



TESIS PARA OPTAR AL TITULO DE ARQUITECTO

Eficiencia energética en vivienda social, Chile

Autor: Luis Felipe Kappés Sáez

2017

Identificar aquellas normas, estándares y políticas públicas que propicien la eficiencia energética en el diseño y construcción de viviendas sociales en Chile, con atención a las condiciones de confort de los usuarios de este tipo de vivienda y su posible impacto en la mejora en su calidad de vida.



Hipótesis

Las normativas, estándares y políticas públicas de edificación, aplicadas a vivienda social y promulgadas por el Estado chileno, cumplen con criterios de eficiencia energética.

Objetivos

Identificar normativas, estándares y políticas públicas de eficiencia energética que hayan sido incorporadas en el diseño, edificación o mejoramiento de viviendas sociales en Chile.

Objetivos específicos

Investigar criterios de construcción referidos a eficiencia energética utilizados en Chile y en otros países en la construcción de viviendas.

Identificar relevancia del diseño pasivo en edificaciones y diseño activo, y su relación con la eficientación de energías.

Conocer el impacto que tienen las políticas públicas de eficiencia energética en la calidad de vida de las familias que han implementado sistemas referidos a la materia.

MARCO CONCEPTUAL

Eficiencia Energética
Arquitectura y Eficiencia Energética
Normas y Políticas Públicas
Normativas Internacionales de Eficiencia energética, experiencia española

Problemática

- 
- Cambio climático
 - Huella de Carbono
 - Energías Sustentables
 - Buenas practicas en el uso de recursos naturales

Eficiencia energética y sustentabilidad

Obtener energía al mínimo costo posible y usarla racionalmente, asegurando que las fuentes y usos sean sostenibles en el tiempo.

Eficiencia Energética

Emplear menos energía para ejecutar una misma cantidad de trabajo (ACHEE, 2009)

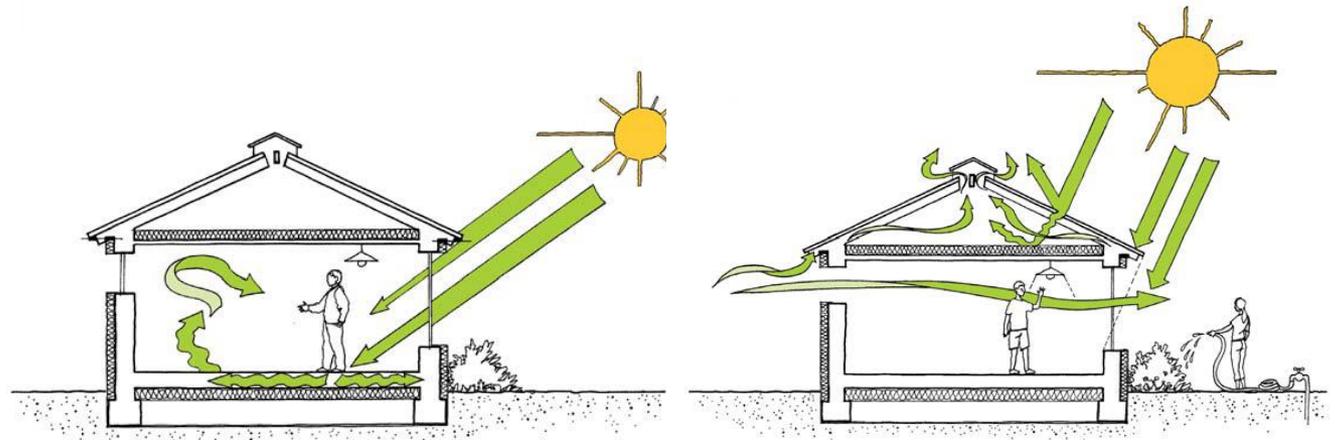
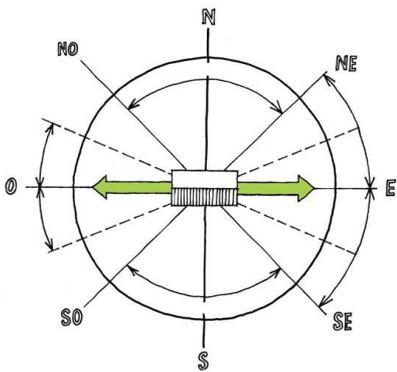
Al reducir la demanda de energía y usar en menor cantidad los combustibles fósiles y otros altamente contaminantes, se favorece la integración de energías perennes y renovables, con el uso consecuente de lograr mejores resultados poco contaminantes y sustentables.



Arquitectura y Eficiencia Energética

Arquitectura bioclimática

Técnica que utiliza la luz y calor del sol por medio de la selección de materiales de construcción que favorezcan la distribución de éste o que tengan propiedades de dispersión de luz, también por medio de la orientación de los edificios al sol y diseñando espacios que tengan ventilación natural, entre otras características.



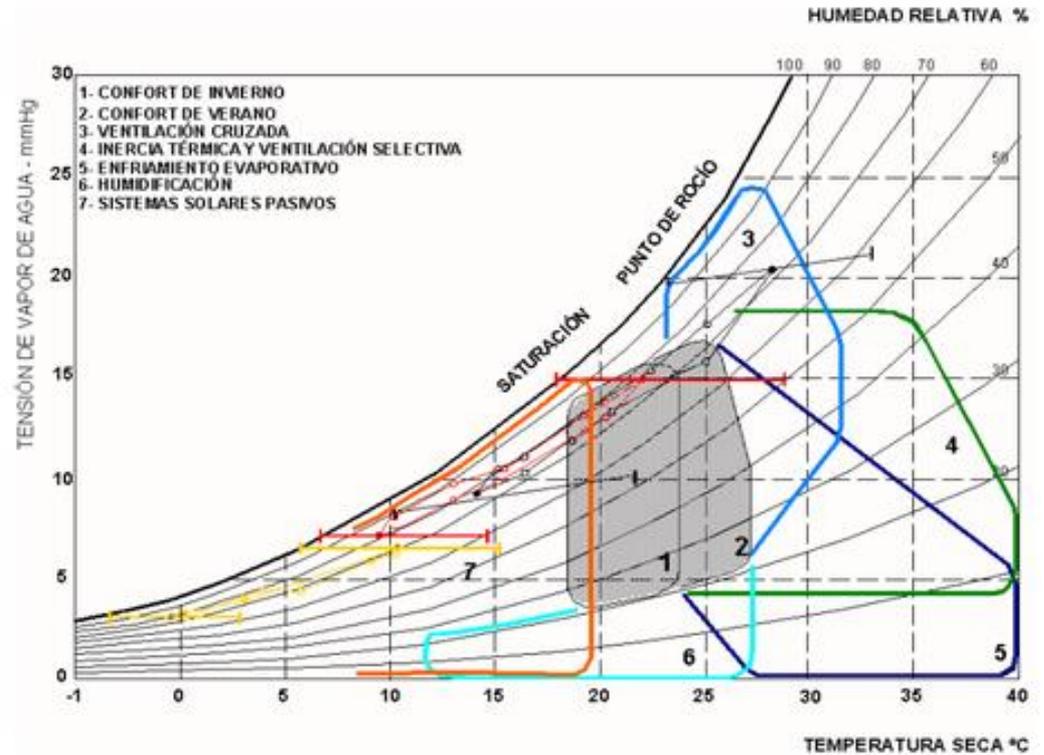
Arquitectura y Eficiencia Energética

Para lograr definir una arquitectura bioclimática eficiente en los proyectos de edificación y que satisfagan las necesidades de las personas, se debe considerar en todo momento la ubicación geográfica y el clima del lugar.



Confort higrotérmico

Manifestación subjetiva y/o ánimo de conformidad o satisfacción con el ambiente térmico existente, donde convergen diferentes elementos de un ambiente para mantener una temperatura constante, en diferentes épocas del año.

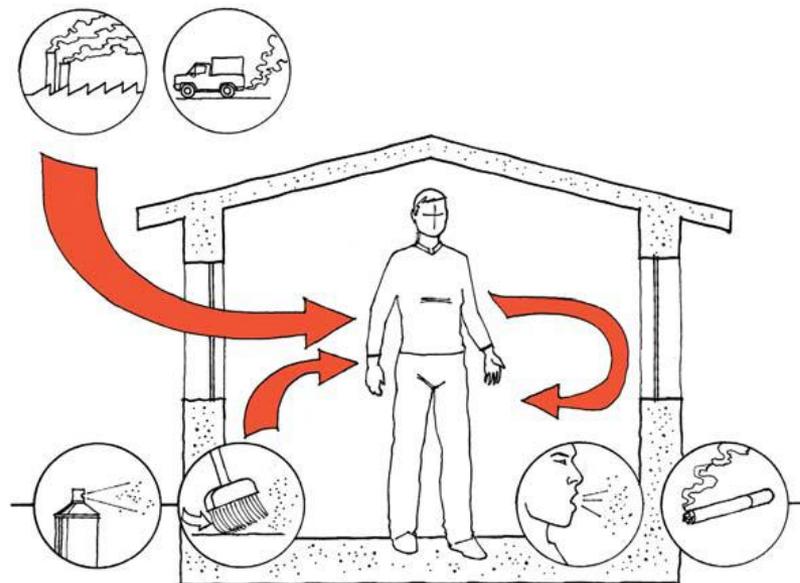


Confort Lumínico

Se alcanza cuando es posible ver los objetos dentro de un recinto sin provocar cansancio o molestia y en un ambiente de colores agradables para las personas.

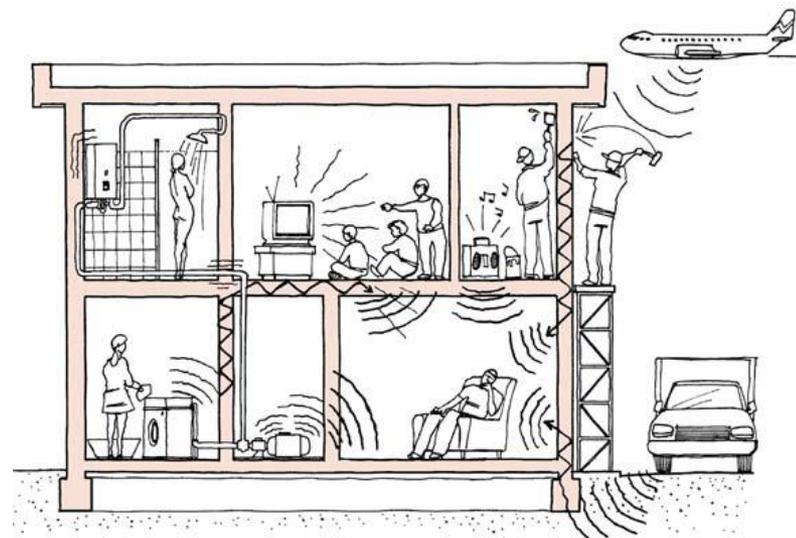
Calidad del aire

Debe ser renovado en forma permanente de modo de evitar olores desagradables y riesgos de contaminación por la presencia de partículas, gérmenes, gas carbónico e incluso humo de tabaco. La calidad del aire y el confort están también directamente relacionados con la humedad relativa del aire



Confort acústico

Se alcanza cuando en un cierto recinto el nivel de ruido existente no afecta el desarrollo normal de las actividades de las personas, no provoca alteraciones al descanso, la comunicación y a la salud de ellas.



Normativas de Construcción

NCh 1973 Of.1987. Aislación térmica - Cálculo del aislamiento térmico para disminuir o eliminar el riesgo de condensación superficial.

NCh 1960 Of.1989. Aislación térmica - Cálculo de coeficientes volumétricos globales de pérdidas térmicas.

NCh 2251 Of.1994. Aislación térmica - Resistencia térmica de materiales y elementos de construcción.

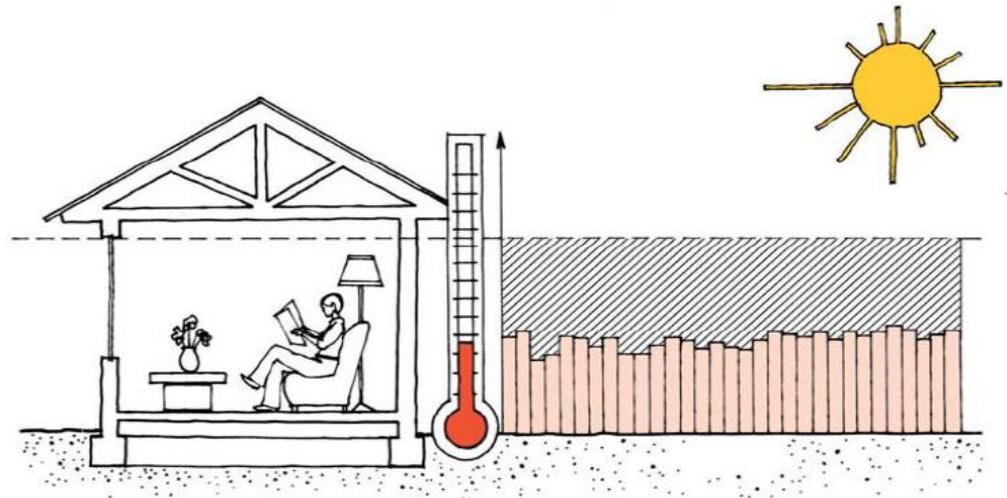
NCh 853 Of.2007. Acondicionamiento térmico - Envoltura térmica de edificios - Cálculo de resistencias y transmitancias térmicas.

NCh 1079 Of.2008. Arquitectura y construcción - Zonificación climático habitacional para Chile (continental) y recomendaciones para el diseño arquitectónico. Se definen 9 zonas climáticas en base a las variables meteorológicas, basadas en la oscilación térmica diaria por un período de un año.

O.G.U.C art. 4.1.10

2000 Reglamentación Térmica. Primera etapa: “Transmitancia térmica máxima y mínima para complejo de **techumbre** de edificios residenciales. Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

2007 Reglamentación Térmica. Segunda etapa: “Transmitancia térmica en muros y pisos ventilados, junto con porcentaje de ventanas. Incorpora el mapa de zonificación térmica, que divide al país en **7 zonas** de acuerdo a los grados/días de calefacción anual, estableciendo **envolventes** específicos para cada una de ellas. Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU). Manual de aplicación reglamentación térmica. Santiago.



Calificación Energética de Viviendas CEV

2009 El Ministerio de Vivienda y Urbanismo, junto con el Ministerio de Energía, definieron el **Sistema de Certificación Energética de Viviendas**, que consiste en un instrumento de uso voluntario, que califica la eficiencia energética de una vivienda nueva en su etapa de uso.

Evalúa el consumo de energía en calefacción, iluminación y agua caliente sanitaria.

ESCALA DE CALIFICACIÓN CEV



PRE CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

Informe de Pre Evaluación de Eficiencia Energética

Código Evaluación Energética: **b1d46d2014**



Región : XIII Región Metropolitana de Santiago
 Comuna : Puente Alto
 Dirección / Identificación : SAN GUILLERMO S/N LT 2 C - Mz K Casa
 1
 Rol vivienda / Proyecto : --- /7356-1

Tipo de Vivienda : Casa Pareada / Continua
 Zona Térmica : Zona 3 - A
 Superficie Interior Útil (m²) : 50,58
 Solicitado por : SERVICIO DE VIVIENDA Y URBANIZACION AREA METROP
 Evaluado por : PAOLA ISABEL MOLINA O'RYAN

ARQUITECTURA	ARQUITECTURA+EQUIPOS + TIPO DE ENERGÍA
Más eficiente	
A	B
B	C
C	
D	
E	
F	
G	
Menos eficiente	
Requerimientos de energía (kWh/m ² año)	0 / 10081,48
Ahorro de energía (%)	52,13 / 51,99
Emitida el : 16/12/2014	
Válida hasta : La obtención de la recepción municipal definitiva de obras	

La Calificación Energética de Viviendas es un proceso voluntario, aplicable a viviendas con permiso de edificación municipal posterior a enero 2007. Puede realizarse en dos etapas:

• **Pre Calificación Energética**, para viviendas en etapa de proyecto, sin inicio de obras o en etapa de construcción, obteniendo el documento denominado "Pre Evaluación de Eficiencia Energética" de carácter transitorio y referencial.

• **Calificación Energética**, para viviendas que cuenten con recepción municipal definitiva, obteniendo el documento denominado "Evaluación de Eficiencia Energética".

La Calificación Energética distingue a las viviendas en niveles de eficiencia energética desde la letra A, de mayor eficiencia, a la G, de menor eficiencia. El nivel se determina en base a la relación entre el requerimiento energético para calefacción, iluminación y agua caliente sanitaria de la vivienda que está siendo calificada y una vivienda de referencia. Las viviendas poseen dos calificaciones:

• **Calificación de Arquitectura**: El requerimiento de energía corresponde a la demanda de energía en calefacción e iluminación; el primero depende de la orientación, nivel de aislamiento térmico de la envolvente, condiciones de uso y clima donde se ubica la vivienda; el segundo corresponde a un valor por defecto.

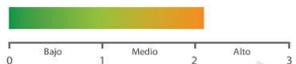
• **Calificación de Arquitectura + Equipos + Tipo de energía**: El requerimiento de energía corresponde al consumo de energía en calefacción, agua caliente sanitaria e iluminación, que depende de variables indicadas para la calificación de arquitectura y adicionalmente equipos y tipo de energía primaria utilizados para calefacción y agua caliente sanitaria. Del mismo modo se considera el aporte de energías renovables para calefacción, agua caliente sanitaria e iluminación.

El **requerimiento de energía** que se indica bajo la letra de la calificación, es de carácter referencial e informativo. Se calcula bajo condiciones estándar de uso de la vivienda, condiciones climáticas según ubicación geográfica entre otros factores, por lo tanto no representa necesariamente la demanda y consumo de energía real de vivienda.

Bajo el requerimiento de energía se indica el **ahorro de energía** de su vivienda, comparado con la energía que consumiría si ésta se hubiese diseñado cumpliendo sólo con los estándares mínimos que exige la normativa de construcción.

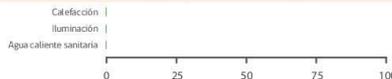
INDICADORES SECUNDARIOS

Nivel de Sobrecalentamiento



Este indicador es un índice cualitativo que evalúa el riesgo de sobrecalentamiento de su vivienda en verano.

Aporte de Energías Renovables (%)



Este indicador informa sobre el aporte de energía renovable producida in-situ para calefacción, iluminación y agua caliente sanitaria.

DISTRIBUCIÓN DEL REQUERIMIENTO ENERGÉTICO: AQUITECTURA + EQUIPOS + TIPO DE ENERGÍA

Requerimientos de energía	(kWh/m ² año)	Calefacción	Iluminación	Agua caliente Sanitaria	TOTAL
		10017,24	14,35	49,88	10081,48
(%)		99,36	0,14	0,49	100

Emisiones de CO₂

2299,71 kgCO₂/m²año

Este indicador corresponde a la cantidad de CO₂ emitido por su vivienda según el requerimiento de energía total.

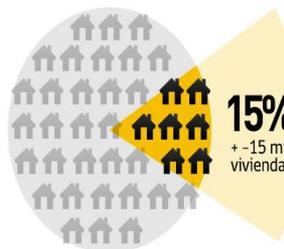


CONSUMO ACTUAL RESIDENCIAL



PARÁMETROS

CONSUMO ÓPTIMO

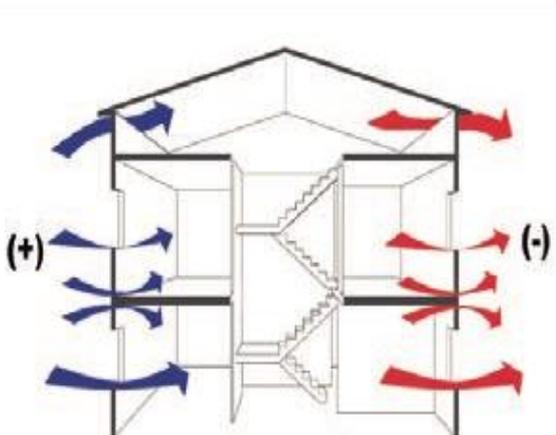


Manual de Hermeticidad al Aire de Edificios

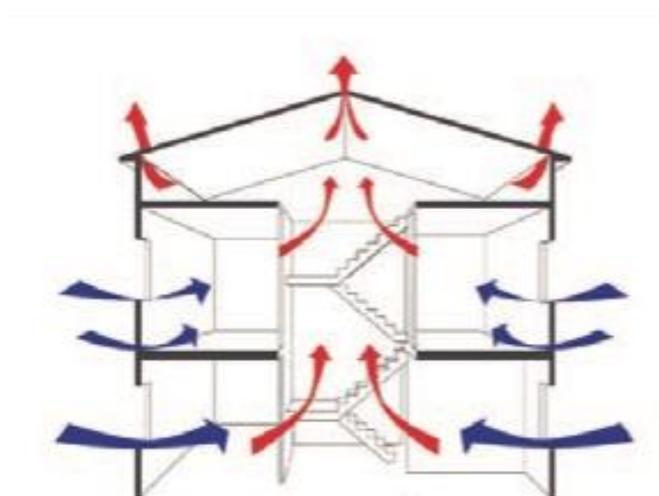
El objetivo del manual es desarrollar estándares de hermeticidad al aire y clases de infiltración aceptables de edificios por zona territorial de Chile, para reducir a límites aceptables el impacto de infiltraciones de aire en la demanda y consumo energético.



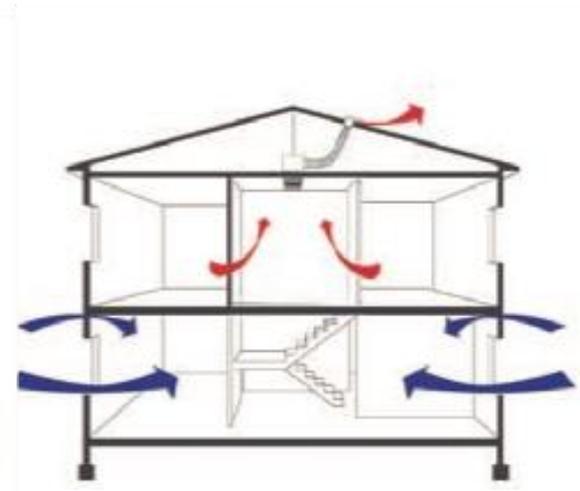
Infiltración de aire: Ingreso de aire a un recinto en forma indeseada a través de grietas, intersticios propios de los elementos que conforman la envolvente, causado por presiones de viento o diferencias en la densidad del aire interior y exterior. Normalmente se asocia a pérdidas de energía.



Infiltración provocado por viento



Infiltración por efecto de diferencia de temperatura

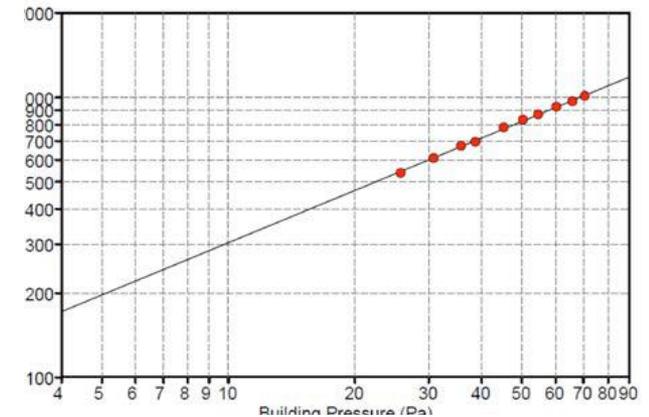


Infiltración por sistemas mecánicos de infiltración

Tabla 3.2: Clases de hermeticidad al aire aceptables para edificios en distintos países.

País	Tipología	Valor límite máximo	Indicador	Unidad	Presión (Pa)	
Alemania	Viviendas con ventilación natural	3,0	n50	Vol./h	50	
	Viviendas con ventilación mecánica	1,5				
Austria	Viviendas con ventilación natural	3,0	n50	Vol./h	50	
	Viviendas con ventilación mecánica	1,5				
Bélgica	Viviendas con ventilación mecánica balanceada	3,0	n50	Vol./h	50	
	Viviendas con recuperación de calor	1,0				
Bulgaria	Edificios	Alta estanqueidad	q50	m³/h m²	50	
		Media estanqueidad				2 a 5
	Baja estanqueidad	5,0				
	Viviendas unifamiliares	Alta estanqueidad				4,0
		Media estanqueidad				4 a 10
Baja estanqueidad		10				
Eslovenia	Viviendas con ventilación natural	3,0	n50	Vol./h	50	
	Viviendas con ventilación mecánica	2,0				
Estonia	Inmuebles pequeños	6,0	q50	m³/h m²	50	
	Inmuebles de gran tamaño	3,0				
Francia	Viviendas unifamiliares	0,8	q4	m³/h m²	4	
	Otros tipos de viviendas	1,2				
Letonia	Todo tipo de edificios	3,0	q50	m³/h m²	50	
Lituania	Viviendas con ventilación natural	3,0	n50	Vol./h	50	
	Viviendas con ventilación mecánica: menor a 1,5	1,5				
Noruega	Viviendas	3,0	n50	Vol./h	50	
Reino Unido	Viviendas	10,0	q50	m³/h m²	50	
	Viviendas con ventilación mecánica	5,0				
EEUU y Canadá	Cuentan con su propio indicador Ln y sobre este se definen clases de la A a la J las que se aplican según los grados día de infiltración	0,1 a 1,6	Ln	-	-	
Suecia	Viviendas	0,8		l/s m²	50	
Suiza	Viviendas nuevas	0,75	q50	m³/h m²	4	
	Viviendas reformadas o modificadas	1,5				
Holanda	Viviendas suministro y extracción natural	30 a 200			10	
	Viviendas suministro natural y extracción mecánica					
	Viviendas suministro mecánico y extracción natural	50 a 80				
	Viviendas suministro y extracción mecánica					

Medición de infiltración



Política Pública en vivienda social

“La política pública de vivienda social tiene tres pilares: aumentar las soluciones habitacionales para el 40% más pobre de la población, garantizar la calidad de las viviendas y promover la integración social”.

1. Fondo Solidario de Vivienda D.S N°49 (2001)
2. Subsidio Habitacional Rural D.S. N°145 (2007)
3. D.S. N° 174 (2005)
4. Programa de Integración Social y Territorial D.S. N° 19 (2016)

Normativa Española

Código Técnico de Edificación (CTE, 2006)

- HE0: Limitación del consumo energético
- HE1: Limitación 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
- HE5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

DA

DB-HE/1

Cálculo de parámetros característicos de la envolvente

DA

DB-HE/2

Comprobación de limitación de condensaciones superficiales e intersticiales en los cerramientos

DA

DB-HE/3

Puentes térmicos

DB-HE

**Climas
referencia**

Documento descriptivo climas de referencia

DB-HE

**.MET
Climas**

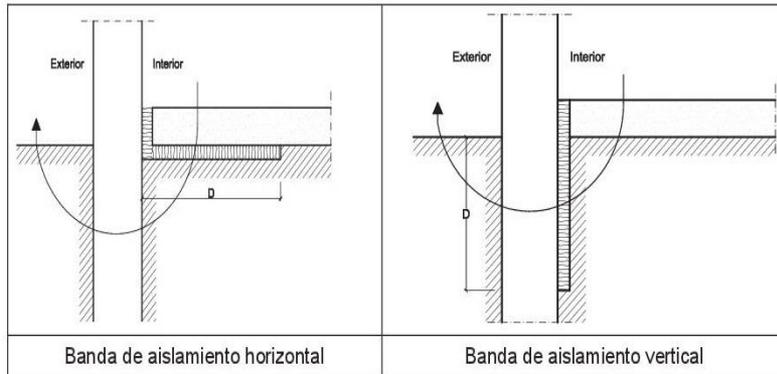
Archivos de datos de todas las zonas climáticas

**Historial
de cambios**

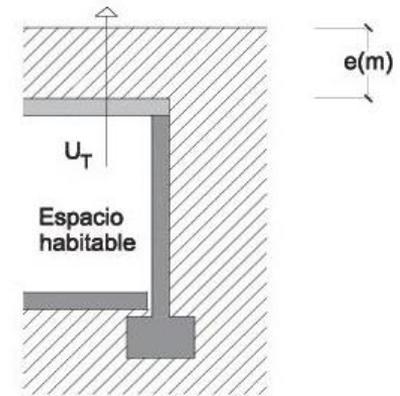
Historial de cambios de los Documentos de Apoyo

Documento de apoyo DB HE1 incorpora los siguientes elementos:

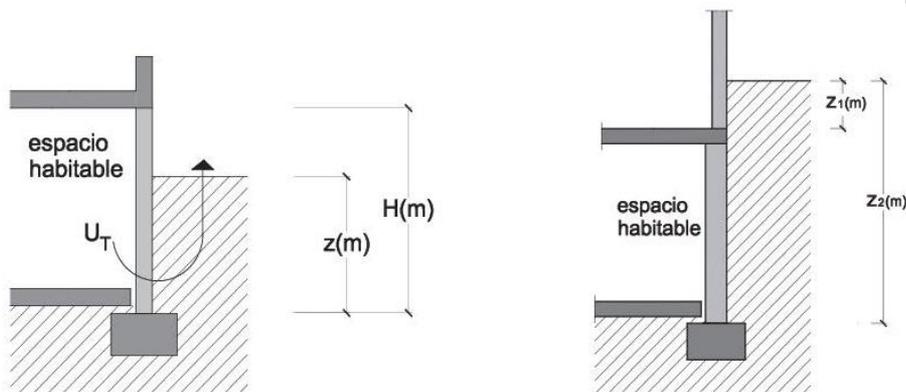
1-Cerramientos en contacto con el terreno



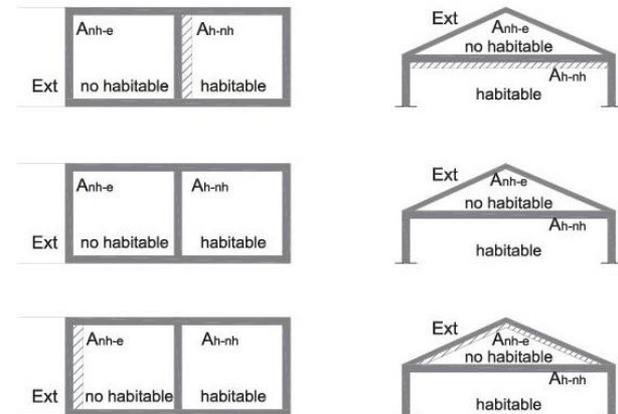
3-Cubiertas enterradas



2-Muros en contacto con el terreno

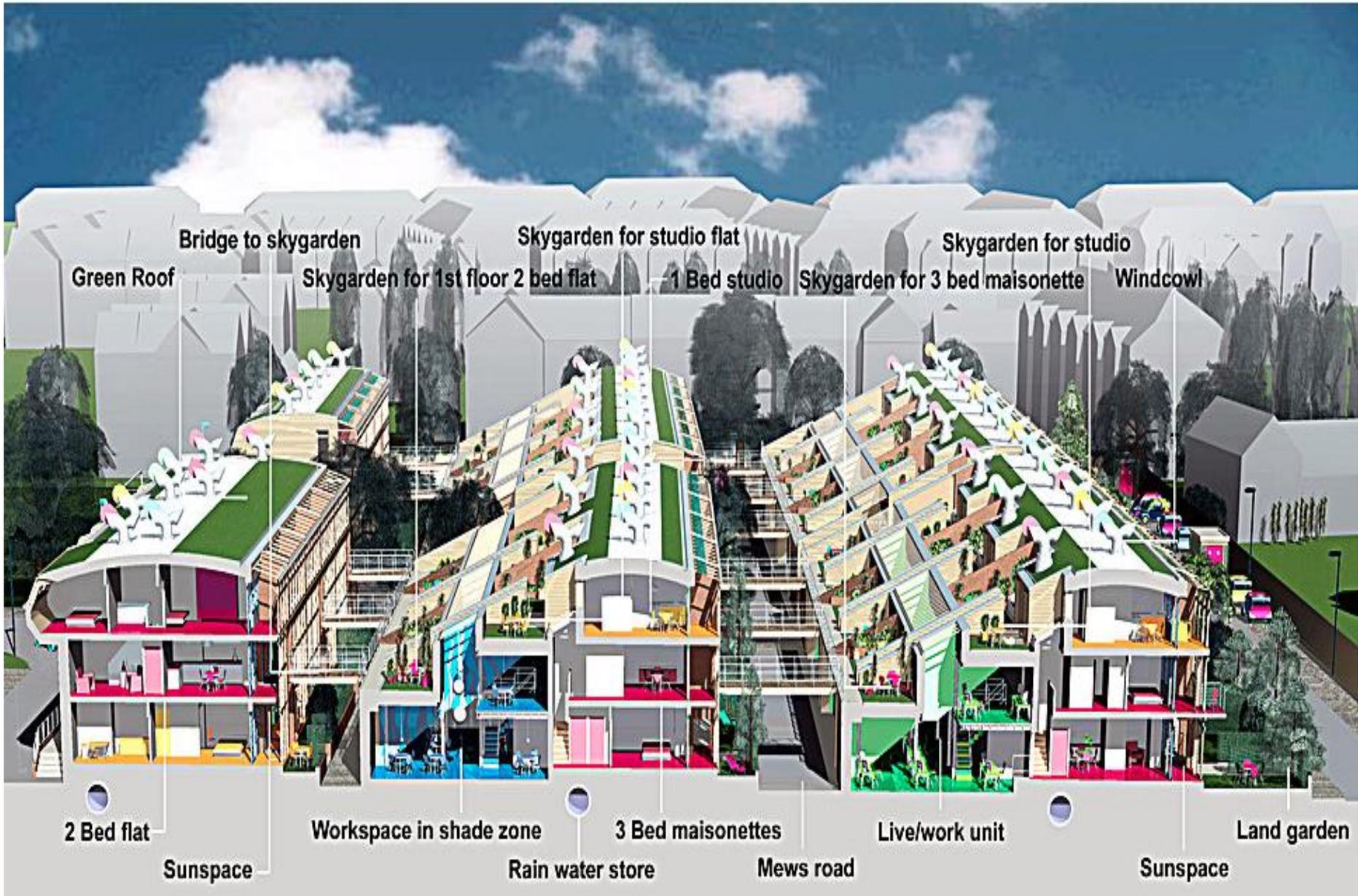


4-Particiones interiores en contacto con espacios no habitables.

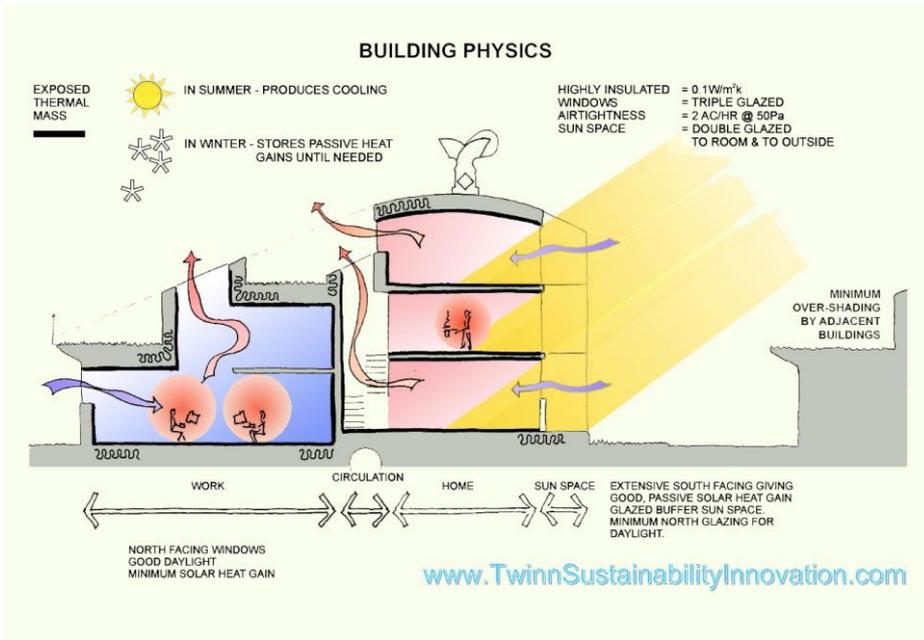


CASO DE REFERENCIA

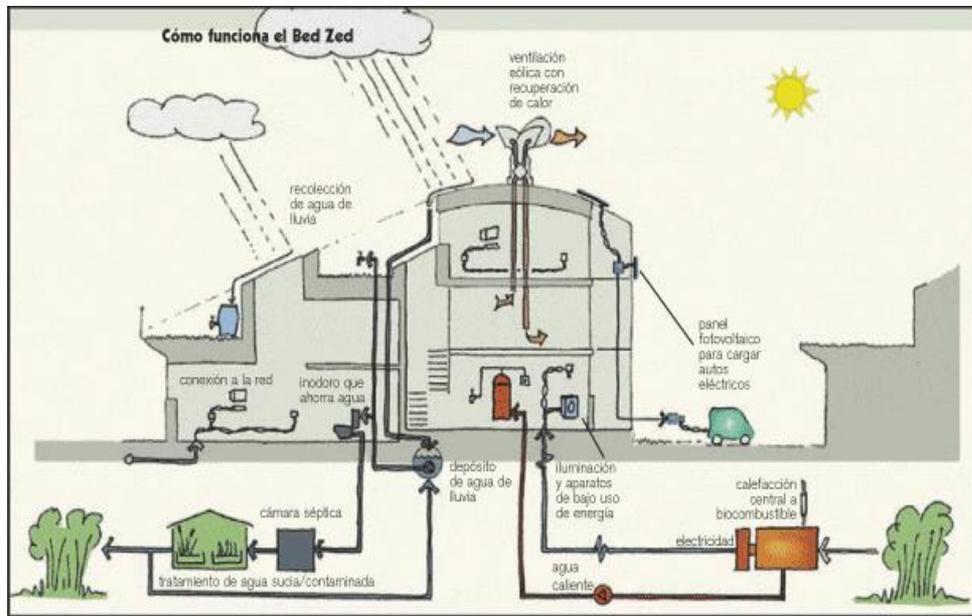
BedZED, Londres, Inglaterra







El consumo en electricidad de un inquilino es de 2.579 kWh / departamento / año, “un 34% menos que el promedio de Sutton



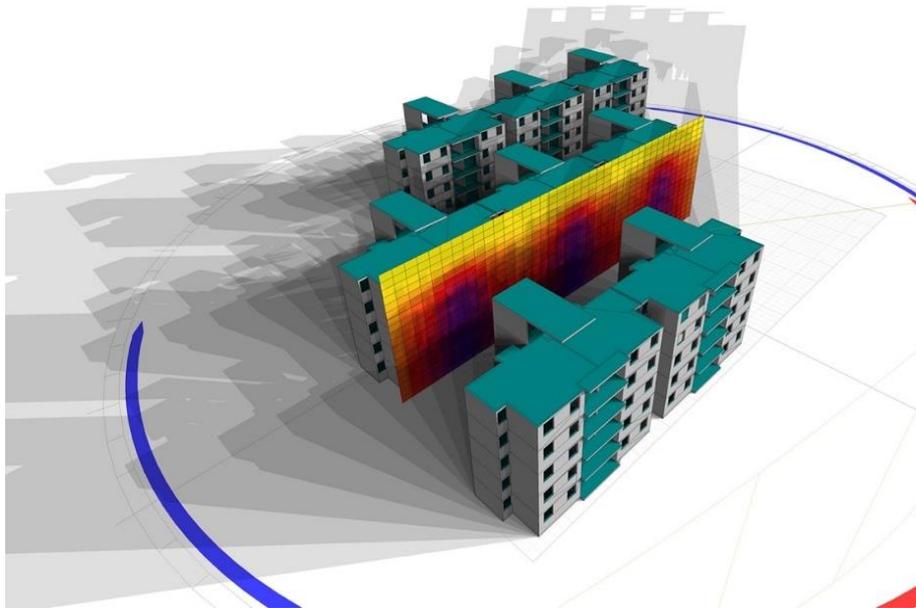
El consumo medio de agua por residente es 72 litros, un 58% inferior a la media de Londres, esto sin contar los 15 litros de agua lluvia reciclada destinadas al uso sanitario

ESTUDIO DE CASOS

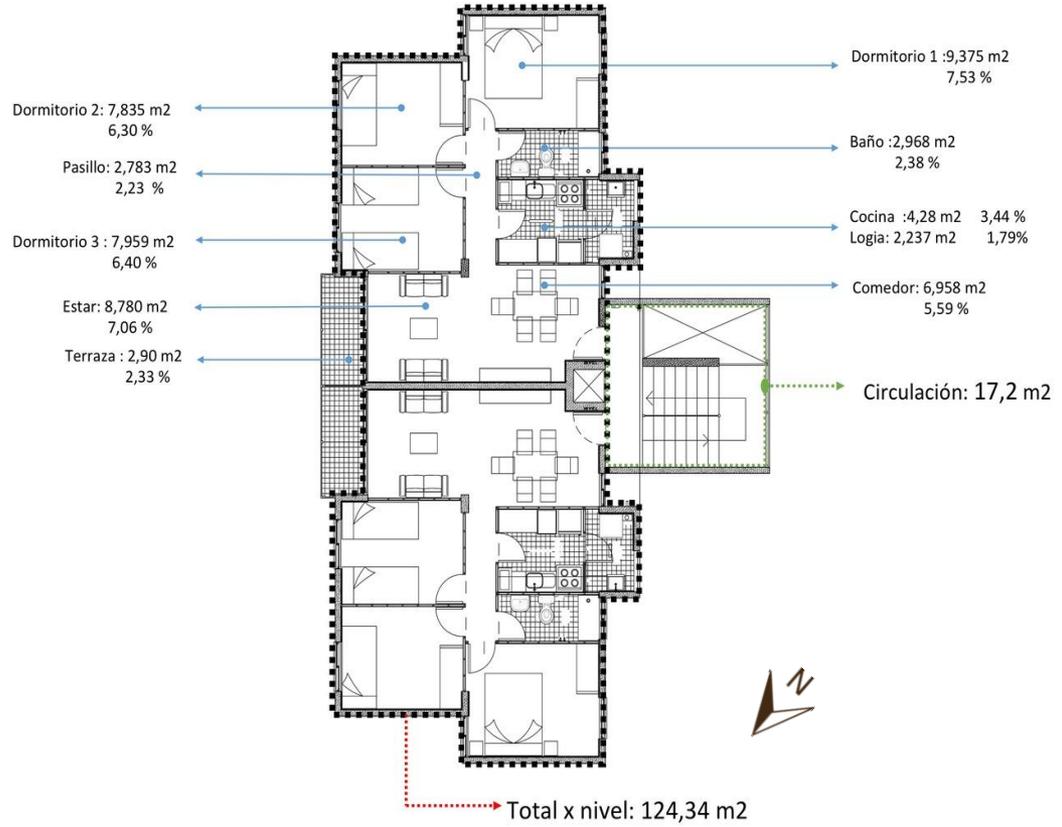
Conjunto Habitacional Social Monseñor Larraín, Talca, Chile

Biourban Arquitectos

1. Control de la radiación solar e iluminación natural de todos los recintos de permanencia

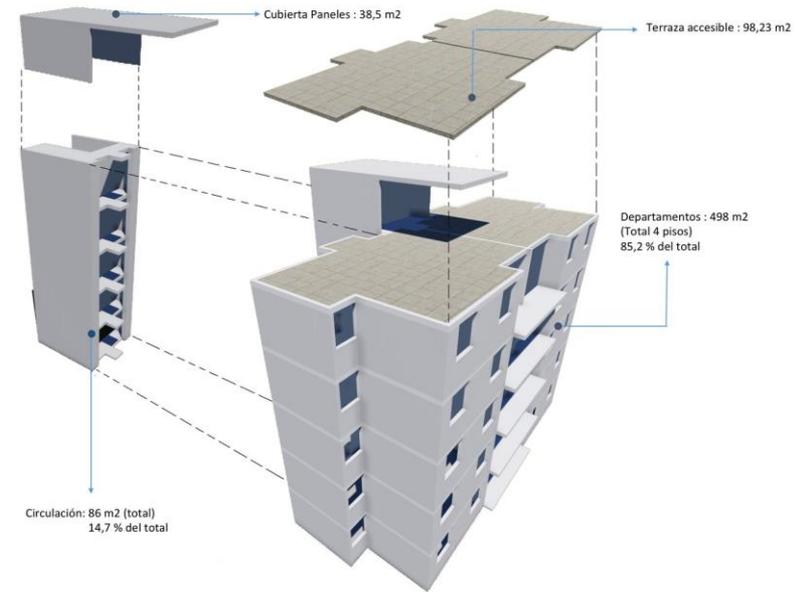


2. Orientación Nororiente y ventilación natural



3. Aislamiento térmico-acústico en muros y cubiertas accesibles

Zona climática IV: los edificios fueron proyectados en hormigón armado, con aislación continua al interior de los departamentos, con polietileno expandido de 15 mm. en muros y cubiertas.



En síntesis, este proyecto es una propuesta arquitectónica urbanística en la cual se incorporan conceptos de energías pasivas y participación ciudadana, que dan como resultado un conjunto habitacional de gran calidad, desde el punto de vista térmico energético y social.

Conclusión

- Aún cuando en Chile se ha avanzado en temáticas de eficiencia energética, con foco en la normativa térmica, quedan pendientes factores relevantes como manejo efectivo de infiltraciones, inspecciones técnicas exigentes que garanticen el cumplimiento de lo declarado para que cumplan con las certificaciones y normativas.
- No se logró identificar políticas públicas definidas por los actores claves, como Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ministerio de Energía y Ministerio de Medio Ambiente, para la construcción de viviendas sociales que cumplan con estándares de calidad en términos sustentables, sino que mas bien aún se presentan políticas que van en busca de otorgar viviendas básicas a familias vulnerables y carentes de la casa propia, esto a través del Fondo de Subvención. Lo antes observado, puede estar dado porque en Chile existe un déficit de 391.546 viviendas, según la encuesta CASEN del 2015.

- Solo se encontró en la literatura, la “Guía de Diseño para la Eficiencia Energética en la Vivienda Social”, del año 2009, la que es una buena herramienta en comparación con la normativa vigente, ya que incorpora estrategias de diseño para frío y calor, de iluminación, para agua caliente, estrategias de planificación de conjuntos, tecnologías de generación basadas en energías renovables y pasivas. Sin embargo, solo es una guía y no una norma o ley, quedando a criterio de los gestores inmobiliarios las formas de eficiencia energética de las viviendas sociales.
- Si bien el uso eficiente de energía en viviendas sociales genera grandes cambios del punto de vista del ahorro económico al sector más vulnerable del país y mejora los estándares habitacionales, también desde la salud no es suficiente por si solo para generar cambios en el entorno socio ambiental, debiendo ser considerados otros factores para poder cubrir las necesidades actuales y futuras, tal como se menciona en la definición de sustentabilidad.

- Al revisar los antecedentes existentes en este estudio, referidos a normas, políticas públicas y estándares de eficiencia energética asociadas a vivienda social, se encontró que si bien existen normativas generales que van en la línea de la búsqueda del confort, están centrados más bien en establecer lineamientos que propicien las condiciones térmicas interiores y su relación con la zona climática en la que se edifican las viviendas. Si bien, es una segunda iniciativa (OGUC 4.1.10, 2007), estamos distantes a lograr un confort permanente en las condiciones existentes, tanto por la gradualidad con la que se establecen las normas.
- Además, hay falencias en las normativas porque no incluyen elementos relevantes para envolventes, como por ejemplo aislación en pisos en contacto con el terreno, y variables como las infiltraciones que, de acuerdo a la literatura, son sumamente relevantes al momento de hacer un balance energético.

- Se concluye que la problemática de la vivienda social pasa por un tema institucional, ya que existen los diagnósticos y soluciones concretas entregadas por profesionales del área, pero es un tema político el lograr soluciones de largo plazo y de calidad, que propicien mejoras en los estándares de vida de las familias más vulnerables y con ello puedan ascender en la escala social. El Estado, a través de los organismos competentes, debe ser garante del bienestar social y de la promoción de la calidad de vida de los ciudadanos, considerando en todo momento los tratados de promoción y protección del medio ambiente.