



Universidad de Chile.  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo.  
Departamento de Arquitectura.  
Escuela de Postgrado.

INCORPORACIÓN DE ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS PASIVAS EN  
PROYECTOS INMOBILIARIOS RESIDENCIALES: LA PERSIANA COMO  
PARTE DE LA ENVOLVENTE DEL EDIFICIO

Magister en Dirección y Administración  
de Proyectos Inmobiliarios

Santiago de Chile  
2020

Alumno: [Maria Dolores Barrera Alcántara](#)  
Profesor Guía: [Jeannette Roldán](#)



# Índice de Contenidos

Resumen.....	03
CAPÍTULO 1	
1. Antecedentes.....	05
1.1. Hipótesis.....	12
1.2 Objetivos.....	12
1.2.1 Objetivo General.....	12
1.2.2 Objetivos Específicos.....	13
1.3 Metodología.....	13
1.4 Resultado Esperado.....	14
1.5 Estado del Arte.....	14
1.5.1 El hueco de ventana como parte de la envolvente del edificio.....	14
1.5.2 La persiana como parte de la ventana y elemento flexible de la envolvente.....	19
1.5.3 La Eficiencia Energética y su impacto en el mercado inmobiliario de Chile.....	25
1.5.4 Conclusiones Preliminares.....	27
CAPÍTULO 2	
2. Evaluación global de la integración de la persiana en los edificios residenciales.....	27
2.1. Elección del caso de estudio.....	27
2.1.1 Zonificación climático habitacional.....	28
2.1.2 Radiación solar en Chile.....	30
2.1.3 Medio ambiente y consumo energético.....	35
2.1.4 Ahorro económico.....	38
2.1.5 Calificación energética de la vivienda en Chile.....	39
2.1.6 Mercado Inmobiliario.....	42
2.1.7 Conclusiones Parciales.....	46
CAPÍTULO 3	
3. La Persiana, elemento de control solar.....	47
3.1. Marco Normativo.....	48

3.1.1 Marco Normativo Internacional, Código Técnico de la Edificación (España).....	49
3.1.2 Marco Normativo Nacional.....	56
3.1.3 Resumen Normativa Nacional e Internacional.....	61
3.2 Evaluación del Ahorro energético.....	62
3.2.1 Aporte a la Calificación Energética de la vivienda (CEV).....	62
3.2.2 Calificación <i>WELL</i> y los edificios saludables.....	62
3.3 Tipologías de Persianas.....	64
3.3.1 Selección de persiana para caso de estudio.....	67
3.3.2 Especificaciones Técnicas.....	68
3.4. Conclusiones Parciales.....	72
CAPÍTULO 4	
4. Evaluación Económica.....	73
4.1. Análisis comparativo de costos en un proyecto inmobiliario.....	73
4.1.1 Evaluación económica sin persiana.....	78
4.1.2 Evaluación económica con persiana.....	81
4.1.3 Conclusiones Parciales.....	83
4.2. Rentabilidad y posicionamiento en el mercado con la incorporación de la persiana.....	83
4.2.1 Concepto de edificio saludable como estrategia de venta.....	84
4.2.2 Concepto ahorro económico como estrategia de venta.....	86
CAPÍTULO 5	
5. Conclusiones Finales.....	87
BIBLIOGRAFÍA.....	90

## RESUMEN

La Calificación Energética de la Vivienda (CEV), las propuestas de avance en eficiencia energética, como las iniciativas de la Cámara Chilena de la Construcción, el nuevo concepto de arquitectura saludable y la propuesta de elementos de control solar como parte de la envolvente del edificio, originaron el interés de este estudio.

El crecimiento del desarrollo inmobiliario en Chile ha venido acompañado de una mayor exigencia por parte de los clientes a la hora de adquirir su vivienda, donde además de la ubicación, orientación, superficie y tipología, se han empezado a valorar otros temas relacionados con el confort. Poder disponer de espacios saludables y capaces de adaptarse a los requerimientos de los usuarios según las diferentes horas del día, la semana o la estación del año, son factores que considerar a la hora de diseñar una vivienda, donde la envolvente de la fachada y su flexibilidad para adaptarse a estos cambios toma una posición relevante.

En Chile, durante las últimas décadas, se han empezado a crear iniciativas que contribuyen a disminuir el consumo y optimizan la disponibilidad de la energía. Es el primer país en Latinoamérica en contar con un sistema de evaluación y calificación energética de la vivienda. Esta calificación, entró en vigor en el año 2012, tuvo una modificación, que fue aprobada en febrero de 2018 y puesta en vigencia en abril de ese mismo año. Su cumplimiento, hasta el momento, es de carácter voluntario.

El 99,6 % de la población chilena tiene acceso a energía eléctrica, sin embargo, el país tiene gran dependencia de los mercados externos para la generación de esta, lo cual lo hace muy vulnerable a la volatilidad de los precios, afectando directamente a la economía nacional.

Por otro lado, Chile cuenta con un alto potencial de generación de energía hidroeléctrica, sin embargo, ha sido difícil su desarrollo dados los conflictos que se generan entre los inversionistas y las comunidades donde se han tratado de insertar estos proyectos.

Las condiciones geográficas del país son favorables para el desarrollo de proyectos basados en ERNC (Energías Renovables no Convencionales), encontrándose estas actualmente en desarrollo, donde Chile se ha convertido en uno de los 10 países a nivel mundial con mayor inversión en ERNC durante los últimos años.

El centro sur del país posee zonas con gran potencial eólico e hidroeléctrico. Asimismo, el Norte Grande tiene zonas con condiciones favorables para la generación de energía eólica y solar.

En 2010 entró en vigor el primer instrumento regulatorio de las ERNC, a través de la ley 20.257. Desde la vigencia de esta ley, no solamente se ha cumplido con las exigencias, sino que incluso se han superado ampliamente las inyecciones de las centrales ERNC, destacando que, a finales del 2013, representaban un 6.3% del total de la energía generada y a comienzos de 2017 esta cifra aumentó casi tres veces, llegando al 16.7%, (Ministerio de Energía, 2017).

Esta información es relevante a medio y largo plazo, pero mientras tanto se deben generar otros sistemas complementarios que ayuden a disminuir el consumo energético de la población, sobretodo en el ámbito residencial, motivo de estudio de este trabajo, que junto al sector Comercial y Público suponen el 22,2% del consumo final de energía en Chile, (Ministerio de Energía, 2017).

A la hora de realizar un proyecto inmobiliario en la fase de diseño, hay una serie de decisiones que pueden optimizar considerablemente la eficiencia energética del edificio en su conjunto sin que esto implique un costo adicional al proyecto, traduciéndose en confort para sus habitantes, además de un ahorro energético, lo cual también implica un ahorro económico.

Junto a esta fase inicial de diseño, los criterios para definir la orientación del edificio, sus unidades habitacionales y espacios comunes suponen un significativo ahorro energético durante la vida útil de este. Si en esta fase también se considera el diseño del hueco de ventana como parte de la envolvente del edificio y sus componentes, los resultados podrán ser aún más favorables, no solo en materia de ahorro energético sino también en otros aspectos como pueden ser la imagen exterior del edificio (fachada), confort, privacidad y seguridad para sus habitantes entre otros.

Evaluar el costo-beneficio de incorporar la persiana integrada con la ventana en los futuros proyectos inmobiliarios de edificios residenciales en altura, su aporte en calificación CEV y a la salud de sus habitantes (calificación *Well*), el aumento de confort y seguridad, entre otros, fueron los temas a desarrollar en este estudio.

Como resultado final se evaluaron los beneficios económicos y de bienestar que genera la incorporación de la persiana como parte de la envolvente. Se determinó la rentabilidad y oportunidad de negocio para los desarrolladores, pudiendo hacer llegar a través de una publicidad y estrategia de marketing de fácil comprensión a sus clientes como el concepto de "*Edificio*

*Saludable*”, todos los beneficios que este elemento aportaría en todos sus aspectos, confort, seguridad, privacidad entre otros. Se identificó el mercado objetivo, de acuerdo con los últimos datos que se conocen del mercado inmobiliario en Chile y por último se hizo un ejercicio comparativo con la evaluación económica de un proyecto residencial con y sin persiana, para de este modo concluir si es conveniente o no incorporar este elemento al mercado inmobiliario chileno.

Palabras Clave: confort, envolvente, ventana, persiana, mercado inmobiliario, edificio saludable.

## 1. ANTECEDENTES

La optimización del consumo energético, reducir la utilización de energías fósiles y su impacto ambiental para mantener el confort en las viviendas, hacen necesario evaluar la incorporación de elementos constructivos que optimicen la demanda energética, manteniendo e incluso aumentando los niveles de confort en los edificios residenciales.

El consumo final de energía en Chile para el año 2017 fue de 287.224, según el boletín de Balance Nacional de Energía (BNE) de ese mismo año, presentó un incremento del 1,3% con respecto al año anterior, el 16% del consumo fue del sector residencial, mientras que la mayor fuente de energéticos del consumo final de energía provenía de derivados del petróleo (58%), seguido por la electricidad (22%) y la biomasa – biogás (13%). El cambio más significativo fue por parte del carbón y sus derivados, disminuyendo en un 12% con respecto al año anterior.

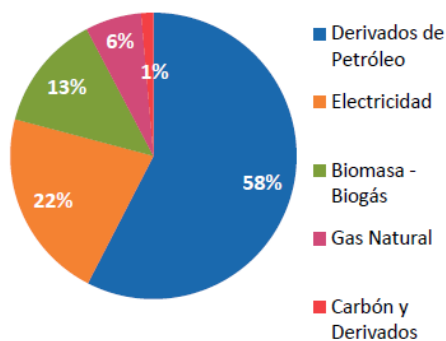


Fig.1 Consumo final de energía por sector, BNE 2017

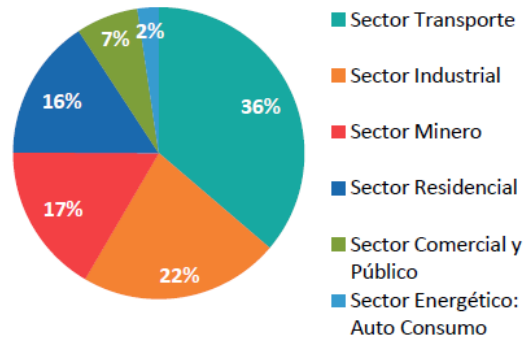


Fig.2 Consumo final de energía según energético, BNE 2017

El consumo de energía eléctrica para uso residencial según el BNE 2017 fue del 17% ocupando el tercer lugar, después de la minería (36%) y la industria (25%), sin variaciones con respecto al año 2016.

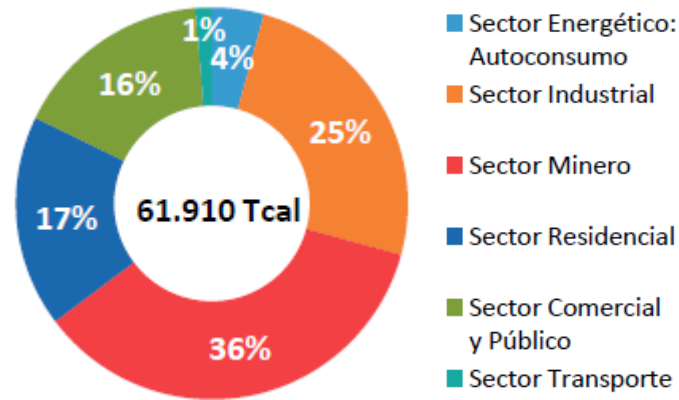


Fig.3 Consumo final de electricidad por sector, BNE 2017

Dentro del sector residencial, el consumo final según fuente de energía fue predominado por la biomasa (considerando como biomasa la leña y sus derivados), ocupando el 39%, seguido de la electricidad (24%) y el gas licuado del petróleo (22%).

Las regiones que mayor consumo de biomasa presentaron fueron: La Región del Biobío, Los Ríos, Los Lagos, La Araucanía y la Región del Maule, concentraron en su conjunto el 90% de la demanda del país, lo que conlleva a los problemas de calidad del aire y su daño en la salud de aquellas personas que viven en estas zonas. Del total de consumo de este tipo de energía, el 47% lo ocupó el sector residencial.

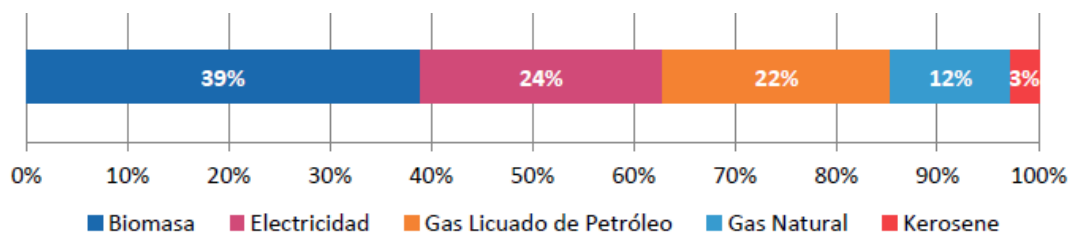


Fig.4 Distribución del consumo final de energía, Sector residencial según fuente de energía, BNE 2107.



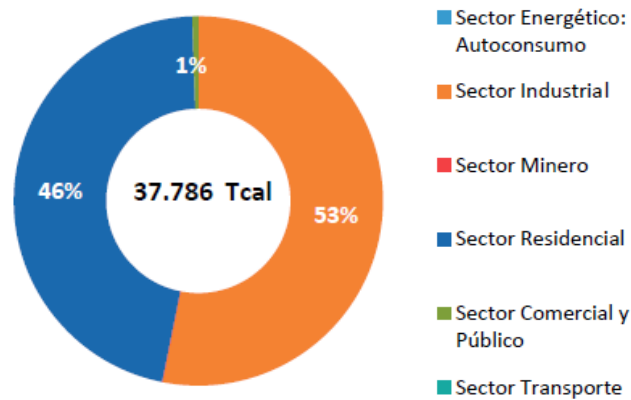


Fig.5 Consumo final de biomasa-biogás por sector, BNE 217

La creación de distintos planes de acción a través del Ministerio de Energía, la Agencia Chilena de Eficiencia Energética, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, el Ministerio de Medio Ambiente, junto con la colaboración de la Cámara Chilena de la Construcción, instituciones públicas como las universidades entre otros, han dado lugar a la creación y modificación de nuevas leyes, normativas y planes de acción para mejorar la eficiencia energética en los edificios; además de la participación de Chile en acuerdos internacionales como el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático (COP21), que terminó con la firma del Acuerdo de París en el año 2015 y estableció el marco global de lucha contra el cambio climático a partir del año 2020 cuyos objetivos principales son: disminuir las emisiones de gases en un 20%, aumentar el consumo de energías renovables en un 20% y aumentar en un 20% la eficiencia energética en los edificios.

En Chile el marco normativo con el que se cuenta para regular la disminución del consumo energético en el ámbito habitacional son la Ley General de Urbanismo, la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC) y las Normas Chilenas. La OGUC ha incorporado en sus últimas modificaciones el artículo 4.1.10 y 4.1.10bis en los que se actualizan las exigencias de acondicionamiento térmico que deberán cumplir las viviendas. En estos artículos, concretamente en el 4.1.10, también se hace referencia a la superficie máxima permitida de ventanas, como parte de la envolvente del edificio y las características de estas superficies vidriadas según el tipo de vidrio y la zona térmica en la que esté emplazado el proyecto.

En los últimos años se han tomado algunas medidas por parte del gobierno para incentivar el uso eficiente de la energía a través de subsidios para mejora de las viviendas, la Calificación Energética

de Viviendas (CEV), el programa Construye 2025, Construcción Sustentable, Ruta energética 2018-2022 o energía 2050 entre otros.

En otros países existen marcos normativos similares, como por ejemplo España, donde el Código Técnico de la Edificación, que se estudiará de manera más detallada más adelante, establece las exigencias que deben cumplir al proyectar, construir, usar, mantener y conservar los edificios, incluidas sus instalaciones con el fin de asegurar la calidad, seguridad y salud del usuario, respetando en todo momento su entorno.

#### Código técnico de la Edificación (CTE):

De modo introductorio al CTE este está dividido en dos partes, una primera parte en la que se detallan todas las exigencias en materia de seguridad y habitabilidad a la hora de construir un edificio según la Ley de Ordenación de la Edificación (LOE) y una segunda parte que se compone de diferentes documentos básicos (DB). Estos documentos son textos de carácter técnico que se encargan de trasladar al terreno práctico las exigencias detalladas en la primera parte.

La primera parte está subdividida a su vez en varias secciones referidas cada una de ellas a las distintas áreas que deben regularse. En el ámbito de la seguridad nos encontramos con la seguridad estructural, la seguridad en caso de incendios y la seguridad de utilización, mientras que en el ámbito de la habitabilidad están incluidos los requisitos relacionados con la salubridad, la protección frente al ruido y el ahorro de energía, estos dos últimos serán los más interesantes para este estudio.

La segunda parte consta de un total de once documentos que se organizan en seis bloques que se refieren a la seguridad estructural y otros cinco que se refieren a la seguridad en caso de incendios, seguridad de utilización y accesibilidad, ahorro de energía, protección frente al ruido y por último salubridad.

Para completar este código, se recogen una serie de documentos complementarios oficiales no reglamentados que ayudan a la comprensión y puesta en práctica de los DB.

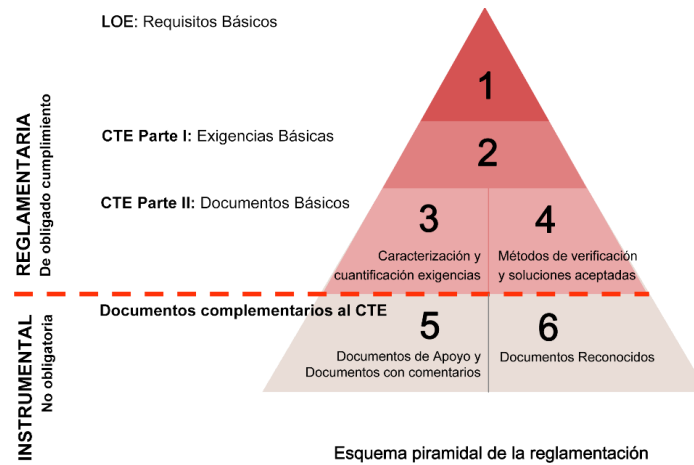


Fig.6 Esquema piramidal de la reglamentación (CTE)

### Construcción Sostenible:

Cuando se habla de Construcción o Edificio Sostenible, se entiende cómo aquel que es diseñado de una forma arquitectónica adecuada, de tal manera que consiga ser eficiente y optimizar el uso de energía, tratando de aprovechar al máximo la luz solar y la ventilación natural ( a través de la orientación según la zona geográfica y sus características medioambientales), considerando en su diseño el uso de energías renovables, utilizando materiales reciclables o respetuosos con el medio ambiente con el fin de conseguir un mejor confort y bienestar de sus habitantes.

Es por ello por lo que es importante tener claros algunos aspectos del concepto de sostenibilidad energética en los edificios como son: Confort térmico, certificación de energía, integración de energías renovables, entre otros como se muestra en la siguiente figura.

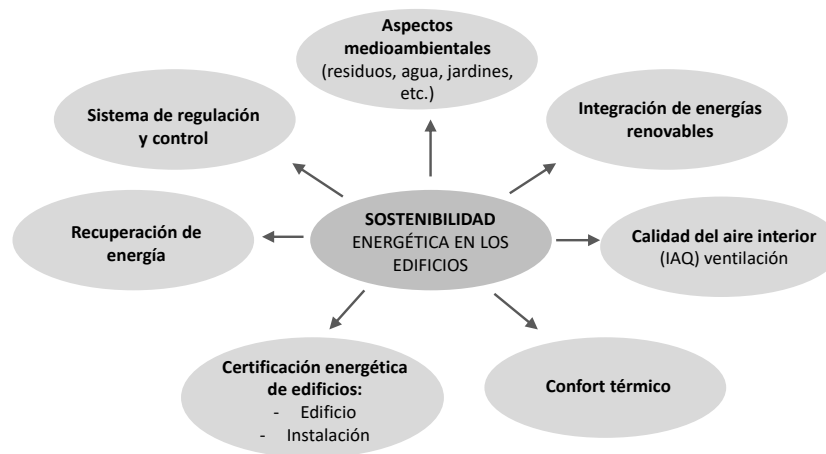


Fig.7 Aspectos del concepto de sostenibilidad energética en los edificios. (Fuente: elaboración propia a partir de la guía de diseño para la eficiencia energética de la vivienda)

Otro punto no menos importante para tener en cuenta, es la evaluación de los sistemas del edificio, donde se valoran las prestaciones energéticas de la envolvente, calculando las cargas térmicas y posteriormente simulando la demanda de energía del edificio, para posteriormente evaluar los sistemas de climatización, regulación y control de los mismos.

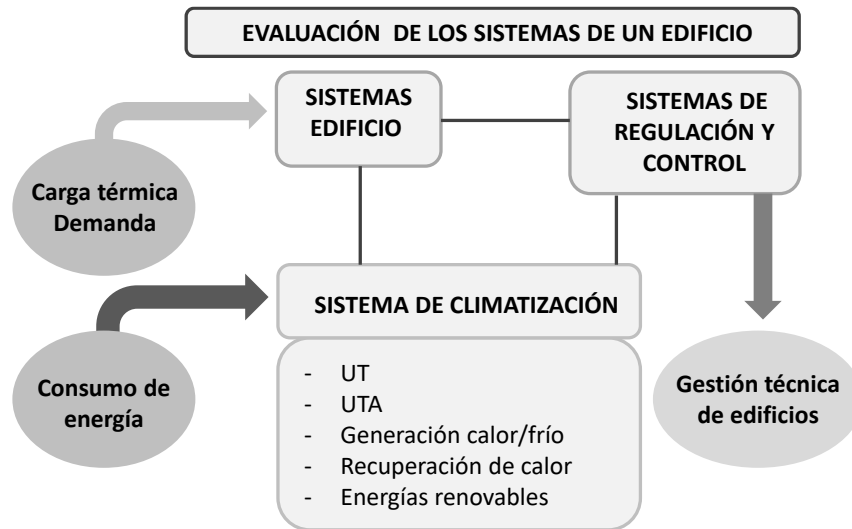


Fig.8 Evaluación de los sistemas de un edificio. (Fuente: Fuente: elaboración propia a partir de la guía de diseño para la eficiencia energética de la vivienda)

Para ello es importante recordar cuales son los valores que definen las prestaciones energéticas en la envolvente de los edificios, los cuales nos iremos encontrando a lo largo de este estudio.

1. Transmitancia térmica o coeficiente de transmisión superficial de los muros  $U$  (W/m<sup>2</sup>), es el flujo de calor que atraviesa 1 m<sup>2</sup> de superficie de pared para una diferencia de temperatura de un grado Kelvin. Cuanto menor es el coeficiente, menores son las pérdidas térmicas y más próxima es la temperatura superficial a la del ambiente, lo que mejora el confort.
2. Coeficiente de radiación energética o factor solar  $g$ , es la protección solar de los vidrios y se define por la relación entre la energía solar transmitida al edificio o habitación y la energía solar incidente sobre el acristalamiento.
3. Inercia térmica, es la capacidad de un material para acumular o ceder calor.

### La envolvente y el hueco en fachada:

En este punto es relevante destacar la importancia que tiene la envolvente del edificio para que funcione energéticamente bien, esta se convierte en la segunda piel de los usuarios, los separa del exterior y resguarda de las condiciones climáticas.

Como parte de esta envolvente y no menos importante está el hueco de ventana, el cual debe tener una atención especial ya que a través de la ventana y sus encuentros se generan altas pérdidas y ganancias de calor del edificio.

El hueco en fachada es el elemento cuyas funciones principales son la ventilación y renovación del aire interior, además de permitir la penetración de la luz solar. La ventana se ocupa como elemento constructivo que permite cerrar y regular este espacio, el término viene del latín *ventus* (viento).

A lo largo de la historia la ventana fue adquiriendo otras funciones relacionadas con los ocupantes y la calidad del ambiente interior, estando este directamente relacionado con el confort.

La calidad de ambiente interior debe satisfacer una serie de necesidades relacionadas con el confort higrométrico, acústico, lumínico, calidad del aire y el entorno electromagnético, siendo la ventana un elemento que interfiere directamente en cuatro de estos aspectos.

1. Confort higrométrico, debido a su función de aislamiento térmico.
2. Confort lumínico, la ventana permite la iluminación natural.
3. Confort acústico, debido a su función de aislamiento acústico como parte de la envolvente.
4. Calidad del aire, cumpliendo su función inicial de ventilación y renovación del aire.

Es por eso que no solamente a través de la ventana y sus componentes, como el termo panel, los vidrios con protección UV o del aislamiento térmico de los muros se puede conseguir esta eficiencia energética, también hay otros elementos más flexibles como la persiana, que pueden colaborar a mejorar el confort y bienestar en las viviendas, permitiendo regular la cantidad de luz y radiación solar según la época del año, además de poder controlar otros aspectos como las vistas, el deslumbramiento o la seguridad.

La incorporación de las persianas como elemento flexible que forma parte de la envolvente del edificio puede complementar los beneficios que aporta la ventana:

1. Confort higrométrico, permite regular la temperatura interior.
2. Confort lumínico, permite regular la cantidad de luz solar que ingresa al recinto.
3. Confort acústico, funciona como aislamiento acústico.
4. Calidad del aire, permite regular la ventilación y renovación del aire.
5. Seguridad.
6. Control de las vistas.
7. Homogeneidad en fachada.

Considerar la optimización del hueco de ventana desde las primeras fases de diseño, complementándolo con la incorporación de la persiana puede permitir mejorar tanto los aspectos energéticos como los relativos a la calidad del aire interior, confort, mayor privacidad y seguridad de los espacios a habitar entre otros.

Estos antecedentes llevaron este estudio a la búsqueda de la respuesta a las siguientes preguntas:

¿Qué beneficios cualitativos aporta la persiana integrada en la ventana? ¿Contribuye este elemento a mejorar la calificación energética en la vivienda, el confort y la salud de sus ocupantes?

### 1.1 HIPOTESIS.

La incorporación de la persiana integrada en la ventana como parte de la envolvente del edificio residenciales contribuirá a optimizar la eficiencia energética y, por consiguiente, a mejorar la calificación energética de la vivienda (CEV). Además de favorecer el confort y el bienestar de sus ocupantes al generar otros beneficios como la seguridad, la imagen exterior, regular las vistas y controlar la radiación solar, lo que contribuirá a la revalorización de la vivienda entre otras.

### 1.2 OBJETIVOS

#### 1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar cuantitativa y cualitativamente la incorporación de estrategias bioclimáticas pasivas en los proyectos inmobiliarios de edificios residenciales en altura, concretamente, la persiana integrada en la ventana como elemento flexible que forma parte de la envolvente del edificio.

### 1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analizar la evolución de la eficiencia energética y el uso de energías renovables no convencionales en el mercado inmobiliario, junto con la incorporación de los criterios de control solar como elementos que forman parte de la envolvente del edificio y contribuyen a disminuir el consumo de energía.
2. Identificar y medir el desempeño energético de la incorporación de la persiana integrada en la ventana como elemento de control solar y los beneficios asociados en la habitabilidad de los edificios residenciales.
3. Evaluar económicamente la incorporación del producto en los nuevos proyectos habitacionales en altura y su impacto en los costos asociados (importación, mano de obra, marketing, etc.).

### 1.3 METODOLOGÍA

Se utilizó una metodología basada en analizar cuantitativa y cualitativamente la persiana integrada en la ventana y así proponer su incorporación en el mercado inmobiliario.

El estudio consta de distintas fases:

1. Una fase teórica y de investigación de la persiana, su evolución, mejora e innovación en el tiempo, estudio de la normativa existente que regula el hueco en fachada y la eficiencia energética en la vivienda a nivel nacional e internacional.
2. Una fase de estudio de mercado, evaluación del sector socioeconómico al que puede ir dirigido este producto y las zonas climáticas en las que su incorporación sería factible.
3. Una fase de análisis teórico y comparativo del comportamiento que este elemento genera, tanto a nivel de ahorro energético como de confort (higrométrico, lumínico, acústico, calidad del aire, seguridad, estético, etc.)
4. Una fase de evaluación cuantitativa en la que evaluarán los beneficios energéticos y económicos de la incorporación de este elemento en los proyectos inmobiliarios chilenos.
5. Una fase de investigación en la que se determine cuál es el tipo de persiana más adecuado para incorporar al mercado chileno según el estudio de la fase anterior y las características de diseño del mercado inmobiliario actual.
6. Evaluar la factibilidad técnica de la incorporación del producto en el proceso de construcción.

7. Una fase comparativa y de evaluación económica, en la que se considera el incremento de la inversión que la incorporación de este elemento genera en el proyecto y rentabilidad con respecto al mismo proyecto sin persiana.
8. Una fase de propuesta de *marketing*, a través del concepto de edificio saludable, para llegar al consumidor y que la incorporación de este producto esté presente en la elección de su vivienda.
9. Una fase de conclusiones tras el estudio realizado.

#### 1.4 RESULTADO ESPERADO

Con esta investigación se espera incorporar al mercado inmobiliario chileno nuevos productos que aporten beneficios de ahorro de energía, confort, bienestar y seguridad a los hogares, donde el incremento en el costo de inversión es mínimo versus a la rentabilidad y beneficios que genera al medio ambiente y al consumidor, tanto a medio como largo plazo. En definitiva, la incorporación de estos elementos contribuirá a la calificación CEV, lo cual dará un aporte de valor y confort a las viviendas, además de contribuir al medio ambiente a través de la optimización del consumo de energía.

#### 1.5 ESTADO DEL ARTE

##### 1.5.1 EL HUECO DE VENTANA COMO PARTE DE LA ENVOLVENTE DEL EDIFICIO.

##### La Ventana

La ventana es el elemento constructivo que permite cerrar el hueco en fachada, cuyas funciones principales son la de ventilación e iluminación del espacio interior. Este elemento ha ido evolucionando en el tiempo convirtiéndose en uno de los elementos básicos en la arquitectura, permitiendo organizar formalmente el muro, e incluso sustituyéndolo por completo.

Las ventanas existen desde hace miles de años, las primeras eran simples huecos o agujeros en las paredes de las casas, eran de dimensiones reducidas y si existía la necesidad de oscuridad las tapaban con maderas o paja.





Fig.9 Imagen construcción en adobe. (Fuente: internet)

El descubrimiento del vidrio permitió cerrar estos espacios, para iluminar el interior. Aunque el vidrio se creó en la época de los fenicios, las vidrieras no se usaron hasta un siglo después, siendo los romanos los primeros en usar el vidrio en las ventanas, permitiendo de este modo iluminar espacios cerrados.



Fig.10 Casa romana con ventanas de lapis specularis, material usado en esta época a modo de cristal. (Fuente: internet)

En el siglo XVII se creó el bastidor de madera para sujetar el vidrio y se fue cada vez mejorando, consiguiendo menores espesores y mayor eficiencia. Es en el siglo XIX con la emigración de las personas a las ciudades, que se crean edificios más económicos donde la fachada principal toma una gran importancia y con ella la ventana como elemento que prima el confort y la higiene.



Fig.11 Vidrieras de Sainte Chapelle, París. (Fuente: Internet)

Desde ese siglo la ventana siguió evolucionando junto con el vidrio, y es en la segunda mitad del siglo XX, que la invención del sistema de flotado permitió conseguir vidrios de grandes dimensiones.



Fig.12. Seagram, New York, 1961. (Mies Van der Rohe y Philips Jhonson). Fuente: internet

### El briso -leil o la doble fachada de Le Corbusier (1887,1967)

La arquitectura del movimiento moderno y la incorporación de grandes paños de vidrios en fachada (muro cortina o neutralizante) como elemento que optimizaba la iluminación y ventilación en los edificios a su vez generó otros estudios relacionados con el sobrecalentamiento en edificios. En el caso de Le Corbusier, el sobrecalentamiento generado en el edificio al utilizar este sistema de muro cortina en la *Cité de Refuge* (París, 1929), generó en el arquitecto la inquietud por desarrollar un sistema de control solar en los edificios que fuera capaz de responder a las necesidades humanas y mejorar el confort en los edificios según la orientación y ubicación geográfica de estos.

Su estudio se basaba principalmente en el control de tres elementos: la radiación solar, la ventilación y la humedad.

Fue de este modo que centró sus estudios en la radiación solar concibiendo dispositivos que rompieran la luz (*brise*) y a la vez la aprovecharan de manera efectiva en la arquitectura. Tras experimentar en varios proyectos, llegó a la optimización de su sistema denominado *brise-soleil* en la *Unité d'habitation* de Marsella (1945), convirtiéndose en parte de la envolvente y elemento de transición con el interior del edificio capaz de actuar como colchón lumínico, térmico y funcional. El *brise-soleil* llegó a convertirse en un elemento esencial en la arquitectura del arquitecto.

El *brise-soleil* jugó dos funciones muy importantes en la arquitectura de Le Corbusier, por un lado como elemento de adaptación al clima y por otro como elemento de composición de fachada.



Fig.13. *Unité d'habitation* de Marsella de *Le Corbusier*, 1945. (Fuente: Internet)

### Componentes de la Ventana

Con el tiempo y para cumplir todas sus funciones el hueco va haciéndose más complejo, la ventana, como se ha mencionado anteriormente es el mecanismo de cierre, que se compone de un marco o bastidor sujeto al hueco, al que a su vez se fijan las hojas que según el diseño se pueden maniobrar de distinto modo. Estos componentes permiten incorporar otros elementos de control solar, lumínico y ventilación, configurando un sistema más complejo y funcional.

En cuanto a los elementos de control solar y lumínico es importante saber qué es lo que se desea lograr, si controlar la radiación solar, el exceso de luz o ambos y si se requiere que esto sea permanente o intermitente. Los elementos de control solar externos son más eficaces que los internos a la hora de bloquear el calor solar. La persiana es uno de los elementos externos de control solar.

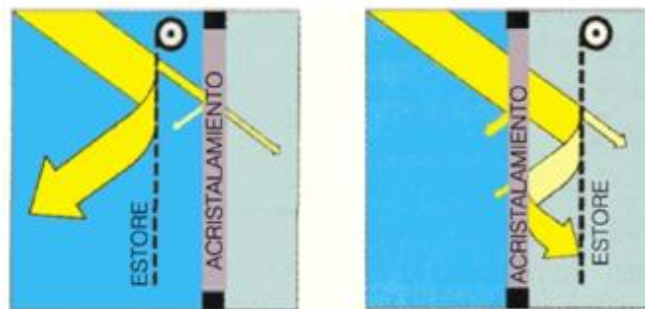


Fig.14 Comportamiento frente a la radiación solar. (Fuente: Manual del vidrio. Saint-Gobain)

#### 1.5.2 LA PERSIANA COMO PARTE DE LA VENTANA Y ELEMENTO FLEXIBLE DE LA ENVOLVENTE.

La persiana es originaria de Persia, viene del latín “Persa, -ae”, que significa “de Persia”. Este nombre se debe a las primeras importaciones de este producto a Europa provenientes de Persia, a través de Venecia, he aquí el origen de las persianas venecianas.

Es probable que su origen se remonte a las tribus nómadas, donde cubrían los espacios abiertos de las cabañas con hojas que mojaban para mantener frescas las viviendas y a la vez resguardarse del sol.

También se sabe que las persianas fueron utilizadas en el Antiguo Egipto para impedir el paso de la luz a la vez que permitían el paso del aire fresco al interior de las viviendas, consiguiendo de este modo climatizar sus hogares. Estas se hacían con cañas y se colgaban en los marcos de las ventanas, consiguiendo además de aislar evitar las vistas hacia el interior. En otros países como

China estas se hacían de bambú. Era un sistema idóneo para regular la entrada de luz y aire en los recintos.

Antes de su llegada a Europa, se ocupaban las contraventanas. En la Edad Media, el progreso de la fabricación de textiles permitió ocupar otros elementos alternativos a la caña, utilizada en la persiana persa, dado que no era el material más idóneo para la climatología europea. Los inviernos europeos necesitaban materiales que resguardaran mejor del frío, donde las persianas podrían contribuir a un mejor control solar. Aunque hoy en día es difícil ver persianas en Inglaterra o en el norte de Europa, desde Venecia se produjo la comercialización del producto hacia el resto de Europa.

La primera persiana moderna se patentó el año 1769 y empezó a fabricarse en Londres. Fue Edward Bevan, quien perfeccionó el sistema de la persiana veneciana, incorporando un cordón sin fin y una polea para mover las láminas de madera encajadas en un marco. En 1880 se utilizaron por primera vez en Nueva York, eran persianas fabricadas con láminas de cristal.

La persiana veneciana se convirtió en un símbolo de la alta sociedad ligado al poder, por lo que se podían encontrar en muchos edificios públicos y gubernamentales. A partir del siglo XX este elemento empezó a popularizarse, llegándose a ocupar en edificios como el *Radio City de Rockefeller Center* o el *Empire State* de Nueva York, cuya empresa encargada de este gran pedido fue *Burlington Venetian Blind Co.*, en este caso las persianas se hicieron de madera.



Fig.15 Rockefeller Center, 1939. (Fuente: Internet)



Fig. 16 Empire State Building, 1931. (Fuente: Internet)

Con el paso del tiempo las persianas más tradicionales como las de madera o aluminio y también las más recientes, metálicas o de fibra, siguen ocupándose en muchos países en los cuales las condiciones climáticas lo permiten, dada su resistencia, funcionalidad y carácter decorativo.

Hoy en día se puede optar por una multitud de modelos de persianas, convirtiéndose estas en una forma de cubrir una ventana, creando un estilo de hogar, consiguiendo aislar acústica y térmicamente las viviendas del exterior, además de permitir una mayor privacidad y seguridad a sus ocupantes.

La diferencia entre los tipos de persianas que se puede encontrar en el mercado existente radica en el diseño y en los materiales utilizados. Hoy en día la tecnología, la automatización y la domótica también han permitido tener la posibilidad de programar la apertura o cierre de una persiana para así aprovechar la luz solar en las horas más frías del invierno, o para evitar la entrada de los rayos de sol en las horas más calurosas, consiguiendo así un ahorro considerable en calefacción y aire acondicionado, y todo esto cómodamente o hasta sin estar en casa, a través de los celulares.

Se podría definir que el país por excelencia en el que este producto está ciento por ciento instaurado y en el que prácticamente no se concibe tener una vivienda sin que cuente con este elemento es España, siguiéndole otros países europeos como Francia, Portugal, Italia o Bélgica, países con clima similares, donde se ocupa este elemento, pero en menor medida.

La argumentación más utilizada para justificar la ausencia de persianas en los países del norte de Europa es debido a las escasas horas de luz solar. Sin embargo, una de las ventajas de la persiana es su movilidad, estas se pueden subir o bajar fácilmente según se desee, además dadas las condiciones climáticas tan extremas que se dan en el invierno podría ser motivo suficiente para empezar a utilizarlas, pues ayudarían a aislar térmicamente las viviendas y conservar el calor generado por la calefacción. Una persiana bajada cuando las temperaturas descienden aumentará la calidez del hogar sin necesidad de abusar del termostato.

Por el contrario, al otro lado del Globo Terráqueo, donde el promedio de horas de sol son 12 horas diarias, se encuentran países como Honduras, Colombia, Brasil, Guatemala, México, Costa Rica, República Dominicana, Nicaragua o Salvador que tampoco usan este legendario invento, en su lugar usan la contraventana, corredores, pérgolas, voladizos, etc.

Además, el uso de las persianas no solamente tiene un motivo climático si no también cultural, por ejemplo, en España está heredado de la cultura árabe, muy enraizada en el país, de vivir hacia el interior de la casa, como los patios, y mirar a través de las celosías hacia la calle, y también la religión católica, preocupada por mantener su privacidad, donde las persianas ayudan a desconectar la casa del exterior.

En particular, la costumbre andalusí del siglo VIII contrasta con la idea calvinista de los países protestantes del centro de Europa de mostrar sus hogares al exterior y demostrar que no hay nada que esconder.

En España, el sector de la industria de la persiana está copado, en su mayoría, por empresas familiares, muchas de ellas en la zona de Levante, hay algunas que empezaron a exportar sus productos en los últimos años, como alternativa al mercado local, el cual se vio altamente afectado por la crisis del año 2008. Recientemente, más del 40% del total de su producción fue exportada.

Es relevante observar que, en países como Brasil o México, donde la radiación solar es muy intensa no existe, o se ha olvidado, como en el caso de Brasil, el concepto de protección solar a través de la envolvente del edificio. Estos dos países se han convertido en el principal objetivo de las empresas españolas, consiguiendo que aproximadamente el 30% de las viviendas y edificaciones residenciales de nueva construcción las implementen como elemento fundamental del proyecto.

Es por ello por lo que este estudio se basa en los beneficios que la persiana puede aportar sobre todo desde el concepto de protección solar y mejora de la eficiencia energética en países donde no se utilizan, concentrándose principalmente en cómo implementarlo en los nuevos proyectos habitacionales en Chile.

Una de las claves para conseguir comercializar las persianas en otros países, es la adaptación del modelo al mercado local. Por ejemplo, en el caso del Caribe se debe conseguir mayores características técnicas que permitan una mayor resistencia al viento, tal de poder soportar dentro de lo posible eventos climáticos como los huracanes.

La adaptabilidad del producto hace que para cada zona geográfica se encuentren soluciones óptimas según el ángulo de incidencia del sol, el nivel de radiación, la severidad del clima, las necesidades de seguridad, la cultura del país, etc.



Otros conceptos que ayudan a comercializar las persianas en las zonas donde no se tiene esta cultura, son el aislamiento, el confort, la privacidad, la seguridad, el control solar, el ahorro de energía o el concepto de edificios sostenibles, apoyándose principalmente en la protección medio ambiental.

Para ello es muy importante conocer perfectamente el mercado objetivo, cuáles son sus demandas, en qué países existe la necesidad de introducir este producto y cubrirlas de forma directa.

Existe una gran variedad de persianas, siendo el elemento estrella de los productos que más se exportan, las de lamas de aluminio o PVC. También en los últimos años ha aumentado la demanda de la persiana de seguridad, este aspecto es muy importante en países donde se genera alto nivel de inseguridad social.

En los países europeos de mayor cercanía cultural a España, como Portugal, Francia e Italia, el producto habitual es la persiana enrollable. También se puede encontrar esta modalidad en países de Centroeuropa como Alemania, República Checa u Holanda, aunque son más comunes las denominadas venecianas de exterior, ya que permiten regular mejor el sol que la clásica enrollable.

En el resto del mundo son habituales los sistemas de protección solar al interior de la vivienda, como los *store* enrollables, la veneciana interior, los toldos exteriores o celosías, típicos en Latinoamérica, Golfo Pérsico y Australia entre otros.

La persiana ha ido evolucionando en el tiempo de tal manera que se ha convertido en un producto realmente completo, la gran variedad actual lo convierte en un elemento accesible con una gran gama de precios, se han ido desarrollando una gran cantidad de soluciones de acuerdo con las necesidades del mercado y el fin de satisfacer todas las prestaciones.

Por otro lado, el fenómeno del cambio climático va a condicionar bastante los proyectos arquitectónicos, en cuanto a orientación y diseño, pero también los elementos aislantes y de control solar, en los que la persiana, gracias a su flexibilidad y capacidad de dar a los usuarios el control sobre su propio confort, es factor clave.

A continuación, se enumeran los principales beneficios y ventajas que puede aportar este elemento:

1. Control de la iluminación, el deslumbramiento y vistas. La persiana, es un excelente sistema de gestión de luz solar, permite moderar la radiación solar que entra en verano e invierno, el oscurecimiento total cuando está cerrada y la vista despejada cuando está completamente levantada. Una buena gestión de la luz puede contribuir a un mayor ahorro energético.
2. Aislamiento térmico. Cuando la persiana se cierra, disminuye la transmitancia térmica de la ventana entre un 8% y un 55% aproximadamente, en función del tipo de acristalamiento y el modelo de persiana.
3. Ahorro económico por ahorro energético. Un uso adecuado de la persiana permite conseguir alto ahorro energético y por tanto económico. Dejando pasar más radiación solar en invierno, para crear un ambiente más cálido y bajando la persiana en las horas más fuertes de luz en verano, creando zonas de sombra que refrescan la estancia. De esta manera reducimos la necesidad de uso de aparatos de calefacción o refrigeración.
4. Confort y control del usuario. Al variar la posición de cada persiana directamente en una estancia, las personas pueden adaptar su entorno lumínico y térmico fácilmente y al momento además de modular los flujos de aire cuando la ventana está abierta evitando ráfagas molestas y facilitando usar la ventilación natural para nuestro bienestar.
5. Reduce el ruido. La persiana permite aislar del ruido en las estancias sobre todo en núcleos urbanos grandes y con mucho tráfico, obras, etc., frenando la contaminación acústica y mejorando la calidad de vida de las personas.
6. Evita la suciedad.
7. Permite intimidad y privacidad.
8. Aumenta la seguridad de las estancias. Hay persianas de extrusión pensadas para zonas que requieran un plus en protección. Incluso existen ya persianas blindadas y antibalas.
9. Protege de las inclemencias meteorológicas: viento, lluvia, granizo, etc.
10. Protege de los insectos y pequeños animales.
11. Ayuda a regular la renovación de aire.
12. Previene el daño de los tejidos del interior de la vivienda provocados por una intensa exposición solar.
13. Fácil mantenimiento y alta durabilidad.

Hay estudios y propuestas comerciales de las distintas empresas que distribuyen este producto que demuestra los beneficios mencionados anteriormente, cabe destacar una publicación realizada por el Grupo de Investigación en Acústica Arquitectónica de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid de los efectos acústicos y térmicos de la persiana integrada con la ventana.

Dicho estudio evalúa los efectos que produce en el aislamiento acústico y en la transmitancia térmica de ventanas que utilizan vidrio aislante o termo panel y carpinterías de PVC en la que se incorpora la instalación de la persiana integrada con la caja de persiana como parte del *pack* y como según la posición de la persiana, extendida, plegada o semi plegada, el tipo de vidrios (aislamiento y emisividad ) y la distancia entre ellos ( las cámaras más comunes son de 6mm a 16mm) consigue diferentes resultados que mejoran el aislamiento acústico y disminuye la transmitancia térmica, aunque no están relacionados entre sí, tampoco son incompatibles.

En definitiva, la existencia del cajón de persiana integrada con la ventana es la causa de la disminución del índice de reducción acústica en de 1-2 dB respecto a su ausencia, cuando la persiana está replegada, este índice disminuye, no influyendo en este caso la emisividad del vidrio ocupado, pero sí la distancia de la cámara de aire.

En el caso de la transmitancia térmica, cuando la persiana está extendida esta disminuye de forma importante respecto a cuándo está replegada, independientemente de cual sea el vidrio utilizado, de normal o baja emisividad, debido a la cámara de aire protegida que aporta.

La ventana es un elemento constructivo que sirve de una forma funcional y estética para cerrar el hueco de fachada, que permite abrir o cerrar este hueco consiguiendo aislar el interior del edificio de las inclemencias externas y el ruido. La persiana puede complementar y mejorar estas características contribuyendo de este modo a un mayor confort y eficiencia energética del edificio.

### 1.5.3 LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y SU IMPACTO EN EL MERCADO INMOBILIARIO

Invertir en el mercado inmobiliario en eficiencia energética aporta dos grandes beneficios: reduce la producción de gases con efecto invernadero y genera ahorros significativos al disminuir el consumo de energía, en definitiva, va en directo beneficio de los ocupantes y el planeta.

La tendencia a nivel global para incentivar la inversión en eficiencia energética parte principalmente de las instituciones oficiales y también de los inversores privados. El fin fundamental para la implementación de la eficiencia energética en el mercado inmobiliario es la

revalorización de los bienes inmuebles, cuando éstos están bien evaluados y con su correspondiente certificado de eficiencia energética, esto ayuda a la venta y a tener precios más competitivos, por lo que el mejorar la eficiencia energética en las viviendas pasa a tener también un gran sentido financiero, como ya ha sucedido en otros países donde obtener el certificado de eficiencia energética es obligatorio y fundamental para valorizar un inmueble de cara al mercado inmobiliario, de nada sirve mejorar las condiciones de la vivienda si no se cuenta con esta certificación.

Según las últimas cifras de la ONU publicadas en octubre de 2018 alerta que, de seguir así, las consecuencias pueden ser devastadoras, proponiendo limitar el aumento de la temperatura en 1,5 grados y no 2 como se indicó en el acuerdo de París y para ello los países deberán tomar medidas importantes. Según este informe Chile se encuentra en el ranking de los 10 países más afectados por el cambio climático por lo que la calificación energética en vivienda (CEV) pase a ser obligatoria es cuestión de tiempo.

Son muchas las organizaciones e iniciativas a nivel internacional que han logrado poner en el centro del debate público la importancia de la eficiencia energética, y concienciar a la sociedad, llevando al aumento del costo de la energía, a una regulación de la normativa más estricta e incluso a la penalización por el consumo excesivo de esta. La conservación de la energía, la iluminación eficiente y la construcción inteligente son los pasos a seguir para crear una conciencia ecológica en el futuro mercado inmobiliario chileno.

En cuanto a construcciones existentes la obligatoriedad de la certificación de calificación energética en la vivienda (CEV) instaría a mejorar estas condiciones para revalorizar los inmuebles, partiendo por aumentar el aislamiento, cambiar las ventanas, incorporar elementos de control solar y ventilación como pueden ser las persianas e incluso añadir una forma de energía renovable.

Estas implementaciones si bien no duplicarían el valor de la vivienda lo mejorarían considerablemente, siempre teniendo en cuenta otros factores como lo son, el año de la vivienda, la ubicación, etc., no solamente en la compra y venta de viviendas, sino también en el alquiler, cuyo % en los últimos años ha ido en aumento.

#### 1.5.4 CONCLUSIONES PRELIMINARES.

Con estos antecedentes cualitativos se puede pensar en evaluar cuantitativamente la posibilidad de incorporar la persiana integrada en la ventana en el mercado inmobiliario chileno, calcular cuáles son sus costos, como será su implementación, que tipo de persiana es la más adecuada según las características climáticas, culturales y espaciales del mercado objetivo, si este producto puede ser bien acogido en el país y así poder incorporarse en los nuevos edificios de viviendas de tal manera que se convierta en un elemento indispensable y que agregue valor a la propiedad como en su momento lo hizo el termo panel, el piso flotante o la calefacción, entre otros.

## 2. EVALUACIÓN GLOBAL DE LA INTEGRACIÓN DE LA PERSIANA.

### 2.1. ELECCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO.

La elección del caso de estudio se basó a partir del análisis de las condiciones climáticas y medioambientales del país, las soluciones constructivas para el mejoramiento térmico incluidas en el Listado Oficial de Soluciones de Acondicionamiento Térmico del MINVU, el programa CEV, el artículo 4.1.10 y 4.1.10 bis y sus modificaciones en la OGUC.

Para ello se propuso un análisis desde lo general hasta lo específico relacionado con el tema de trabajo, desde la identificación de la zona de estudio más interesante a tratar según condiciones climática, ambientales, oferta y demanda inmobiliaria, materialidad y tipología de las edificaciones hasta el punto de vista de los desarrolladores y consumidores a la hora de incorporar la persiana en los proyectos inmobiliarios habitacionales.

Los puntos a tener en cuenta fueron:

1. Desde el punto de vista climático, analizar e identificar las zonas térmicas con mayor consumo energético y mayores niveles de radiación UV.
2. Desde el punto de vista energético, identificar los principales energéticos usados y su repercusión en el medio ambiente y por consiguiente sus habitantes.
3. Por último, analizar la oferta y demanda desde el punto de vista constructivo, tipológico y socio económico predominante en el mercado inmobiliario.

Estos tres puntos permitieron acotar la zona de estudio, identificar los ahorros por tipo de energético que la implementación de la persiana genera, su efectividad e identificar la oferta

inmobiliaria para la que la incorporación de este elemento sería interesante tanto desde el punto de vista del inmobiliario como del consumidor.

### 2.1.1 ZONIFICACIÓN CLIMATICO-HABITACIONAL

Cuando se habla de que un edificio sea más eficiente desde el punto de vista energético, el fundamento principal es que este sea capaz de mantener sus características de confort con un menor consumo de energía, esto significa lograr que el edificio tenga un alto rendimiento energético.

Cada proyecto se diseña de acuerdo con las condiciones climáticas de la zona en la que se ubica, siendo el diseño arquitectónico y la implementación de una envolvente térmica efectiva los factores claves para conseguir esta eficiencia (sistemas pasivos). De igual modo, todos los sistemas activos, como son ventilación, climatización, luminarias, etc. también deben ser de alto rendimiento y cumplir con los estándares internacionales.

A la hora de desarrollar un proyecto, identificar las condiciones climáticas y térmicas del lugar es uno de los primeros condicionantes que repercutirán directamente en el diseño y la eficiencia del edificio.

En Chile existen diversas sectorizaciones vinculadas con el clima y la vivienda. La primera, la más general y conocida la constituye la clasificación climática del país según Köeppen. Estos climas principalmente son:

- Norte: climas secos subtropicales (áridos y semiáridos),
- Territorio central: climas templados (cálidos con lluvias en invierno y templados lluviosos)
- Sobre la Cordillera de los Andes: se presenta el clima polar, también correspondiente al Territorio Chileno Antártico.

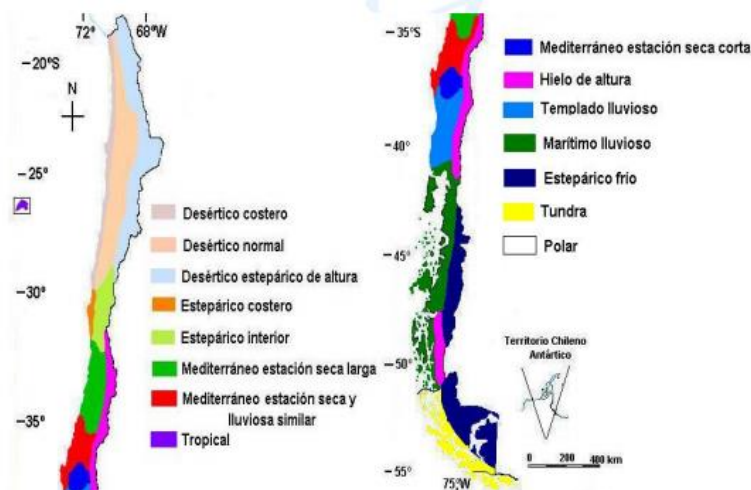


Fig.17 Zonificación climática en Chile. (Fuente: Meteorología descriptiva, Juan Inzunza, Universidad de Concepción)

En segundo lugar, está la clasificación que establece la normativa Climático Habitacional NCH-1079 Of. 2008 (Instituto Nacional de Normalización de Chile INN), que hace una zonificación completa del territorio chileno exclusivamente por las condiciones climáticas que inciden en la calidad habitable de las viviendas, clasificando todo el territorio en nueve zonas climático-habitacionales:

- NL: Norte Litoral
- ND: Norte Desértica
- NVT: Norte Valle Transversal
- CL: Central Litoral
- CI: Central Interior
- SL: Sur Litoral
- SE: Sur Extremo
- An: Andina

Esta clasificación excluye Isla Sala y Gómez, San Félix, San Ambrosio e Isla de Pascua. Los factores climáticos considerados para hacer esta clasificación son: temperatura, humedad relativa, precipitaciones (lluvia y nieve), vientos predominantes, heladas, altura sobre el nivel del mar, insolación, asoleamiento, nubosidad y salinidad atmosférica y del suelo.

En tercer lugar, está la normalización térmica incluida en el Art. 4.1.10 de la OGUC, la cual se basa en las exigencias de aislación térmica en viviendas en concordancia con una zonificación basada exclusivamente en la temperatura necesaria de calefacción para lograr un confort habitable en el interior de las viviendas según las diferentes áreas del territorio nacional. Esta clasificación determina siete zonas:

- Zona 1:  $\leq 500$  grados-día.
- Zona 2:  $> 500 \leq 750$  grados-día
- Zona 3:  $> 750 \leq 1000$  grados-día
- Zona 4:  $> 1000 \leq 1250$  grados-día
- Zona 5:  $> 1250 \leq 1500$  grados-día

- Zona 6:  $> 1500 \leq 2000$  grados-día
- Zona 7:  $> 2000$  grados-día

En un cuarto lugar existe una clasificación agroclimática derivada de la investigación FONDECYT 89/901, centrada en las regiones de Valparaíso y Metropolitana, donde se distinguen 31 distritos considerando las siguientes variables agroclimáticas: Temperaturas, Radiación Solar, Evapotranspiración, Humedad Relativa, Horas de frío anuales, Heladas, Días cálidos, Precipitaciones (lluvia).

Por último y en quinto lugar existe una clasificación habitacional derivada de la investigación FONDECYT 0617-88, destinada a caracterizar una tipología regionalizada de vivienda. Este estudio propone siete zonas y catorce subzonas, estas son:

- Zonas: Desértica, Semi Árida Cálida, Templada, Templada Húmeda Lluviosa, Templada Húmeda Lluviosa Oceánica, Fría Húmeda Lluviosa Oceánica y Semi Árida Fría.
- Sub Zonas: Litoral, Cordillera de la Costa, Depresión Intermedia o Valle Central, Cordillera Andina, Altiplano, Cordones Transversales, Lagos Precordilleranos, Litoral Cordillerano Insular, Litoral Interior Continental, Litoral Cordillerano, Cordillera Andina Occidental, Cordillera Andina Oriental, Ventisqueros y Pampa Magallánica.

Esta sectorización busca definir los conceptos estructurantes de vivienda para cada zona, proponiendo una tipología de vivienda para cada zona y subzona.

De estas clasificaciones las que más ayudaron a complementar el estudio son la NCH-1079 Of.2008 y la zonificación térmica incluida en el artículo 4.1.10 de la OGUC, igualmente fue bastante interesante la clasificación por tipología regional de vivienda, producto de la Investigación FONDECYT 0617-88.

En definitiva, Chile posee una gran variedad climática, tanto de norte a sur como de este a oeste, donde su principal necesidad es poder dotar a las edificaciones de un buen aislamiento térmico, tanto para calefaccionar como para refrigerar y en segundo lugar, pero no menos importante, una buena protección solar en los elementos que forman parte de la envolvente del edificio como son las ventanas, dados los altos índices de radiación solar con los que cuenta el país.

### 2.1.2. RADIACIÓN SOLAR EN CHILE

Chile posee la mayor radiación solar del planeta, con una radiación solar estimada entre 7 y 7,5 kWh/m<sup>2</sup>, el Norte Grande de Chile es la zona del mundo que recibe mayor cantidad de radiación



solar, según estudio realizado por científicos de la Universidad de Chile por encargo del Ministerio de Energía.

En consecuencia el país está expuesto constantemente a altos índices de radiación ultravioleta, los mayores índices se concentran en la zona norte del país, principalmente entre Arica y Parinacota y Coquimbo, donde los rayos UV alcanza el nivel extremo (nivel 11), entre Valparaíso y Los Lagos la radiación alcanza valores entre 8 y 10 (peligrosos), además esta variación de radiación solar puede pasar de niveles muy altos a muy bajos en muy corto espacio de tiempo, se puede observar en las siguientes gráficas que toman como caso de estudio la ciudad de Santiago, en una publicación realizada por la USACH para la CONAC, en el caso del norte del país prácticamente se mantienen niveles altos todo el día.

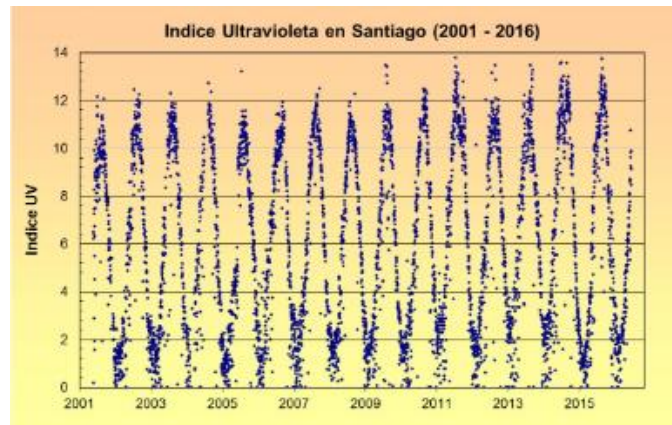


Fig.18 - Registro índice ultravioleta en Santiago. (Fuente: <http://www.indiceuv.cl/>)

Con respecto a la variación de la radiación solar según la época del año se puede observar que hay un aumento muy rápido de radiación UV entre septiembre y noviembre.

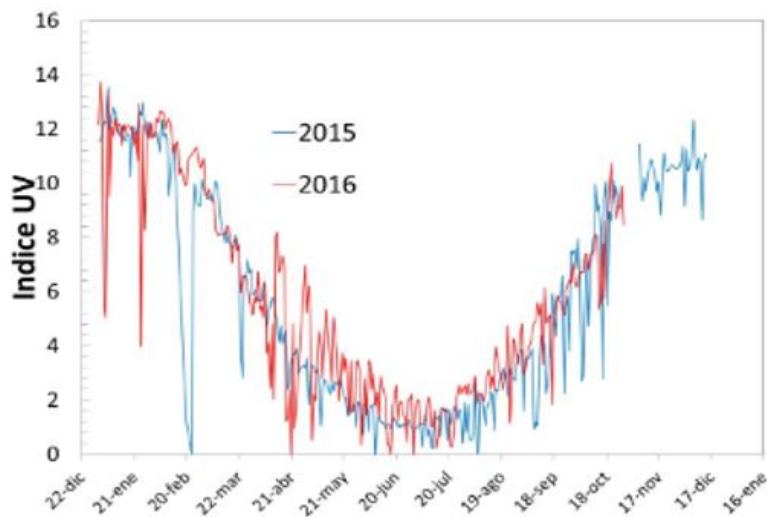


Fig.19 - Registro índice ultravioleta en Santiago. (Fuente: <http://www.indiceuv.cl/>)



Fig.20 Índice UV Solar Mundial (Fuente: Organización Mundial de la Salud, OMS).

### Efecto de la radiación solar en las ventanas:

Una protección eficiente evita que las radiaciones solares incidan directamente en el interior de las viviendas a través de las ventanas, evitando así sus efectos negativos. Si se consigue un filtro de bloqueo adecuado se podrá prescindir de sistemas de refrigeración en verano y por lo tanto generar mayor ahorro de energía.

Para mayor eficiencia, estas protecciones deben ir al exterior del edificio, de tal manera que intercepten la radiación solar antes de cruzar el vidrio, de este modo se consigue reflejar y disipar la energía fuera del espacio habitable.

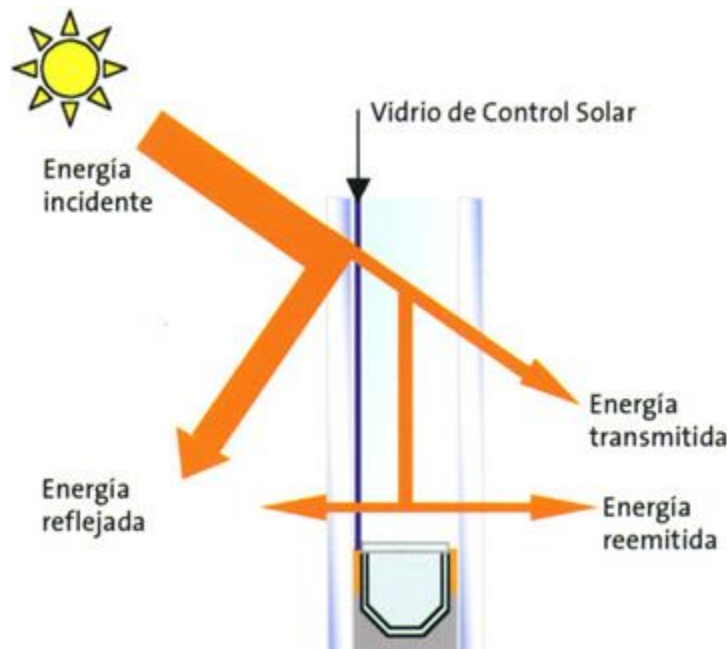


Fig.21 Esquema de radiación solar a través del vidrio, (Fuente, CTE DB HE).

Lo ideal son los elementos de protección móviles, tal que puedan recogerse o plegarse para que no impidan la entrada del sol en invierno. En verano deben impedir el ingreso de los rayos de sol directos, pero no el paso de la luz, permitiendo así unos buenos niveles de iluminación natural en

la vivienda y el consiguiente ahorro energético. En este sentido los vidrios con tratamiento solar como los tintados o con láminas reflectivas, no serían la mejor opción ya que al no dejar pasar la radiación, no permiten aprovechar en invierno la calefacción natural que nos proporciona el sol. La altura y la posición del sol cambian a lo largo del día, por esto hay que estudiar la orientación del edificio y elegir la protección solar que mejor se adapte a las circunstancias de cada fachada. En el hemisferio sur, la fachada noreste y oeste son las más afectadas por la incidencia del sol, junto con la cubierta. En verano se debe proteger especialmente del sol que incide en la orientación noreste entre las once de la mañana a cuatro de la tarde y en la orientación oeste entre las cuatro a ocho de la tarde, esta es la más desfavorecida, ya que el edificio absorberá durante todo el día el calor radiante, calentando posteriormente el aire interior, que al estar el sol mucho más bajo los rallos solares son perpendiculares a la fachada y penetran directamente por las ventanas.

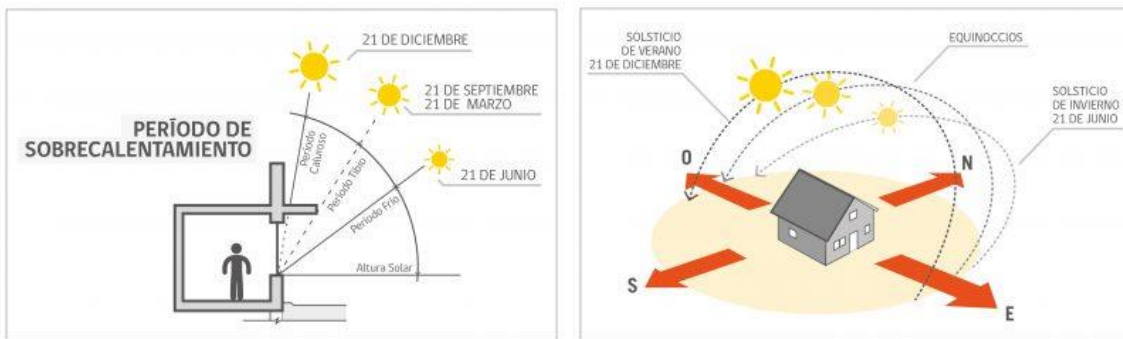


Fig.22 Radiación, orientación y superficie de las ventanas. (Fuente: <https://www.calificacionenergetica.cl/elementos-que-influyen-en-la-calificacion-energetica/>)

Hay muchos elementos pasivos que se pueden incorporar para cubrir estas necesidades, los cuales se pueden ver a diario, elegidos por los propios habitantes de los edificios, dado que a día de hoy, ningún desarrollador inmobiliario en Chile ha pensado en incorporar este elemento como parte del proyecto, lo cual, a su vez genera una variedad de productos (toldos, cortinas, *rollers* exteriores, *rollers* interiores, cierres de terrazas vidriadas, etc.) en un mismo proyecto que finalmente también afecta a la imagen exterior del mismo y supone una inversión adicional, no menor, por parte del usuario.



Fig.23 Edificios habitacionales en altura, Santiago (Fuente: elaboración propia)

Si por el contrario se contemplaran estos elementos desde un comienzo como parte del edificio esto además de contribuir a un mayor confort y otros beneficios como se ha comentado en capítulos anteriores, también contribuiría a una estética de fachada más homogénea y por consiguiente una imagen urbana más ordenada.



Fig.24 Edificio de viviendas en Bilbao, España. (Fuente: elaboración propia).



Fig.25. Imágenes de fachada. (Fuente: Catálogo Persax, 2019)

### 2.1.3 MEDIO AMBIENTE Y CONSUMO ENERGÉTICO.

Chile Se encuentra situado en la parte occidental y meridional de América del Sur, entre los paralelos 17°30' en su límite septentrional, hasta los 56°30' de latitud sur en la parte meridional sudamericana. El territorio Chileno Antártico se extiende hasta el polo sur, alcanzando los 90° de latitud sur. Tiene una superficie de 2.006.096 km<sup>2</sup>, alcanzando una longitud superior a los 8.000km, que va desde el límite de Perú hasta el Polo Antártico, (Informe Anual de Medio Ambiente 2017, INE).

Chile es un país altamente vulnerable al cambio climático ya que cumple con siete de las nueve características enumeradas por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), posee áreas costeras de baja altura, zonas áridas y semiáridas, bosques, territorios susceptibles a desastres naturales, áreas propensas a sequías y desertificación, áreas urbanas con problemas de contaminación atmosférica y ecosistemas montañosos.

La mala calidad del aire junto con el agotamiento de la capa de ozono hace a Chile particularmente sensible, dada su proximidad al agujero de la ozonosfera antártica, convirtiéndose en uno de los principales desafíos para la autoridad ambiental.

Frente a estas problemáticas, se han desarrollado diferentes alternativas nacionales e internacionales para la disminución de contaminantes atmosféricos.

Según la Organización Mundial de la Salud la mitad de la población mundial depende de combustibles sólidos como la leña o el carbón, para satisfacer sus necesidades energéticas básicas. Más de dos mil millones de personas dependen de la biomasa como principal o única fuente de energía.

En Chile, al sur de la latitud 38°, el 80% de los hogares urbanos y casi el 100% de los rurales consumen leña, probablemente por su bajo costo, entre 4 y 7 veces más barato que otras fuentes de energía. Por lo general la calidad del aire en la mayor parte de las ciudades del país es inferior a la recomendada por la norma.

En el año 2017, el consumo final de energía en el sector residencial ascendió a 40.945 Tcal, según fuente de energía, este consumo está predominado por la Biomasa (43%), seguido por la electricidad (25%) y el gas licuado (17%), BNE 2017.

Desde el punto de vista regional, la Región Metropolitana concentró el 30,1% del consumo total nacional de energía para el sector residencial, seguida por Los Lagos (13,8%) y Biobío (12,7%).

Con respecto a las temperaturas por zonas, según las estaciones meteorológicas disponibles en el país, las ciudades que cuentan con las temperaturas máximas en los meses de verano, son Santiago, seguido por Curicó, Chillán y Viña del Mar, mientras que las ciudades con las temperaturas más bajas en los meses de invierno se ubican desde la zona centro hacia el sur, de las cuales, solo Santiago y Concepción se mantiene por encima de los 0°C y, en el hemisferio sur, Coyhaique es la zona más fría, con temperaturas que rozan los -10°C. Estos datos solo consideran las zonas continentales del país.

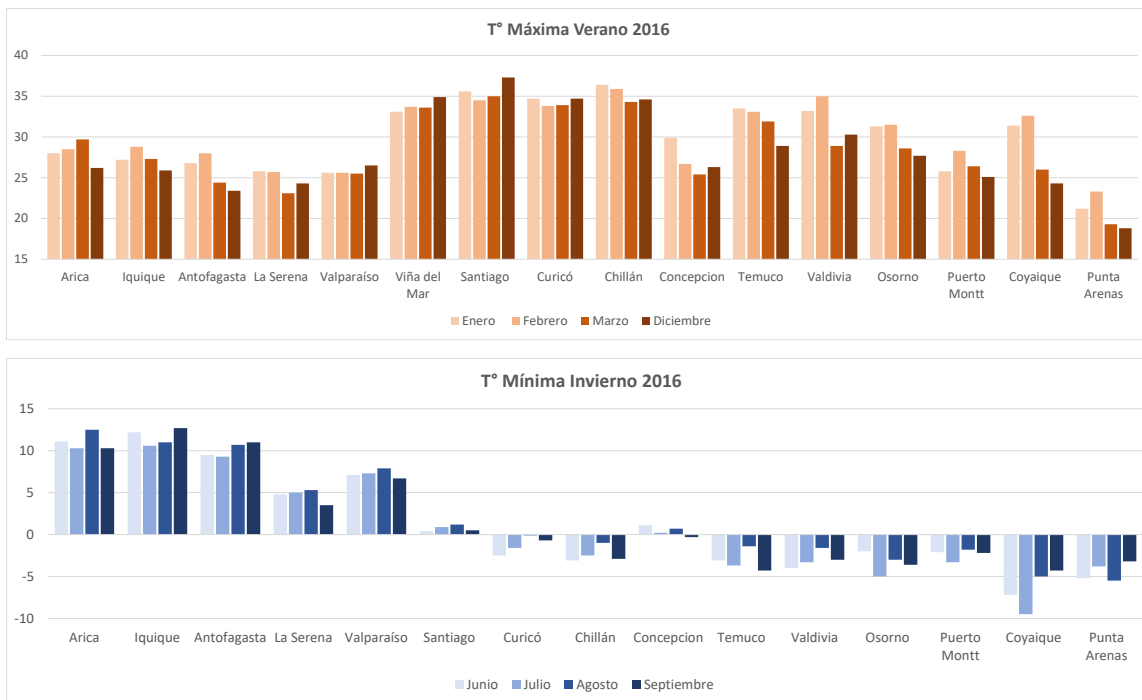
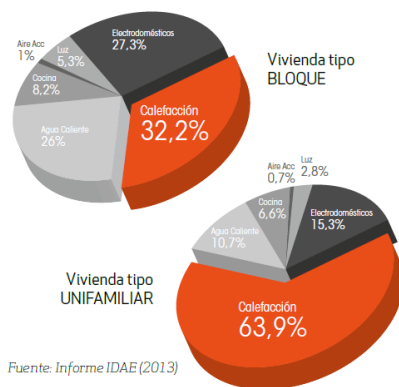


Fig.26 Temperaturas máximas y mínimas en Chile. (Fuente: Elaboración propia a partir del BNE 2017).

En las gráficas mostradas en la Fig.29 podemos apreciar que las diferencias de temperatura en el país no solamente son bastante variables a nivel regional, si no que en una misma ciudad a lo largo del año pueda haber diferencias térmicas muy variables, incluso en el mismo día dependiendo del clima y la hora. Estas variaciones hacen imprescindible pensar desde el inicio de un proyecto no solo en la orientación de éste, si no en todas las posibilidades climáticas a las que se enfrentará durante el año y a lo largo del día, en el que el diseño, la composición y materialidad de la envolvente del edificio se convierte en un elemento fundamental para conseguir que sea lo más eficiente posible pero también se adecúe a las diferentes necesidades de confort de sus ocupantes. Es aquí donde los elementos móviles y flexibles de la envolvente, como la persiana, *brisoileil*, contraventas, toldos y cualquier otro elemento fácilmente manipulable, puede complementar las características técnicas tanto de aislamiento térmico como acústico con los que cuenta la fachada.

Otro factor que considerar y no menos importante es la tipología de vivienda, pues el consumo de energía de una vivienda unifamiliar aislada que está expuesta a los factores climáticos externos por todas sus fachadas no será el mismo que el de un departamento con una única fachada expuesta al exterior y la ubicación de este en el edificio por mencionar los dos casos más extremos.

Por ejemplo, el consumo de energía para calefaccionar una vivienda unifamiliar promedio con respecto al de un departamento tipo en un edificio puede llegar a ser incluso el doble. (Instituto para la Diferenciación y Ahorro de Energía, IDEA).



Fuente: Informe IDAE (2013)

Fig.27 Consumo por tipo de vivienda (IDEA 2013).

Las mayores pérdidas de energía se producen a través de la envolvente, ya sea, ventanas, cubiertas, fachadas, puentes térmicos, etc. Son los puntos vulnerables, ya que permiten la entrada

de corrientes de aire, calentamiento de los vidrios, aumento de la humedad y puentes térmicos si no existe un buen aislamiento.

La puesta en práctica de medidas para la mejora del aislamiento térmico en los edificios ya sean fijos o móviles, puede suponer un ahorro energético, económico y de reducción de emisiones de dióxido de carbono de hasta el 30%, (IDAE).

La envolvente, por tanto, es uno de los factores más importantes que intervienen en el ahorro energético, pero realmente no existe un conocimiento profundo por parte del cliente de ello. ¿Cuántas veces el cliente cuando va a elegir su vivienda se pregunta si la fachada cuenta con un buen aislamiento o elementos que contrarresten las pérdidas o ganancias de energía en su nuevo hogar sin ser conscientes que eso también contribuirá a un menor consumo económico y mayor confort?

#### 2.1.4 AHORRO ECONÓMICO.

Una vivienda cuyo diseño, cerramientos o acristalamientos inadecuados, aislamiento insuficiente, sistema de calefacción y agua caliente de mala calidad, además de inconfortable, no es rentable, debido a su alto consumo energético.

La vida útil de una vivienda puede superar los 100 años, por lo que a la hora de comprar una vivienda o reformarla, la buena calidad de sus materiales, e instalaciones energéticas son de gran importancia, para después no tener un gasto excesivo e innecesario de energía y dinero.

Es por esto que es importante contar con una memoria de calidades a la hora de recibir una vivienda que incluya la información sobre aspectos energéticos del hogar, como, por ejemplo, espesor y tipo de aislamiento térmico y acústico en fachada y cubierta, tipo de ventanas y acristalamiento, descripción de la instalación de calefacción y agua caliente, certificación CEV, etc. En este aspecto la envolvente del edificio vuelve a tomar un papel fundamental, pues como se ha mencionado anteriormente, al actuar sobre la envolvente del edificio se pueden captar, conservar y almacenar recursos energéticos del entorno inmediato. Además, según se vayan distribuyendo los huecos en fachada y el diseño interior de las unidades habitaciones se podrá favorecer la ventilación natural.

La buena orientación de las ventanas favorecerá la penetración de la radiación solar en las estancias que se deben calentar en invierno, colaborando a un menor consumo en calefacción, mientras que en verano, la utilización de elementos de sombreado como voladizos, toldos persianas, o cualquier otro elemento móvil, podrá evitar ganancias de calor, impidiendo así el sobrecalentamiento interior de la vivienda y por tanto prescindir de la instalación de elementos de



refrigeración como el aire acondicionado, además de conseguir un mayor confort para los usuarios a través del control y regulación de la iluminación natural.

Un diseño que consiga generar la máxima ganancia de iluminación solar sin un sobrecalentamiento de la edificación puede conseguir un gran ahorro energético, siendo importante una buena distribución de las estancias en las distintas orientaciones del edificio, tratando, por ejemplo, de concentrar las estancias que se utilicen más durante el día en la orientación norte.

El tamaño de los huecos, el espesor de los muros, el tipo de acristalamiento, los elementos de control solar como persianas o toldos también juegan un papel fundamental para optimizar la iluminación solar.

Otro factor por considerar en cuanto a la envolvente del edificio es el color que se decida seleccionar en fachada o cubierta, los colores claros evitan las ganancias excesivas de calor, mientras que los colores oscuros las favorecen, es por esto que por lo general solemos encontrar edificaciones de colores claros en la zona centro norte del país y colores más oscuros hacia el sur.

Bajar las persianas durante la noche en invierno evitará pérdidas de calor mientras que hacerlo durante las horas de mayor exposición solar en verano conseguirá el efecto contrario, evitará el sobrecalentamiento en la vivienda.

#### 2.1.5. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA VIVIENDA EN CHILE.

*“La calificación energética mejora el confort de la vivienda y la calidad de vida de las familias que viven en ella. Si mejoramos la envolvente de los muros, las ventanas, piso y techumbre de la vivienda, mejor será nuestro porcentaje de calificación y tendrá menor costo para la familia tenerla a una temperatura de confort”.*

*“La invitación a las inmobiliarias es a generar proyectos más amigables con el medio ambiente, proyectos que aporten a la economía familiar y a generar proyectos que incorporen elementos de sustentabilidad para mejorar las viviendas, ciudades y el país”.* Añadió Cristian Monckeberg, actual ministro de vivienda y urbanismo en la presentación del nuevo sello de calificación energética que se hizo en de junio de 2018.

Con fecha 12 de febrero de 2018 el Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile publicó a través de la Resolución Exenta N° 000811 la cuarta y última versión del Manual de Procedimientos, Calificación Energética de Vivienda en Chile (CEV), la cual deroga la última Resolución Exenta N° 7250 de 2016 por la necesidad de adaptar dicho manual a las actuales exigencias técnicas y

tecnológicas, además de detallar con mayor claridad las metodologías de cálculo de dicho manual. Esta resolución entró en vigor el 12 de abril de 2018.

Como ya se ha mencionado la Calificación Energética de la Vivienda en Chile existe desde el año 2012, convirtiendo a Chile en el primer país latinoamericano en implementar esta medida.

Este manual desarrollado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo junto con el Ministerio de Energía no pretende otra cosa que mejorar los estándares técnicos y fomentar la eficiencia energética en las viviendas chilenas, proporcionando a los profesionales del sector e inmobiliarios un documento que les permita evaluar objetivamente el desempeño energético de sus proyectos para mejorarlos e informar de estas mejoras y beneficios a sus clientes.

La última versión del manual incorporó mejoras en las que se consideraron ajustes y análisis de nuevos elementos técnicos, como la ventilación, infiltración e inercia térmica. Además, también incluyó los requerimientos energéticos necesarios para el enfriamiento de una vivienda con sobrecalentamiento, material de especial interés en este estudio.

Para determinar la calificación energética de una vivienda será necesario emitir un informe de eficiencia energética, el cual será desarrollado por un profesional cualificado, denominado evaluador energético, este informe irá acompañado de una etiqueta.

Dicho informe se elaborará a través de una estimación teórica de la demanda de energía para calefacción, enfriamiento, agua caliente sanitaria e iluminación de una vivienda nueva o existente con respecto a una vivienda estándar de referencia que cumple con las exigencias mínimas de la normativa existente según el artículo 1.4.10 de la OGUC, este informe irá acompañado de una escala gráfica de 8 niveles que representará la eficiencia de la vivienda evaluada, donde el nivel A+ es el más eficiente y G el menor.

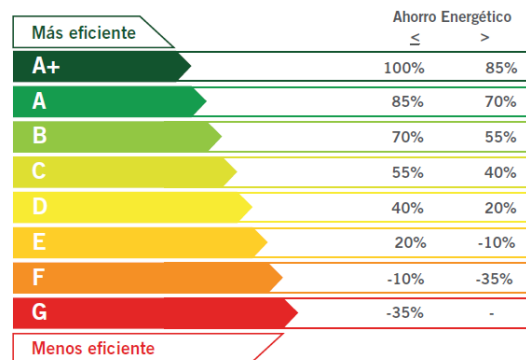


Fig.28. Escala de la CEV (Manual CEV, 2018).

La vivienda evaluada poseerá la calificación de arquitectura más la calificación de consumo energético, la primera vendrá dada por los requerimientos de energía en función de las

características de diseño, técnicas y constructivas del proyecto mientras que la segunda será determinada por el consumo de energía determinado por el rendimiento energético de los equipos, tipo de energía primaria y aporte de energía renovables no convencionales (ERNC) de los que requiera la vivienda, estos consumos son calculados bajo condiciones estándares de uso de la vivienda.

Junto al informe de calificación energética se acompaña una etiqueta que contiene la información resumida del desempeño energético de la vivienda evaluada e información de la identificación de esta. La información proporcionada por esta etiqueta es:

- 1.- Porcentaje de ahorro de energía (calefacción, enfriamiento e iluminación).
- 2.- Demanda energética total, para calefacción y enfriamiento por metro cuadrado, según promedio anual.
- 3.- Nivel de calificación (letra) y código de evaluación energética (numeración con la que queda registrada la evaluación).
- 4.- Dirección y rol de la vivienda o el proyecto, según corresponda.
- 5.- Tipo y superficie de la vivienda.
- 6.- Fecha de Emisión y versión del procedimiento de calificación energética
- 7.- Código QR para verificación

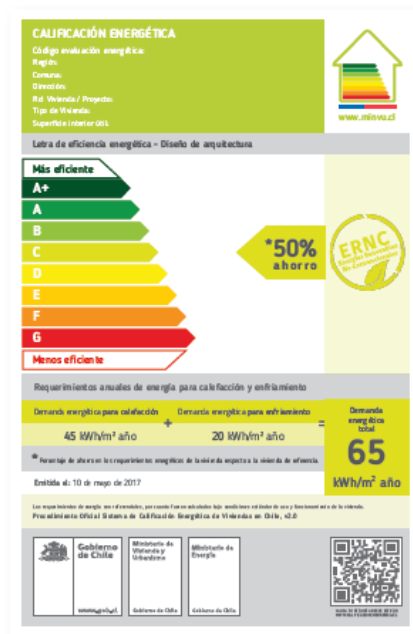


Fig.29. Etiqueta de Calificación Energética (Manual CEV, 2018).

También existe un informe de precalificación energética que se puede realizar cuando el proyecto aún no está ejecutado, este informe es igual al informe final y será válido solo hasta el informe de calificación o hasta la recepción municipal, en caso de que el informe de calificación final sea de menor eficiencia que la precalificación, el mandante deberá informar al usuario final.

Para propiciar una mayor difusión y fácil entendimiento de los beneficios energéticos calificados en el informe se utiliza el Sello de Eficiencia Energética, este muestra los principales indicadores de eficiencia energética de la vivienda evaluada o del conjunto habitacional. Este sello se emite junto al certificado siempre y cuando el porcentaje de ahorro sea mayor o igual a cero, los indicadores energéticos que contiene son:

- Porcentaje de ahorro de energía (calefacción, enfriamiento e iluminación)
- Demanda energética para calefacción y enfriamiento según promedio anual.



Fig.30. Sello de Calificación Energética Vivienda



Fig.31. Sello de Calificación energética de conjunto habitacional

### 2.1.6 MERCADO INMOBILIARIO.

Según los últimos informes relacionados con el mercado inmobiliario en la Región Metropolitana, hasta el 30 de septiembre de 2019 la oferta de nueva vivienda en el Gran Santiago era de 1.175 proyectos, equivalente a 38.629 unidades, de las cuales 5.202 unidades corresponden a casas y 33.427 a departamentos. La oferta en este tercer trimestre disminuyó en un 4,8% con respecto al trimestre anterior y un 7,5% con respecto al mismo trimestre en el año 2018.

De estos proyectos 65 se incorporaron en el tercer trimestre de 2019, siendo 13 de ellos proyectos de casas y 52 de departamentos, esto supone un porcentaje del aumento de la oferta del 20% en casas frente al 80% de departamentos.

La comuna de Ñuñoa es la que cuenta con más nuevos proyectos de departamentos, 12 nuevos durante el tercer trimestre y 141 en total, seguida de Providencia (6) y Santiago Centro (6). En el mercado de casas predomina Lo Barnechea (4) nuevos proyectos seguida de Las Condes (2), aunque Colina, Buin y Puente Alto siguen concentrando la mayor cantidad de oferta en casas.

En cuanto a ventas se refiere, las ventas totales del tercer trimestre de 2019 (entrega inmediata, en verde y en blanco) fueron de 8.703 unidades, un 7,3% menos que el trimestre anterior y un 7,5% menos con respecto al mismo trimestre del año 2018.

Al 30 de septiembre de 2019 la oferta de casas (entrega inmediata, en verde y en blanco) era de 5.202 unidades de las cuales se vendieron 1.527 unidades durante ese trimestre, disminuyendo en un 2,6% con respecto al trimestre anterior y aumentando en un 10,9% con respecto al mismo trimestre en el año 2018.

En los departamentos, la oferta a finales de septiembre de 2019 era de 33.427 unidades, de las que se vendieron 7.176, un 8,2% menos con respecto al trimestre anterior y un 10,7% más que el mismo trimestre en 2018.

En cuanto al precio de adquisición, destaca la disponibilidad de stock de viviendas entre las 2.000UF y 3.000UF, seguidas muy de cerca por las de 3.000UF a 5.000UF que subieron con fuerza en gran parte debido al aumento de oferta en la comuna de Ñuñoa, comuna que en estos momentos lidera el mercado en cuanto a número de proyectos en venta y stock disponible (146), con un 14,35% del total del mercado, donde el 97% de las viviendas nuevas disponibles en la comuna son departamentos (141).

En cuanto a la tipología de departamentos más vendida según superficie útil y tipología destacan los departamentos inferiores a 50m<sup>2</sup>, seguidos por los inferiores a 70m<sup>2</sup>, siendo los departamentos menores a 3.000UF los más vendidos, representando el 39% de las ventas. La tipología más vendida es de 2 dormitorios y dos baños.

En cuanto a velocidad de ventas, aunque se mantuvo a un ritmo estable esta fue un poco más lenta al trimestre anterior.

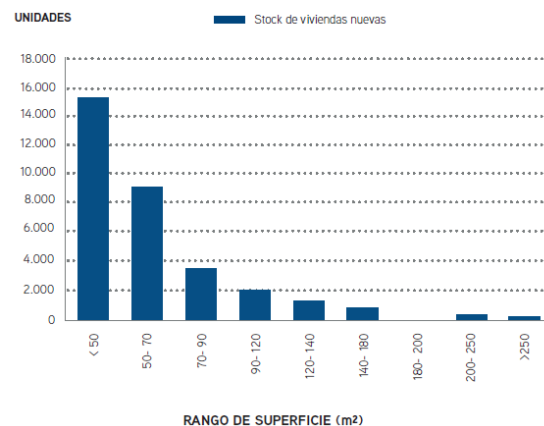
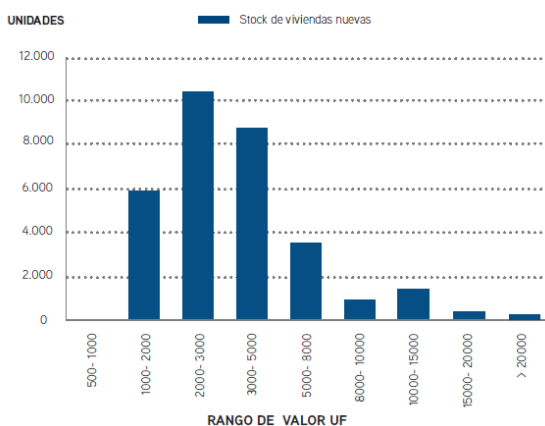


Fig. 32. Segmentación de oferta nueva según rango de precio.

Fig. 33. Segmentación de oferta nueva según superficie interior.

(Fuente: informe Colliers 2019)

Ñuñoa es la comuna que lidera la venta de viviendas con un 16,5%, seguida de Santiago centro.

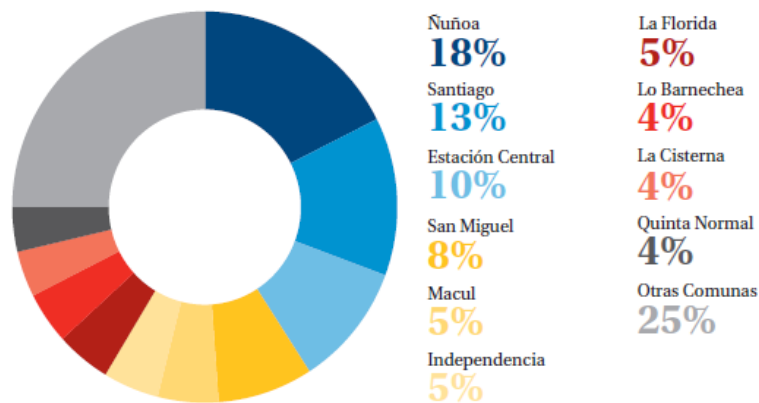


Fig. 34. Participación de mercado oferta nueva total de viviendas. (Fuente: informe Colliers 2019)

Según el último informe de la Corporación de bienes de Capital (CBC) la comuna de Colina registra el mayor stock de viviendas disponibles para los próximos cuatro años, seguida de Macul y Lampa, concentrando casi el 30% de del total de las unidades que incluyen las obras en desarrollo en el gran Santiago, donde en Colina prácticamente la totalidad de sus unidades son casas (9.897 unidades), en Macul se trata exclusivamente de departamentos (4.944 unidades) y en Lampa igualmente predomina en su gran mayoría la tipología de casas con un total de 4.838 unidades.

Otras zonas que aportan a las proyecciones de desarrollo inmobiliario en la capital son las comunas de Santiago Centro, Independencia y Estación Central. En cuanto a regiones, las comunas que cuentan con mayor número de proyectos en carpeta son La Serena, con un total de 5.992 unidades, de las cuales el 57% son departamentos y Temuco con 2.548 unidades.

En cuanto al precio promedio (UF/m<sup>2</sup>) de la capital se experimenta un alza del 5,5% con respecto al periodo anterior, producto del aumento considerable de stock en la comuna de Ñuñoa, que cuenta con una oferta de un alto valor por metro cuadrado (82 UF/m<sup>2</sup>), también afecta el alza de precios en otras comunas con alta participación como son Santiago Centro, Estación Central y San Miguel, situado el valor promedio de la capital en 76,4,5 UF/m<sup>2</sup>, frente a las 72 UF/m<sup>2</sup> del año anterior. Las Comunas de la zona oriente también experimentaron un alza general en los precios de departamentos, convirtiéndose en las comunas con los precios por metro cuadrado más altos de la ciudad, cuyos valores alcanzan las 106,9UF/m<sup>2</sup> en Vitacura y 100,6 UF/m<sup>2</sup> en Las Condes.

A grandes rasgos podemos resumir que el 76% del total de viviendas disponibles está bajo el rango de valor de las 5.000UF y un promedio de superficie útil inferior a 70m<sup>2</sup>, con una proyección venta trimestral de 7.800 unidades.

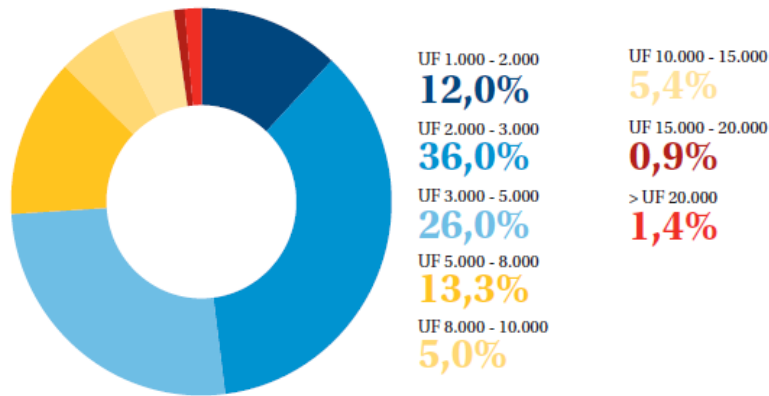


Fig.35. Participación de ventas trimestrales.

La comuna que lidera en estos momentos el mercado inmobiliario es Ñuñoa, seguida de Santiago Centro y Estación central, las cuales debieran seguir manteniéndose en esta posición. En cuanto a comunas que debieran aumentar su stock están La Florida, Peñalolén y la Cisterna, mientras que San Miguel evidencia una fuerte baja y por tanto una disminución en stock disponible. En cuanto al mercado inmobiliario la comuna de Colina será la que experimente el mayor crecimiento inmobiliario de la Región Metropolitana en los próximos 4 año.

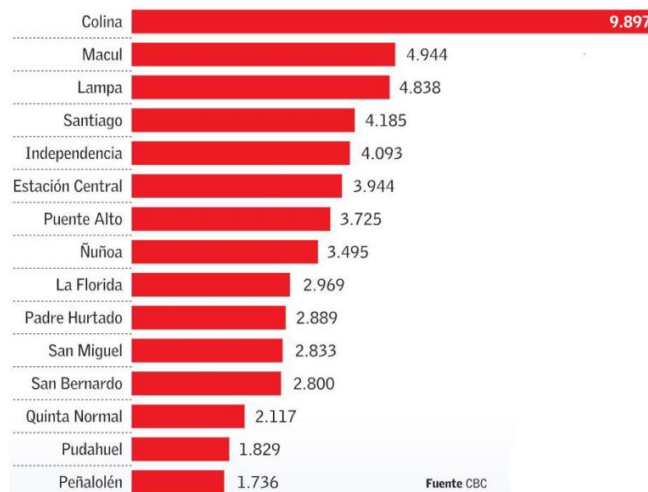


Fig.36. Comunas de la RM con más viviendas a construirse en 2018-2022 (casas y departamentos).

(Fuente: diario financiero)

Lo que en este estudio se puede adelantar de acuerdo con el último trimestre del año 2019, según informes previos relacionados con el mercado inmobiliario, (Cchc, Adimark y otros) la venta disminuyó casi en un 30% por temor a invertir, donde se vendieron 1.078 casas y 4.930 departamentos, una desaceleración que no se producía desde 2008. En cuanto al precio UF/m<sup>2</sup> este presentó una elevación de casi 1UF.

### 2.1.7 CONCLUSIONES PARCIALES.

Desde el punto de vista climático habitacional, es tal la diversidad con la que cuenta el país, que la implementación de la persiana como parte de la envolvente del edificio puede favorecer el control solar en las zonas donde la radiación UVA y las temperaturas son más elevadas (zonas centro-norte del país), mientras que también puede ayudar a resguardar de las condiciones climáticas como el viento, la lluvia o el frío en la zona sur del país, donde las temperaturas son más bajas y hay muchos más días de lluvia al año.

La incorporación de la persiana contribuiría no sólo a una disminución de consumo de energía, sino que también a un ahorro económico en los hogares chilenos. Esto a su vez supone una mejor calificación energética de las viviendas que cuenten con este elemento otorgándole un valor asociado a la vivienda en el mercado inmobiliario.

Son muchos los factores y variables a considerar en este caso de estudio, donde los principales a destacar son:

- 1.- Ahorro energético, la correcta utilización de soluciones de control solar como la persiana, ayuda a disminuir el consumo energético en la vivienda y a minimizar el uso de aire acondicionado o calefacción, permitiendo hasta un 30% de disminución en el consumo eléctrico relacionado con la climatización de las estancias según un estudio de fomento realizado por el centro de Fomento de la Investigación Sostenible de la Universidad de Minnesota.
- 2.- Ahorro económico. Además de la disminución de la factura de la luz u otros energéticos, la incorporación de la persiana en el mercado inmobiliario chileno supone una disminución importante en la inversión de los propietarios en elementos de control solar interior, como rollers, cortinas, *black out*, alfombras, etc., ya que además de no ser necesarios algunos de ellos, permitirá protegerlos de la radiación solar.
- 3.- Mayor seguridad. La persiana permite resguardar la vivienda frente a posibles robos.
- 4.- Mejor ventilación de las estancias de la vivienda. La persiana permite regular la ventilación en la vivienda gracias a la regulación en su apertura.
- 5.- Control Solar. El sistema de persianas permite controlar la incidencia del sol en las viviendas según la hora del día y la época del año, permitiendo el ingreso de la luz solar y aumento de la temperatura interior en el invierno y resguardando la vivienda de los rayos del sol y sobrecalentamiento en verano.
- 6.- Mayor confort. La flexibilidad de la persiana y el poder manipularla fácilmente ayuda a adecuar la vivienda según las necesidades de sus ocupantes.



7. Durabilidad y fácil mantenimiento. Al ser un elemento realizado con materiales resistentes, lo hace ser un elemento con larga vida útil, cuyo mantenimiento es simple y fácil de hacer.

8.- Mejor venta de viviendas en las fachas Poniente, norte y norponiente. Este elemento permitiría sobre todo a las unidades habitacionales que se encuentran en las fachadas más expuestas al sol, poniente, norte y norponiente, mejorar su velocidad de ventas de cara a la inmobiliaria e incluso su precio.

Con esta información previa, se establece como zona para experimentar la incorporación del producto en estudio, la Región Metropolitana, principalmente la comuna de Ñuñoa y Providencia en cuanto a departamentos se refiere y Colina para casas, donde además de ser las zonas con mayor crecimiento inmobiliario son las que cuentan con los estándares de viviendas que podrían considerar incluir este elemento sin causar tanto impacto en su precio de venta actual, cuya premisa se establece en un incremento del 1,5% en el costo de construcción (UF/m<sup>2</sup>) y del 3% en el de venta (UF/m<sup>2</sup>).

### **3. LA PERSIANA: ELEMENTO DE CONTROL SOLAR.**

El sobrecalentamiento y la radiación solar en los edificios ha sido un tema a tener en cuenta en la historia de la arquitectura, aunque las nuevas tendencias han ido privando a las ventanas de su protección, dado que la imagen y la transparencia se han vuelto objetivo de algunas arquitecturas más contemporáneas, aumentando la superficie acristalada, que generalmente se presenta totalmente desprotegida, con la merma de confort que ello supone para los usuarios.

Disponer de elementos de control solar, sobre todo en las regiones más cálidas ha sido semejante a un lujo y una de las protecciones más importantes utilizadas ha sido la persiana, ya sean la clásica persiana enrollables, o la más sofisticada con lamas enrollables. Además de las persianas, también existían las contraventanas, que, junto con las cortinas y visillos, que por razones de decoración, vistas y otros motivos como el control lumínico se combinaban para dotar a las estancias del confort necesario en cada momento.



Fig.37. Fachada con contrapersianas en Sylvan Terrace, Nueva York Fig.38. Imagen antigua con persianas enrollables en Francia  
(Fuente: internet)

Hasta principios del siglo XX, cualquier edificio que se preciara planteaba el tema de la protección solar, en los establecimientos comerciales fue muy tradicional la utilización de los toldos.



Fig.39. tienda en Freedomland Park, el Bronx, Nueva York y estanco en Toronto. (Fuente: internet)

El análisis de la normativa internacional y nacional, principalmente relacionada con el ahorro y la calificación energética del a vivienda (CEV), junto con las diferentes tipologías de persianas como elementos de protección solar (EPS), la selección de las más adecuadas para incorporar al mercado inmobiliario chileno, junto con sus especificaciones técnicas para una posterior evaluación económica de la incorporación del producto fueron los temas a desarrollar en este capítulo.

### 3.1 MARCO NORMATIVO

Para este caso de estudio se analizará la normativa chilena, haciendo mayor hincapié en los puntos relacionados con aislamiento térmico, aislamiento acústico, ahorro energético y seguridad. También se hará mención a la normativa española como referencia internacional.

### 3.1.1 MARCO NORMATIVO INTERNACIONAL – CTE EN ESPAÑA

#### Historia

En España, desde el año 1957 la normativa que reguló el sector de la edificación fue competencia del Ministerio de Vivienda. Esta reglamentación se conoció como MV, se desarrolló por la Dirección General de Arquitectura del Ministerio de Gobierno, la institución se creó en el año 1937. En 1977 estas reglas se fueron transformando en las Normas Básicas de la Edificación (NBE) con el fin de crear un marco unificado de todas las normativas referente a la edificación.

En el año 1999 se publicó la Ley 38/1999 del 5 de noviembre de Ordenación de la Edificación (LOE) cuyo principal objetivo fue regular el sector de la edificación y actualizar la reglamentación vigente que había quedado obsoleta, dando la autorización al gobierno para la aprobación de un Código Técnico de la Edificación (CTE) que estableciera las exigencias que debían cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad.

La redacción de la LOE tenía también como objetivo responder a las demandas de la sociedad española, cada vez más preocupada por la calidad de los edificios, la seguridad, el bienestar, la energía y la protección del medio ambiente.

El fin del CTE fue modelar en especificaciones los objetivos de la LOE y traducirlas a un lenguaje más técnico.

Finalmente, el 17 de marzo de 2006 se publicó el Código Técnico de la Edificación a través del Real Decreto 314/2006, desde esta fecha se han realizado diferentes actualizaciones, siendo la más reciente la de junio de 2018.

En definitiva, el CTE es el marco normativo que estableció las exigencias que deben cumplir los edificios según los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la LOE.

La utilización del CTE como herramienta de trabajo ha permitido que la normativa referente a la edificación pase de ser de uso exclusivo de técnicos y profesionales a uso común para todos los agentes implicados en el mundo de la construcción.

Este código también recoge las exigencias de los requerimientos europeos como la directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo relativa a la eficiencia energética de los edificios, que sustituye a la antigua directiva 2002/91/CE de eficiencia Energética y cuyo próxima modificación pretende mayores exigencias de cara a 2020, en línea con la disminución del consumo de energía en los edificios a que sea prácticamente nulo, esta adaptación a la directiva europea se recoge principalmente en el Documento Básico de Ahorro de Energía (DB HE) del CTE.

Junto al CTE son de obligado cumplimiento otras reglamentaciones técnicas como la EHE (Instrucción Española de Hormigón Estructural), la norma sismorresistente y el RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios) entre otras que coexisten con el CTE y que son referencias externas al mismo, además puede complementarse con las exigencias de otras normativas establecidas por las administraciones competentes, es decir, normativas autonómicas o locales según cada caso.

### Estructura y contenido del CTE

El Código Técnico de la edificación se divide en dos partes fundamentales, la primera recoge todas las exigencias en materia de seguridad y de habitabilidad que son preceptivas a la hora de construir un edificio según la Ley de Ordenanza de la Edificación (LOE) y la segunda parte que se compone de los diferentes Documentos Básicos, textos de carácter técnico que se encargan de trasladar a la práctica las exigencias mencionadas en la primera parte. En total se compone de once documentos básicos que son los siguientes:

1. **DB SE:** Seguridad Estructural. Este documento es la base para cuya correcta aplicación son necesarios los siguientes cinco documentos:
  - a. **DB SE-AE:** Acciones en la Edificación
  - b. **DB SE-A:** Estructuras de Acero
  - c. **DB SE-F:** Estructuras de Fábrica
  - d. **DB SE-M:** Estructuras de Madera
  - e. **DB SE-C:** Cimentaciones
2. **DB SI:** Seguridad en caso de Incendios
3. **DB SUA:** Seguridad de utilización y accesibilidad
4. **DB HE:** Ahorro de Energía
5. **DB HR:** Protección frente al ruido
6. **DB HS:** Salubridad

Además de estas dos partes fundamentales el CTE incluye otros documentos que completan el marco reglamentario, denominados documentos reconocidos, estos son de carácter voluntario y ayudan a cumplir con la aplicación del CTE. Junto a estos documentos reconocidos existen otras herramientas y documentos que sirven como ayuda para la utilización del Código Técnico, como son los Documentos de Apoyo, Documentos con Comentarios, Catálogo de Elementos Constructivos (CEC), entre otros; todos ellos reconocidos por el Ministerio de Fomento y sin carácter obligatorio.

De estos documentos y para este estudio se profundizó en los pliegos que hacen referencia a las al ahorro de energía (DB HE), protección frente al ruido (DB HR) y salubridad (DB HS), los cuales están relacionaos directamente con los beneficios que aporta la persiana como parte de la envolvente del edificio, además de revisar la última actualización del CTE que está directamente relacionada con la eficiencia energética y afecta al DB HE.

### DB HE – Ahorro de Energía

El DB HE Ahorro de Energía tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de ahorro de energía. El objetivo de este documento es conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo su consumo y haciendo que parte de este consumo proceda de fuentes de energías renovables.

Este documento incluye las siguientes secciones:

**HE0:** Limitación del consumo de energía. Recoge las pautas a seguir para caracterizar y cuantificar las exigencias de la normativa, además de los procedimientos de cálculo, verificación y justificación de dichas exigencias.

**HE1:** Limitación de la demanda energética, cuyo nombre según la última actualización del CTE en 2018 ha cambiado a “condiciones para el control de la demanda energética”.

**HE2:** Rendimiento de las instalaciones térmicas

**HE3:** Eficiencia energética de las Instalaciones de iluminación

**HE4:** Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria (ACS)

**HE5:** Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

La sección que más interesa para este caso de estudio es la HE1 sobre las condiciones para el control de la demanda energética y los aportes que puede generar la incorporación de la persiana como parte de la envolvente del edificio.

En esta sección se indica que los edificios dispondrán, de una envolvente de características tales que limite adecuadamente la demanda energética, necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano e invierno, así como por sus características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación

solar. Esto contribuye a reducir el riesgo de aparición de humedades y a tratar adecuadamente los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrométricos.

De acuerdo con lo exigido por la directiva europea (DEE) en 2018 se actualizó la normativa del CTE, específicamente el DB-HE, dado que esta debe ser revisada cada cinco años con el fin de conseguir que los edificios tengan un consumo de energía cada vez más reducido, además de normalizar los indicadores según la normativa europea y definir unos objetivos de eficiencia energética claros y transparentes.

La nueva normativa mantiene un indicador principal de eficiencia energética que es el consumo de energía primaria no renovable  $C_{EP, nren}$  e incorpora un indicador complementario de necesidades energéticas denominado consumo de energía primaria total  $C_{EP, total}$ .

Este indicador complementario sustituye los indicadores de la normativa de 2013 de demanda de límite de calefacción y refrigeración, es por este motivo que el DB HE cambia su nombre y pasa a llamarse “condiciones para el control de la demanda de energía en lugar de “limitación de la demanda de energía”. Las principales deferencias con el anterior documento son las siguientes:

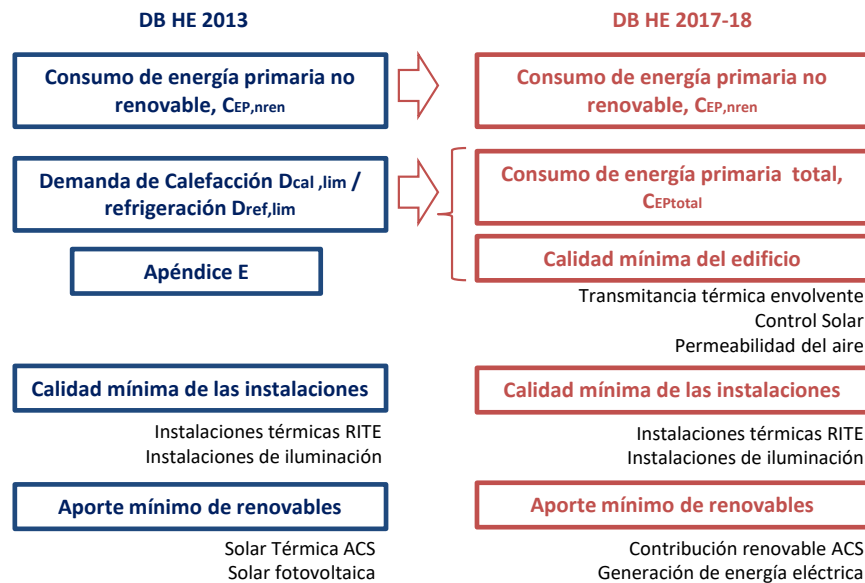


Fig.40. Sistema de indicadores del CTEH HE 2013 y HE 2018. (Fuente ANDIMAT)

Además, se incorporó un nuevo parámetro relacionado con la calidad mínima del edificio, que, fija los valores de transmitancia térmica de la envolvente, de control solar y de permeabilidad del aire, es el coeficiente global límite de transmisión de calor a través de la envolvente térmica,

denominado con la letra K, indicador con el que los elementos de control solar, como la persiana, toman un papel fundamental.

Estas últimas actualizaciones el DB HE 1 pretenden reducir la demanda de calefacción o de refrigeración, hará que aumente en gran medida la utilización de materiales aislantes en fachada, los productos de control solar y los vidrios de alta prestaciones con el fin de reducir la demanda de energía y la transmitancia térmica de la envolvente.

En los lugares donde sea necesario reducir la demanda en calefacción, el DB HE propone un aumento del aislamiento en cubiertas, suelos y fachadas, tanto en las partes opacas como en los vidrios, mientras que en los lugares donde las temperaturas en época estival son más altas, para reducir la demanda de refrigeración se pretende optimizar el control solar de los cerramientos acristalados, mejorando el factor solar de los vidrios e incorporando elementos de sombreado que reduzcan el factor solar.

#### DB HR: Protección frente al ruido

Este Documento tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de protección frente al ruido que se establecen en el artículo 14 de la primera parte del CTE.

Estas exigencias consisten en

*“limitar, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán y mantendrán de tal forma que los elementos constructivos que conforman sus recintos tengan unas características acústicas adecuadas para reducir la transmisión del ruido aéreo, del ruido de impactos y del ruido y vibraciones de las instalaciones propias del edificio, y para limitar el ruido reverberante de los recintos. El Documento Básico, DB HR Protección frente al ruido, especifica parámetros objetivos y sistemas de verificación cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de protección frente al ruido”, Art.14 CTE.*

Para satisfacer las exigencias básicas contempladas en este artículo el DB HR recoge los valores límite de aislamiento para las siguientes condiciones:

1. Aislamiento acústico a ruido aéreo. El ruido generado por la actividad humana es uno de los contaminantes más habituales en las ciudades, sobretodo el que es causado por el tráfico, considerándolos perjudicial para la salud y ocasionando posibles trastornos en las personas. En esta sección se encuentra una tabla en la que se indica cual debiera ser el aislamiento acústico mínimo entre un recinto protegido y el exterior en función del uso del edificio y de los valores del índice del ruido día.

L <sub>d</sub> dBA	Aislamiento acústico a ruido aéreo, D <sub>2m,nT,Ar</sub> , en dBA, entre un recinto protegido y el exterior			
	Uso del edificio			
	Residencial y hospitalario		Cultural, sanitario <sup>(1)</sup> , docente, administrativo y religioso	
	Dormitorios	Estancias	Estancias	Aulas
L <sub>d</sub> ≤ 60	30	30	30	30
60 < L <sub>d</sub> ≤ 65	32	30	32	30
65 < L <sub>d</sub> ≤ 70	37	32	37	32
70 < L <sub>d</sub> ≤ 75	42	37	42	37
L <sub>d</sub> > 75	47	42	47	42

<sup>(1)</sup> En edificios de uso no hospitalario (edificios de asistencia sanitaria de carácter ambulatorio, como despachos médicos, consultas, áreas destinadas al diagnóstico y tratamiento, etc.)

Fig.41 Valores de aislamiento acústico a ruido aéreo entre un recinto protegido y el exterior. (Fuente: CTE DB HR)

2. Aislamiento acústico a ruido de impacto. Este punto hace referencia a las características que los elementos de separación horizontales deben tener para que se cumplan las condiciones de protección frente al ruido entre:
  - a. Los recintos protegidos que no pertenecen a la misma unidad de uso, el cual no será superior a 65dB.
  - b. Los recintos protegidos de instalaciones o recintos de actividad, con un límite no superior a 60dB.
  - c. En el caso de los recintos habitables este límite tanto para las zonas de actividad como de instalaciones no será superior a 60dB.

Además del aislamiento también se tendrán en cuenta otros dos factores como son el tiempo de reverberación, donde se estable un tiempo mínimo según el uso del recinto y el ruido y vibraciones de las instalaciones.

En este documento se encontrarán todas las indicaciones técnicas para cumplir con estos requerimientos.



En definitiva, si para cada edificio, dependiendo de su ubicación, se estudia el balance energético de la fachada a lo largo del año, teniendo en cuenta el aislamiento térmico a partir del conocimiento de la transmitancia térmica y el factor solar, junto con el aislamiento acústico a ruido aéreo de la fachada según el uso del recinto, se mejorará considerablemente la eficiencia energética del edificio además de mejorar la protección frente al ruido tanto del exterior como del interior de los espacios de las viviendas.

#### DB HS: Salubridad

Este documento básico tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de salubridad, está compuesto por cinco puntos:

**HS 1:** Protección Frente a la humedad

**HS 2:** Recogida y evacuación de residuos

**HS 3:** Calidad del aire interior

**HS 4:** Suministro de agua

**HS 5:** Evacuación de aguas.

Para el caso de este estudio nos centraremos en el Punto HS 3 (calidad del aire interior) el cual está directamente relacionado con la renovación de aire de las viviendas y la ventilación, para ambos casos la incorporación de la persiana es un factor relevante para regular y permitir la ventilación y renovación de aire en las viviendas.

En este punto se establecen las exigencias mínimas de ventilación en viviendas, almacenes de residuos, trasteros, aparcamientos y garajes, y en edificios de cualquier otro uso.

En el caso de las viviendas se indican los caudales de aire exterior que se deben a portar a la vivienda para que la concentración media anual de CO<sub>2</sub> sea menor a 900ppm, además el aporte de aire exterior debe ser suficiente para eliminar los contaminantes que no están relacionados directamente con la presencia humana, estableciéndose un caudal necesario de 1,5l/s por local habitable cuando no está ocupado.

Para cumplir con estos requerimientos se estable un caudal mínimo de ventilación de caudal constante acorde con la siguiente tabla:

**Tabla 2.1 Caudales mínimos para ventilación de caudal constante en locales habitables**

Tipo de vivienda	Caudal mínimo $q_v$ en l/s				
	Locales secos <sup>(1) (2)</sup>			Locales húmedos <sup>(2)</sup>	
	Dormitorio principal	Resto de dormitorios	Salas de estar y comedores <sup>(3)</sup>	Mínimo en total	Mínimo por local
0 ó 1 dormitorios	8	-	6	12	6
2 dormitorios	8	4	8	24	7
3 o más dormitorios	8	4	10	33	8

(1) En los *locales* secos de las viviendas destinados a varios usos se considera el caudal correspondiente al uso para el que resulte un caudal mayor

(2) Cuando en un mismo *local* se den usos de *local* seco y húmedo, cada zona debe dotarse de su caudal correspondiente

(3) Otros *locales* pertenecientes a la vivienda con usos similares (salas de juego, despachos, etc.)

Fig.42. Tabla de caudales mínimos. (Fuente: CTE)

Este documento también establece las condiciones de diseño para las distintas zonas y usos de la vivienda y se complementa con el apéndice C incorporado en el mismo documento y que establece las condiciones de diseño para la determinación del caudal de ventilación de las zonas habitables en las viviendas.

En este caso la persiana es un elemento que nos permite poder regular estos caudales de ventilación en función de las condiciones climáticas externas, durante las distintas estaciones del año y durante las diferentes horas del día, contribuyendo con el confort de los habitantes.

### 3.1.2 MARCO NORMATIVO NACIONAL.

#### Historia

En Chile, es en el año 1906, cuando el 20 de febrero se promulgó la Ley para crear los Consejos de Habitaciones Obreras, aparecen entonces, las primeras iniciativas gubernamentales con respecto al tema habitacional. Estos consejos que funcionaban en las principales ciudades del país tenían como finalidad construir, mejorar y normalizar la vivienda popular. Esta iniciativa que estuvo vigente hasta 1925, aportó las primeras estadísticas de vivienda y proporcionó los antecedentes que serían la base para promulgar otras leyes posteriores.

El proceso de migración del campo a la ciudad produjo un gran problema en el crecimiento de las urbes, el terremoto de Talca de 1928 que devastó varias provincias, entre otros temas hace que se cree la Ley N° 4.563 del 30 de enero de 1929, la cual llegó a ser el primer intento de ordenación urbanística de la ciudad que entre otras cosas establecía que las ciudades que tuvieran más de 20.000 habitantes deberían elaborar un Plano General de transformación, y exige a nivel nacional el permiso de edificación en poblaciones de más de cinco mil habitantes.

Aunque en 1931 se crea el Decreto de Ley N° 345 del 30 de mayo, no comenzará a regir hasta el 6 de febrero de 1936, fecha en la que se publicó en el diario oficial el texto completo de la Ley General de Urbanismo y Construcción y su Ordenanza General.

En 1951 se empiezan a estudiar las primeras modificaciones de la Ley de Urbanismo y Construcción hasta que en el 1953 nace la Corporación de la Vivienda (CORVI) y formula los primeros planes a largo plazo para dar solución al tema de la vivienda, en este mismo año se crea el texto definitivo de la Ley General de Urbanismo y Construcción.

A finales de la década de los cincuenta, el crecimiento demográfico de la capital fue lo que provocó carencias de viviendas y servicios, junto con una desorganización general del crecimiento y ordenamiento de la ciudad, pero no es hasta el año 1965 que se creó el Ministerio de Vivienda y Urbanismo cuyo fin principal fue unificar la cantidad de entidades y ministerios que hasta ese momento se ocupaban de los asuntos de vivienda, urbanismo y equipamiento, además se creó el primer Plan Regulador Intercomunal de Santiago.

En 1976 se reestructuró y regionalizó el MINVU, creándose las Secretarías Regionales Ministeriales (SEREMI) y los departamentos de Desarrollo Urbano en todas las regiones del país. Se fusionaron las cuatro corporaciones, la Corporación de Servicios Habitacionales (CORHABIT), la Corporación de la Vivienda (CORVI), la Corporación de Mejoramiento Urbano (CORMU) y la Corporación Urbana (COU), estableciéndose los Servicios regionales de Vivienda y Urbanización (SERVIU). En este mismo año se promulgó la actual Ley General de Urbanismo y Construcción o Decreto con Fuerza de Ley N° 458 publicado en el Diario Oficial el 13 de abril de 1976. Esta Ley desde su publicación ha sido modificada en múltiples ocasiones y rectificada en dos (1976 y 1988).

#### Estructura y contenido

La Ley general de Urbanismo y Construcción tiene tres niveles de acción, que son:

1. La Ley General, *“contiene los principios, atribuciones, potestades, facultades, responsabilidades, derechos, sanciones y demás normas que rigen a los organismos, funcionarios, profesionales y particulares, en las acciones de planificación urbana, urbanización y construcción”*.
2. La Ordenanza General, *“contiene las disposiciones reglamentarias de esta ley y que regula el procedimiento administrativo, el proceso de planificación urbana, urbanización y construcción, y los estándares técnicos de diseño y construcción exigibles en los dos últimos”*.

3. Las Normas Técnicas, que contienen y definen las características técnicas de los proyectos, materiales y sistemas de construcción y urbanización, de acuerdo con los requisitos de obligatoriedad que establece la Ordenanza General.

La Ordenanza General de Urbanismo y Construcción se compone de cinco títulos que a su vez se dividen en capítulos los cuales contienen los distintos artículos.

El caso de estudio se centró el Título 4, Capítulo uno, referente a las condiciones de habitabilidad y concentrándose principalmente en los primeros seis artículos, donde los cuatro primeros hacen referencia a la ventilación de los espacios habitables. Los siguientes artículos, concretamente el 4.1.5 y 4.1.6 tienen que ver con las exigencias acústicas y finalmente el artículo 4.1.10 estudia las exigencias para el acondicionamiento térmico. Estos artículos estarían relacionados con la incorporación de la persiana como parte de la envolvente del edificio. Además, también se complementa con las Normas Técnicas relacionadas.

#### Artículos 4.1.1 al 4.1.4: Exigencias de Ventilación

Estos artículos se centran, principalmente, en la descripción de espacio habitable y no habitable, además de sus condiciones mínimas de ventilación, natural o forzada, en cada uno de los casos.

#### Artículos 5.1.5 y 4.1.6 Exigencias Acústicas

Las exigencias mencionadas en estos artículos serán aplicables solo a los elementos que separan o dividen unidades de vivienda en edificios colectivos o edificaciones continuas, entre unidades de viviendas de edificaciones pareadas o en unidades de viviendas que estén contiguas a recintos no habitables.

Las características que deberán cumplir los elementos constructivos que dividan o separen las unidades serán los siguientes:

1. En caso de elementos horizontales o inclinados (pisos o rampas), el índice de reducción acústica mínima será de 45 dB y un nivel de presión acústica de impacto normalizado máximo de 75dB.
2. En caso de elementos verticales o inclinados que sirvan de muros divisorios o medianeros el índice de reducción acústica mínima será de 45 dB.

En este artículo también se dan las distintas opciones a elegir para cumplir con lo indicado en los puntos anteriores que pueden ser a través de las soluciones inscritas en el Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Aislamiento acústico del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, a

través de Informes de Ensayo o Informes de Inspección. Las normas técnicas que hacen referencia a este cumplimiento son la NCh 2786 en el caso de los ensayos y la NCh 2785 para el caso de los informes.

Este artículo exige de cumplir con estas condiciones a las puertas, ventanas y estructuras de techumbres, salvo cuando se trate de estructuras de techumbres habitables, que en ese caso se aplicará solo en los muros medianeros o divisorios que separen unidades de viviendas.

#### Artículo 4.1.10 Acondicionamiento Térmico

En este artículo se encuentran las exigencias referentes al acondicionamiento térmico de las viviendas que se divide en dos grandes partes, las exigidas para techumbres, muros perimetrales y pisos ventilados y las exigidas para las ventanas.

En el caso de las ventanas las exigencias son las siguientes:

1. Porcentaje máximo de superficie de ventana respecto a los parámetros verticales de la envolvente según las exigencias establecidas en la siguiente tabla.

TABLA 3

ZONA	VENTANAS		
	% MÁXIMO DE SUPERFICIE VIDRIADA RESPECTO A PARAMENTOS VERTICALES DE LA ENVOLVENTE		
	VIDRIO MONOLÍTICO (b)	DVH DOBLE VIDRIADO HERMÉTICO (c)	
		$3.6 \text{ W/m}^2\text{K} \geq U > 2.4 \text{ W/m}^2\text{K}$ (a)	$U \leq 2.4 \text{ W/m}^2\text{K}$
1	50%	60%	80%
2	40%	60%	80%
3	25%	60%	80%
4	21%	60%	75%
5	18%	51%	70%
6	14%	37%	55%
7	12%	28%	37%

Fig.43. Tabla de superficie máxima vidriada según zona y tipo de vidrio. (Fuente: OGUC)

2. Método alternativo del U (transmitancia) ponderado, que será solo aplicable en las zonas 3,4,5,6 y 7 y en caso de vidrios monolíticos. En estos casos se podrá aumentar la superficie vidriada sobre los valores de la tabla anterior compensando el aumento de superficie vidriada con el mejoramiento de la transmitancia térmica de los muros, cumpliendo con los límites de U según la zona de acuerdo con la siguiente tabla.

**TABLA 4**

ZONA	U Ponderado W/m <sup>2</sup> K
3	2.88
4	2.56
5	2.36
6	1.76
7	1.22

Fig.44. Tabla transmitancia térmica según zona. (Fuente: OGUC)

Con la finalidad de otorgar las condiciones que aseguren un estándar de calidad del aire interior de las viviendas se crea la NTM 11/3 que entre sus normativas de referencia incluye la NCH 3308/2013 ventilación-calidad del aire interior y sus requisitos y la NCH 3309/2013 en el caso de edificios residenciales de baja altura, cuyo alcance es establecer las características, condiciones de diseño y ejecución que deben tener los proyectos de edificios para otorgar a los usuarios una correcta calidad del aire en los espacios interiores.

En este documento se establecen los requisitos de infiltración de aire de la fachada excluyendo puertas y ventanas, estableciendo como aire medido 50 Pa o menor a la clase de infiltración señalada en la siguiente tabla, clasificada por zonas según anexo B de dicha norma.

Zona Térmica	Clase de Infiltración de aire
	50Pa
	Ach
A	---
B	6,00
C	9,00
D	8,00
E	8,00
F	7,00
G	4,00
H	6,00
I	4,00

**Tabla N°1.** Clase de infiltración de aire máxima permitida para la envolvente térmica de las edificaciones de uso residencial, educación y salud, excluyendo de ésta los complejos de puerta y ventana.

Fig.45. (Fuente: NTM 11/3)

Por otra parte, y según lo indicado en la norma, los complejos de ventanas y puertas deberán tener un grado de estanqueidad al aire medido de 100Pa igual o mayor de acuerdo a la siguiente tabla según la zona que corresponda al proyecto de arquitectura indicado en el anexo B de dicha norma.

**Tabla N°2.** Grado de estanqueidad al aire mínima para complejos de puerta y ventana de las edificaciones de uso residencial, educación y salud.

Zona Térmica	Grado de estanqueidad		
	100Pa		
	m <sup>3</sup> /h m <sup>2</sup>		
A	---		
B	30	10	7
C	30	10	7
D	10 7		
E	10 7		
F	10 7		
G	7		
H	7		
I	7		

Fig.46. (Fuente: NTM 11/3)

En esta norma también se hace referencia a las condiciones de diseño según el uso de cada local habitable y sus mecanismos de acreditación.

### 3.1.3 RESUMEN NORMATIVA NACIONAL E INTERNACIONAL

Los puntos tratados de ambas normativas, eficiencia energética, ventilación, mejoramiento acústico y térmico hacen referencia a las exigencias para la edificación, de una manera más general o específica en cada uno de ellos.

Es el DB HE1 del Código Técnico de la Edificación “*Condiciones para el control de la demanda de energía*”, cuyas exigencias de la normativa europea referente a la eficiencia energética son más altas, este texto es el que se relaciona más directamente con los elementos de control solar y eficiencia energética de la envolvente.

La calificación energética de la vivienda en Chile también ha tomado relevancia en los últimos años, junto al compromiso por parte de los distintos entes gubernamentales del país con mejorar su normativa referente a la eficiencia energética y adecuarse a los estándares internacionales. Esto significa un mayor estándar en la construcción, con unas mayores exigencias constructivas referentes a todos los temas relacionados con el consumo de energía, donde la envolvente del edificio y sus componentes son relevantes, contribuyendo al bienestar de sus usuarios y al medio ambiente.

Si bien se podría evidenciar que la normativa europea es más explícita y restrictiva, la normativa chilena se encuentra en un proceso de compromiso con el medio ambiente y la eficiencia energética, lo que sin duda conllevará en un futuro próximo a una actualización de la misma.

### 3.2 LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA VIVIENDA (CEV) Y LA CALIFICACIÓN WELL

#### 3.2.1 APORTE DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA VIVIENDA EN LA ARQUITECTURA

La ya mencionada CEV cuya implementación aun no es obligatoria en Chile, ha contribuido a que los desarrolladores inmobiliarios tengan en consideración este factor, el cual se hará más de notar cuando esta certificación sea de carácter obligatorio en un futuro no muy lejano.

La última modificación además de los requerimientos de energía para calefacción, agua caliente sanitaria e iluminación incluye las exigencias para enfriamiento, donde el tema de la transmitancia térmica de la envolvente (techos, muros exteriores, pisos, ventanas y puertas) no deja de ser protagonista y los elementos de control solar, tanto fijos como móviles toman gran relevancia, entre ellos la persiana.

Esta calificación toma como referencia una vivienda tipo que cumple con los estándares mínimos exigibles por la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción evaluando aspectos como la transmitancia térmica de la envolvente, la inercia térmica, la orientación de la vivienda, los puentes térmicos de la envolvente, el nivel de infiltración o el tipo de ventilación y los evalúa y compara según las pautas contenidas en el manual de Procedimientos de la Calificación Energética de la Vivienda en Chile (CEV). En lo referente al consumo de energía, este se incluye en el informe de evaluación y considera aspectos como el desempeño de los equipos o la incorporación de energías renovables no convencionales generadas en la propia vivienda o edificio. En el siguiente punto se hará este ejercicio a través de las fichas de cálculo del manual.

#### 3.2.2 LA CALIFICACIÓN WELL Y LOS EDIFICIOS SALUDABLES

En los últimos años se ha desarrollado fuertemente el concepto de vivienda energética y con ello también el concepto de vivienda saludable, ya no solamente visto desde el punto del compromiso por parte del ser humano con el medio ambiente si no también con el compromiso de mejorar la vida de sus usuarios y hacerla más saludable a través de la arquitectura, es la denominada neuroarquitectura.

Esta disciplina, creada en 1998 por dos neurocientíficos (Fred H. Gage y Peter Eriksson) defiende que la arquitectura y su manera de construir ayuda al bienestar mental y la felicidad de las personas.

La arquitectura en sí provoca sensaciones, ya sean negativas o positivas y la forma en la que se construyen los edificios puede favorecer el bienestar mental de sus usuarios, ya sea estimulando la



creatividad, ayudando a mantener la atención y concentración, favoreciendo la relajación o aumentando la productividad, entre otras; a través de distintos parámetros como la optimización de los niveles térmicos y lumínicos, o las sensaciones que pueden generar los espacios, sus colores y materialidades.

Este concepto también pretende fomentar las relaciones sociales, donde se crean zonas cercanas entre vecinos para propiciar encuentros casuales y no forzados.

Otro factor que impulsa a los inmuebles saludables es el certificado *Well*, un sistema innovador fundado por Delos y dirigido por el Internacional *Well Building Institute* (IWBI), que se inició en 2015 y certifica que el modelo de diseño, construcción y operación de los edificios integra la salud y el bienestar de las personas y su nivel de impacto.

Este estudio tiene diez conceptos medibles, tanto para viviendas como para hoteles u oficinas, estos son: aire, agua, nutrición, iluminación, promoción del ejercicio físico, confort térmico, sonido, materiales, mente y comunidad.

Los primeros países con mayor implementación de esta certificación son Estados Unidos y China, que cuentan ya con unos mil proyectos con esta certificación desde 2014. En España el edificio Castellana 81 en Madrid, es el primero, pero ya cuenta con más de 30 edificios en proceso de certificación, donde el Instituto tecnológico de Galicia (ITG) es la primera entidad oficial para realizar formación en español para esta certificación en España y Latinoamérica.

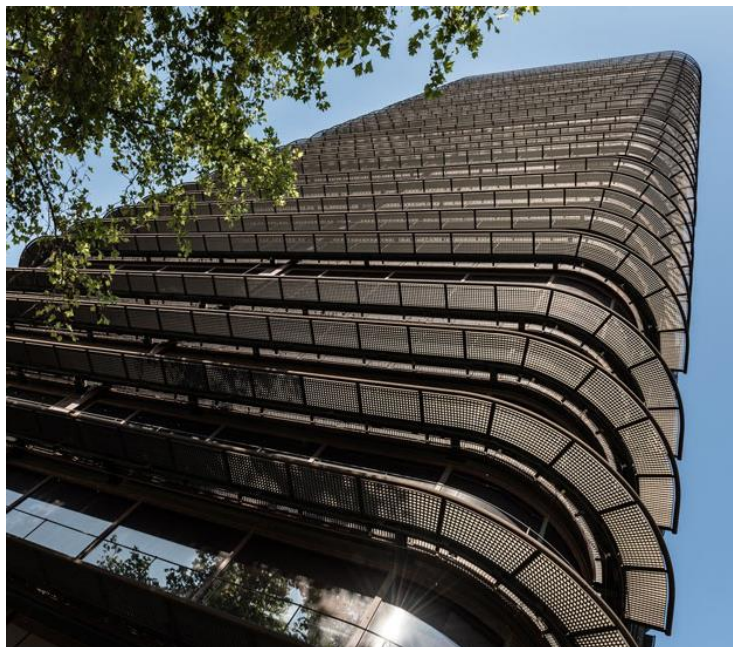


Fig.47. Imagen primer edificio con calificación Well en España, Castellana 81. (Fuente: Internet)

## Cronograma WELL

El siguiente diagrama describe los pasos para obtener la certificación WELL.

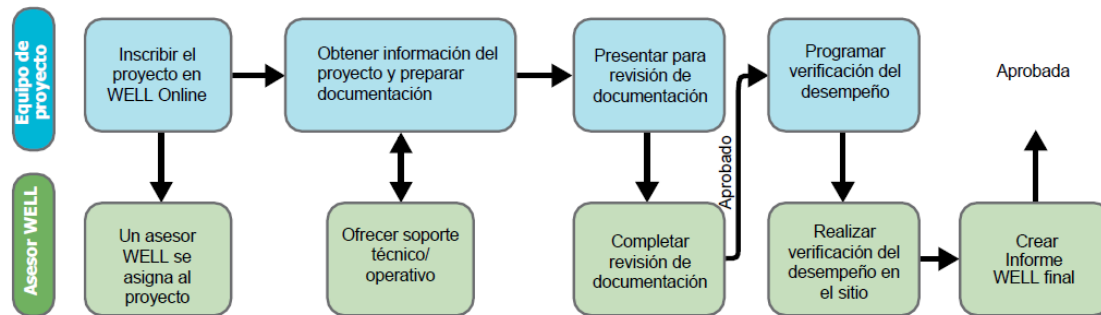


Fig.48. Diagrama para obtención calificación WELL. (Fuente: internet)

### 3.3 TIPOLOGÍAS DE PERSIANAS

La persiana exterior en Chile es utilizada principalmente por motivos de seguridad, por lo que la tipología de persiana más común que se puede encontrar en las viviendas chilenas son las de cajón de persiana exterior, normalmente utilizadas en el primero piso de las viviendas cuyo fin principal es la seguridad.

Pero la persiana no solo cumple esta función de protección, sino que también es un elemento con un factor diferencial a la hora de conseguir un consumo energético más responsable.

Existe gran variedad de tipología de persianas, tanto por el tipo de instalación, como por su materialidad, terminaciones y accionamiento entre otros que pueden incorporarse a las viviendas y que además de dotarlas de una mayor seguridad pueden beneficiar a los hogares chilenos de otros aportes, entre ellos el ahorro energético.

Las persianas enrollables dotan a la vivienda de una serie de características y beneficios inigualables como se ha comentado en párrafos anteriores y que es importante recordar algunos de ellos antes de definir el tipo de persiana que se utilizará en este estudio:

- 1.- Ahorro energético y económico. La envolvente es uno de los factores más importantes que intervienen en el ahorro energético, además de un ahorro económico y reducción de emisiones de dióxido de carbono. En este punto, la elección del tipo de lama de la persiana, el cajón y el motor, son tres elementos clave a considerar.

- 2.- Previenen el daño de los tejidos del interior de la vivienda, como cortinas rollers, provocados por una intensa exposición solar.
- 3.- Seguridad, dotan a la vivienda de una barrera física que ayuda a disuadir a los ladrones, hay modelos de persianas autoblocantes, que proporcionan una protección extra para estos casos.
- 4.- Regulación de la ventilación y humedad al interior de la vivienda.
- 5.- Se obtiene un cien por cien de privacidad cuando las persianas están bajadas.
- 6.- Regulación de la luz solar, posibilitan la regulación total o parcial de la incidencia de la luz solar en el interior de la vivienda.
- 7.- Disminución del ruido. Cuando la persiana está abajo se consigue atenuar el ruido que viene del exterior de la vivienda.
- 8.- Fácil mantenimiento y alta durabilidad.
- 9.- Protegen las ventanas del viento y de los daños provocados por la lluvia.

#### Elementos que componen la persiana

La persiana se compone principalmente de cuatro elementos: el cajón (1), las guías (2), las lamas de la persiana o persiana en sí (3) y el accionamiento para subir y bajar la persiana (4), que puede ser manual o con motor.

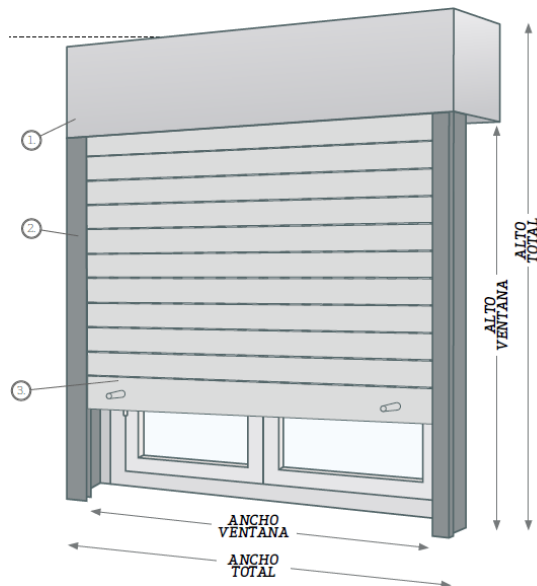


Fig.49. Elementos principales de la persiana (Fuente: Persax)

Según la forma de accionamiento (4) existen tres tipologías en el mercado, estas son:

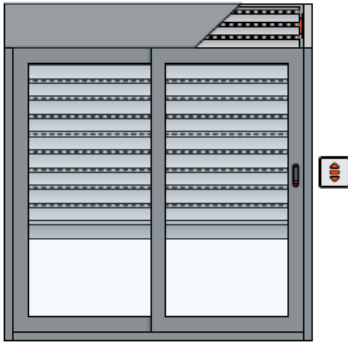


Fig.50. Con motor

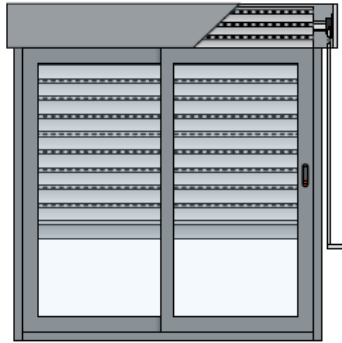


Fig.51. Manual con manivela

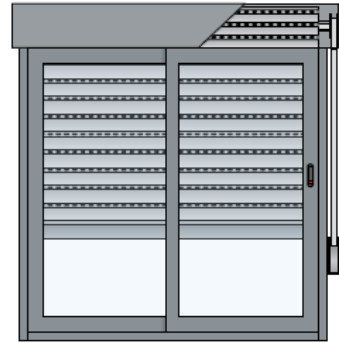


Fig. 52. Manual con cinta.

(Fuente: Persax)

Según la instalación del cajón de persiana nos podemos encontrar con distintas formas:

1. Con cajón de persiana integrado. Este sistema es el más utilizado hoy día en los países donde este elemento se considera como parte fundamental del hueco de ventana. El cajón de persiana se coloca encima de la ventana, formando un bloque uniforme que simplifica la instalación. Además, el cajón es de fácil acceso, lo cual es más cómodo para realizar mantenimiento o reparaciones.
2. Con cajón de persiana exterior. Este sistema es el más utilizado en Chile como hemos indicado anteriormente y se utiliza cuando se incorpora la persiana en una ventana ya existente que no cuenta con ella y no queremos modificar las dimensiones del hueco ni realizar trabajos de obra. En este caso el cajón no queda encima de la ventana, sino que se instala por el exterior, delante de la ventana o sobre la fachada.
3. Cajón de persiana integrado en obra. Este sistema permite que el cajón de persiana quede totalmente oculto y en su momento fue el más utilizado, es de más difícil instalación ya que el espacio para el cajón debe quedar listo en obra. A la hora de realizar la mantención o reparación de la persiana es más invasivo y de mayor dificultad de acceso.

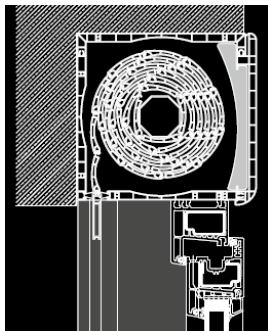


Fig.53. Cajón Integrado con ventana

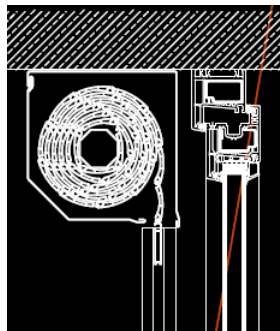


Fig.54. Cajón Exterior

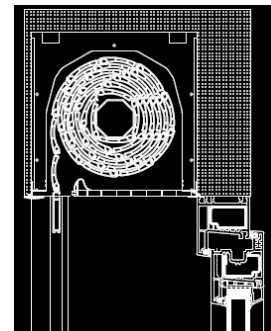


Fig.55. Cajón Túnel. (Fuente: Persax)

Las lamas son el elemento principal de la persiana, es un perfil que engarzado a otros iguales conforma el paño de la persiana, se fabrica en diversos materiales y colores, adaptándose a las diferentes necesidades del usuario y el diseño del proyecto. En cuanto a su materialidad, pueden ser de aluminio o PVC, siendo la de aluminio perfilado la más utilizada en el mercado.



Fig.56. Lama de PVC



Fig.57. Lama de aluminio



Fig. 58. Lama de aluminio perfilado

(Fuente: Persax)

Las persianas de aluminio perfilado se han convertido en el estándar del mercado por su ligereza, aislamiento y amplitud de colores y acabados. Fabricadas con lamas de aluminio y rellenas de poliuretano, permiten mejorar el aislamiento de la vivienda tanto térmico como acústico, además de dotar a la persiana de una mayor resistencia a la deformación. Hay diferentes tipologías en función del ancho de ventana.

### 3.3.1 SELECCIÓN DE PERSIANAS PARA CASO DE ESTUDIO

La persiana en Chile es conocida principalmente como elemento de seguridad, por lo que el tipo de persiana que más nos podemos encontrar en Chile es el de cajón exterior, que es el implementado una vez ya el edificio está en uso. Esta tipología se ve principalmente en viviendas unifamiliares y en los primeros pisos, cuya función principal es la de proteger la vivienda ante un eventual robo.

Es cada vez más común encontrar edificios habitacionales donde sus habitantes posteriormente a la compra de la vivienda incorporar elementos exteriores de control solar, como toldos, persianas con cajón exterior, o cualquier otro elemento móvil que ayude a minimizar la exposición de la vivienda a la luz solar. Estos elementos se encuentran principalmente en las unidades que se encuentran en las fachadas poniente, norte o norponiente, cuya exposición solar en verano es notablemente mayor.

Para este estudio de acuerdo con los tres elementos principales que componen la persiana se propone la siguiente elección:

1.- Cajón de persiana. Utilizar el tipo cajón integrado con ventana (sistema compacto), dado que permite incorporar en el hueco de fachada tanto la ventana como la persiana en un único bloque uniforme, lo que simplifica la instalación y permite el acceso al mecanismo interior para su mantenimiento. Además, consigue mayor hermeticidad y evita la creación de puentes térmicos.

2.- Lamas. Utilizar lamas de aluminio perfilado rellenas de poliuretano. Estas se convierten en la mejor elección para la instalación de persianas en la vivienda, son más ligeras, más aislantes y tienen una gran gama de colores y acabados.

3.- Accionamiento. Con motor. Que el sistema de accionamiento sea motorizado garantiza una mayor eficiencia, ya que al quedar el motor dentro del cajón evita la necesidad de que haya ningún orificio por donde pueda filtrarse el aire.

Dentro de esta tipología hay varios modelos, según su material, color, dimensión, etc., lo cual influye directamente en el precio final.

### 3.3.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE L CASO DE ESTUDIO.

#### Cajón de Persiana.

El cajón de persiana seleccionado para el caso de estudio es de tipo integrado, modelo Energy, cuyo coeficiente de transmisión térmica es de  $U=1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ , evita que se produzcan pérdidas de calor/frío en la vivienda.

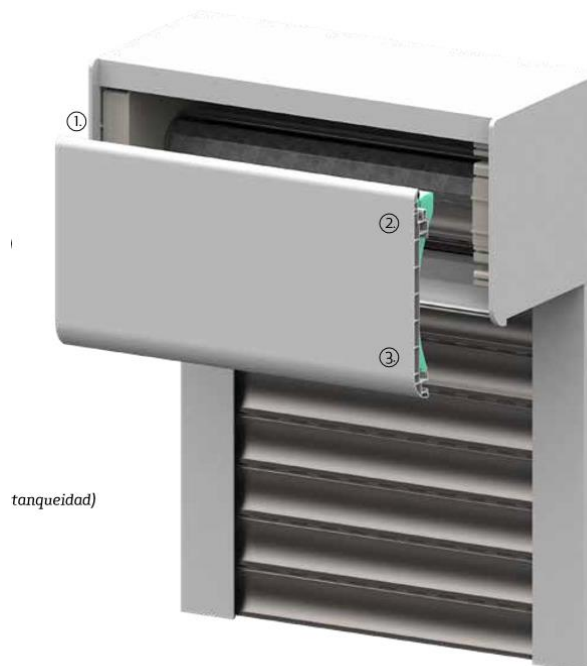
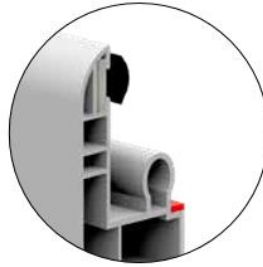


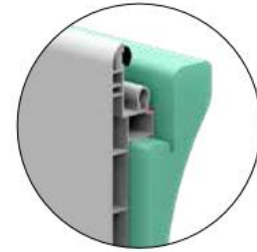
Fig. 59. Detalle cajón de persiana compacto. (Fuente: Persax)



1.- Sistema extraíble



2.- Pestaña de aislamiento



3.- Aislante de poliespán

Fig. 60. Detalle elementos de cajón de persiana compacto. (Fuente: Persax)

## DATOS TÉCNICOS

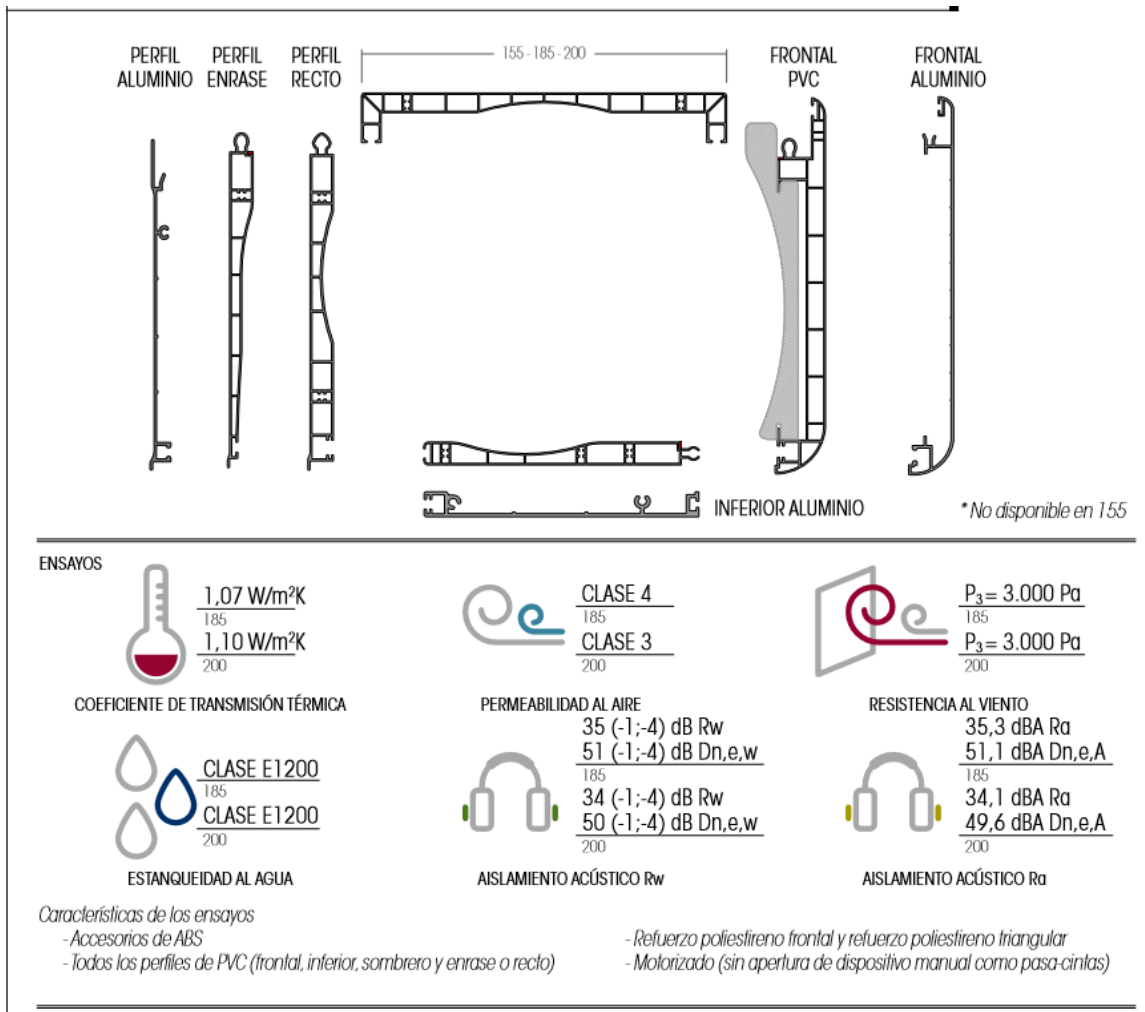
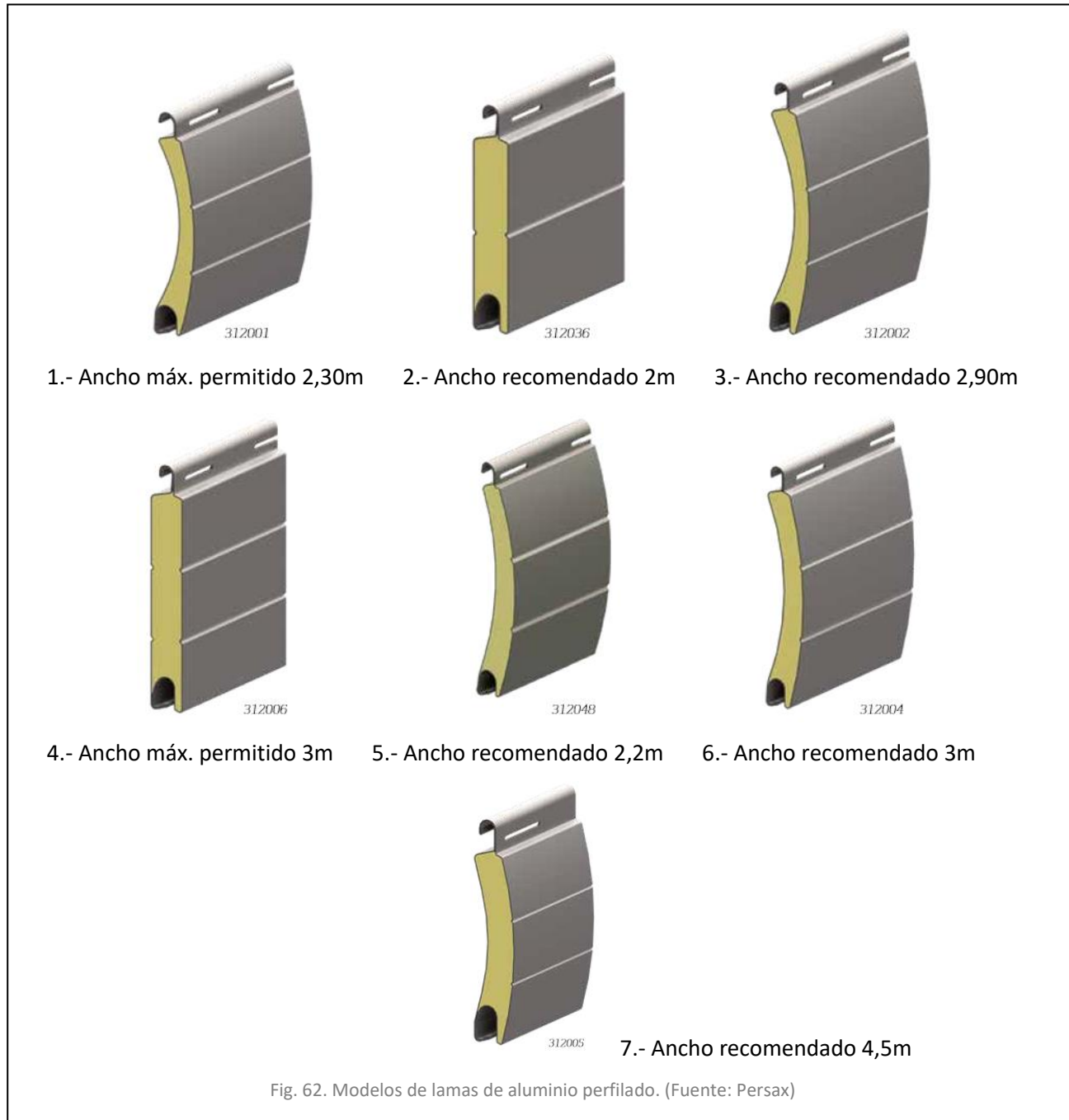


Fig. 61. Ficha técnica cajón compacto Energy. (Fuente: Persax)

### Lamas de aluminio perfilado

Para el caso de las lamas se ha seleccionado la de tipo aluminio perfilado, fabricadas con aluminio de alta calidad y rellenas de poliuretano expandido de Alta Densidad (HD) que dota a la persiana de mayor resistencia frente a la deformación y un mayor aislamiento acústico en la vivienda.

Para este tipo de lama existen varios modelos cuyas características definen el ancho máximo permitido, estos son:





DATOS TÉCNICOS

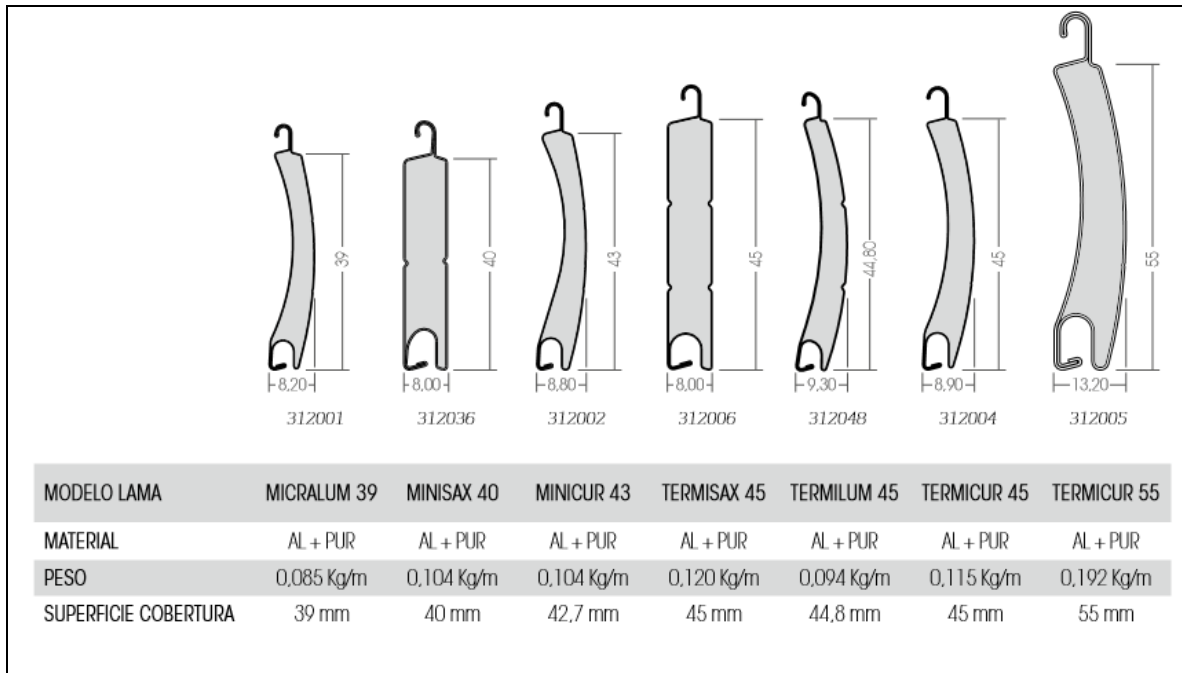


Fig. 63. Ficha técnica de lamas de aluminio perfilado. (Fuente: Persax)

Accionamiento motorizado.

El tipo de motor seleccionado es un motor mecánico con accionamiento manual auxiliar, con pulsadores en muro.

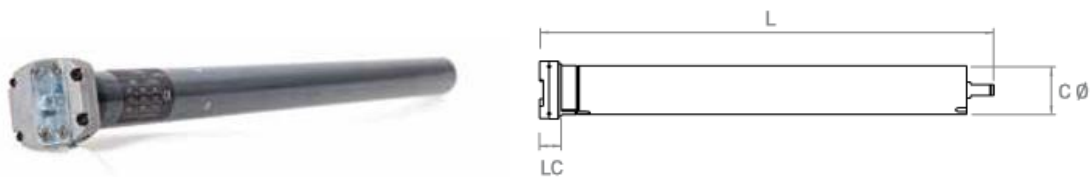


Fig. 64. Imagen de motor mecánico y dimensiones. (Fuente: Persax)



Fig. 65. Imagen de pulsadores a muro. (Fuente: Persax)

DATOS TÉCNICOS

Modelo motor <i>Model motors</i> <i>Model moteur</i>	Código <i>Code</i>	Nm	Velocidad (Rpm) <i>Speed/Vitesse</i>	Vueltas Máx. <i>Max turns</i> <i>Tours max</i>	L (mm)	LC (mm)	C (Ø)	Eje mínimo (mm) <i>Suitable Shaft</i> <i>Axe compatible</i>	
MECÁNICOS <i>Mechanical</i> <i>Mécaniques</i>	SERIE 35	124708	10	17	30	472	16,3	Ø 35	Ø 40
	SERIE 45	1241010	10	15	22	475	17,5	Ø 45	Ø 60
		1241011	20	15	22	485	17,5	Ø 45	Ø 60
		1241012	30	15	22	512	17,5	Ø 45	Ø 60
		1241013	50	12	22	523	17,5	Ø 45	Ø 60
MANUALES <i>Manual override</i> <i>Manoeuvre de secours</i>	SERIE 45	124256	20	15	22	607	22	Ø 45	Ø 60
		124937	30	15	22	607	22	Ø 45	Ø 60
		124257	50	12	19	544	19	Ø 45	Ø 60
	SERIE 59	1241107	80	15	22	650	29	Ø 59	Ø 70
		1241108	100	12	22	650	29	Ø 59	Ø 70
		1241109	120	9	22	650	29	Ø 59	Ø 70
	SERIE 92	124941	140	12	30	570	55,5	Ø92	Ø 100
		124355	230	9	30	581	55,5	Ø92	Ø 100
		124516	300	9	30	608	55,5	Ø92	Ø 100
		1241222	300	11	22	627	55,5	Ø92	Ø 100
RÁDIO <i>Radio</i> <i>Radio</i>	124081	10	15	--	617	22	Ø 45	Ø 60	
	124803	20	15	--	617	22	Ø 45	Ø 60	
	124879	30	15	--	667	22	Ø 45	Ø 60	
	124082	50	12	--	667	22	Ø 45	Ø 60	
RADIO MANUAL <i>Manual Override</i> <i>Manoeuvre de secours</i>	124938	30	15	15	777	22	Ø 45	Ø 60	
	124083	50	12	12	777	22	Ø 45	Ø 60	

Fig. 66. Tabla de tipo de motores. (Fuente: Persax)

### 3.4 CONCLUSIONES PARCIALES

De acuerdo a la normativa vigente en Chile, si bien hay varios planes de acción como la Calificación Energética de la Vivienda, la exigencia térmicas normadas son suficientes pero quizás no a nivel de confort. A largo plazo esto se puede alcanzar haciendo que la Calificación Energética de la Vivienda sea de carácter obligatorio y no voluntario. Además cada vez es más frecuente hablar de edificios saludables por lo que el concepto de calificación Well también se irá integrando en la arquitectura chilena.

Con respecto a la selección de los distintos elementos que componen el cajón de persiana se ha realizado de acuerdo con el mejor estándar para incorporar al mercado chileno según relación calidad precio, de modo que el incremento de los costos de construcción sea el idóneo para que el precio de venta no se vea afectado.

Este estudio pretende mostrar que la incorporación de la persiana en los edificios habitacionales chilenos supone una serie de ventajas tales como: ahorro energético, ahorro económico (disminución de la factura de la luz y/o gas), mayor seguridad y mayor confort. Pero además, con

este estudio también se pretende evaluar cuantitativamente cual es el incremento del costo de la vivienda, tanto en la fase de construcción como en la fase de venta, ambos puntos se verán en el siguiente apartado.

#### 4. EVALUACIÓN ECONÓMICA

##### 4.1 ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS EN UN PROYECTO INMOBILIARIO

Para el caso de estudio se eligió un proyecto habitacional tipo, ubicado en calle Hamburgo, entre Simón Bolívar y Hannover, en la comuna de Ñuñoa, comuna que según hemos visto en párrafos anteriores es la que actualmente cuenta con mayor número de proyectos en construcción.

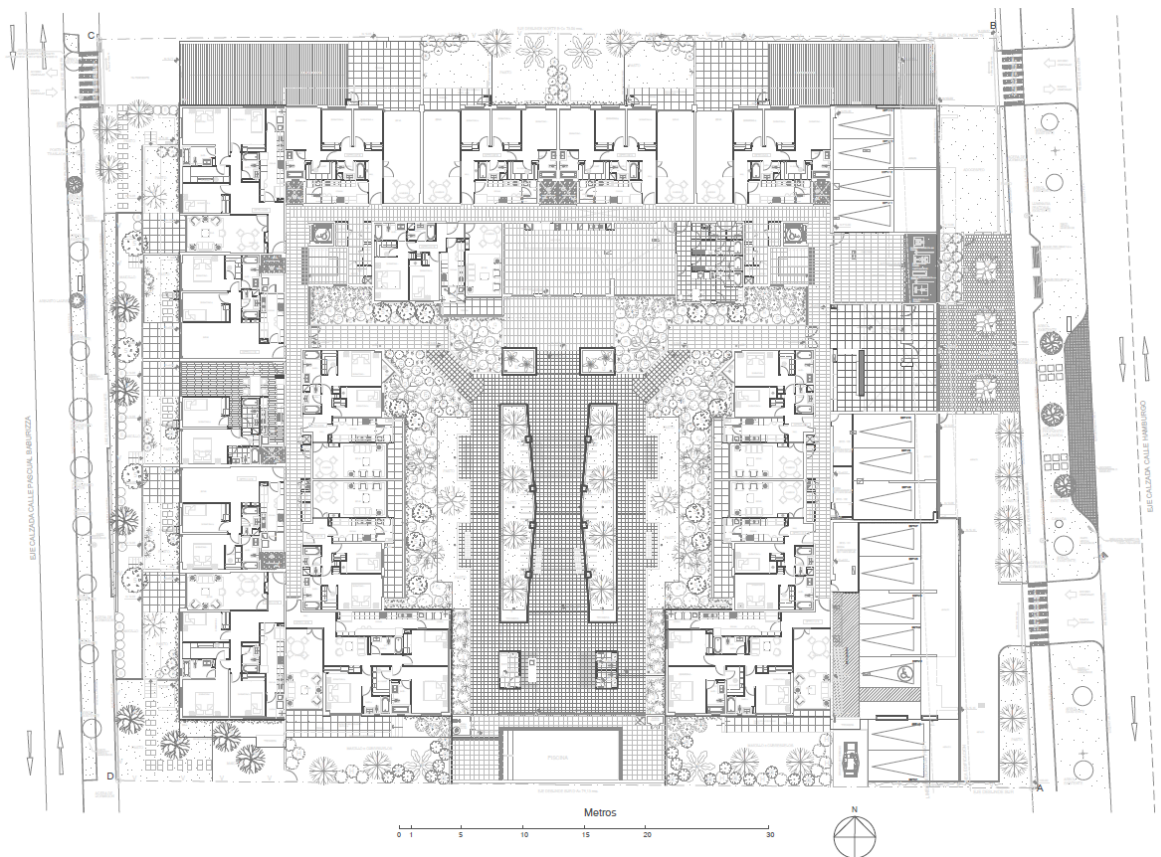


Fig. 67. Planta tipo edificio.

##### Características del Proyectos:

Edificio habitacional en altura de cinco pisos, dos subterráneos y ciento tres departamentos, de los cuales ocho son de cuatro dormitorios y tres baños, cuarenta de tres dormitorios y dos baños y cincuenta y cinco de dos dormitorios y dos baños.

## ANTECEDENTES

### 1. Tabla resumen de Unidades por piso y metros cuadrados construidos.

PISO	N°DEPTOS	4D+3B	3D+2B	2D+2B	ESTACIONA MIENTO (unidades)	BODEGA	SUP.UTIL CONSTRUIDA (m2)	SUP.CONSTRUIDA ZONAS COMUNES (m2)	TOTAL SUPERFICIE (m2)
S2	0	0	0	0	47	33	783,16	643,1	1426,26
S1	0	0	0	0	105	67	1716,26	1359	3075,26
P1	16	0	8	8	14	3	1223,68	446,64	1670,32
P2	21	2	11	8	0	0	1678,96	180,08	1859,04
P3	22	2	12	8	0	0	1763,38	180,08	1943,46
P4	22	2	12	8	0	0	1763,38	180,08	1943,46
P5	22	2	12	8	0	0	1763,38	180,08	1943,46
PC					0	0	0	103,75	103,75
<b>TOTAL</b>	<b>103</b>	<b>8</b>	<b>55</b>	<b>40</b>	<b>166</b>	<b>103</b>	<b>10692,2</b>	<b>3272,81</b>	<b>13965,01</b>

Fig. 68. (Fuente: elaboración propia)

### 2. Tabla resumen de tipologías y metros cuadrados de ventanas por tipología.

Tipo depto	m2 útiles	m2 ventana	Unidades	Total m2 útiles	Total m2 ventanas
<b>2D+2B</b>	68,54	13,59	40	2741,6	543,6
<b>3D+2B</b>	84,42	17,7	55	4643,1	973,5
<b>4D+3B</b>	101,01	17,03	8	808,08	136,24
<b>TOTAL</b>				<b>8192,78</b>	<b>1653,34</b>

Fig. 69. (Fuente: elaboración propia)



b. Tres dormitorios y dos baños – Orientación Norponiente

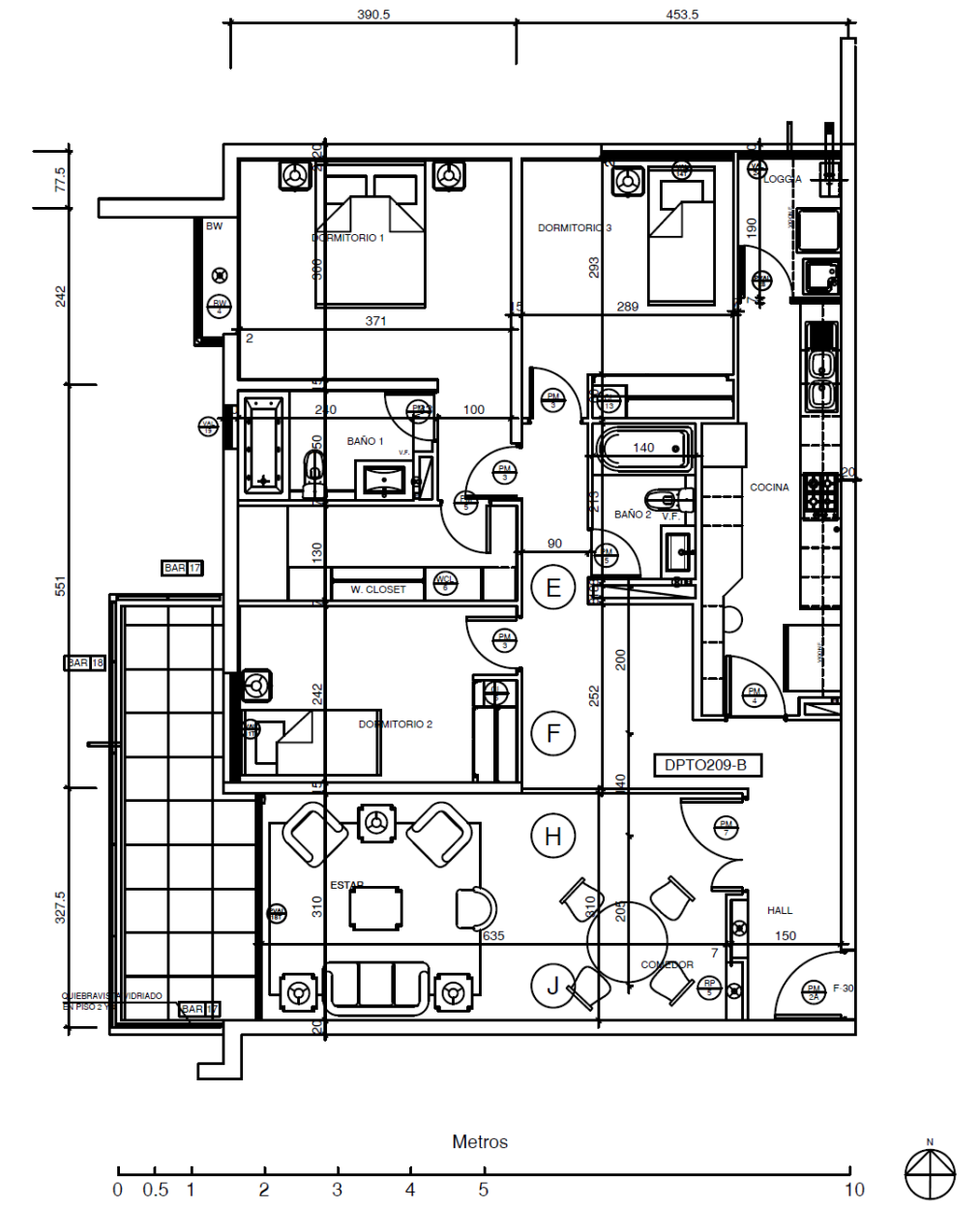


Fig. 71. Planta tipo departamento 3 dormitorios y 2 baños. (Fuente: elaboración propia)

c. Dos dormitorios y dos baños – Orientación Poniente

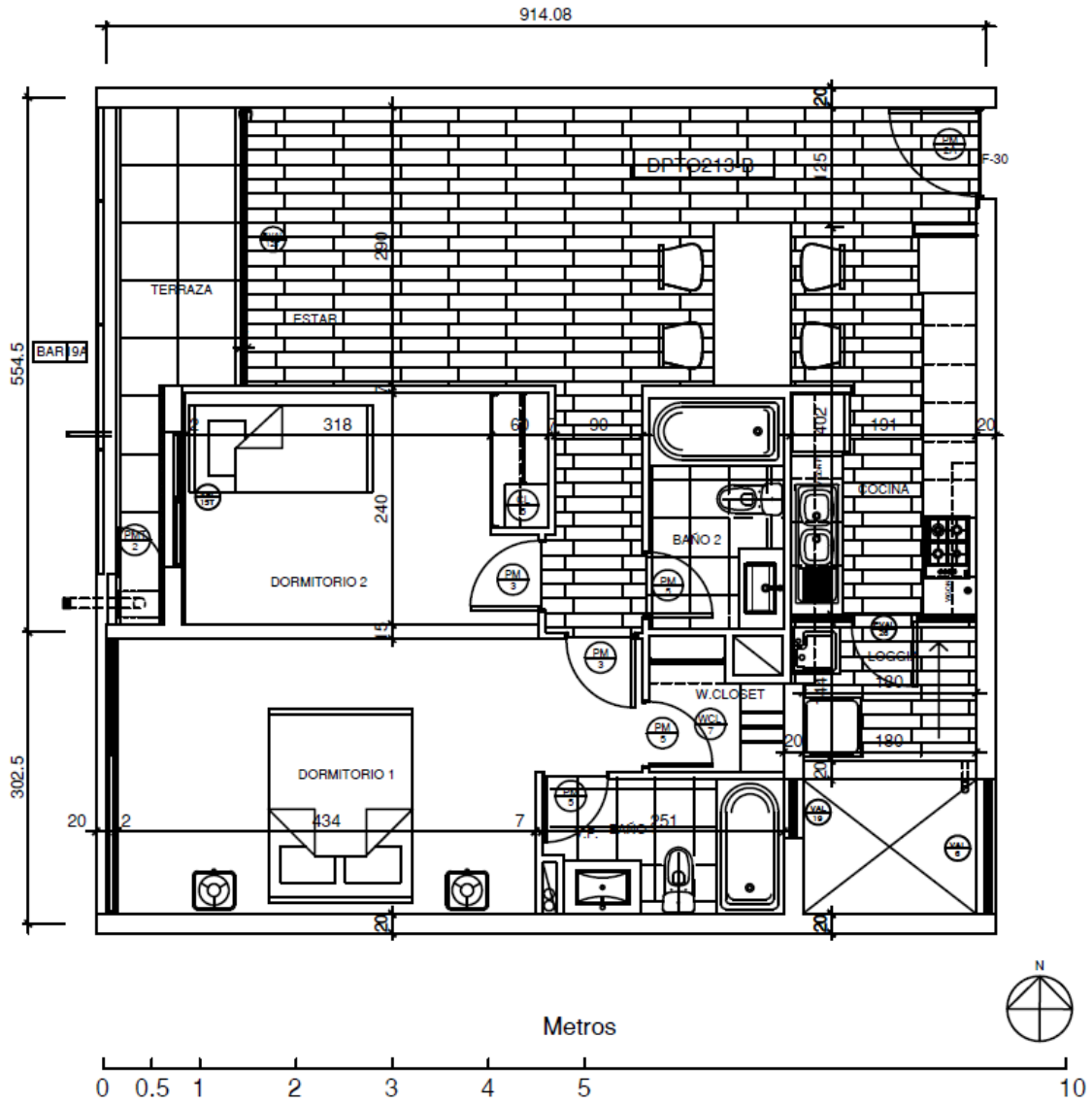


Fig. 72. Planta tipo departamento 3 dormitorios y 2 baños. (Fuente: elaboración propia)

ANTECEDENTES DEL PROYECTO

Terreno y valor de venta:

Datos		
Terreno	4.446	m <sup>2</sup>
Precio	45,0	UF/m <sup>2</sup>
Precio vivienda UF/m <sup>2</sup> promedio	82,0	UF/m <sup>2</sup>

Normativa	
Comuna	Ñuñoa
Ocupacion de suelo	0,7
Altura Maxima	5 Pisos

**Ingresos:**

<b>Tipología</b>						
Descripción	m <sup>2</sup>	Cantidad	m <sup>2</sup> Totales	Valor [UF]	Valor UF/m <sup>2</sup>	Valor Ingresos (UF)
2 Dormitorios, 2 Baños	68,54	40	2.741,60	5.704,35	83	228.174,16
2 Dormitorios, 2 Baños	0	0	-	-	83	-
3 Dormitorio, 3 Baños	0	0	-	-	81	-
3 Dormitorio, 2 Baños	84,42	55	4.643,10	6.856,69	81	377.118,06
4 Dormitorios, 3 Baño	101,01	8	808,08	8.204,15	81	65.633,21
<b>TOTAL</b>		<b>103</b>	<b>8.192,78</b>		<b>81,78</b>	<b>670.925,43</b>

<b>Espacios Publicos</b>						
Tipo	m <sup>2</sup> por piso	Pisos	m <sup>2</sup> Totales	Cantidad	Valor [UF]	Valor Ingresos (UF)
Estacionamientos	1.249,71	2	2.499,42	146	380	55.480,00
Bodegas	-	-	-	103	70	7.210,00
<b>TOTAL m2 con estacionamiento y bodega</b>			<b>10.692,20</b>			<b>733.615,43</b>

**4.1.1 EVALUACIÓN ECONÓMICA SIN PERSIANA**

En el primer caso, se realizó evaluación económica del proyecto sin considerar la incorporación de la persiana, igual que un proyecto estándar de la comuna de Ñuñoa en las zonas donde el plan regulador considera un máximo de 5 pisos. El valor del terreno se consideró de acuerdo con el precio de mercado actual en esos sectores, lo mismo con los costos de construcción y precio de venta de departamentos de la zona.

**Egresos:**

<b>M<sup>2</sup> Construidos Totales</b>	
Item	M <sup>2</sup>
sobre cota 0	8.192,78
bajo cota 0	2.499,42
m2 zonas comunes	3.272,81
<b>TOTAL</b>	<b>13.965,01</b>

<b>Costo de Inversión</b>	
Item	Valor Total [UF]
Valor Terreno	200.070,00
<b>TOTAL</b>	<b>200.070,00</b>

<b>Costos Directos (CDC)</b>		
Item	Valor Unitario [UF/m <sup>2</sup> ]	Valor Total [UF]
Costo de construcción + 0,0	19	155.662,82
Costo Subterráneo	11	27.493,62
Costo zonas comunes	8	26.182,48
<b>TOTAL</b>		<b>209.339</b>

En el caso de cálculo de los costos directos se tomaron valores de construcción referenciales según las zonas, sobre cota 0, bajo cota 0 y zonas comunes.



<b>Costos Indirectos</b>			
<b>Item</b>	<b>Porcentaje de calculo</b>		<b>Valor</b>
Proyectos	7,0%	de CDC	14.653,7
Derechos y Permisos	2,0%	de CDC	4.186,8
Marketing	3,0%	de CDC	6.280,2
Comisión por Venta	2,0%	de la Venta	14.672,3
Costos Legales e inscripciones	2,0%	de CDC	4.186,8
Gastos generales Empresa	5,0%	de CDC	10.466,9
IVA construcción ( 35% del 19%)	6,7%	de CDC	13.921,0
IVA venta (19%)	11,9%	de la Venta	87.452,6
<b>TOTAL</b>			<b>155.820,3</b>

<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>565.229,3</b>
----------------------	------------------

<b>RENTABILIDAD APARENTE</b>	<b>168.386,2</b>
------------------------------	------------------

En este caso la rentabilidad aparente es del 23%, a continuación, veremos la rentabilidad del proyecto según flujo de caja y velocidad de ventas para flujo puro, siendo este el caso más desfavorable, ya que en caso de financiar el proyecto lo que se conseguirá será mejorar los resultados.

Velocidad de Ventas:

<b>Velocidad de venta</b>						
<b>Meses</b>		<b>Mes 0 al 8</b>	<b>Mes 9 al 16</b>	<b>Mes 17al 24</b>	<b>Mes 25 al 32</b>	<b>Mes 33 al 42</b>
Velocidad de venta	2,45	1,25	2	2,375	3	3,4
Meses/periodo	42	8	8	8	8	10
Número de dept	103,00	10,00	16	19	24	34

**Resultado Flujo Puro:**

**FLUJO PURO**

<b>TIR MENSUAL</b>		1,41%
<b>TIR ANUAL</b>		18,27%
<b>VAN</b>	15,00%	22.954,36

Mes	Egreso	Ingreso	Flujo de caja	
0	-203.482,22	0,00	-203.482,22	
1	-544,28	0,00	-544,28	
2	-560,00	564,09	4,08	
3	-560,00	564,09	4,08	
4	-13.460,49	0,00	-13.460,49	
5	-11.857,64	1.531,22	-10.326,41	Inicio Construcción
6	-11.983,24	1.531,22	-10.452,02	
7	-11.904,71	967,13	-10.937,58	
8	-12.117,87	2.498,35	-9.619,52	
9	-16.448,44	1.531,22	-14.917,22	
10	-16.477,27	1.738,35	-14.738,92	
11	-16.369,91	967,13	-15.402,78	
12	-14.215,84	1.531,22	-12.684,62	
13	-14.354,22	2.525,30	-11.828,92	
14	-11.904,71	967,13	-10.937,58	
15	-11.986,99	1.558,17	-10.428,82	
16	-12.039,35	1.934,27	-10.105,08	
17	-9.750,64	1.531,22	-8.219,42	
18	-9.750,64	1.531,22	-8.219,42	
19	-9.750,64	1.531,22	-8.219,42	
20	-9.625,04	1.531,22	-8.093,81	
21	-16.880,94	2.525,30	-14.355,64	
22	-9.535,64	1.280,00	-8.255,64	
23	-9.202,83	2.498,35	-6.704,47	
24	-9.202,83	2.498,35	-6.704,47	Termino Construcción
25	-766,47	2.498,35	1.731,89	Recepción - Escrituración
26	-45.668,19	318.884,84	273.216,65	
27	-1.989,58	13.841,05	11.851,46	
28	-4.129,67	29.214,43	25.084,76	
29	-3.916,36	27.682,09	23.765,73	
30	-3.006,73	21.147,74	18.141,01	
31	-2.846,31	19.995,40	17.149,09	
32	-3.059,63	21.527,74	18.468,11	
33	-5.015,29	35.576,24	30.560,96	
34	-4.211,45	29.801,89	25.590,44	
35	-2.953,83	20.767,74	17.813,91	
36	-2.846,31	19.995,40	17.149,09	
37	-4.211,45	29.801,89	25.590,44	
38	-1.873,88	13.461,05	11.587,17	
39	-4.148,65	29.801,89	25.653,24	
40	-4.148,65	29.801,89	25.653,24	
41	-2.891,03	20.767,74	17.876,71	
42	-1.873,88	13.461,05	11.587,17	

#### 4.1.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA CON PERSIANA

En el segundo caso, se realizó evaluación económica del mismo proyecto pero considerando el costo de la incorporación de la persiana en los costos de construcción y manteniendo el precio de venta de departamentos de la zona, también se mantiene la velocidad de ventas.

##### Egresos:

M <sup>2</sup> Construidos Totales		Costo de Inversión	
Item	M <sup>2</sup>	Item	Valor Total [UF]
sobre cota 0	8.192,78	Valor Terreno	200.070,00
bajo cota 0	2.499,42	<b>TOTAL</b>	<b>200.070,00</b>
m2 zonas comunes	3.272,81		
M2 Persinas	1.653,34		
<b>TOTAL</b>	<b>13.965,01</b>		

Costos Directos (CDC)		
Item	Valor Unitario [UF/m <sup>2</sup> ]	Valor Total [UF]
Costo de construcción + 0,0	19	155.662,82
Costo Subterráneo	11	27.493,62
Costo zonas comunes	8	26.182,48
Costos Persiana	4	6.613,36
<b>TOTAL</b>		<b>215.952</b>

En este se incorpora como costo directo de construcción el valor asociado a la incorporación de la persiana y que afecta directamente a los m2 de ventanas del edificio.

Costos Indirectos			
Item	Porcentaje de calculo		Valor
Proyectos	7,0%	de CDC	15.116,7
Derechos y Permisos	2,0%	de CDC	4.319,0
Marketing	3,0%	de CDC	6.478,6
Comisión por Venta	2,0%	de la Venta	14.672,3
Costos Legales e inscripciones	2,0%	de CDC	4.319,0
Gastos generales Empresa	5,0%	de CDC	10.797,6
IVA construcción ( 35% del 19%)	6,7%	de CDC	14.360,8
IVA venta (19%)	11,9%	de la Venta	87.012,8
<b>TOTAL</b>			<b>157.076,9</b>

<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>573.099,2</b>
----------------------	------------------

<b>RENTABILIDAD APARENTE</b>	<b>160.516,3</b>
------------------------------	------------------

Después de la evaluación previa podemos observar que la rentabilidad aparente una vez incorporada la persiana es del 21,9%, es decir un 1,1% menos que en el caso anterior. A continuación, veremos la rentabilidad del proyecto según flujo de caja y velocidad de ventas para flujo puro como en el caso anterior.

**Resultado Flujo Puro:**

**FLUJO PURO**

<b>TIR MENSUAL</b>		1,34%
<b>TIR ANUAL</b>		17,29%
<b>VAN</b>	15,00%	16.172,83

Mes	Egreso	Ingreso	Flujo de caja	
0	-203.590,02	0,00	-203.590,02	
1	-561,48	0,00	-561,48	
2	-574,88	564,09	-10,79	
3	-574,88	564,09	-10,79	
4	-13.885,73	0,00	-13.885,73	
5	-12.224,59	1.531,22	-10.693,36	Inicio Construccion
6	-12.354,16	1.531,22	-10.822,94	
7	-12.275,97	967,13	-11.308,84	
8	-12.488,21	2.498,35	-9.989,85	
9	-16.960,42	1.531,22	-15.429,20	
10	-16.989,13	1.738,35	-15.250,77	
11	-16.882,23	967,13	-15.915,10	
12	-14.657,29	1.531,22	-13.126,07	
13	-14.795,08	2.525,30	-12.269,77	
14	-12.275,97	967,13	-11.308,84	
15	-12.357,89	1.558,17	-10.799,72	
16	-12.410,02	1.934,27	-10.475,75	
17	-10.051,03	1.531,22	-8.519,80	
18	-10.051,03	1.531,22	-8.519,80	
19	-10.051,03	1.531,22	-8.519,80	
20	-9.921,45	1.531,22	-8.390,23	
21	-17.401,62	2.525,30	-14.876,32	
22	-9.830,49	1.280,00	-8.550,49	
23	-9.481,07	2.498,35	-6.982,72	
24	-9.481,07	2.498,35	-6.982,72	Termino Construccion
25	-778,20	2.498,35	1.720,16	Recepción - Escrituración
26	-45.517,36	318.884,84	273.367,47	
27	-1.983,27	13.841,05	11.857,78	
28	-4.114,15	29.214,43	25.100,28	
29	-3.901,75	27.682,09	23.780,34	
30	-2.996,04	21.147,74	18.151,70	
31	-2.836,31	19.995,40	17.159,09	
32	-3.048,71	21.527,74	18.479,03	
33	-4.995,94	35.576,24	30.580,30	
34	-4.195,57	29.801,89	25.606,32	
35	-2.943,36	20.767,74	17.824,37	
36	-2.836,31	19.995,40	17.159,09	
37	-4.195,57	29.801,89	25.606,32	
38	-1.865,81	13.461,05	11.595,23	
39	-4.130,79	29.801,89	25.671,10	
40	-4.130,79	29.801,89	25.671,10	
41	-2.878,58	20.767,74	17.889,16	
42	-1.865,81	13.461,05	11.595,23	

De acuerdo con el ejercicio realizado la rentabilidad del proyecto con y sin persiana sigue siendo rentable dando en ambos casos un resultado superior a la tasa de descuento exigida, es decir, superior al 15% en el caso de flujo puro y mejorando en más de 1,5 puntos en el caso de que el proyecto sea financiado.

#### 4.1.3 CONCLUSIONES PARCIALES

Tras el estudio cuantitativo realizado podemos deducir a grandes rasgos que la incorporación de la persiana en los proyectos inmobiliarios a nivel de costo de construcción es prácticamente mínima, el incremento es entorno al 3%, lo que permite mantener un buen resultado de rentabilidad del proyecto.

Aunque en el cálculo de la evaluación económica para el mismo proyecto considerando la incorporación de la persiana se mantuvieron los precios y velocidad de ventas es posible anticipar o crear la premisa de que estos resultados podrían mejorar, es decir, la velocidad de ventas podría ser mayor y la incorporación de la persiana agregaría valor al proyecto, por lo que sería posible aumentar el precio de venta, de tal manera que se podría seguir manteniendo la misma rentabilidad del proyecto en incluso mejorarla.

#### 4.2 RENTABILIDAD Y POSICIONAMIENTO EN EL MERCADO CON LA INCORPORACIÓN DE LA PERSIANA EN PROYECTOS DE EDIFICIOS HABITACIONALES.

La incorporación de la persiana en los edificios habitacionales en Chile puede ser un producto que acompañado de una buena estrategia de *marketing* por parte del mercado inmobiliario, rentabilice y mejore el posicionamiento de los proyectos inmobiliarios que la incorporen aumentando su velocidad de ventas, punto relevante en la evaluación económica.

En el ejercicio realizado en el punto anterior se mantuvo la velocidad de ventas y precios de los departamentos con el fin de evaluar en las mismas condiciones ambas propuestas, solo incorporando el costo de construcción de la incorporación de la persiana para verificar si el proyecto inmobiliario seguía siendo rentable.

Una vez realizado el ejercicio y viendo la factibilidad de este, es importante destacar que al igual que pasó en el mercado inmobiliario chileno con la incorporación de otros elementos como el termopanel, la calefacción, piso flotante en lugar de alfombra, vitrocerámica en lugar de cocina a gas, entre otros; incorporar la persiana en los proyectos inmobiliarios habitacionales puede

mejorar la calidad de vida de sus habitantes y generar un ahorro económico a largo plazo. Transmitir esto al cliente a través de anuncios publicitarios que capten la atención del cliente puede conseguir que los proyectos que la incorporen mejoren sus ventas, ya no solamente por el plazo de termino de stock disponible, si no también por el valor agregado que este producto puede dar a sus proyectos.

#### 4.2.1 CONCEPTO DE EDIFICIO SALUDABLE COMO ESTRATEGIA DE VENTA

Una buena estrategia para conseguir captar la atención del cliente e incorporar el concepto de Edificio saludable en su publicidad y destacar de manera clara y sencilla este concepto y el valor agregado que la persiana genera.

Según un estudio realizado por universidad de *Harvard*, junto con la Escuela de Salud Pública, (*Harvard T.H. Chan School of Public Health*) se ha llegado a identificar que es lo que hace que un edificio sea “saludable”, cuyo resultado fue definir 9 factores que lo consiguen, estos son:

- 1.- **Calidad del aire**, esto puede ser a través de la elección de los materiales de construcción y mobiliario. Además, mantener unos niveles de humedad en la vivienda en torno al 30%-60% ayuda a mitigar los problemas de olores.
- 2.- **Calidad del agua**, instalando un sistema de depuración para eliminar contaminantes.
- 3.- **Ventilación**, establecer una ventilación adecuada para conseguir la calidad del aire interior y el control de las fuentes de olores.
- 4.- **Confort térmico**, tomar medidas para que el confort térmico asegure un nivel de temperatura y humedad constante durante todo el año.
- 5.- **Aprovechar la luz natural y las vistas**, conseguir la iluminación adecuada natural durante el día, manteniendo el confort visual y evitando el deslumbramiento. También se pueden incorporar en los espacios interiores diseños inspirados en la naturaleza o vegetación.
- 6.- **Ruido**, proteger la vivienda de los ruidos exteriores y controlar las fuentes de emisión de ruidos interiores.
- 7.- **Seguridad**, cumplir con las condiciones mínimas de seguridad con planes de actuación en caso de emergencia o incendio, además de iluminación, nivel de contaminación del aire, etc.
- 8.- **Polvo y plagas**, diseñar los espacios para evitar la acumulación de polvo y suciedad, poder limpiarlos de forma adecuada y eficaz, evitando el uso de productos químicos y pesticidas.

**9.- Humedad,** evitar la formación de humedades durante y después del proceso de construcción.



Fig. 71. Esquema 9 fundamentos de un edificio saludable. (Fuente: forhealth.org)

De los 9 factores que definen que un edificio sea saludable según el estudio realizado incorporar la persiana como parte de la ventana y elemento flexible de la envolvente del edificio contribuye notablemente en varios de estos factores, por ejemplo:

**3.- Ventilación,** el poder manipular la posición de la persiana contribuye a regular la ventilación de las estancias interiores.

**4.- Confort térmico,** incorporar la persiana en los edificios habitacionales permite poder regular la incidencia de los rayos solares en la vivienda gracias a la flexibilidad de este elemento, que permite resguardar la vivienda del sol en verano en los momentos donde la radiación es mayor y permitir la incidencia de los rayos solares en invierno.

**5.- Aprovechar la luz solar y las vistas,** el posicionamiento de la persiana permitirá controlar el nivel de iluminación de las unidades interiores, evitando deslumbramientos y permitiendo mantener visibilidad hacia el exterior o no, según se desee.

**6.- Ruido,** mantener la persiana abajo permitirá aislar la vivienda de ruidos exteriores.

**7.- Seguridad**, en caso de viviendas ubicadas en pisos bajos, permitirá resguardar la vivienda en caso de robo.

**8.- Polvo y plagas**, la persiana consigue resguardar la vivienda de polvo o insectos, además al ser accesible para su mantenimiento a través del cajón, permite una fácil limpieza y resguarda los vidrios y la vivienda del polvo exterior.

**9.- Humedad**, poder manipular la persiana según la hora del día o estación del año ayuda a mantener la vivienda en un rango de humedad constante.



Fig. 72. Espacio interior de una vivienda. (Fuente: Persax)

#### 4.2.2 CONCEPTO DE AHORRO ECONÓMICO COMO ESTRATEGIA DE VENTA

Incorporar la persiana en los proyectos de edificios habitacionales también supone una serie de beneficios económicos, como:

- 1.- Disminución de la factura de la luz. El consumo eléctrico producto de la climatización de los espacios interiores puede disminuir hasta en un 30%.
- 2.- Menor deterioro del mobiliario y decoración interior de la vivienda como consecuencia de la incidencia de los rayos solares.
- 3.- Disminución de los costos a la hora de habitar la vivienda, no es necesario instalar *black out* en los dormitorios, toldos exteriores o cierres en las terrazas, cortinas rollers, solo se puede hacer si se desea como elemento decorativo.
- 4.- Vida útil, la persiana debido a la calidad de sus materiales tiene una vida útil que supera los 10 años.
- 5.- Mantenimiento, el registro que incorpora la persiana permite hacer un mantenimiento constante a la persiana, es de fácil acceso y cómodo, por lo que esto ayuda a mejorar aún más la vida útil del producto.



6.- Complementa la climatización de la vivienda, siendo innecesaria la instalación de elementos auxiliares como el aire acondicionado.

Todos estos elementos llevados a una buena promoción del producto consiguen captar la atención del cliente, permitiéndoles evaluar sus beneficios a nivel de confort y bienestar además de el ahorro económico a corto y largo plazo.

## **5.CONCLUSIONES FINALES**

A la hora de realizar un proyecto inmobiliario hay varios factores que afectan directamente a la optimización de la eficiencia energética y la calidad de vida de sus habitantes, donde la envolvente del edificio y el hueco de ventana como parte de ella juegan un papel fundamental.

Considerar esto en la fase de diseño y evaluar la incorporación de elementos de control solar flexibles, fácilmente manipulables como la persiana, permiten adecuar la vivienda a las necesidades de sus ocupantes según la hora del día, la estación del año o la actividad que se esté realizando en el interior.

La ventana es un elemento que interfiere directamente en factores relacionados con la calidad del ambiente interior como lo son el confort higrométrico, lumínico y acústico, además de la calidad del aire. La persiana colabora en la mejora de estos factores de confort y bienestar que aporta la ventana, Por ejemplo:

Desde el punto de vista de confort higrométrico, permite regular la temperatura interior.

A nivel de confort lumínico, permite regular la cantidad de luz solar que ingresa al recinto.

Acústicamente funciona como aislamiento.

El uso de la persiana mejora la ventilación de las estancias de la vivienda permitiendo regular la renovación del aire a través de su apertura que a su vez también permite controlar la incidencia del sol según la hora del día y la época del año, consintiendo el ingreso de la luz solar y aumento de la temperatura interior en el invierno y resguardando la vivienda de los rayos del sol y sobrecalentamiento en verano

Otorga una mayor seguridad a la vivienda y permite controlar las vistas tanto desde el exterior como hacia el interior.

A nivel de fachada crea un resultado homogéneo contribuyendo a la estética exterior del edificio.

La incorporación de este elemento también complementa el concepto de construcción o edificio sostenible, entendiéndose como edificio sostenible aquel que es diseñado de una forma arquitectónica adecuada, de tal manera que consiga ser eficiente y optimizar el uso de energía, tratando de aprovechar al máximo la luz solar y la ventilación natural, considerando en su diseño el uso de energías renovables, materiales reciclables o respetuosos con el medio ambiente con el fin de conseguir un mejor confort y bienestar de sus habitantes.

Desde el punto de vista climático habitacional la incorporación de la persiana contribuye no sólo a una disminución de consumo de energía, sino que también a un ahorro económico en los hogares chilenos.

La correcta utilización de soluciones de control solar como la persiana, ayuda a disminuir el consumo energético en la vivienda y a minimizar el uso de aire acondicionado o calefacción, permitiendo hasta un 30% de disminución en el consumo eléctrico relacionado con la climatización de las estancias.

En cuanto a ahorro económico, además de la disminución de la factura de la luz u otros energéticos, la incorporación de la persiana en el mercado inmobiliario chileno supone una disminución importante en la inversión de los propietarios en elementos de control solar interior, como rollers, cortinas, *black out*, alfombras, etc., ya que además de no ser necesarios algunos de ellos, permitirá protegerlos de la radiación solar.

La flexibilidad de la persiana a la hora de su instalación y su facilidad para manipularla ayuda a adecuar la vivienda según las necesidades de sus ocupantes.

Al ser un elemento realizado con materiales resistentes, lo hace ser un elemento con larga vida útil, cuyo mantenimiento es simple y fácil de hacer.

Desde el punto de vista normativo la incorporación de la persiana en los proyectos inmobiliarios contribuiría a mejorar la calificación energética de la vivienda, que, si bien hoy en día es de carácter voluntario, es probable que en un futuro próximo sea de obligatorio cumplimiento, otorgando un valor agregado a la vivienda.

Desde el punto de vista constructivo, la incorporación de la persiana como parte de la envolvente del edificio no supone un alto nivel de costo de construcción ni incrementa los tiempos en el proceso constructivo, es más, como se ha podido ver en la fase de evaluación económica incorporar este elemento en el proyecto no supone un incremento mayor al 2% del costo de construcción y tampoco afecta al plazo de obra, dado que se instala al mismo tiempo que la ventana. Muy al contrario de lo que sucedería al realizar este proceso una vez ejecutado el

proyecto, donde los costos de instalación se disparan y los resultados no son tan buenos, además de afectar la estética y crear puentes térmicos en la vivienda.

Aunque en el caso de estudio se consideró mantener los precios y velocidad de ventas para un proyecto con y sin persiana, los resultados podrían llegar a ser incluso más favorables, otorgando un valor agregado al proyecto, consiguiendo mejorar la velocidad de ventas y su precio, lo que permitirá mantener la rentabilidad del proyecto e incluso mejorarla.

La incorporación de la persiana en los proyectos habitacionales de Chile según los antecedentes mostrados en este estudio demuestra que es factible su implementación, ya no solamente a nivel de rentabilidad, si no que además complementa las condiciones actuales de la vivienda, dotándolas de un mayor confort, seguridad, ahorro energético y económico a mediano y largo plazo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (1996). Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Santiago.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (1976). Ley General de Urbanismos y Construcción. Santiago.
- Ministerio de Obras Públicas. (2000). Norma Chilena NCH 252/1. Of. 2000. Aislación Acústica. Parte 1: Construcciones de uso habitacional – Requisitos mínimos y ensayos.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo, División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional, Departamento de Tecnologías de la Construcción. (2006). Manual de Aplicación de Reglamentación Acústica. Santiago.
- José Fernández Richard. (2012). Síntesis de la Evolución Histórica experimentada por la legislación urbanística chilena. *Revista de Derecho*, 28, 51-75.
- Persax. (2018). Persianas. Catálogo Persax.
- Waldo Bustamante, Elisabeth Gratia. (2008). *618: Thermal Performance of an Office Building with a double skin facade in a Mediterranean climate. 2008, de School of Architecture P.Catholic University of Chile.*  
Sitio web: <https://www.researchgate.net/publication/237380179>
- Waldo Bustamante, Sergio Vera, Alejandro Prieto y Claudio Vásquez. (2014). *Solar and lighting Transmissions Through Complex Fenestration Systems of Office Building in a Warm and Dry Climate of Chile. 2014, de School of Architecture P.Catholic University of Chile.* Sitio web: [www.mdpi.com/journal/sustainability](http://www.mdpi.com/journal/sustainability)
- Felipe Alonso Encinas Pino. (2016). Análisis y Posicionamiento de los Atributos de Eficiencia Energética y Sostenibilidad en el Mercado Inmobiliario Residencial de Santiago, ¿Cuánto le importa realmente a usuarios y desarrolladores?. Santiago. Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT).
- Nicole Marie Dagorret Seguel. (2014). Ahorro Energético y Económico a través de la Implementación de Medidas de Gestión Energética. El Caso de la Implementación de Doble Piel Vegetal en Edificio de Oficinas Existentes de los Años 90 en Santiago. Santiago: Universidad de Chile. Escuela de Arquitectura y Urbanismo. Escuela de Posgrado.

- Beatriz Arranz Arranz. (2013). Optimización de la composición del hueco de fachada en materia de eficiencia energética. Propuesta de indicador como herramienta para el análisis integral del elemento acristalado. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Arquitectura.
- Díaz Sanchidrian C, Díaz Chyla A., Navacerrada Saturio M.A.. (2014). Estudio de los Efectos Acústicos y Térmicos de la Persiana Integrada con la Ventana. Madrid: Grupo de Investigación en Acústica Arquitectónica. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Gobierno de Chile. Instituto de Construcción. (2006). Manual de Aplicación Reglamentación Térmica. Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Artículo 4.1.10. Santiago.
- Ministerio de Energía. Gobierno de Chile. (2011). Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020. Santiago.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismos, Gobierno de Chile. (2018). Manual de Procedimientos Calificación Energética de Viviendas en Chile. Santiago.
- Ministerio de Energía. Gobierno de Chile. (2018). Energía 2050 Política Energética de Chile.
- Ministerio de Energía. Gobierno de Chile (2017). Balance Nacional de Energía 2017.
- *International Well Building Institute*. (2015). El Manual de Certificación Well. Nueva York.
- Geomarketing Estudios Territoriales (2019). Informe Trimestral Mercado Inmobiliario Gran Santiago. Santiago.
- Ministerio de Fomento. Gobierno de España. (2006). Código Técnico de la Edificación. Madrid.

SITIOS WEB:

- <https://www.codigotecnico.org/index.php/menu-real-decreto-parte-i.html>
- <https://urca.es/el-uso-de-las-persianas-en-el-mundo/>
- <http://construye2025.cl/>
- <http://blog.persax.com/2015/02/16/atras-persax-exporta-la-cultura-mediterranea/>
- <https://certificadodeeficienciaenergetica.com/blog/eficiencia-energetica-motor-mercado-inmobiliario/>
- [https://elpais.com/elpais/2018/04/06/icon/1523015770\\_991742.html](https://elpais.com/elpais/2018/04/06/icon/1523015770_991742.html)