través de una encuesta aplicada en una sola población como es el caso del Sr. Romero Valenzuela o un estudio de infiltración de aire pero basado en la antigua normativa chilena.

En la pagina Web www.viviendasana.cl, se presentan los resultados del proyecto INNOVA Chile “Desarrollo de una metodología para prevenir la ocurrencia de patologías en las viviendas (sociales) ejecutado por el Instituto de la Construcción con el soporte del DECON



(Dirección de extensión en Construcción) de la Pontificia Universidad Católica de Chile, proyecto apoyado por el Ministerio de vivienda y urbanismo (MINVU) y la Cámara Chilena de la Construcción. Éste trabajo realizó una serie de estudios sobre ventanas, orientados a desarrollar una metodología para la selección de éstas, según su ubicación geográfica y zona climatológica. El trabajo está íntegramente ejecutado en el laboratorio de ciencias de la construcción de la Universidad del Bío-Bío. Los avances hasta ahora en pro de la realización de la nueva normativa térmica y los alcances en cuanto a las nuevas zonificaciones en base a presión de viento e intensidad pluviométrica, se muestran en la tabla 1.1.

En la revista alumundo de diciembre de 2006, el artículo titulado: Selección de ventanas basada en prestaciones técnicas u objetivos elaborado por el director de asistencia técnica de la Universidad del Bio-Bio, Ariel Bobadilla Moreno, señala “Se viven tiempos de importantes cambios en la orientación de la construcción de nuestras edificaciones. La preocupación creciente por la eficiencia energética, las mayores aspiraciones de confort ambiental por parte de los usuarios de edificios y el desarrollo de movilizaciones sociales y legislaciones para la defensa del consumidor, entre otros, están produciendo cambios en la concepción de las nuevas edificaciones en Chile”.

Luego comenta de la necesidad de construir edificios más seguros, más habitables y sostenibles que la edificación basada en prestaciones u objetivos, para alcanzar lo anterior, se observa de los países desarrollados, y que las actuales normativas y guías técnicas “plantean



barreras al desarrollo de la innovación” y serán prontamente reemplazadas. Aquí se definen las prestaciones como: el conjunto de características, cualitativas o cuantitativas del inmueble, identificables objetivamente, que contribuyen a determinar su aptitud para responder a diferentes funciones para las que ha sido diseñado. Basado en esto, el laboratorio de ciencias de la construcción de la Universidad del Bio-Bio, desarrollo el año 2005, un método de elección de características de ventanas en relación a su ubicación y a las condiciones climáticas del lugar de emplazamiento del edificio. Éste método sirve para determinar cual es el grado o clase deseable de estanquidad al agua, resistencia al viento y permeabilidad al aire que debe poseer cada ventana para su ubicación geográfica y situación de exposición. Y utiliza la información de variables climáticas tomadas de 24 estaciones meteorológicas ubicadas entre Arica y Punta Arenas.

También indica que el método se encuentra publicado en extenso en el anexo N° 1 de la pagina web viviendasana.cl, y además en el catalogo de productos 2006 de la empresa Indalum, y con algunos ejemplos. La finalidad de éste es servir como guía a los fabricantes, como apoyo al desarrollo de nuevos productos del mercado geográfico particular al cual se destinan, ayudar a los proyectos en la especificación precisa, para permitir al usuario exigir y demandarla correctamente.

Relata el artículo, que una de las principales patologías constructivas en la región del Bío-Bío, según estudios del Serviu, son las infiltraciones de agua a través de las ventanas, problema generalizado en la construcción habitacional de la zona centro sur del país, pero que



en la Octava región es más grave por la alta presión de viento con lluvia de alta intensidad.

Se relata brevemente el procedimiento del método, que ya se ha aplicado en 10 conjuntos habitacionales de la zona bajo el enfoque prestacional, apuntando que es muy frecuente que la ventana no alcance la clase exigida, para la solución de esto, usualmente se desarrolla un proceso de mejoramiento y pruebas sucesivas que, en algunos casos, incluye el cambio de diseño y perfiles hasta lograr los estándares exigidos.

Por último “La experiencia, pionera en Chile, es bien evaluada por sus impulsores, el Serviú de la región del Bio-Bio y el laboratorio de ciencias de la construcción de la Universidad del Bio-Bio y ha permitido reducir de manera importante los reclamos por mal comportamiento de las ventanas este último año”, y que con la construcción del método y posterior trabajo del laboratorio se tiene ya una importante base de datos experimentales sobre el nivel prestacional de las ventanas fabricadas en Chile. Con esto Indalum S.A, trabaja para innovar en el diseño de algunas de sus líneas, para hacerlas mas apropiadas a las exigencias climáticas de la zona centro-sur del país; todo esto con el soporte del laboratorio de ciencias de la construcción de la Universidad del Bio-Bio.



1.1.1 Zonificación en base a presión del viento e intensidad pluviométrica.

Tabla 1.1.1 Zonificación en base a presión de viento e intensidad pluviométrica.

Ciudad	Estación de referencia	Intensidad Pluviométrica	Velocidad Viento Máxima	Velocidad Viento Media	Zona Presión Viento Máximo	Zona Intensidad Pluviométrica	Zona Presión Viento Medio
		l/m2h	Km/h	Km/h	Zona	Zona	Zona
Arica	Arica-Chacalluta DMC	-	48	11,7	A	I	Y
Iquique	Iquique-Cavancha	-	33	6,5	A	I	X
Calama	Calama DMC	-	83	25,1	B	I	Z
Antofagasta	Antofagasta-UNorte	-	67	14,3	B	I	Y
Copiapó	Copiapó DMC-DGA	3,8	48	10,6	A	I	Y
Vallenar	Vallenar DMC	4,9	65	4,4	B	I	X
Ovalle	Ovalle Aeródromo	10,6	89	6,8	C	II	X
La Serena	La Serena DMC	9,1	65	5,8	B	II	X
Valparaíso	Valparaíso Pta. Ángeles	11,7	83	10,8	B	II	Y
Villa Alemana	V. Alemana - Bellota	S.I	65	10,8	B	II	Y
Santiago	Santiago-A. Merino	S.I	83	3,2	B	II	X
Santiago	Santiago - Quinta Normal	11,4	46	3,2	A	II	X
Rancagua	Rancagua DMC	8,2	46	S.I	A	II	X
Curico	Curico General Freiré	13,6	82	8,9	B	II	X
Linares	Linares DOS	14,8	67	S.I	B	II	X
Constitución	Constitución	22,7	83	7,0	B	III	X
Chillan	Chillan	18,2	78	9,1	B	III	X
Concepción	Concepción-Carriel Sur	20,0	110	18,2	C	III	Z
Temuco	Temuco - Manquehue	15,6	102	12,4	C	III	Y
Valdivia	Valdivia-Pichay	16,5	83	S.I	B	III	Y
Pto Montt	Puerto Montt	13,1	120	16,2	D	II	Y
Ancud	Ancud	22,4	115	19,5	D	III	Z
Pto Aysén	Puerto Aysén DGA	33,0	74	4,8	B	III	X
P.Arenas	GC.Ibáñez del Campo	10,3	120	19,3	D	II	Z

Fuente. Laboratorio de Ciencias de la Construcción de la Universidad del Bío-Bío.

Para explicar con mayor detalle la obtención y el entendimiento de los resultados expresados en la tabla 1.1.1, el anexo 1 de la pág. www.viviendasana.cl señala además.

1.1.2 Zonas según presión de viento máxima.

Se agrupan las ciudades de acuerdo al valor de la presión básica de viento, equivalente a la velocidad máxima del viento en la ciudad, con un periodo de retorno de 10 años. Los rangos de presión básica por zona,



resultan de la dispersión observada de esta característica en las distintas localidades del país y, de la experiencia internacional revisada. La tabla siguiente, presenta las zonas de presión básica de viento, definidas en el contexto de este estudio.

Tabla 1.1.2 Zonas de presión básica de viento.

Característica	Zonas según Presión de viento			
	A	B	C	D
Velocidad básica límite (Km/h)	60	85	110	120
Presión básica (Pa)	$\leq P_b 170$	$170 < P_b \leq 341$	$341 < P_b \leq 570$	$570 < P_b \leq 681$

Fuente. Proyecto INNOVA CHILE: Desarrollo de una Metodología para Prevenir Patologías en Viviendas Sociales.

1.1.3 Zonas de intensidad Pluviométrica.

Para definir el grado de estanquidad de una carpintería, se utiliza como referente pluviométrico, las precipitaciones máximas en una hora de una localidad, con un periodo de retorno de a lo menos 10 años. Así, se definen las tres zonas de intensidad pluviométricas que presenta la siguiente tabla. Los rangos de intensidad pluviométrica por zona, se establecen observando la dispersión de esta característica en las distintas localidades y, de la experiencia internacional revisada.

Tabla 1.1.3 Zonas de intensidad Pluviométrica

Característica	Zonas según Intensidad Pluviométrica		
	I	II	III
Intensidad Pluviométrica (l/hm ²)	$L_p \leq 5$	$5 < l_p \leq 15$	$l_p > 15$

Fuente. Proyecto INNOVA CHILE: Desarrollo de una Metodología para Prevenir Patologías en Viviendas Sociales.



1.1.4 Zonas según Presión de viento media.

Las infiltraciones a través de las ventanas deben ser de un volumen tal que aseguren un nivel de ventilación mínimo durante el período invernal igual a 0,5 rph. En atención a dicho criterio se utiliza la presión media de viento del mes de Julio, para definir las características de hermeticidad al aire de las ventanas por zona. Para los propósitos prácticos de establecer clases de permeabilidad por zonas de características relativamente homogéneas, el desarrollo distingue tres zonas de presión media de viento, atendida la dispersión de esta característica en las distintas localidades. La siguiente tabla define las zonas consideradas de referencia en este estudio.

Tabla 1.1.4 Zonas de presión media de viento.

Característica	Zonas según Presión media de viento (mes de Julio)		
	X	Y	Z
Velocidad media límite (Km/h)	9.2	17.8	25.2
Presión media (Pa)	$P_m \leq 4$	$4 < P_m \leq 15$	$15 < P_m \leq 30$

Fuente. . Proyecto INNOVA CHILE: Desarrollo de una Metodología para Prevenir Patologías en Viviendas Sociales.

Con respecto al criterio de elección de una ventana de acuerdo a su ubicación y condiciones climáticas, el texto señala: “El Catálogo de Normas Chilenas Oficiales incluye una serie de normas sobre ventanas. Normas básicas relativas a conceptos y terminología; normas de procedimientos de ensayo para evaluar propiedades mecánicas así



como características físicas de permeabilidad y estanquidad y; normas que establecen requisitos a las características mecánicas y físicas de las ventanas. No existen al mismo nivel, sin embargo, ningún procedimiento que permita determinar cuál es el grado de dichas características deseables para cada ubicación geográfica de la ventana y situación de exposición.”

De las características generales que deben reunir las ventanas de uso exterior, las cuales menciona como “de gran variedad de exigencias, muchas de ellas de difícil estimación”, entre ellas están:

- Fácil maniobrabilidad
- Capacidad de iluminación
- Durabilidad
- Resistencia al viento
- Estanquidad al aire
- Estanquidad al agua

Estas tres últimas características toman gran relevancia en este estudio, ya que serán las tres variables de las cuales dependerá que las prestaciones técnicas de una u otra ventana sean superiores o inferiores comparativamente.

El documento culmina con la realización de dos ejemplos poniendo en claro la utilización del método para la selección de ventanas según su



ubicación geográfica y climatología de la zona, para ambos ejemplos se realizó en ventanas empleadas en dos obras de la octava región.

1.2 Experiencia entregada por el departamento de asistencia técnica de la Universidad del Bío-Bío.

El laboratorio de ciencias de la Construcción de la Universidad del Bio-Bio, es el único laboratorio del país con la capacidad para evaluar la prestacionalidad de las ventanas. En dicho laboratorio se han evaluado las principales líneas de ventanas producidas en Chile.

La experiencia revisada del documento muestra que la idea de fondo es mejorar las prestaciones técnicas de la oferta local de carpinterías de aluminio destinada al mercado de la vivienda de menos de 1500 U.F. en el territorio centro-sur del país. De aquí se sostendrá la idea de evaluar comparativamente ventanas de aluminio de la línea estándar fabricadas con perfil modelo Al 20 corredera, dos hojas, una fija (con perfil 9x25 mm. adosado a aleta inferior riel inferior) de dimensiones 1160x1060 mm.; con una ventana que es directa competencia y que realiza grandes avances tecnológicos como lo es la de P.V.C, para este caso la ventana pertenece a la línea mas económica de esta materialidad que viene siendo la americana L 290, con dimensiones 1150x1000 mm.

La experiencia del laboratorio, hace reseña al documento anteriormente mencionado “Desarrollo de una metodología para prevenir la ocurrencia de patologías en las viviendas (sociales)” de la siguiente



manera, dejando bien en claro la importancia de la Universidad para el desarrollo de éste; “La construcción del método, que en el corto plazo derivará en una norma técnica nacional, demandó una revisión y análisis de la climatología local, pericias realizadas a ventanas de numerosas obras de la VIII Región, y un conjunto de aproximadamente 80 ensayos de ventanas seleccionadas de lotes destinados a distintas obras del SERVIU en la VIII Región realizada durante los meses de Enero a Junio del 2005. Este método se utilizará en el proyecto para definir las características exigibles al sistema de ventanas a desarrollar. En la actualidad lo utiliza el Laboratorio de ciencias de la construcción de la Universidad del Bío-Bío por encargo del SERVIU VIII Región, para evaluar y certificar ventanas de sus programas de vivienda sociales. Este Laboratorio es el único en Chile con la infraestructura y el dominio de la técnica para efectuar dicho trabajo”.

Se menciona que la falla mas recurrente es la de infiltraciones de agua a través de las ventanas, dentro de las patologías constructivas presentes en la octava región.

También se estima que es necesario desarrollar una mejora a la perfilería de aluminio, al diseño de ventanas y a la carpintería de aluminio actualmente en uso, para mejorar las prestaciones técnicas de los sistemas de ventanas y puertas de aluminio destinados a la zona centro-sur del país.



Se señala que a través de información obtenida del I.N.E. el 77.22% de la edificación construida entre los años 2000-2004 se concentra en la zona centro-sur del país y un 13.49 % de la superficie edificada equivalente a 23883 viviendas se concentra en la región del Bío Bío. Ahora tocando a nivel nacional los porcentajes de participación de las distintas materialidades de ventanas en Chile se desprende: “Sólo el mercado de la vivienda nueva es de casi 10.0 millones de m². A lo menos un sexto de dicha superficie corresponde a ventanas, lo que sitúa el número de ventanas construidas en torno a 1.2 millones años. Por otro lado, el último censo del año 2002 estableció un stock de viviendas en Chile de 4.874.310 unidades, de las cuales se deducen un total de ventanas de casi 22 millones de unidades que se reponen a una tasa de 5% anual aproximadamente. En resumen y de acuerdo a estudios del Departamento de Desarrollo de la Empresa fabricante de perfiles de aluminio, el mercado de ventanas en Chile es del orden de los 2,3 millones de unidades/año, equivalentes a 3,5 millones de U.F/año aproximadamente, que se reparten como sigue en Chile”:

Aluminio	78%
Madera	12%
PVC	7%
otros	3%



Claramente el aluminio mantiene un lugar predominante todavía, no obstante la industria observa con preocupación el avance que experimenta el P.V.C. A partir del año 1995, el P.V.C. ha sido el material con el crecimiento más sostenido en el mercado chileno; actualmente crece a una tasa de entre 0.75 a 1.0 % anual. Lo relevante es que cada punto ganado por el P.V.C. es a costa de una menor participación del aluminio y la madera, en razón 80/20 % respectivamente.

La impresión de la industria del aluminio y de los analistas es que el P.V.C. ha hecho suyo los conceptos de aislación térmica y de estanquidad al agua, que atribuye principalmente a sus soluciones, todo esto gracias a un buen marketing realizado de sus productos logrando así instalarse en la percepción de los clientes y usuarios.

De esto último nace la idea del autor de comprobar la superioridad que se auto-atribuye el P.V.C sobre el aluminio.

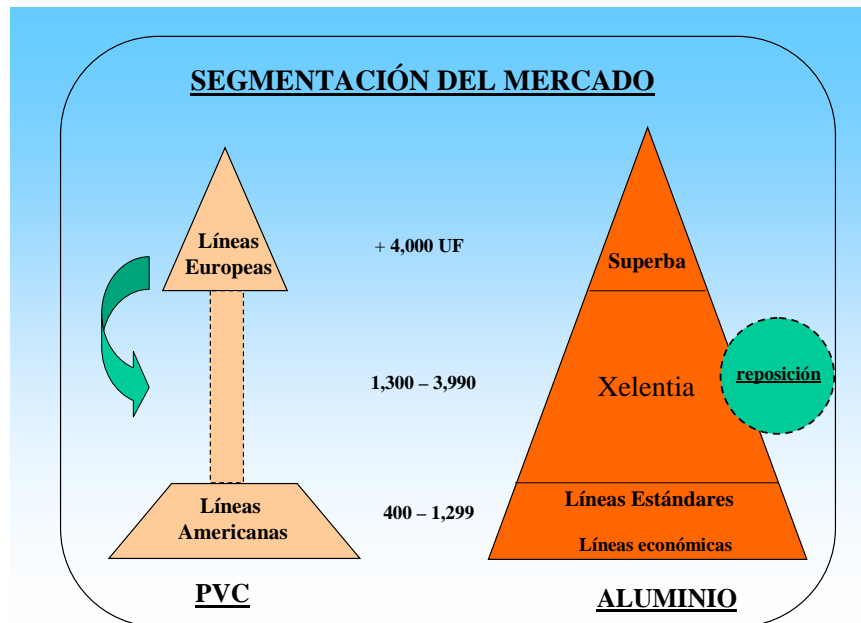
A modo de comentario final sobre los problemas que se presentan actualmente en las ventanas el documento señala: "se diseñan y construyen soluciones habitacionales de características prácticamente similares en todo el país, en circunstancias que las solicitudes climáticas a lo largo del territorio nacional son marcadamente distintas".

Por último para mostrar de manera gráfica el porqué de la selección de las ventanas puntualmente para este estudio, se presenta la



siguiente figura que denota claramente la segmentación del mercado de los distintos sistemas de ventanas de aluminio versus P.V.C.

Figura 1.2 Segmentación de mercado de los distintos sistemas de ventanas de aluminio.



Fuente: Industria nacional fabricante de perfiles de aluminio.



CAPITULO II

VENTANAS DEFINICION Y **CLASIFICACION**



2.1 Definición.

Ventana: Un vano o hueco elevado sobre el suelo, que se abre en una pared con la finalidad de proporcionar luz y ventilación a la estancia correspondiente. También se denomina ventana al conjunto de dispositivos que se utilizan para cerrar ese vano.

Elementos que la componen: El hueco viene formado por dos jambas o piezas verticales que lo enmarcan lateralmente, por un alféizar o vierteaguas que lo remata horizontalmente sobre el antepecho, y por un dintel o por un arco que lo cierra por la parte superior. Tanto el dintel (también denominado cargadero) como, en su caso, el arco, tienen por misión soportar las cargas que produce la parte de muro o pared que gravita sobre el hueco y transmitir las a las jambas.

El mecanismo de cierre se compone de un marco o bastidor sujeto a las caras interiores del hueco, al que a su vez se fijan mediante herrajes adecuados las hojas, generalmente acristaladas.

La NCh. 446 define simplemente: elemento que permite regular el cierre de un vano no transitable. La definición anterior es extraída de La Enciclopedia virtual Wikipedia.



2.2 Elementos que la componen.

Para entender el concepto ventana se deberán entender los siguientes términos y definiciones según NCh 446 Of. 2000.

Alfeizar: Plano inferior del rasgo de una ventana, o plano superior del antepecho.

Bastidor: Conjunto de perfiles que forman el armazón de la hoja de puertas y ventanas, o de elementos fijos similares a ésta.

Batiente: Pieza del bastidor de hoja de puerta o ventana opuesto al larguero.

Biela: En ventanas de movimiento compuesto, elemento articulado que une el marco sin el bastidor de la hoja.

Botaguas: Elemento horizontal cuya finalidad es facilitar el escurrimiento de agua; puede formar parte de del travesaño inferior del marco o centro, o estar integrado al peinazo de las hojas de puertas y ventanas.

Cabezal: Travesaño superior del marco o bastidor.

Celosía: Elementos móviles o fijos destinados a regular el paso de luz, visión o aire.

Centro: Elemento fijo en la obra gruesa, que cubre la totalidad del espesor del muro o tabique respectivo, que tiene por finalidad la colocación de hojas de puertas, ventanas o elementos fijos. Pertenece a la estructura del edificio.

Cerramiento de vano: Elemento o complejo que se coloca en un vano con la finalidad de proteger o aislar un ambiente. Este elemento puede ser puerta, ventana, celosía u otros.



Claraboya: Elemento de iluminación o ventilación abierto en la techumbre.

Codal: Elemento horizontal que divide al vano sin formar parte del marco o centro.

Conducto de drenaje: Conducto que conecta el interior con el exterior de una ventana y sirve para evacuar el agua filtrada al interior o condensada en la cara interna.

Contra marco, pilastra: Elemento para cubrir la unión o junta entre el marco o centro y el muro.

Contraventana: Elemento lleno, independiente a la ventana, que cierra el vano por el exterior.

Cortagoteras: Ranura situada en la cara inferior de los botaguas, que tiene por finalidad impedir la penetración del agua de lluvia al interior de los recintos.

Cubre alfeizar: Elemento que protege la zona inferior del alfeizar.

Dintel: Plano superior del rasgo de una ventana o puerta.

Durmiente: Elemento o conjunto de elementos que, eventualmente se interpone entre el marco o centro y la obra gruesa, con el objetivo de facilitar su colocación.

Galce: Ranura de perfil, destinada a alojar el vidrio.

Hoja: Elemento móvil de una puerta o ventana.

Herrajes: Conjunto de piezas utilizadas como elementos de enlace, movimiento o maniobra de una puerta o ventana.

Jamba: Elemento vertical lateral del marco o centro.



Junquillo: Elemento que fija el vidrio o panel al bastidor, o al porta vidrio. También es utilizado para dar terminación al encuentro de carpintería con los muros o tabiques respectivos.

Lama: Hoja de ventana de celosía que, por lo general, se utiliza unidas a otras similares.

Larguero: Montante lateral del bastidor en el cual se colocan las bisagras.

Lucarna: Ventana construida en una techumbre de manera que sus elementos envolventes solucionan su penetración en dicha techumbre.

Mainel: Pieza vertical que divide el vano, sin formar parte del marco o del centro.

Marco: Elemento fijo en la obra gruesa, que no cubre el espesor total o tabique respectivo y que tiene por finalidad la colocación de hojas de puertas y ventanas o de elementos fijos.

Mocheta: Entalladura del muro en la periferia del hueco para alojar una ventana o un elemento complementario a la misma.

Palillo: Elemento intermedio de subdivisión del bastidor, generalmente de menor sección que el bastidor de la hoja.

Panel: Elemento de relleno, fijo al bastidor de la hoja.

Peana: Travesaño inferior del marco de una ventana.

Peinazo: Travesaño inferior del bastidor.

Persiana: Elemento colgante que cierra el vano, formado por láminas de materiales opacos dispuestos de manera que impidan la visión directa y que permitan el paso de la luz en forma restringida. Estas pueden ser fijas y regulables.



Postigos: Hoja opaca montada sobre una puerta o ventana, mediante bisagras o elementos similares.

Premarcos: Bastidor construido en metal incorporado e insertado al vano, que permite mantener medidas, cuadraturas y tolerancias con el objeto de facilitar la colocación del marco.

Quicio: Pieza sobre la cual se fijan los goznes o bisagras de puertas y ventanas.

Repisa: Parte del alféizar, situada hacia el interior del rasgo.

Travesaño: Elemento horizontal en un marco, centro o bastidor.

Vano, rasgo: Abertura que establece la comunicación entre dos ambientes, sea ésta transitable o no; conocida con el nombre rasgo, que pertenece al edificio independiente del material que este construido.

Ventana: Elemento que permite regular el cierre de un vano no transitable.

Ventanal: Elemento compuesto de partes fijas y/o móviles que separa un recinto del ambiente exterior.



2.3 Clasificación de las ventanas.

2.3.1 Según su material.

Las ventanas se clasifican de acuerdo al material predominante utilizado en la estructura del marco, y de las hojas correspondientes, en:

- De madera.
- De perfiles de acero.
- De perfiles de aluminio.
- De perfiles de acero inoxidable.
- De perfiles de plástico.
- De materiales heterogéneos.

2.3.2 Según su forma de abrir.

Las ventanas se clasifican de acuerdo a su forma de abrir, en:

2.3.2.1 Fijas: que carecen de partes practicables.

2.3.2.2 Abatibles: practicables por rotación alrededor de un eje situado a lo largo de sus montante vertical o travesaños.

2.3.2.3 Correderas: hojas practicables por traslación horizontal o vertical en su propio plano y eventualmente de una hoja.

2.3.2.4 De movimiento compuesto: cuyas hojas son practicables por rotación y traslación simultánea.



2.3.2.5 Proyectantes: practicables por deslizamiento y articulación de sus brazos, que se caracteriza porque la hoja sale de su plano. Estas pueden desplazarse en forma vertical u horizontal.

2.3.3 Según permeabilidad al aire.

Las ventanas se clasifican de acuerdo a su estanqueidad al aire según lo indicado en la tabla 2.3.3.

Tabla 2.3.3. Clasificación de las ventanas según permeabilidad al aire.

Tipo	Caudal máximo de aire, m ³ /(h * m ²), por superficie de hoja	Caudal máximo de aire, m ³ /(h * m ²), 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

Fuente. NCh 892 Of. 2001

Según NCh 892 el ensayo se realiza sobre la puerta o ventana en las condiciones de uso.

NOTA - Sólo para efectos de establecer una comparación se podrá medir la infiltración de aire en aquellas puertas o ventanas que durante el ensayo no clasificaron en los mínimos exigidos por esta norma. En este caso las presiones o depresiones diferenciales de prueba deben ser de 20 Pa y 50 Pa respectivamente.



Las ventanas o puertas que han medido la infiltración de aire según las condiciones de presión o depresión indicadas en el punto anterior no son clasificadas según esta norma.

2.3.4 Según estanquidad al agua.

Una puerta o ventana sometida al ensayo de estanquidad al agua, debe ser estanca a caudales de agua de 0,750 L/min. x m² de superficie de hoja a las presiones indicadas en Tabla 2.3.4 para diferentes tipos de puertas o ventanas.

Tabla 2.3.4 Clasificación de las ventanas según su estanquidad al agua.

Presión de ensayo (Pa)	Tiempo de duración (minutos)	Clase de Estanquidad
0	15	0 e (Básica)
40	5	4 e (Mínima)
100	5	
150	5	15 e (Normal)
200	5	
250	5	
300	5	
350	5	30 e (Especial)
400	5	
450	5	
500	5	50 e (Reforzada)

Fuente. NCh 891 Of. 2000.

Los ensayos de clasificación se efectúan según NCh 891.



2.3.5 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 lo indicado Tabla 2.3.5.

Tabla 2.3.5 Clasificación de las ventanas según su resistencia al viento.

Ensayos			
Clase	De deformación (P1) Pa	De presión y/o depresión repetidos (P2) Pa	De protección (P3) Pa
5V(mínima)	500	500	900
7V(normal)	750	750	1125
10V(mejorada)	1000	1000	1500
12V(especial)	1200	1200	1800
15V(reforzada)	1500	1500	2400
20V(excepcional)	2000	2000	3000

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/cm² = 0.098 MPa ; 1 N/m² = 1 Pa

Fuente. NCh 890 Of. 2000.

Bajo las presiones de deformación (P1) y operando en el conjunto de la puerta o ventana, ningún elemento de ésta debe presentar una flecha superior a L/175 de la luz del elemento medido.



Después de haber sufrido las presiones de viento citadas y el ensayo de cargas repetidas de presión y/o depresión, y al volver la presión o depresión a cero, la puerta o ventana debe conservar sus características y no presentar deformación residual alguna.

A consecuencia del ensayo de protección, la puerta o ventana no debe llegar a la rotura ni abrirse bruscamente. Se permite una flecha de $L/300$ de la luz mayor del elemento como máximo, después de ser sometida al ensayo de resistencia al viento de seguridad, especificado en NCh 890.

El ensayo se realiza según NCh 890.

2.3.6 Según tipo de protección.

Las puertas o ventanas se clasifican según las características especiales que permiten mejorar el confort, como también seguridad y protección de bienes y de personas en:

2.3.6.1 Acústica: puertas o ventanas construidas con estructuras o marcos especiales, con vidrios para el control acústico según el grado de exposición e instalada con un sistema tal que impida el ingreso de ruido. Los sistemas de cierre deben atenuar el ruido en los niveles exigidos por la Autoridad Competente.

2.3.6.2 Térmica: corresponde a soluciones de puertas o ventanas, que por su diseño y construcción aíslan un ambiente de otro, controlando las



pérdidas térmicas (producto de la transmisión, conducción y convección) desde o hacia el interior.

2.3.6.3 De bienes: puertas o ventanas que constituyen sistemas que integran materiales y accesorios especiales que permiten aportar una protección adicional a la penetración por medios vandálicos, incorporando estructuras, vidrios y accesorios especiales que mejoran el comportamiento global de las puertas y ventanas en general.

2.3.6.4 De personas: conjunto de puertas y ventanas que aseguran la protección de personas de posibles impactos accidentales contra ellos, permitiendo que los elementos vidriados no se rompan y si lo hacen que éstos sean de seguridad, de acuerdo a NCh 135, NCh 135/1, NCh 135/2 y NCh 135/3, que definen y especifican las aplicaciones expuestas a impacto humano.



Representación gráfica de las ventanas.

Para un mejor entendimiento se incluye un anexo derivado de NCh.446 Of. 2000, donde la representación gráfica de las ventanas debe realizarse considerando la vista desde el interior.

En Anexo A se incluyen las variaciones que pueden presentar las ventanas y su correspondiente representación gráfica.



Esquema de clasificación de ventanas según su forma de abrir.

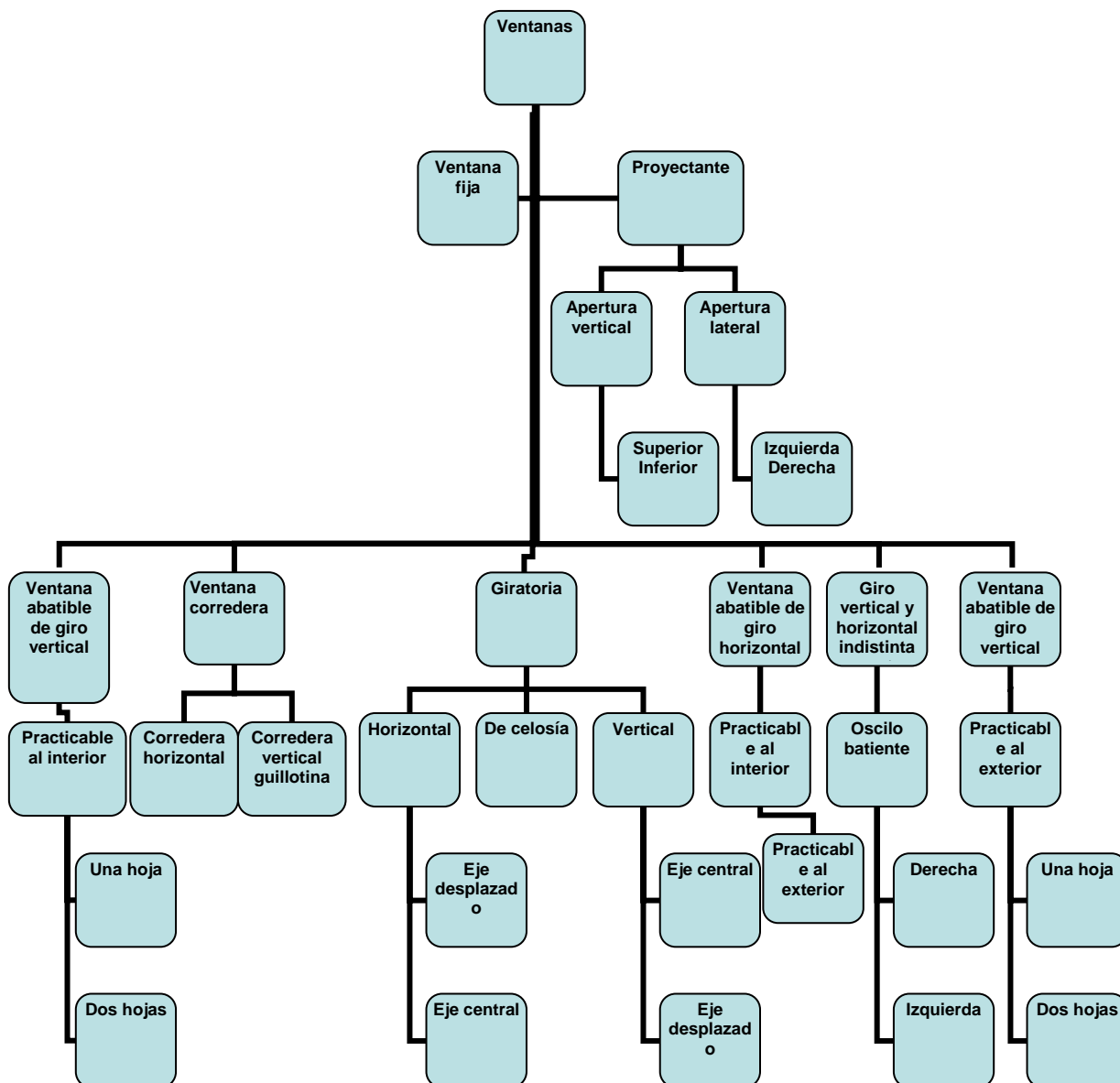




Tabla que relaciona la clasificación de las ventanas con la presión del viento y la altura, según Tabla 2.3.5 Resistencia al viento de NCh 523.

Tabla 2.3.7 Relación clasificación de ventanas con presión de viento y altura según tabla 2.3.5 Resistencia al viento de NCh 523.

Clasificación	Presión del viento, Pa	Aplicación altura máxima, m.s.n.s. ¹⁾	
		Ciudad	Campo abierto Orilla de mar
5 V (mínima)	550	Nivel del suelo	
7 V (normal)	750	15	Nivel del suelo
10 V (especial)	1000	40	10
12 V (reforzado)	1200	75	20
15 V (reforzado especial)	1500	150	50
20 V (excepcional) ²⁾	2000	-	290 ⁽²⁾
1) m.s.n.s. = metros sobre el nivel del suelo.			
2) valores agregados a la tabla original.			

Fuente. NCh 446 Of. 2000.



Tabla Nº 2.3.8 Solicitaciones climáticas características de la ciudad de Concepción y clases de ventanas deseables para construcciones en ciudad.

Ciudad	Estación de referencia	Intensidad Pluviométrica (l/m ² h)	Velocidad Viento Máxima (Km/h)	Velocidad Viento Media (Km/h)	Clase Resistencia al viento				Clase Estanquidad al agua				Clase Permeabilidad al aire			
					1-2 pisos	3-5 pisos	6-10 pisos	11-20 pisos	12 v	15 v	20 v	25 e	30 e	35 e	1-2 pisos	3-5 pisos
Concepción	Carriel sur	20.0	110	18.2	12 v	12 v	15 v	20 v	25 e	25 e	30 e	35 e	60 a	60 a	30 a	30 a

Fuente: Instituto de la Construcción, Proyecto Innova Chile Nº 03 C9 CT-03



CAPITULO III

NORMATIVA VIGENTE



3.1 En Chile la confección de normativas esta a cargo del Instituto Nacional de Normalización, el cual ha desarrollado las siguientes normas referentes a ventanas, las cuales se señalan a continuación:

NCh 132 Of. 1996 – Vidrios planos, definiciones y clasificación general.

NCh 135 Of. 1997 – Vidrios planos de seguridad para uso en arquitectura – clasificación y requisitos.

NCh 446 Of. 2000 – Arquitectura y construcción – puertas y ventanas – terminología y clasificación.

NCh 447 Of. 2000 – Carpintería – Modulación puertas y ventanas.

NCh 523 Of. 2001 – Carpintería de aluminio – Puertas y ventanas – Requisitos.

NCh 656 Of. 1970 – Arquitectura y construcción – Designación grafica-Terminología y clasificación general.

NCh 888 Of. 2000 - Arquitectura y construcción – Ventanas – Requisitos básicos.

NCh 890 Of. 2000 - Arquitectura y construcción – Ventanas – Ensayos de resistencia al viento.

NCh 891 Of. 2000 - Arquitectura y construcción – Ventanas – Ensayo de estanquidad al agua.

NCh 892 Of. 2001 -Arquitectura y construcción – Ventanas – Ensayo de estanquidad al aire.

NCh 1972 Of. 2001 - Arquitectura y construcción - Ventanas - Valores aplicables a los ensayos mecánicos



www.viviendasana.cl – Resultado del Proyecto Innova Chile “Desarrollo de una metodología para prevenir la ocurrencia de patologías en las viviendas (sociales). Presentado por el Instituto de la Construcción con el apoyo del Ministerio de Vivienda y Urbanismo y La Cámara Chilena de la construcción.

De las normativas anteriormente mencionadas se puede comentar brevemente, que todas son, actuales con una sola excepción NCh 656. Con esto se desprende que en cuanto a la normativa de ventanas se ha trabajado por lograr una adecuación a los avances tecnológicos que van requiriendo tanto las empresas fabricantes, como vendedores. Aunque no lo perciben también los usuarios.

Se debe destacar el aporte del sitio www.viviendasana.cl, ya que aquí se demuestra claramente que los estudios realizados son en pro de la fabricación de ventanas de buena calidad. Y es de acceso a toda persona.

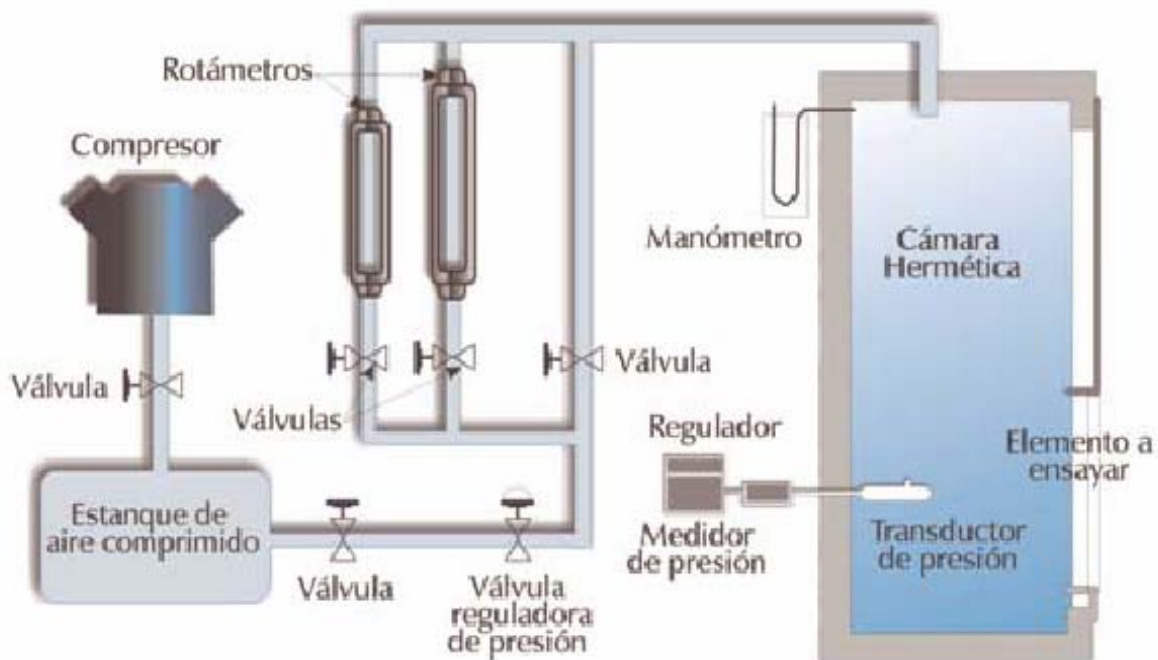


CAPITULO IV

PLAN EXPERIMENTAL

De acuerdo al estudio del arte realizado este plan experimental está dirigido hacia el sector de socio económico de viviendas de menos de 1300 U.F., y para poder dar cumplimiento al objetivo general que es: Evaluar comparativamente las prestaciones técnicas de dos tipos de ventanas; PVC y ALUMINIO, considerando iguales áreas y similares precios de mercado, desde el punto de vista de la resistencia al viento, estanquidad al aire y estanquidad al agua. Se desarrollaran ensayos de resistencia al viento, estanquidad al agua y estanquidad al aire.

Equipos e instrumentos a utilizar.



Esquema de montaje general experimental para los ensayos.



Cámara, con una abertura donde se fija perimetralmente la ventana a ensayar.

Dispositivo que permita crear una diferencia de presión controlada entre las caras de la ventana.

Dispositivo que permita obtener una variación rápida y controlada de la diferencia de presión entre unos límites definidos.

Aparato para medir la diferencia de presión entre las dos caras de la ventana.

Aparatos que permitan medir los desplazamientos.

Dispositivo que permita poner en posición los aparatos de medida de desplazamientos frontales y de asegurar la estabilidad durante el ensayo.

Estos aparatos son para ensayo de resistencia al viento normado según NCh. 890 Of. 2000, donde también se detalla la preparación de la ventana a ensayar, preparación de ensayos, el ensayo propiamente tal y la expresión de resultados. Además de esquemas aclaratorios.

Ahora los aparatos empleados en el ensayo de estanquidad al agua según NCh 891 Of. 2000 son:

Cámara cerrada, con una abertura delante de la cual se fija la ventana a ensayar.

Dispositivo, que permita crear una diferencia de presión controlada entre las caras de la ventana.



Dispositivo, que permita establecer una variación rápida y controlada de la diferencia de presión en los límites definidos.

Dispositivo proyector de agua, que permita aplicar una lamina continua sobre la totalidad de la superficie de ensayo. (los dispositivos de rociado que satisfacen a esta exigencia se indican en las figuras 2; 3 y 4 de la NCh. 891, además del método de rociado.

Aparato para medir el caudal de agua proyectada, que permita medir la diferencia de presión entre las dos caras de la ventana.

También la norma detalla la preparación de la ventana a ensayar, preparación de ensayos, el ensayo propiamente tal, la expresión de resultados y la confección del informe; además de esquemas aclaratorios acerca del ensayo.

Ahora los aparatos empleados en el ensayo de estanquidad al aire según NCh 892 Of. 2001 son:

Cámara, con una abertura delante de la cual se fija la ventana a ensayar.

Sistema, que permita crear una diferencia de presión controlada entre las caras de la ventana.

Válvula reguladora de presión, dispositivo que permita establecer una variación rápida y controlada de la diferencia de presión en los límites definidos.

Equipo de control de flujo de aire, válvula que permita controlar la presión interior de la cámara.



Sistema para medición del flujo de aire, aparato para medir la diferencia de presión entre las dos caras de la ventana.

También la norma detalla la preparación de la ventana a ensayar, preparación de ensayos, el ensayo propiamente tal, la expresión de resultados y la confección del informe; además de esquemas aclaratorios acerca del ensayo.

Materiales a utilizar.

Ventana de aluminio modelo Al 20 corredera, dos hojas, una fija (con perfil 9x25 mm. adosado a aleta inferior riel inferior) de dimensiones 1160x1060 mm.; con cristal incoloro de espesor 3 mm.



Ventana de p.v.c. marca tehmcó modelo L – 290 línea americana blanca con una hoja fija y una corredera con cierre central de dimensiones 1150x 1000 mm.



Para responder a cabalidad a la hipótesis propuesta las comparaciones se harán por separado para cada ensayo, de manera que no hallan confusiones al momento de responder cual de las ventanas es superior con respecto a la otra. Todos los ensayos se realizarán fielmente apegados a las normas chilenas vigentes y resultados se extraerán de ellas también. Estas normas son respectivamente para cada uno:

- NCh. 890 Of. 2000, Arquitectura y construcción – Ventanas – Ensayos de resistencia al viento.



- NCh. 891 Of. 2000, Arquitectura y construcción – Puertas y ventanas – Ensayo de estanquidad al agua.
- NCh. 892 Of. 2001, Arquitectura y construcción – Ventanas – Ensayo de estanquidad al aire.

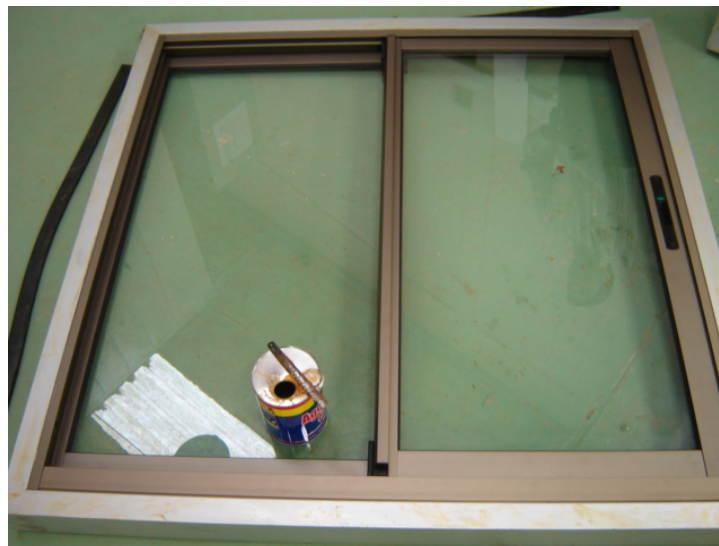
Normas que se anexan al final de este documento.

Para ampliar un poco más el estudio, en conjunto con el profesor guía se decide ensayar también dos ventanas de similares características técnicas y precios de mercado pero del segmento más alto de ambas materialidades, así se incorporan:

- Superba 33, corredera dos hojas una fija, de aluminio 1120 x 1120 mm.
- SF 2 línea europea, dos hojas una fija, de PVC 1120 x 1120 mm.



SF 2 LINEA EUROPEA PVC.



SUPERBA 33 ALUMINIO.



CAPITULO V

RESULTADO Y ANALISIS DE LOS **ENSAYOS**



5.1 RESISTENCIA AL VIENTO.

5.1.1 Ventana de PVC TEHMCO, línea 290, corredera dos hojas, una fija y otra móvil.

Dimensiones: Ancho 1150 mm; Alto 1000 mm.

Tabla 5.1.1 Tabla resultados ensayo Resistencia al viento ventana PVC TEHMCO.

PRESION (Pa)	Desplazamiento frontal (mm) ¹			Flecha en C	
	A (mm)	B (mm)	C (mm)	F.F ² (mm)	F.M.A ³ (mm)
100	0.25	0.50	0.22	0.27	5.71
200	0.55	1.40	0.52	0.87	5.71
300	0.80	2.20	0.80	1.40	5.71
400	1.05	2.95	1.10	1.88	5.71
500	1.45	3.90	1.50	2.43	5.71
600	1.75	4.70	2.00	2.83	5.71
700	2.10	5.40	2.45	3.13	5.71
800	2.35	6.00	2.60	3.53	5.71
900	2.62	6.65	2.92	3.88	5.71
1000	2.87	7.30	3.20	4.27	5.71
1100	3.00	7.93	3.52	4.67	5.71
1200	3.22	8.51	3.79	5.01	5.71
1300	3.40	9.05	4.02	5.34	5.71
1400	3.62	9.62	4.28	5.67	5.71
1500	3.87	10.21	4.55	6.00	5.71

1. Desplazamientos frontales, en mm, de los puntos A, B, C de la ventana, medidos perpendicularmente al plano de la ventana.

2. Flecha frontal en el punto C relativo al desplazamiento frontal de los puntos A y B.

3. Flecha máxima admisible en C: menor o igual a 5.71 mm para la ventana examinada, según NCH 888.



5.1.2 Ventana de Aluminio, serie Indalum L20 reforzada, corredera, dos hojas, una fija y otra móvil.

Dimensiones: Ancho 1160 mm; Alto 1060 mm.

Tabla 5.1.2 Tabla resultados ensayo Resistencia al viento ventana Aluminio Indalum L20.

PRESION (Pa)	Desplazamiento frontal (mm) ¹			Flecha en C	
	A (mm)	B (mm)	C (mm)	F.F ² (mm)	F.M.A ³ (mm)
100	0.07	0.32	0.52	0.33	6.06
200	0.27	0.71	1.15	0.66	6.06
300	0.50	1.13	1.75	0.94	6.06
400	0.80	1.60	2.47	1.27	6.06
500	1.07	2.04	3.15	1.60	6.06
600	1.30	2.45	3.80	1.93	6.06
700	1.52	2.90	4.40	2.19	6.06
800	1.70	3.40	5.05	2.50	6.06
900	1.87	3.88	5.75	2.88	6.06
1000	2.01	4.30	6.30	3.15	6.06
1100	2.13	4.55	6.80	3.46	6.06
1200	2.30	4.95	7.35	3.73	6.06
1300	2.45	5.60	8.35	4.23	6.06
1400	2.50	6.80	9.55	4.90	6.06
1500	2.65	7.80	10.70	5.48	6.06
1600	2.80	8.50	11.70	6.05	6.06
1700	2.95	9.70	12.80	6.48	6.06

1. Desplazamientos frontales, en mm, de los puntos A, B, C de la ventana, medidos perpendicularmente al plano de la ventana.

2. Flecha frontal en el punto C relativo al desplazamiento frontal de los puntos A y B.

3. Flecha máxima admisible en C: menor o igual a 6.06 mm para la ventana examinada, según NCH 888.



5.1.3 Ventana de PVC SF2, corredera dos hojas, una fija y otra móvil.
Dimensiones: Ancho 1120 mm; Alto 1120 mm.

Tabla 5.1.3 Tabla resultados ensayo Resistencia al viento ventana PVC SF2.

PRESION (Pa)	Desplazamiento frontal (mm) ¹			Flecha en C	
	A (mm)	B (mm)	C (mm)	F.F ² (mm)	F.M.A ³ (mm)
100	0.6	0.14	0.15	-0.24	4.98
200	0.15	0.32	0.33	0.08	4.98
300	0.22	0.49	0.50	0.13	4.98
400	0.30	0.67	0.67	0.19	4.98
500	0.42	0.82	0.82	0.20	4.98
600	0.53	1.02	1.00	0.26	4.98
700	0.63	1.20	1.14	0.32	4.98
800	0.72	1.40	1.30	0.39	4.98
900	0.84	1.60	1.45	0.46	4.98
1000	0.93	1.83	1.58	0.58	4.98
1100	1.02	1.99	1.72	0.62	4.98
1200	1.15	2.20	1.90	0.68	4.98
1300	1.25	2.40	2.05	0.75	4.98
1400	1.35	2.56	2.15	0.81	4.98
1500	1.46	2.78	2.30	0.90	4.98

1. Desplazamientos frontales, en mm, de los puntos A, B, C de la ventana, medidos perpendicularmente al plano de la ventana.
2. Flecha frontal en el punto C relativo al desplazamiento frontal de los puntos A y B.
3. Flecha máxima admisible en C: menor o igual a 4.98 mm para la ventana examinada, según NCH 888.



5.1.4 Ventana de Aluminio, serie Superba 33, monoriel, una hoja fija otra móvil, con riel cámara de agua.

Dimensiones: Ancho 1120 mm; Alto 1120 mm.

Tabla 5.1.4 Tabla resultados ensayo Resistencia al viento ventana Aluminio Superba 33.

PRESION (Pa)	Desplazamiento frontal (mm) ¹			Flecha en C	
	A (mm)	B (mm)	C (mm)	F.F ² (mm)	F.M.A ³ (mm)
100	0.08	0.14	0.32	-0.06	6.40
200	0.14	0.24	0.43	-0.05	6.40
300	0.21	0.36	0.55	-0.02	6.40
400	0.27	0.46	0.64	0.01	6.40
500	0.35	0.60	0.75	0.05	6.40
600	0.43	0.71	0.84	0.08	6.40
700	0.50	0.83	0.93	0.12	6.40
800	0.58	0.96	1.05	0.15	6.40
900	0.67	1.10	1.14	0.20	6.40
1000	0.75	1.20	1.23	0.21	6.40
1100	0.81	1.30	1.31	0.24	6.40
1200	0.90	1.43	1.38	0.29	6.40
1300	1.00	1.58	1.52	0.32	6.40
1400	1.07	1.68	1.61	0.34	6.40
1500	1.16	1.83	1.79	0.36	6.40
1600	1.26	1.97	1.84	0.42	6.40
1700	1.34	2.09	1.93	0.46	6.40
1800	1.44	2.20	2.03	0.47	6.40
1900	1.54	2.32	2.14	0.48	6.40
2000	1.62	2.44	2.22	0.52	6.40

1. Desplazamientos frontales, en mm, de los puntos A, B, C de la ventana, medidos perpendicularmente al plano de la ventana.

2. Flecha frontal en el punto C relativo al desplazamiento frontal de los puntos A y B.

3. Flecha máxima admisible en C: menor o igual a 6.40 mm para la ventana examinada, según NCH 888.



5.2 ESTANQUIDAD AL AGUA.

5.2.1 Ventana de PVC TEHMCO, línea 290, corredera dos hojas, una fija y otra móvil.

Dimensiones: Ancho 1150 mm; Alto 1000 mm.

Tabla 5.2.1 Tabla resultados ensayo Estanquidad al agua ventana PVC TEHMCO.

CLASE NCH	PRESION DIFERENCIAL (PA)	DURACION min	ESPECIFICACION
NC	0	15	BIEN
4 e	50	5	BIEN
4 e	100	5	BIEN
15 e	150	5	BIEN
15 e	200	5	BIEN
15 e	250	5	BIEN
30 e	300	30 seg	FALLA

Limite de estanqueidad al agua. Método de rociado 1 con 0.75 l/m²min.



5.2.2 Ventana de Aluminio, serie Indalum L20 reforzada, corredera, dos hojas, una fija y otra móvil.

Dimensiones: Ancho 1160 mm; Alto 1060 mm.

Tabla 5.2.2 Tabla resultados ensayo Estanquidad al agua ventana Aluminio Indalum L20.

CLASE NCH	PRESION DIFERENCIAL (PA)	DURACION min	ESPECIFICACION
NC	0	15	BIEN
4 e	50	5	BIEN
4 e	100	5	BIEN
15 e	150	5	BIEN
15 e	200	5	BIEN
15 e	250	5	BIEN
30 e	300		FALLA

Limite de estanquidad al agua. Método de rociado 1 con 0.75 l/m²min.



5.2.3 Ventana de PVC SF2, corredera dos hojas, una fija y otra móvil.

Dimensiones: Ancho 1120 mm; Alto 1120 mm.

Tabla 5.2.3 Tabla resultados ensayo Estanquidad al agua ventana PVC SF2.

CLASE NCH	PRESION DIFERENCIAL (PA)	DURACION min	ESPECIFICACION
NC	0	15	BIEN
4 e	50	5	BIEN
4 e	100	5	BIEN
15 e	150	5	BIEN
15 e	200	5	BIEN
15 e	250	20 seg	FALLA

Limite de estanquidad al agua. Método de rociado 1 con 0.75 l/m²min.



5.2.4 Ventana de Aluminio, serie Superba 33, monoriel, una hoja fija otra móvil, con riel cámara de agua.

Dimensiones: Ancho 1120 mm; Alto 1120 mm.

Tabla 5.2.4 Tabla resultados ensayo Estanquidad al agua ventana Aluminio Superba 33.

CLASE NCH	PRESION DIFERENCIAL (PA)	DURACION min	ESPECIFICACION
NC	0	15	BIEN
4 e	50	5	BIEN
4 e	100	5	BIEN
15 e	150	5	BIEN
15 e	200	5	BIEN
15 e	250	5	BIEN
30 e	300	15 seg	FALLA

Limite de estanquidad al agua. Método de rociado 1 con 0.75 l/m²min.



5.3 PERMEABILIDAD AL AIRE.

5.3.1 Ventana de PVC TEHMCO, línea 290, corredera dos hojas, una fija y otra móvil.

Dimensiones: Ancho 1150 mm; Alto 1000 mm.

Capacidad de fuga según presión.

Datos experimentales.

Tabla 5.3.1.a Tabla resultados ensayo Permeabilidad al aire ventana PVC TEHMCO.

PRESION (Pa)	INFILTRACION (m ³ /h)
50	1.0
100	2.0
150	2.7
200	3.5

Coeficientes de infiltración.

Tabla 5.3.1.b Tabla resultados ensayo Permeabilidad al aire ventana PVC TEHMCO.

PRESION (Pa)	I ₁ (m ³ /hm)	I ₂ (m ³ /hm)
50	0.32	0.87
100	0.63	1.74
150	0.86	2.35
200	1.10	3.00

I₁: Volumen de aire en m³/h que pasa a través de la ventana por longitud de junta de apertura, expresado en m.

I₂: Volumen de aire en m³/h que pasa a través de la ventana por superficie total de la ventana, expresada en m².



5.3.2 Ventana de Aluminio, serie Indalum L20 reforzada, corredera, dos hojas, una fija y otra móvil.

Dimensiones: Ancho 1160 mm; Alto 1060 mm.

Capacidad de fuga según presión.

Datos experimentales.

Tabla 5.3.2.a Tabla resultados ensayo Permeabilidad al aire ventana Aluminio Indalum L20.

PRESION (Pa)	INFILTRACION (m ³ /h)
50	9.6
100	18.3
150	22.4

Coefficientes de infiltración.

Tabla 5.3.2.b Tabla resultados ensayo Permeabilidad al aire ventana Aluminio Indalum L20.

PRESION (Pa)	I ₁ (m ³ /hm)	I ₂ (m ³ /hm)
50	2.9	7.8
100	5.6	14.8
150	7.5	19.9

I₁: Volumen de aire en m³/h que pasa a través de la ventana por longitud de junta de apertura, expresado en m.

I₂: Volumen de aire en m³/h que pasa a través de la ventana por superficie total de la ventana, expresada en m².



5.3.3 Ventana de PVC SF2, corredera dos hojas, una fija y otra móvil.

Dimensiones: Ancho 1120 mm; Alto 1120 mm.

Capacidad de fuga según presión.

Datos experimentales.

Tabla 5.3.3.a Tabla resultados ensayo Permeabilidad al aire ventana PVC SF2.

PRESION (Pa)	INFILTRACION (m ³ /h)
50	8.0
100	13.0
150	16.3
200	19.8
250	21.9

Coeficientes de infiltración.

Tabla 5.3.3.b Tabla resultados ensayo Permeabilidad al aire ventana PVC SF2.

PRESION (Pa)	I ₁ (m ³ /hm)	I ₂ (m ³ /hm)
50	2.38	6.38
100	3.87	10.36
150	4.85	12.99
200	5.89	15.78
250	6.52	17.49

I₁: Volumen de aire en m³/h que pasa a través de la ventana por longitud de junta de apertura, expresado en m.

I₂: Volumen de aire en m³/h que pasa a través de la ventana por superficie total de la ventana, expresada en m².



5.3.4 Ventana de Aluminio, serie Superba 33, monoriel, una hoja fija otra móvil, con riel cámara de agua.

Dimensiones: Ancho 1120 mm; Alto 1120 mm.

Capacidad de fuga según presión.

Datos experimentales.

Tabla 5.3.4.a Tabla resultados ensayo Permeabilidad al aire ventana Aluminio Superba 33.

PRESION (Pa)	INFILTRACION (m ³ /h)
50	2.6
100	4.1
150	5.4
200	6.5

Coeficientes de infiltración.

Tabla 5.3.4.b Tabla resultados ensayo Permeabilidad al aire ventana Aluminio Superba 33.

PRESION (Pa)	I ₁ (m ³ /hm)	I ₂ (m ³ /hm)
50	0.77	2.07
100	1.22	3.27
150	1.61	4.30
200	1.93	5.18

I₁: Volumen de aire en m³/h que pasa a través de la ventana por longitud de junta de apertura, expresado en m.

I₂: Volumen de aire en m³/h que pasa a través de la ventana por superficie total de la ventana, expresada en m².



5.4 Tablas resumen de Ensayos.

Tabla Nº 5.4.1: Cuadro resumen Ensayos según NCh 888.

VENTANA	Material	Precio \$/m ² (1)	Clasificación		
			Resistencia al viento	Estanqueidad al agua	Permeabilidad al aire
L 290 Corredera 2 hojas, 1 fija Línea americana	PVC	34.000	12 v	15 e	7 a
Al 20 Corredera 2 hojas, 1 fija	Aluminio	44. 000	15 v	15 e	30 a
SF2 2 hojas, 1 fija Línea Europea	PVC	160.000	20 v	15 e	10 a
Superba 33 Corredera 2 hojas, 1 fija	Aluminio	220.000	20 v	15 e	7 a

Tabla Nº 5.4.2: Cuadro resumen Ensayos según Método desarrollado por el Laboratorio de Física de la Construcción de la U.B.B.

VENTANA	Material	Precio \$/m ² (1)	Clasificación		
			Resistencia al viento	Estanqueidad al agua	Permeabilidad al aire
L 290 Corredera 2 hojas, 1 fija Línea americana	PVC	34.000	14 v	25 e	7 a
Al 20 Corredera 2 hojas, 1 fija	Aluminio	44. 000	16 v	25 e	30 a
SF2 2 hojas, 1 fija Línea Europea	PVC	160.000	20 v	20 e	10 a
Superba 33 Corredera 2 hojas, 1 fija	Aluminio	220.000	20 v	25 e	7 a

(1) Precios comercio local ciudad de Concepción.



5.5 Aplicación método desarrollado por el laboratorio de Física de la Construcción de la Universidad del Bío – Bío.

En base a la metodología desarrollada por el laboratorio de Ciencias de la Construcción para establecer las clases de ventana para distintas ciudades de Chile. Se determinará si las ventanas ensayadas en este estudio son aptas para su utilización en la ciudad de Concepción.

Tabla Nº 5.5.1 Clase estructural de ventanas por zonas de presión básica de vientos y ubicación de la construcción para edificios de distintas alturas.

Zonas de presión básica de vientos	Emplazamiento Construcción							
	Terreno abierto				Ciudades			
	1-2 pisos	3-5 pisos	6-10 pisos	11-20 pisos	1-2 pisos	3-5 pisos	6-10 pisos	11-20 pisos
A	5 v	7 v	7 v	7 v	5 v	5 v	7 v	7 v
B	7 v	10 v	12 v	15 v	7 v	7 v	10 v	12 v
C	12 v	15 v	20 v	20 v	12 v	12 v	15 v	20 v
D	15 v	20 v	20 v	20 v	15 v	15 v	20 v	20 v

Tabla Nº 5.5.2 Clase de permeabilidad al agua de ventanas por zonas de intensidad pluviométrica y clase estructural de ventanas.

Zonas de intensidad Pluviométrica	Clase de ventana necesaria por viento					
	5 v	7 v	10 v	12 v	15 v	20 v
I	0	4 e	10 e	15 e	15 e	15 e
II	4 e	10 e	15 e	25 e	30 e	35 e
III	10 e	15 e	20 e	25 e	30 e	35 e

Tabla Nº 5.5.3 Clase de permeabilidad al aire de ventanas por zonas de presión media de vientos y ubicación de la construcción para edificios de distinta altura.

Zonas de presión Media de vientos	Emplazamiento Construcción							
	Terreno abierto				Ciudades			
	1-2 pisos	3-5 pisos	6-10 pisos	11-20 pisos	1-2 pisos	3-5 pisos	6-10 pisos	11-20 pisos
X	SC	SC	SC	60 a	SC	SC	SC	SC
Y	60 a	60 a	30 a	30 a	SC	SC	60 a	60 a
Z	60 a	30 a	30 a	30 a	60 a	60 a	30 a	30 a

Fuente: instituto de la construcción/Innova Chile/Guía técnica para la prevención de patologías en las viviendas sociales.



Para ventana:

L 290 PVC:

- resistencia al viento 14 v = Edif. hasta 5 pisos
- estanquidad al agua 25 e = Edif. hasta 5 pisos.
- permeabilidad al aire 7 a = Edif. hasta 20 pisos.

Por lo tanto apta para edificios hasta 5 pisos.

AL 20:

- resistencia al viento 16 v = Edif. hasta 10 pisos.
- estanquidad al agua 25 e = Edif. hasta 5 pisos.
- Permeabilidad al aire 30 a = Edif. hasta 20 pisos.

Por lo tanto apta para edificios hasta 5 pisos.

S F 2 PVC:

- Resistencia al viento 20 v = Edif. hasta 20 pisos.
- Estanquidad al agua 20 e = Edif. hasta 5 pisos.
- Permeabilidad al aire 10 a = Edif. hasta 20 pisos.

Por lo tanto apta para edificios hasta 5 pisos.

Superba 33:

- Resistencia al viento 20 v = Edif. hasta 20 pisos.
- Estanquidad al agua 25 e = Edif. hasta 5 pisos.
- Permeabilidad al aire 7 a = hasta 20 pisos.

Por lo tanto apta para edificios hasta 5 pisos.



Conclusión

La información técnica publicada, dedicada al estudio de prestaciones técnicas de ventanas es escasa en Chile. Los trabajos existentes la mayoría de ellos han sido realizados en el laboratorio de ciencias de la construcción de la Universidad del Bio-Bio y los proyectos que en este momento se están llevando a cabo en esa misma universidad. Es aquí donde se puede obtener información detallada y clara acerca del tema en cuestión, por ejemplo, la tabla de zonificación en base a presión de viento e intensidad pluviométrica. Que separa al país en zonas climáticas de acuerdo a la cantidad de agua caída y presiones de viento características de cada región.

Con respecto a la normativa vigente, se puede mencionar que es de fácil acceso, y simple de entender para una persona que se dedica al tema, deja muy en claro las clasificaciones de las ventanas, pero a pesar de ser actualizada no distingue diferencias para las distintas zonas climáticas del país. Aquí se debe mencionar el real aporte del sitio Web viviendasana.cl, que focaliza la mayoría de las normas que conciernen, para este caso, a ventanas, las explica muy bien y pone énfasis en la diferenciación por ubicaciones geográficas y condiciones climáticas.

Del ensayo de resistencia al viento según NCh. 888 que es la norma que clasifica las ventanas, se obtiene que: la ventana de aluminio (15 v) es superior a la de PVC (12 V), pero la diferencia real del ensayo es de 200 Pa.



Del ensayo de estanquidad al agua según NCh. 888, se obtiene que: ambas ventanas tienen el mismo límite (15 e).

Del ensayo de permeabilidad al aire según NCh. 888, se obtiene que: la ventana de aluminio (30 a (normal)) es inferior a la de PVC (7 a (reforzado)) y su diferencia es de 18.3 m³/h y 2.0 m³/h a los 100 Pa. de presión. De éste último ensayo se puede explicar la gran diferencia por el sistema de unión entre los perfiles: en el aluminio es de tipo mecánica, mientras que en el PVC es termo fusionado.

A modo de comentario, se puede señalar que comparando de manera global ambas ventanas del segmento económico; si bien hay un déficit de resistencia mecánica, se compensa con la mayor estanqueidad al aire y menor precio de mercado del PVC.

Para el caso de las ventanas de mayor precio de mercado, el PVC también es más barato y aquí solo es inferior en estanqueidad al aire por una diferencia de 3.27 m³/h para el aluminio y 10 m³/h para el PVC.

Todas las ventanas se pueden utilizar en la ciudad de Concepción en edificios de altura máxima 5 pisos, siendo la principal condicionante la estanquidad al agua de las 4 ventanas ensayadas, ya que si esta característica mejorara se podrían emplear en edificaciones con más altura.



Bibliografía

- [Anexo 1Pdf. Del sitio Web www.viviendasana.cl]
- [Baeza Rodríguez, Nelson; 1982] “El factor de estanquidad en las ventanas”, U. del Bío-Bío, Escuela de Arquitectura, Concepción.
- [Beckett, H.E; 1978] “Ventanas: Función, diseño e instalación”, G.Gili, Barcelona.
- [Bobadilla Moreno, Ariel; 2006] Artículo: “Selección de ventanas basada en prestaciones técnicas u objetivos”, Revista Alunmundo N° 24, mes de diciembre.
- [Ortiz Gutiérrez, Jaime; 1984] “Optimización del diseño de ventanas como unidad constructiva, ventanas de madera”, A.I.T.I.M, Madrid.
- [Romero Valenzuela, Javier; 2003] “Estanquidad del vano de la ventana a la infiltración de humedad en estado liquido, proveniente del agua lluvia”, U. del Bío-Bío, Escuela de I. en Construcción, Concepción.
- [Guzmán Lincolao, Henry; 1995] “Análisis y evaluación acústica de una ventana metálica implementada con vidrio par”, U. del Bío-Bío, Escuela de I. en Construcción, Concepción.
- [Ríos Ávila, Aldo; 1993] “Infiltración de aire en puertas y ventanas”, U. del Bío-Bío, Escuela de I. en Construcción, Concepción.
- [Pausic G. Mónica; 2005] Artículo: “Aluminio y PVC, Ventanas: Abiertas a la innovación”, Revista BIT, N° 42, mes de mayo.
- NCh. 135 Of.97, Vidrios planos de seguridad para uso en arquitectura- Clasificación y requisitos.
- NCh. 446 Of. 2000, Arquitectura y construcción – Puertas y ventanas – Terminología y clasificación.



- NCh. 447 Of. 2000, Carpintería – Modulación de puertas y ventanas.
- NCh. 523 Of. 2001, Carpintería de aluminio – Puertas y ventanas – Requisitos.
- NCh. 888 Of. 2000, Arquitectura y construcción – Ventanas - Requisitos básicos.
- NCh. 890 Of. 2000, Arquitectura y construcción – Ventanas – Ensayos de resistencia al viento.
- NCh. 891 Of. 2000, Arquitectura y construcción – Puertas y ventanas – Ensayo de estanquidad al agua.
- NCh. 892 Of. 2001, Arquitectura y construcción – Ventanas – Ensayo de estanquidad al aire.
- Documento entregado por el departamento de asistencia técnica de la Universidad del Bío-Bío, concerniente a estudio realizado para empresa fabricante de perfiles de aluminio.
- [Figuroa San Martín, Rodrigo; 2004] “Evaluación del programa de simulación CTE_CL, Certificación de comportamiento térmico de edificios en Chile”, Universidad del Bío-Bío, escuela de Ing. en Construcción, Concepción.



Glosario

Presión: Cantidad de fuerza por unidad de superficie.

Pascal: El pascal (símbolo Pa) es la unidad de presión del Sistema Internacional de Unidades. Se define como la presión que ejerce una fuerza de 1 newton sobre una superficie de 1 metro cuadrado normal a la misma.

Caudal: cantidad de fluido que pasa por una determinada sección por unidad de tiempo.

R.P.H: renovaciones de aire por hora, se mide en m^3 / h .

Precipitación: Es cualquier agua meteórica recogida sobre la superficie terrestre. Esto incluye básicamente: lluvia, nieve y granizo. (También rocío y escarcha que en algunas regiones constituyen una parte pequeña pero apreciable de la precipitación total)

Intensidad de precipitación: es igual a precipitación / tiempo.

Pluviómetro: Instrumento para medir la altura de las precipitaciones pluviales, supuestas uniformemente repartidas sobre una superficie horizontal estancada y no sujeta a evaporación o filtración. La unidad de medida es el milímetro (mm). Un milímetro de lluvia recolectado en un pluviómetro equivale a un litro por metro cuadrado.

Presión Atmosférica: Presión que ejerce la atmósfera sobre los cuerpos sumergidos en ella.

P.V.C: Los químicos le llaman Policloruro de vinilo. Fue descubierto en 1838 por Víctor Regnault. En 1912, Fritz Klatte puso a punto los principios de su fabricación industrial. Y la producción a gran escala
Rodrigo Jiménez Hernández _____



comenzó en 1938, cuando se reconocieron sus múltiples posibilidades de aplicación. El 43% de la molécula del PVC procede del petróleo y el 57% de la sal, fuente inagotable.

Aluminio: El aluminio es el elemento químico, de símbolo Al y número atómico 13. Con el 8,13 % es el elemento metálico más abundante en la corteza terrestre. Su ligereza, conductividad eléctrica, resistencia a la corrosión y bajo punto fusión le convierten en un material idóneo para multitud de aplicaciones, especialmente en aeronáutica. Sin embargo, la elevada cantidad de energía necesaria para su obtención dificulta su mayor utilización; dificultad que puede compensarse por su bajo coste de reciclado, su dilatada vida útil y la estabilidad de su precio.

Viento: Corriente de aire que se produce en la atmósfera por diversas causas naturales. El viento es causado por las diferencias de temperatura existentes al producirse un desigual calentamiento de las diversas zonas de la Tierra y de la atmósfera.

Lluvia: Fenómeno atmosférico consistente en una precipitación acuosa en forma de gotas líquidas, cuyo diámetro se halla generalmente comprendido entre 0,5 y 7 mm, y que caen a una velocidad del orden de los 3m/s.

I.N.N: Instituto Nacional de Normalización.

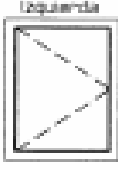

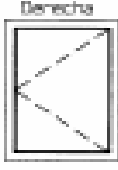

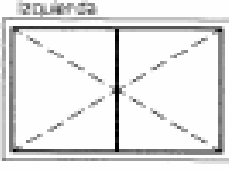

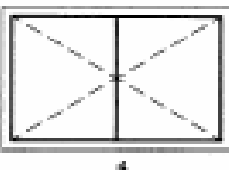

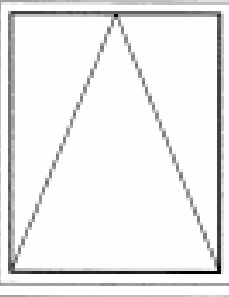
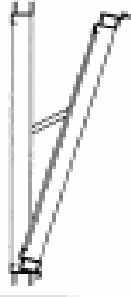
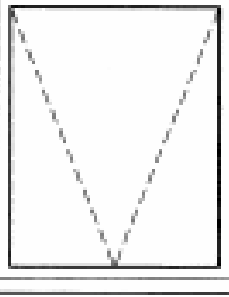



Anexo A



Variaciones				Representación
Ventana fija				
			De una hoja	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Izquierda</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Derecha</p> </div> </div>
			De dos hojas	<div style="text-align: center;"> <p>Izquierda</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Izquierda</p> </div>
Abatibles	De giro	Practicable al interior		



Variaciones				Representación	
Abatible	De giro vertical	Practicable al exterior	De una hoja	 	 
			De dos hojas	 	 
	De giro horizontal		Inferior practicable al interior		
			Superior practicable al exterior		



Variaciones		Representación
Abatibles	De giro vertical y horizontal inferior indistintamente	<p>Izquierda</p> <p>Derecha</p>
Gratorias	Gratoria horizontal	<p>Eje desplazado</p>
		<p>Eje central</p>



Variaciones			Representación	
Giratorias	Giratoria vertical	Eje central	Izquierda 	Derecha
		Eje desplazado	Izquierda 	Derecha
	De lamas			
Deslizantes	Deslizante horizontal (corredera)	Izquierda 		



Variaciones		Representación
Deslizantes	Deslizante horizontal (conredera)	<p>Das hojas móviles</p> <p>Una hoja móvil y una fija</p>
	Deslizante vertical (guillotina)	



Variaciones		Representación
Proyectantes	Proyectante vertical inferior	
	Proyectante vertical superior	
	Proyectante horizontal (izquierda o derecha)	



Variaciones				Representación
Ventana fija				
			De una hoja	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Izquierda</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Derecha</p> </div> </div>
			De dos hojas	<div style="text-align: center;"> <p>Izquierda</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Izquierda</p> </div>
Abatibles	De giro	Practicable al interior		



Anexo B



Anexo C



Anexo D