



Gobierno
de Chile

www.gob.cl

000216

Aislación Térmica

Comité Operativo

Anteproyecto Plan de Descontaminación Atmosférica
para Valdivia



CONSTRUCCIÓN
SUSTENTABLE

José Miguel Mercado Yáñez

Arquitecto / Encargado Regional CEV
SERVIU Región de Los Ríos

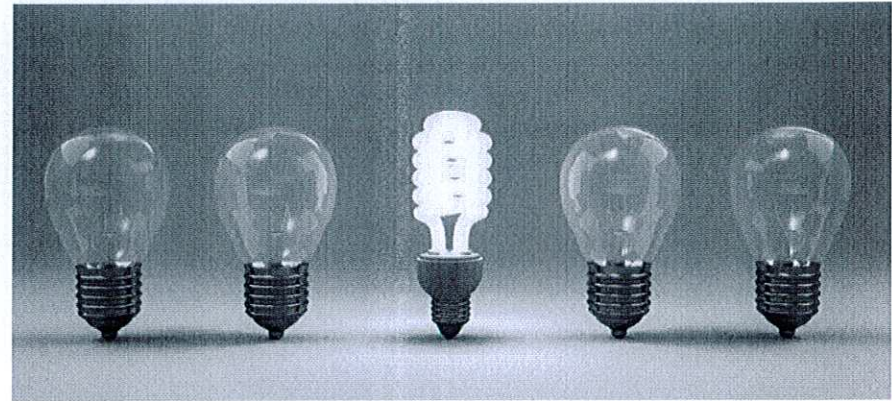
Aislación Térmica

Definición

Eficiencia Energética (EE) es el conjunto de acciones, que permiten **optimizar** la relación entre la cantidad de energía consumida, y los productos y servicios finales obtenidos.

Esto se puede lograr a través de la implementación de:

- Inversiones a nivel tecnológico
- Gestión
- Hábitos culturales en la comunidad.



Eficiencia energética existe en la medida que un fin determinado (por ej. calefaccionar un recinto) se consigue con el menor consumo de energía posible.

La eficiencia **no implica renunciar** al logro del objetivo del confort en los edificios, sino que persigue conseguirlo con **menor uso de energía**.



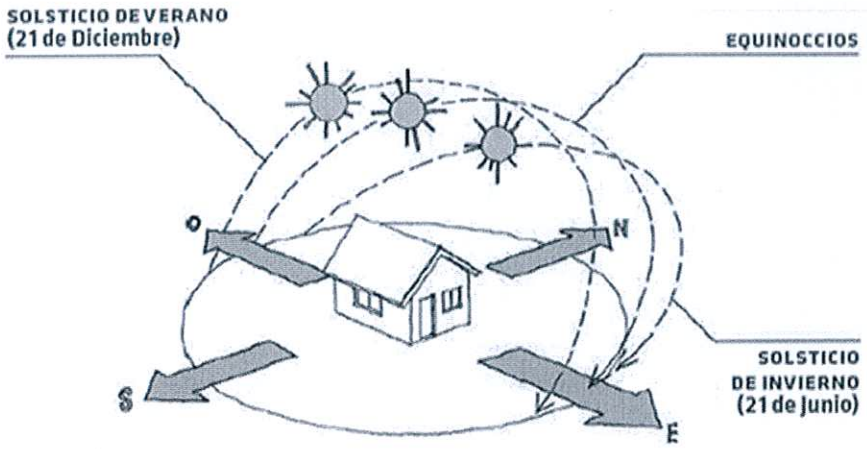
Aislación Térmica

Estrategias de Diseño

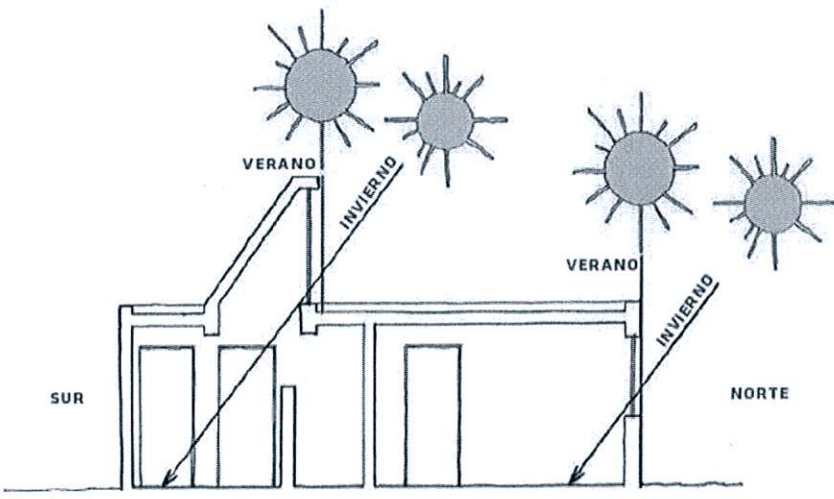
000218



Orientación



Trayectoria del sol respecto de la superficie horizontal terrestre.



Vivienda en San Pedro de Atacama (23,5°S), 2300 m de altura.

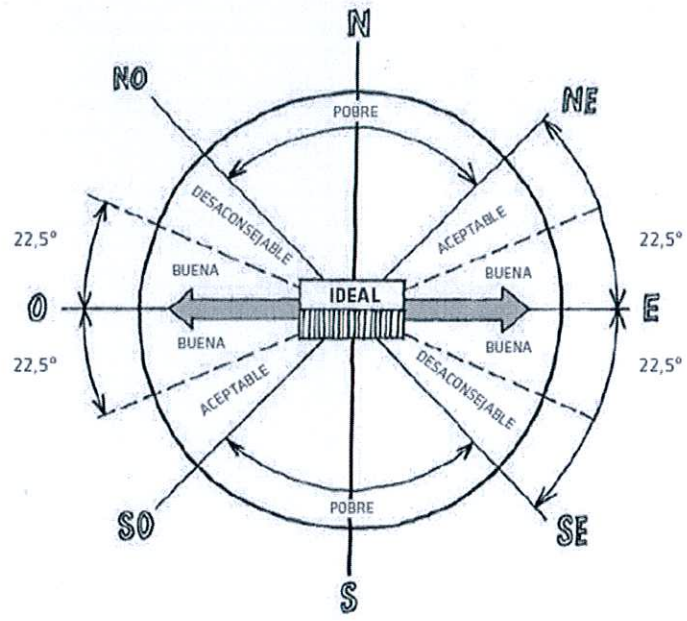
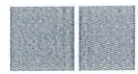
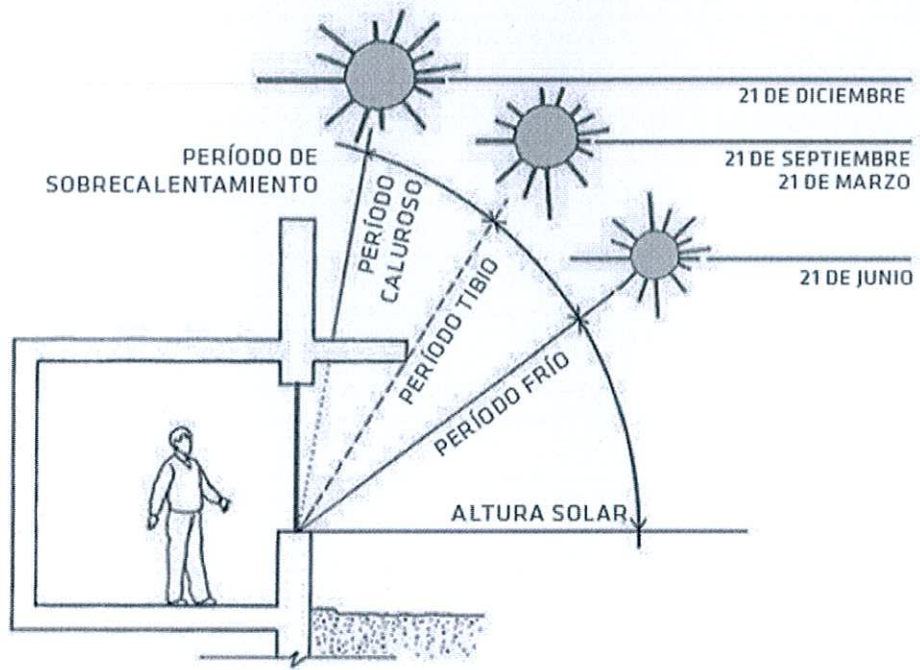
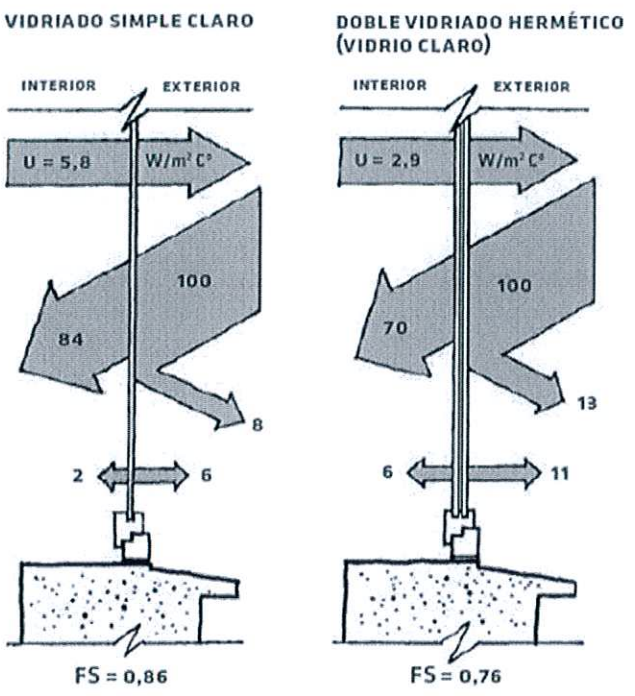


Diagrama de recomendación de orientación.



Captación y Protección Solar

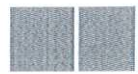


Dimensionamiento de alero fijo en orientación norte.

El **Factor Solar (FS)** expresa la energía transferida hacia el interior del edificio respecto de la energía solar incidente.



Uso de vegetación para protección solar de orientación norte.



Aislación Térmica

Confort Higrotérmico

“El **Confort Higrotérmico** se define como aquel estado en que las personas expresan satisfacción con el ambiente que los rodea, sin preferir condiciones de mayor o menor temperatura”

Parámetros de influencia

- Temperatura del aire del recinto
- Humedad relativa
- Velocidad del aire
- Temperatura superficial interior de la envolvente del recinto.
- Vestimenta
- Metabolismo

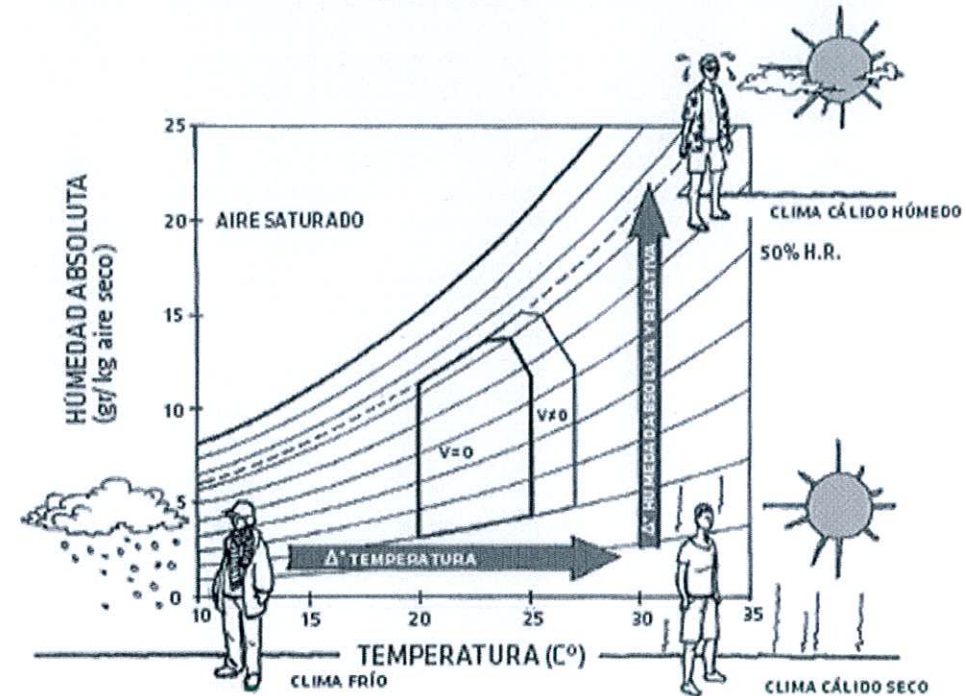


Diagrama de Givoni (1998) Modificado.

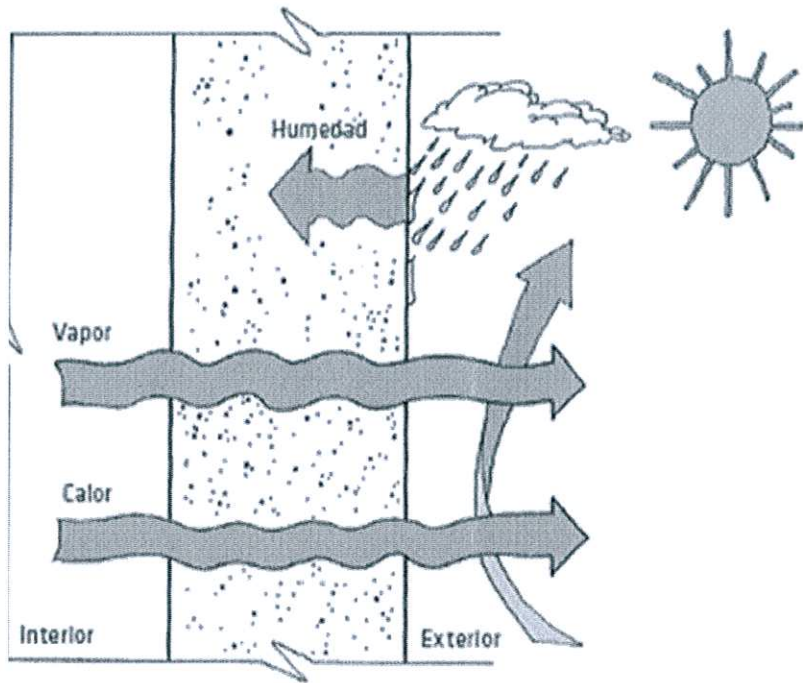
Límites confort higrotérmico: **20 a 25°C, 20 a 75% H.R.**
Persona en estado de actividad física ligera (**sentada**)
 Velocidad del viento entre **0 y 0,2 m/s**



Aislación Térmica

Diseño de Envolverte

000221



El **diseño de la envolvente** debe responder al **clima interior** de la vivienda y al **clima exterior**.

El **diseño de los sistemas constructivos** debe considerar el **comportamiento higrotérmico** de los materiales.



TRANSFERENCIA DE CALOR

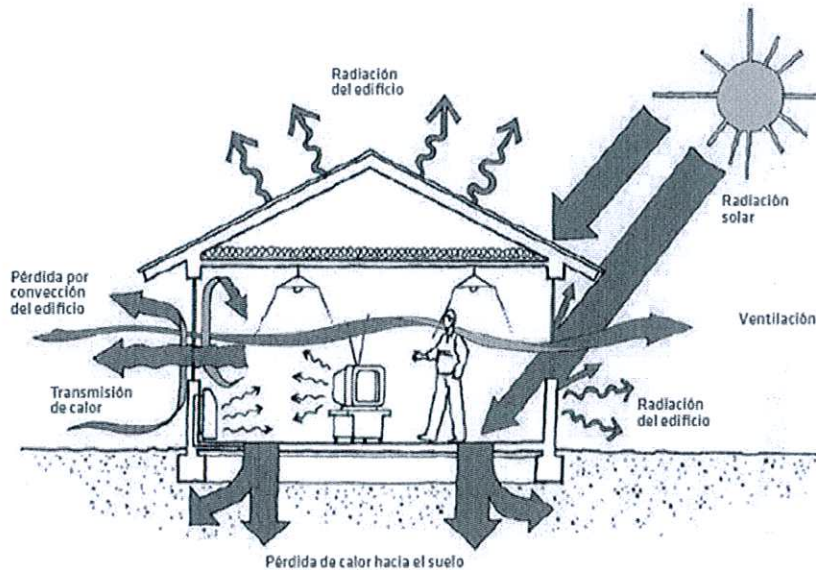
Aislación Térmica



Aislación Térmica

Transferencia de Calor

En la medida que exista diferencia de temperatura entre dos cuerpos se podrá transmitir calor entre ellos.



En la vivienda...

CONDUCCIÓN

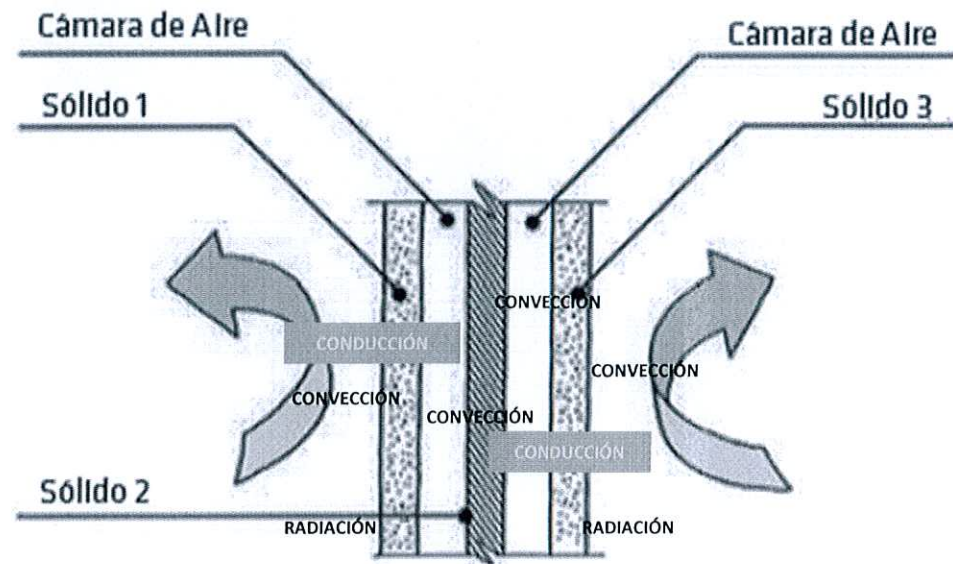
Transferencia de calor por contacto directo entre dos cuerpos.

RADIACIÓN

Transferencia de calor por medio de ondas electromagnéticas.

CONVECCIÓN

Transferencia de calor por movimiento de masas de aire.



En un elemento constructivo...

Aislación Térmica

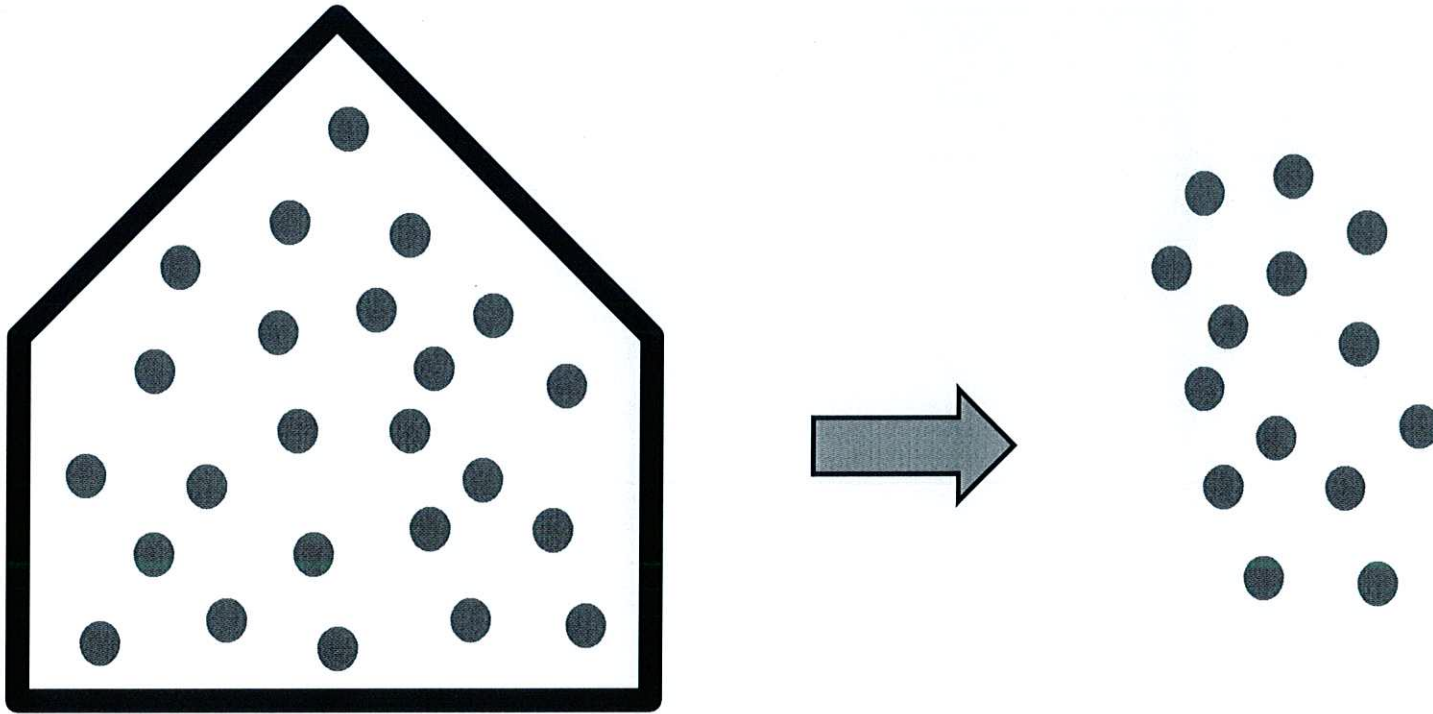
Transferencia de Calor

000224



Aislación Térmica

Capacidad de oponerse al paso de calor de un material o conjunto de materiales. En construcción hace referencia al intercambio de energía en forma de calor entre el ambiente interior y el exterior.



● Unidad de energía



Aislación Térmica

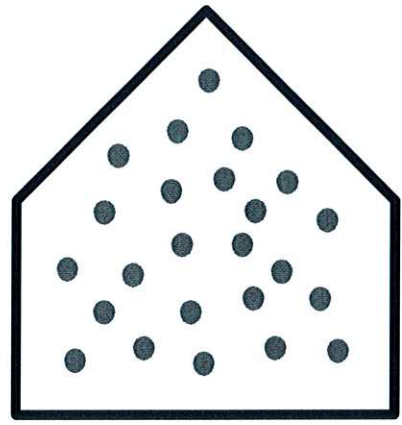
Transferencia de Calor

000225

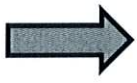
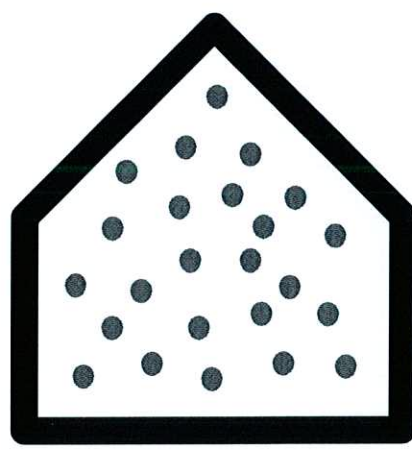


Aislación Térmica

Mientras mayor sea el espesor del aislante mejor es su comportamiento térmico.



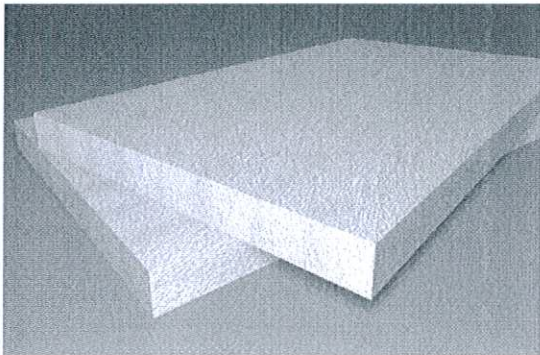
■ Unidad de energía



Aislantes Térmicos

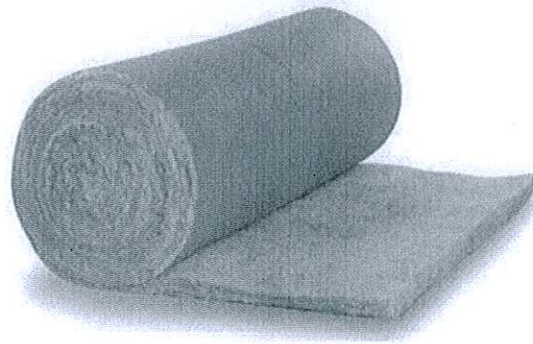
Son aquellos materiales que poseen una conductividad térmica [λ] inferior a 0,060 W/mK.

Los materiales aislantes más utilizados



Poliestireno Expandido

λ : 0,043 – 0,036 W/mK



Lana de Vidrio

λ : 0,043 – 0,039 W/mK



Lana Mineral

λ : 0,042 – 0,037 W/mK

Nota: La conductividad térmica de los materiales depende de la densidad de este.

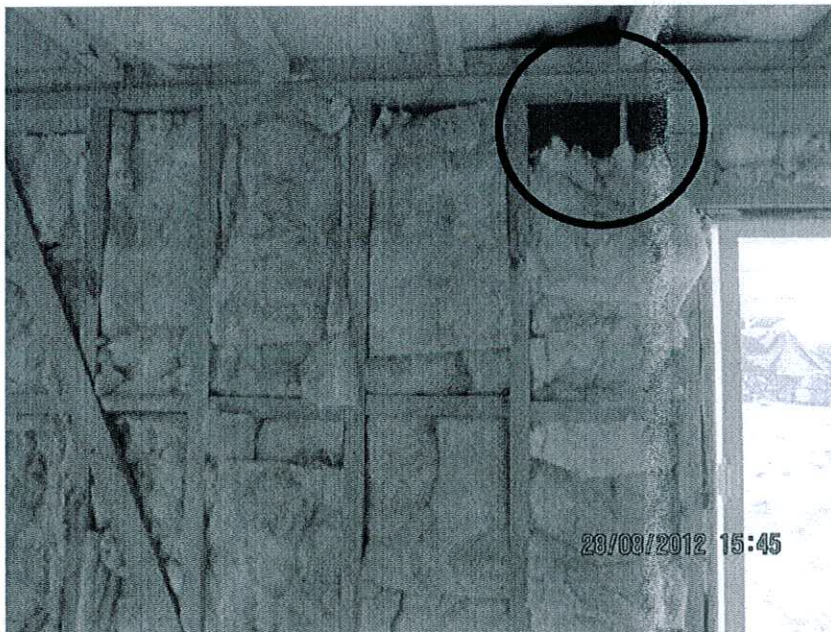


Aislación Térmica

Transferencia de Calor / Control en Obra

Las exigencias de acondicionamiento térmico para muros, entre otros indica:

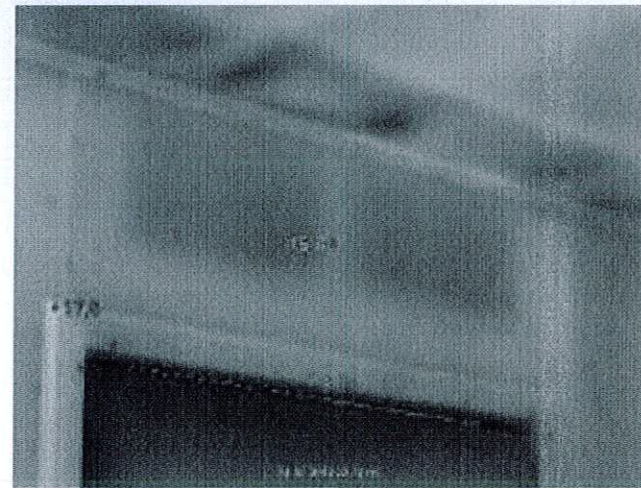
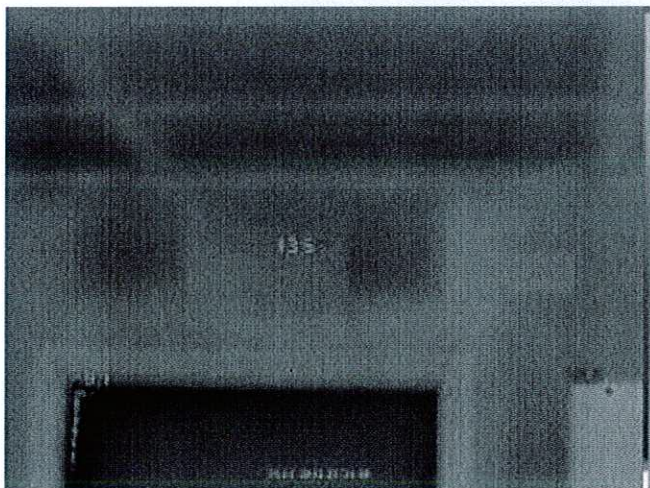
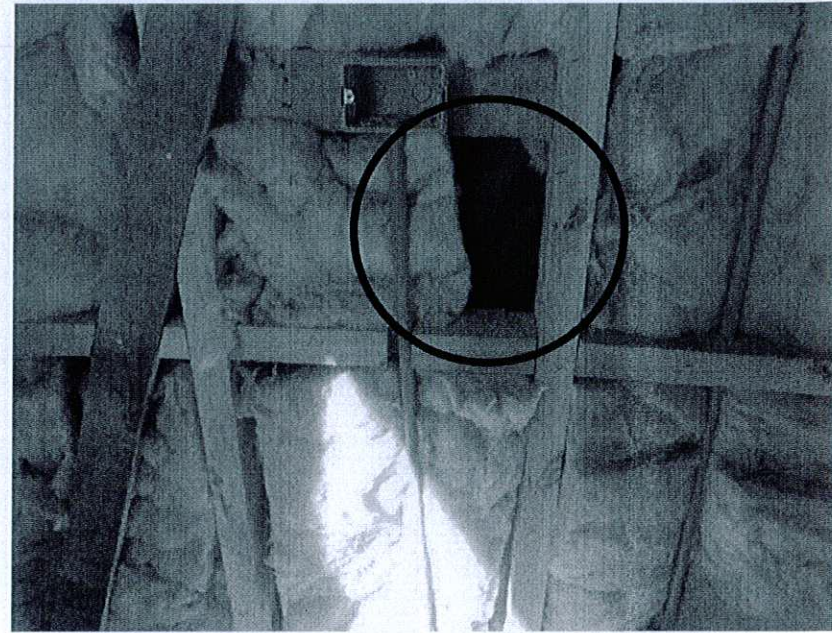
Para minimizar la ocurrencia de puentes térmicos en tabiques perimetrales, los materiales aislantes térmicos o soluciones constructivas especificadas en el proyecto de arquitectura, **sólo podrán estar interrumpidos por elementos estructurales**, tales como pies derechos, diagonales estructurales y/o por tuberías, ductos o cañerías de las instalaciones domiciliarias.



Aislación Térmica

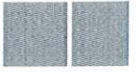
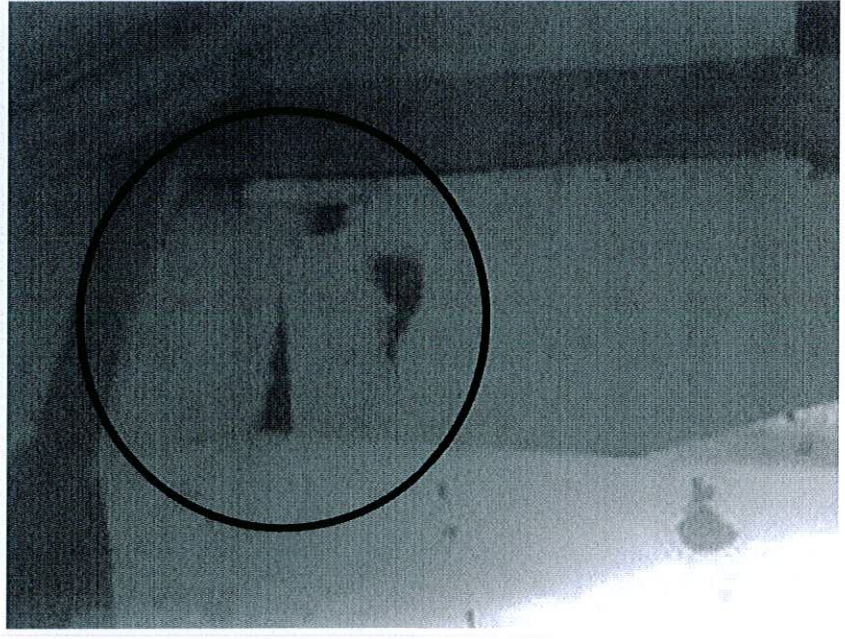
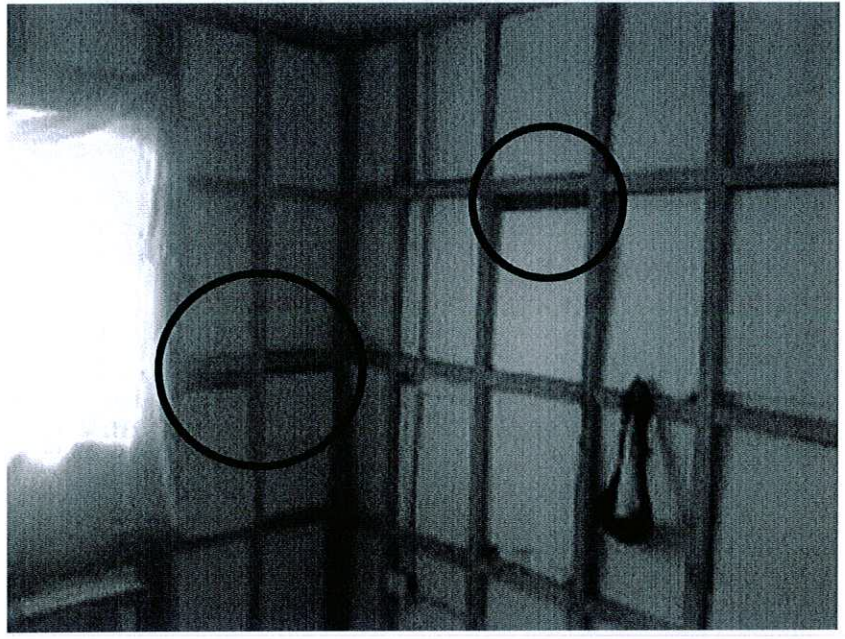
Transferencia de Calor / Control en Obra

000228



Aislación Térmica

Transferencia de Calor / Control en Obra



Aislación Térmica

Transferencia de Calor / Control en Obra

000230



1. Verificar la existencia de sistemas de ventilación adecuada, chequear la efectividad de la ventilación cruzada, que las ventilaciones no se encuentren obstruidas.



2. Verificar el espesor y densidad de aislante térmico en techumbre, muros y piso ventilado.

3. Asegurar una continuidad en la instalación del aislante térmico y evitar espacios no cubiertos.



Aislación Térmica
Transferencia de Humedad

000231



TRANSFERENCIA DE HUMEDAD

**Condensación
Superficial e Intersticial**



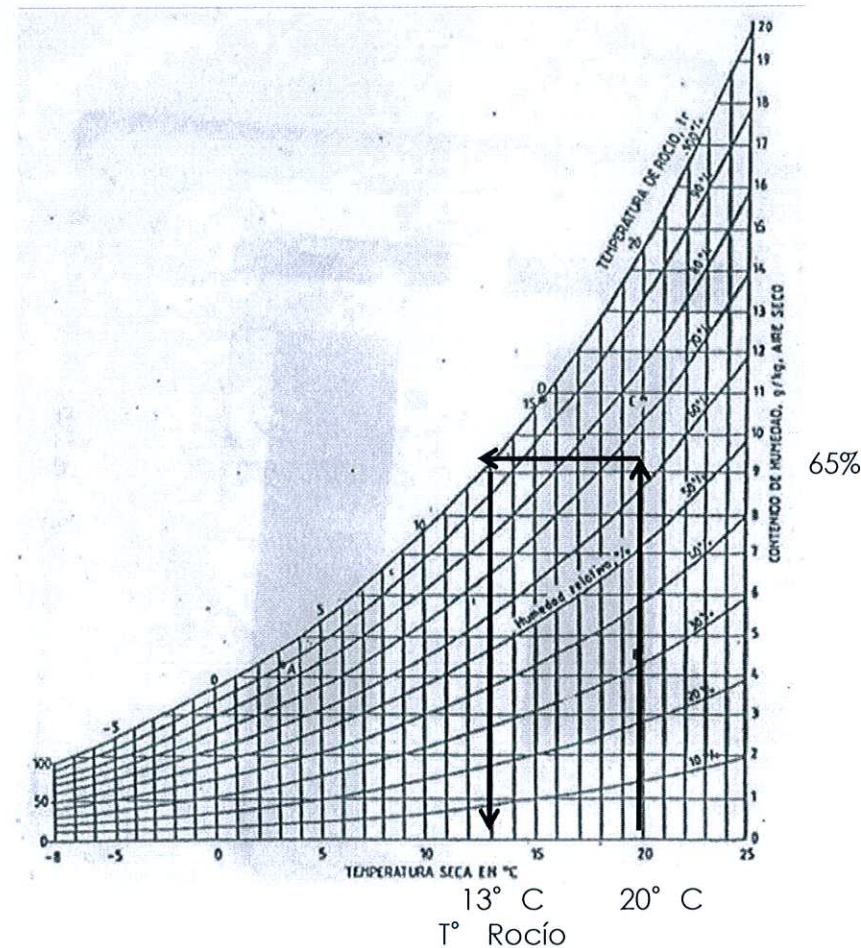
Aislación Térmica

Transferencia de Humedad / Condensación Superficial e Intersticial

1. Proceso físico que consiste en el cambio de estado de **gaseoso a líquido**.
2. Depende, entre otros factores, de la **temperatura** y la **presión**.
3. La temperatura a la cual ocurre el cambio de fase se denomina **Temperatura de Rocío**.

Ejemplo de cálculo de T° de Rocío

H.R. Interior : 65%
T° Interior : 20°C





Secado de Ropa

Puede generar 10 Kg de vapor de agua al día, en un lavado.



Cocinar

Puede generar hasta 500 g de vapor de agua por hora, en momento de máxima producción.

*Fuente: Humedad por Condensación en Viviendas / Recomendaciones Técnicas.
CDT - CChC, Agosto 2012.*

Aislación Térmica

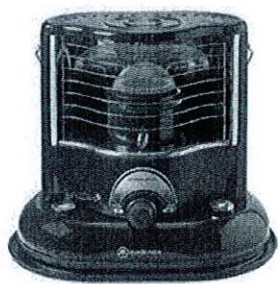
Transferencia de Humedad / Evaporación de Agua en la Vivienda



Aseo Personal

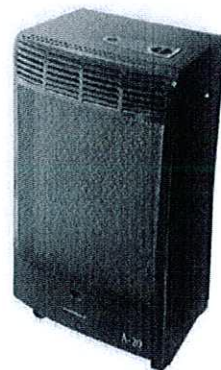
En el baño se puede producir del orden de 1 Kg de vapor de agua por hora.

Calefacción / Llama abierta



Kerosene

2,5 Kg de vapor de agua por cada 1 Kg de combustible.



Gas licuado

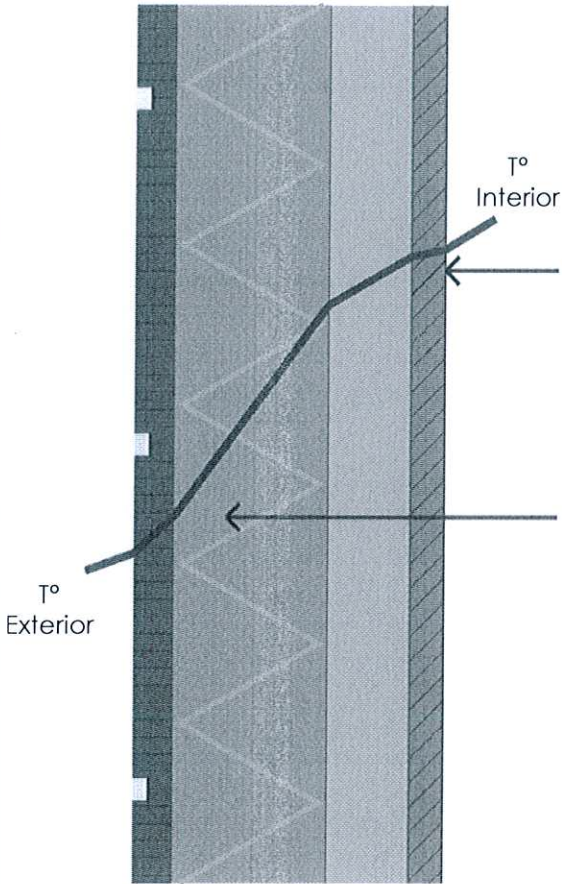
1,6 Kg de vapor de agua por cada 1 Kg de combustible.

Fuente: *Humedad por Condensación en Viviendas / Recomendaciones Técnicas.*
CDT - CChC, Agosto 2012.



Aislación Térmica

Transferencia de Humedad / Condensación Superficial e Intersticial



Condensación superficial

Cuando se produce en el revestimiento interior de manera superficial.

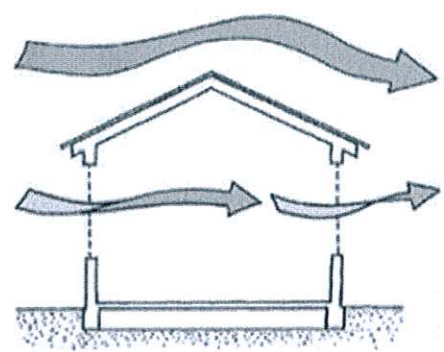
Condensación intersticial

Cuando se produce al interior del sistema constructivo, afectando los materiales que conforman el elemento.

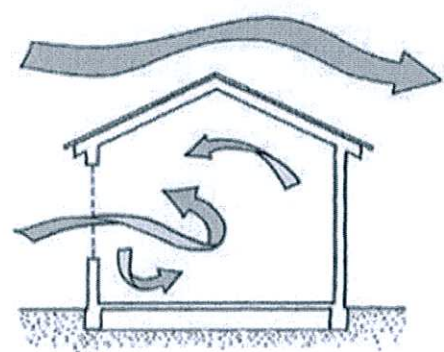


Ventilación

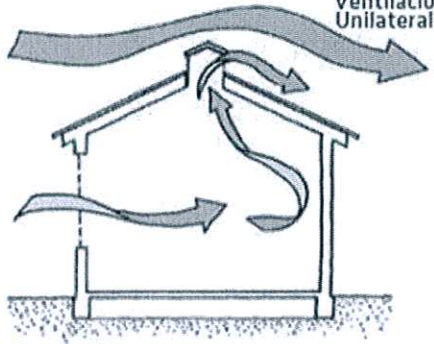
El movimiento del aire es menos deseable cuando hace frío. Sin embargo, cuando el aire está inmóvil (velocidad igual a 0 m/s), la sensación es siempre desagradable, por lo que cuando hace frío se estiman correctas velocidades comprendidas entre **0,10 y 0,15 m/s**.



Ventilación Cruzada

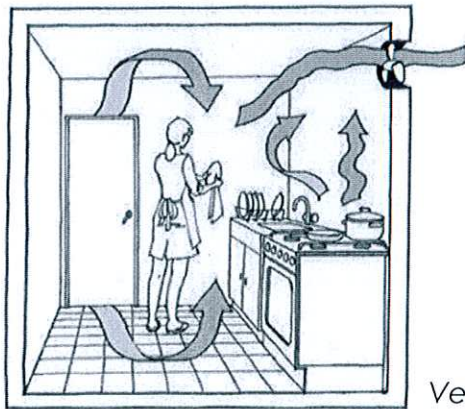


Ventilación Unilateral

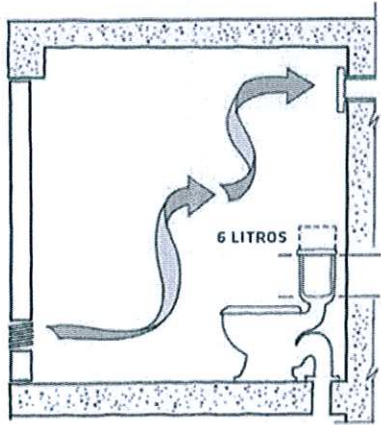


Ventilación por Efecto de Altura

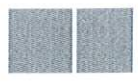
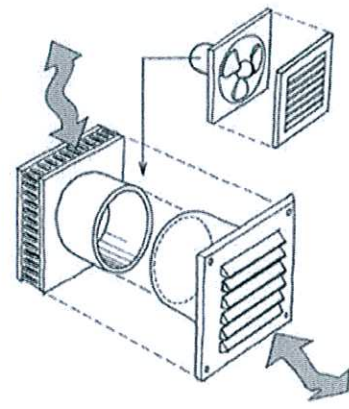
Tipos de Ventilación Natural.



Ventilación Forzada en cocina.



Ventilación Forzada en baño.



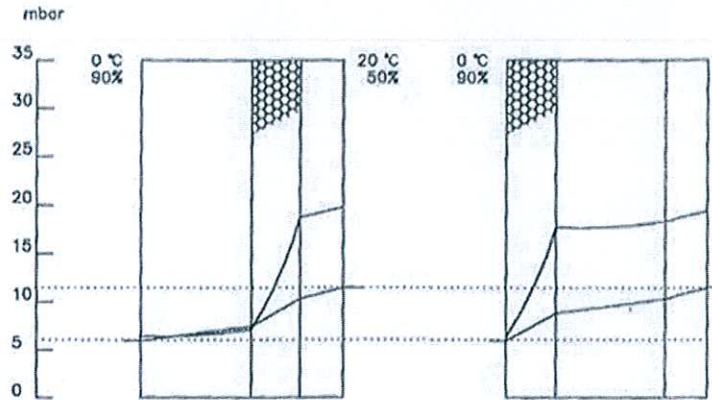
Aislación Térmica

Transferencia de Humedad / Condensación Superficial e Intersticial

000237



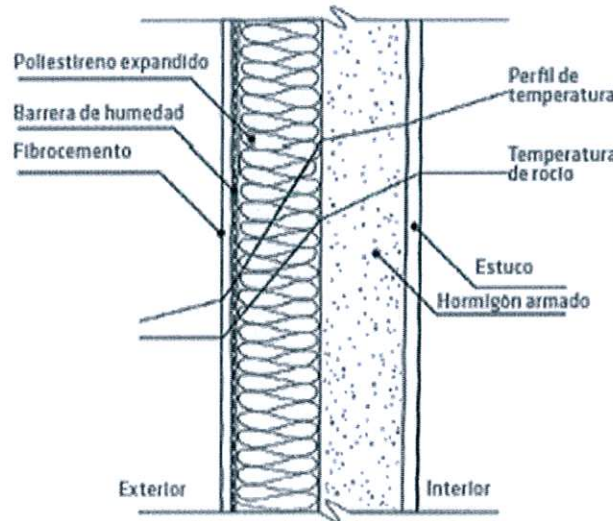
Efecto de ubicación del aislante térmico



La aislación, al provocar un **salto térmico** muy importante, prácticamente divide el muro en dos. Es en la zona fría donde hay más riesgo de **condensación**, por ser más **baja la temperatura** del material.



Ubicar el aislante lo más al exterior posible

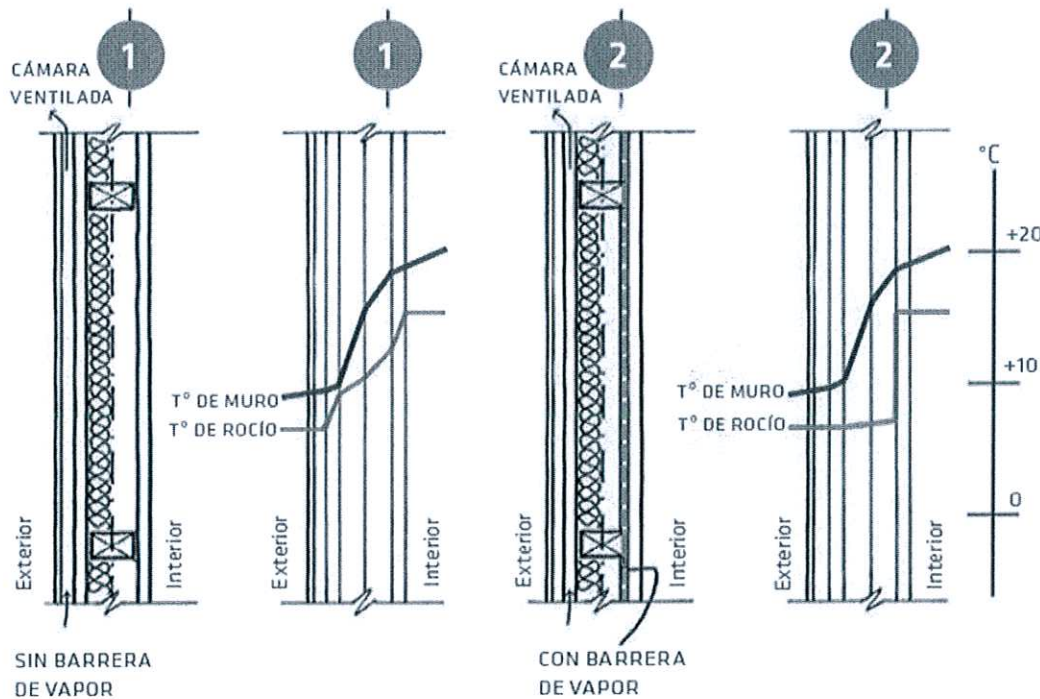


	PERFIL TEMPERATURA (°C)	TEMPERATURA DE ROCÍO (°C)
Ti	20,0	15,4
Tsi	18,7	15,4
T1	18,5	15,0
T2	17,5	9,7
Tse	0,5	-0,7
Te	0,0	-0,7



Efecto de la instalación de una barrera de vapor

La **barrera de vapor** es la que provoca un descenso de la temperatura de rocío muy importante prácticamente divide el muro en dos. En la zona anterior a la barrera de vapor es donde hay menos riesgo de condensación por ser más baja la temperatura de rocío.

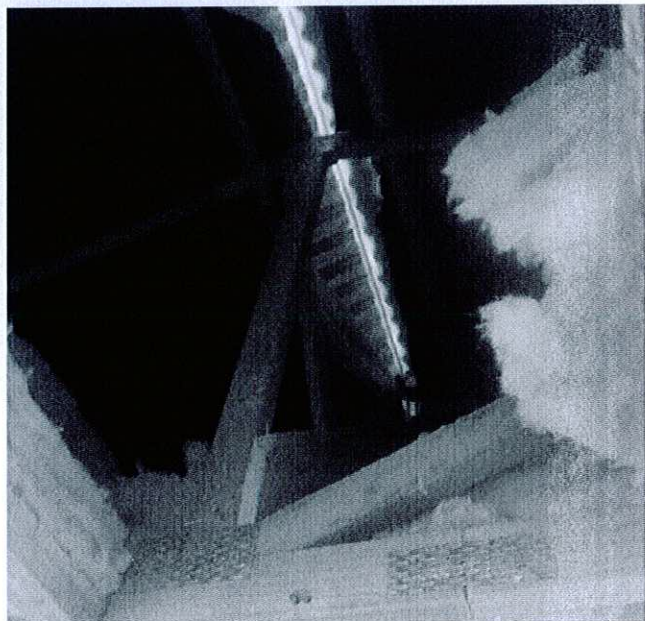
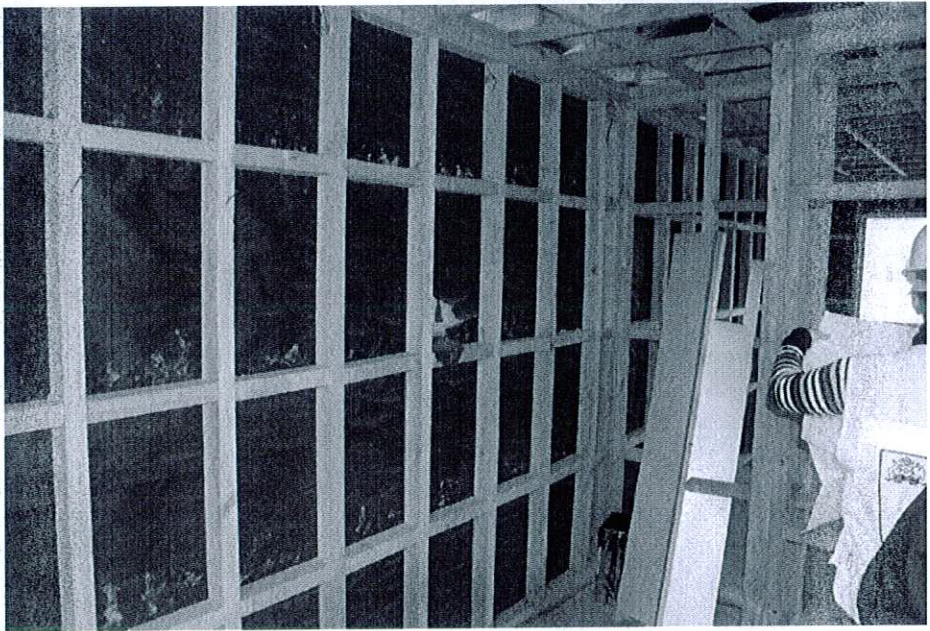
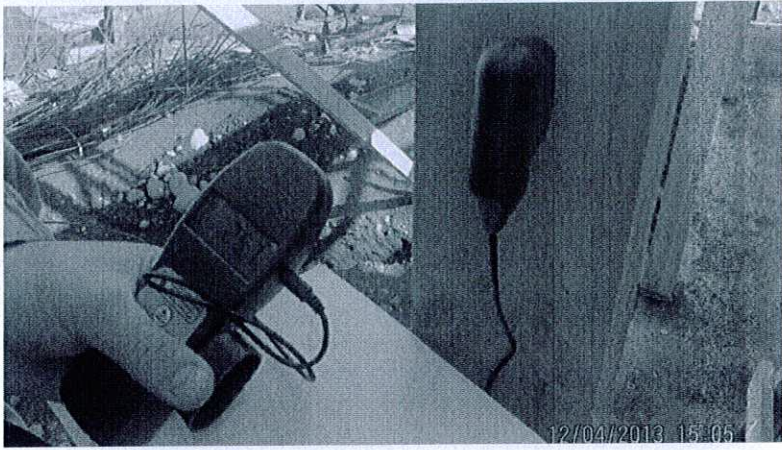


Ubicar la barrera de vapor lo más al interior posible.



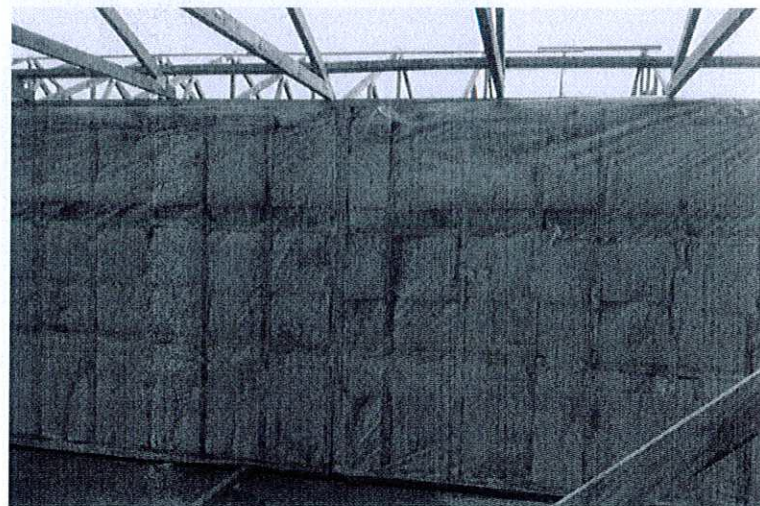
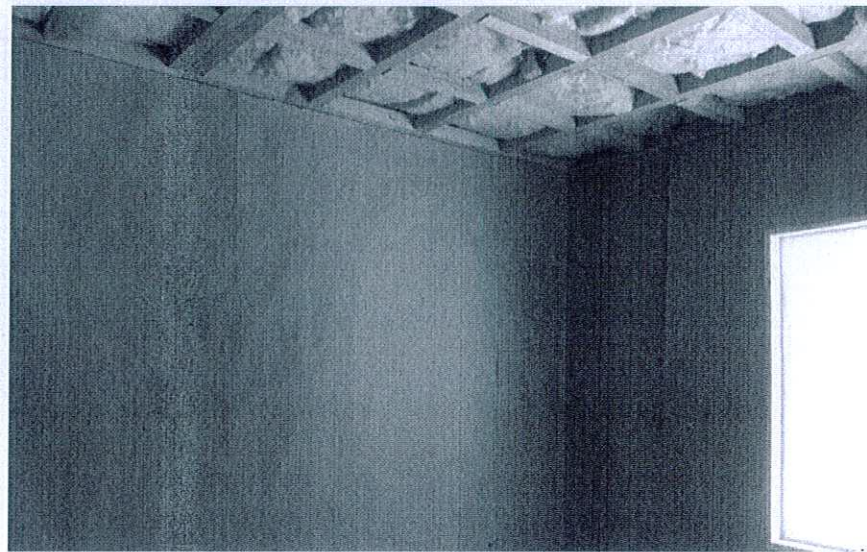
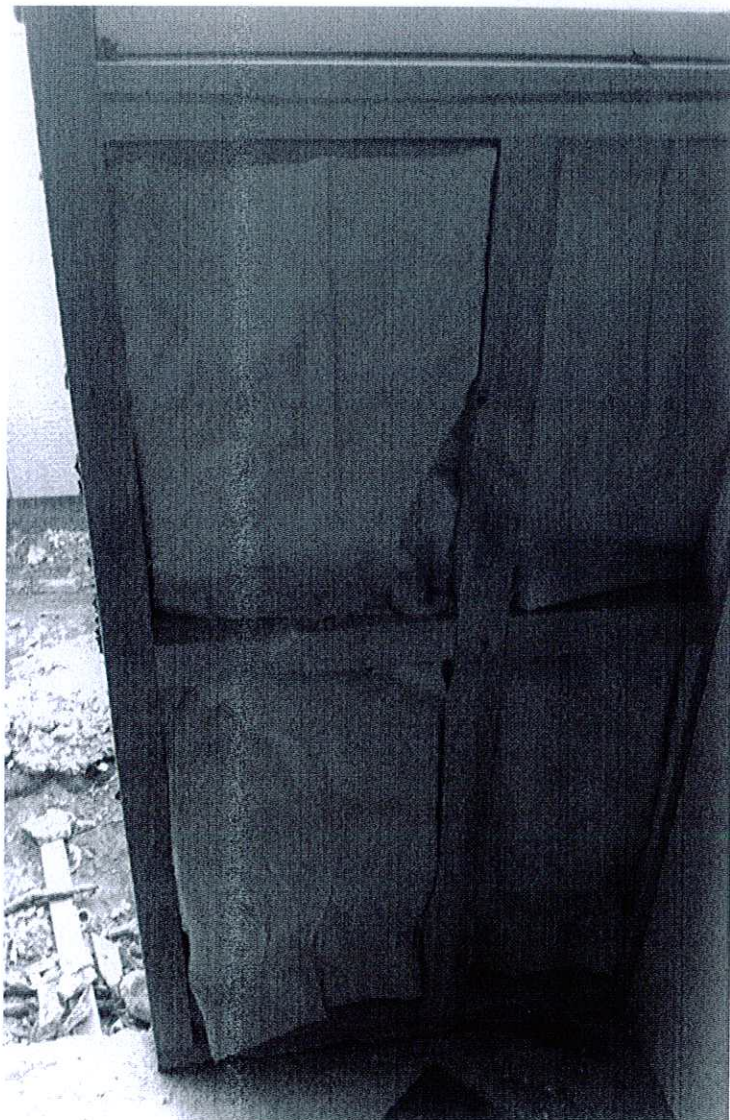
Aislación Térmica

Transferencia de Humedad / Control en Obra



Aislación Térmica

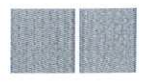
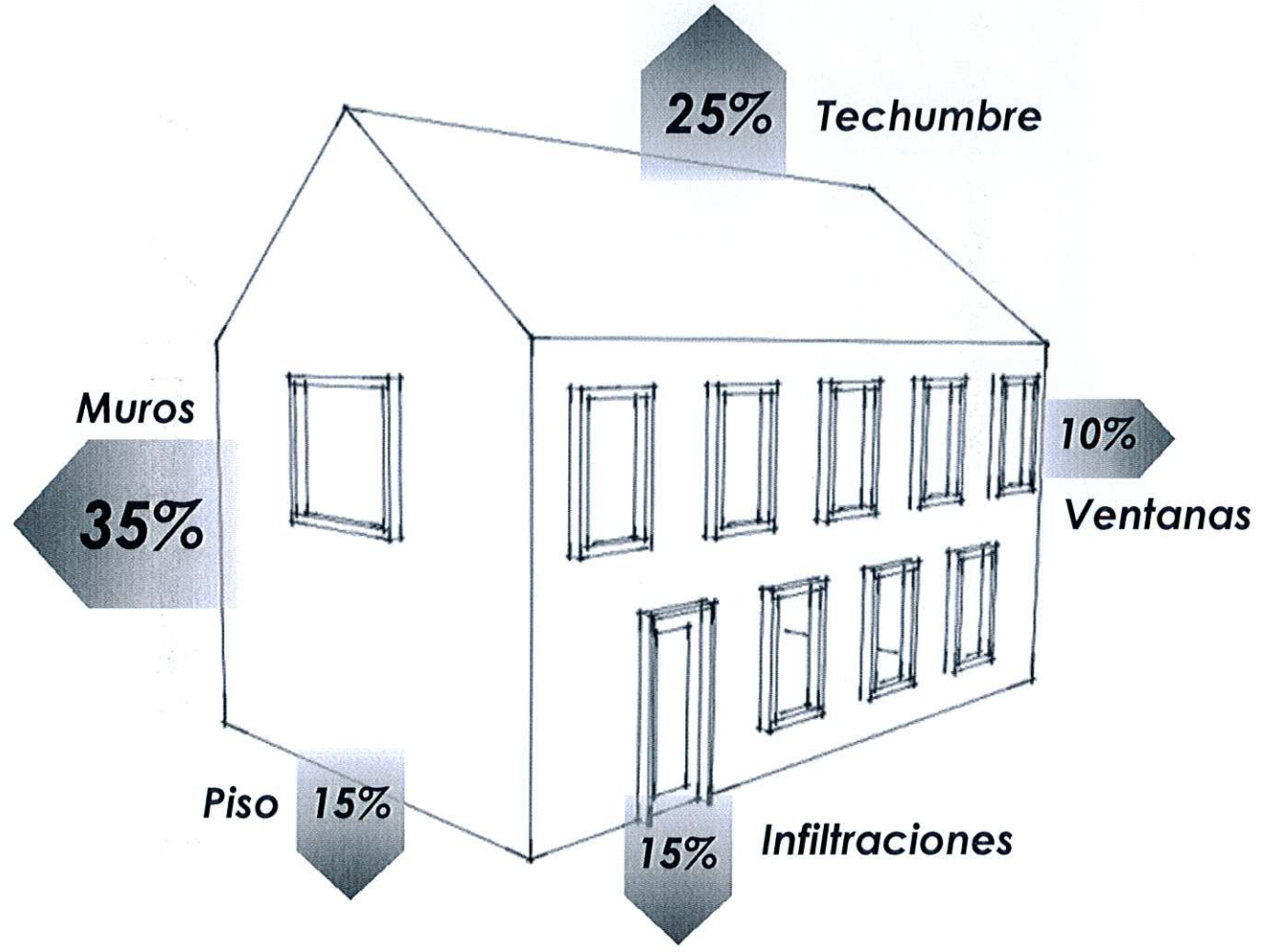
Transferencia de Humedad / Control en Obra



Aislación Térmica

Pérdidas de energía por la envolvente

000241



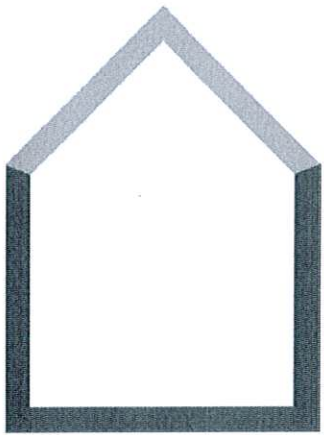
Aislación Térmica

Reglamentación Térmica / Art. 4.1.10 _O.G.U.C.

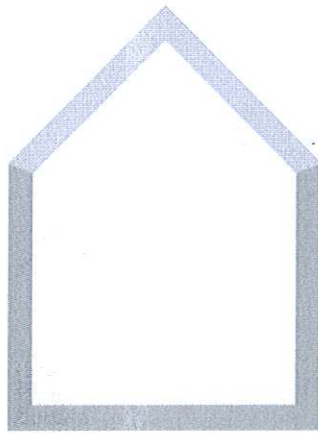
En el año 1996, MINVU establece

Un **Programa de Reglamentación sobre Acondicionamiento Térmico de Viviendas.**

Este programa consta de 3 etapas:



1ª Etapa:
Aislación de techumbre
Vigencia marzo 2000



2ª Etapa:
Aislación muros, pisos ventilados, ventanas
Vigencia enero 2007



**CALIFICACIÓN
ENERGÉTICA**

3ª Etapa:
Certificación Energética de Viviendas
Actualmente en marcha blanca

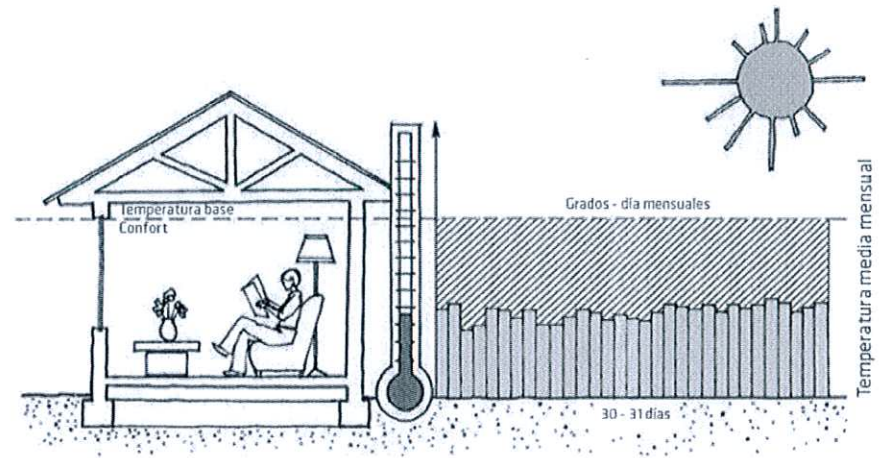


En la Región de Los Ríos, están presentes las Zonas Térmicas 5 y 6.

ZONA TÉRMICA	TECHUMBRE		MUROS		PISOS		VENTANAS % Máximo de ventanas respecto a paramentos verticales de la envolvente		
	U W/m ² K	Rt m ² K/W	U W/m ² K	Rt m ² K/W	U W/m ² K	Rt m ² K/W	VIDRIO MONOLÍTICO	DOBLE VIDRIADO HERMÉTICO	
								$3,6 \text{ W/m}^2\text{K} >= U > 2,4 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U <= 2,4 \text{ W/m}^2\text{K}$
1	0,84	1,19	4,0	0,25	3,60	0,28	50%	60%	80%
2	0,60	1,67	3,0	0,33	0,87	1,15	40%	60%	80%
3	0,47	2,13	1,9	0,53	0,70	1,43	25%	60%	80%
4	0,38	2,63	1,7	0,59	0,60	1,67	21%	60%	75%
5	0,33	3,03	1,6	0,63	0,50	2,00	18%	51%	70%
6	0,28	3,57	1,1	0,91	0,39	2,56	14%	37%	55%
7	0,25	4,00	0,6	1,67	0,32	3,13	12%	26%	37%

Las 7 Zonas Térmicas se definieron en base al criterio de los **Grados Día de Calefacción anuales**, los que se estimaron para las diferentes regiones del país, haciendo uso de información meteorológica de larga data (Temperaturas medias diarias).

Para la estimación de los GD se tomó como base de temperatura interior 15°C, bajo el supuesto de que lo que resta para alcanzar confort de 18 a 20°C es aportado por las ganancias internas y las ganancias solares.



Aislación Térmica

Reglamentación Térmica / Zonificación Climática vs Zonificación Térmica

000244



CONSTRUCCIÓN
SUSTENTABLE



- NORTE LITORAL
- NORTE DESERTICA
- NORTE VALLES TRANSVERSALES
- CENTRAL LITORAL
- CENTRAL INTERIOR
- SUR INTERIOR
- SUR LITORAL
- SUR EXTREMO
- ANDINA

Mapa de zonificación climático habitacional de acuerdo a NCh 1079-2008



- ZONA 1
- ZONA 2
- ZONA 3
- ZONA 4
- ZONA 5
- ZONA 6
- ZONA 7

Mapa de zonificación térmica de acuerdo a www.mart.cl



Mapa de zonificación térmica (colores) y límites (líneas) de zonificación climático habitacional de acuerdo a www.mart.cl y NCh 1079 - 2008



Aislación Térmica

Reglamentación Térmica / Art. 4.1.10 _O.G.U.C.

Comparación con estándares internacionales

Muro

COUNTRY	ZONE / REGION	HEAT TRANSFER COEFFICIENT [W/m²K]																
		Exterior Wall																
		0,15	0,25	0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80
UK																		
Germany																		
Switzerland																		
France																		
Belgium																		
Spain	E1																	
	D1, D2, D3																	
	C1, C2, C3, C4																	
	B3, B4																	
	A3, A4																	
China	severe cold zone																	
	cold zone																	
	hot summer / cold winter zone																	
	hot summer / warm winter zone																	
	warm zone																	
Chile	7																	
	6																	
	5																	
	4																	
	3																	

Normativa
Zona 5 / Muros
1,6 W/m²K

Zona 6 / Muros
1,1 W/m²K

Cubierta

COUNTRY	ZONE / REGION	HEAT TRANSFER COEFFICIENT [W/m²K]								
		Roof								
		0,15	0,25	0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95
UK										
Germany										
Switzerland										
France										
Belgium										
Spain	E1									
	D1, D2, D3									
	C1, C2, C3, C4									
	B3, B4									
	A3, A4									
China	severe cold zone									
	cold zone									
	hot summer / cold winter zone									
	hot summer / warm winter zone									
	warm zone									
Chile	7									
	6									
	5									
	4									
	3									
	2									
	1									

Normativa
Zona 5 / Cubierta
0,33 W/m²K

Zona 6 / Cubierta
0,28 W/m²K



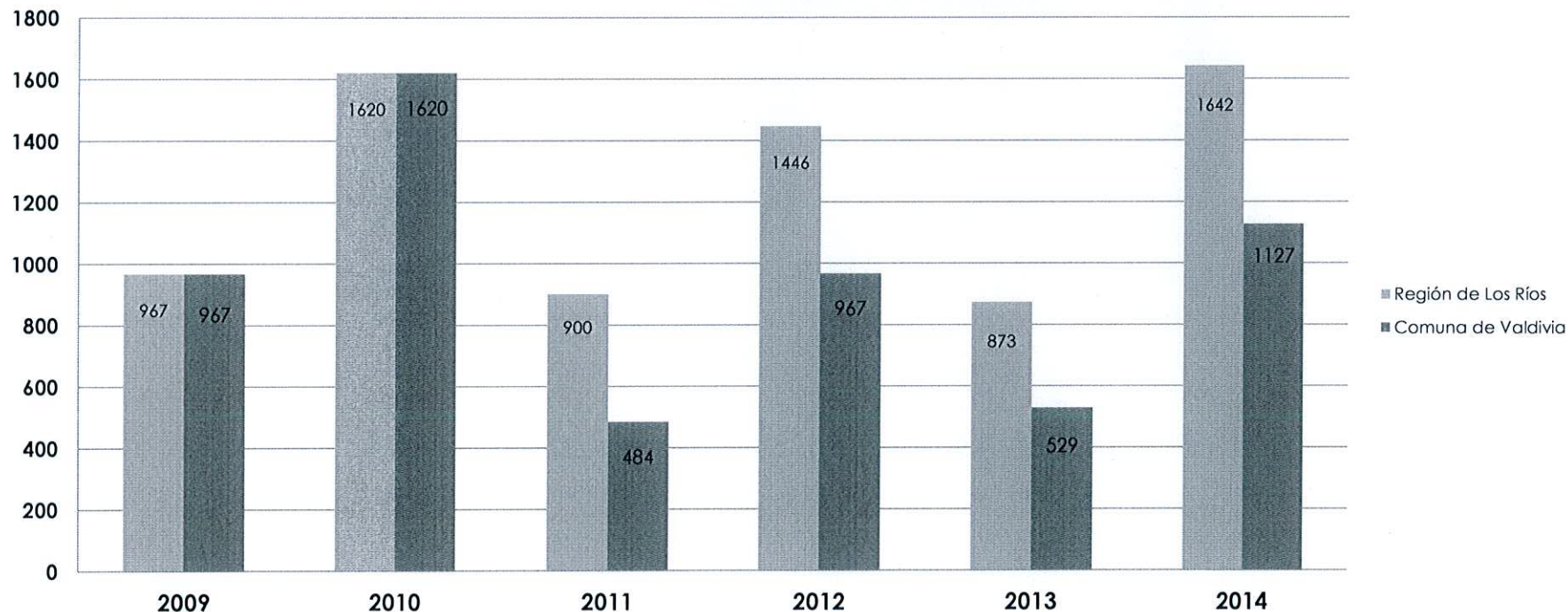
Aislación Térmica ¿Qué estamos haciendo?

Programa de Protección al Patrimonio Familiar (PPPF)
Reacondicionamiento Térmico para viviendas existentes.

Objetivo General

Que las viviendas existentes, construidas con anterioridad al año 2007 (entrada en vigencia de la Reg. Térmica actual) alcancen el estándar térmico definido en el Art. 4.1.10 de la OGUC.

Subsidio Reacondicionamiento Térmico



Fuente: Sección de Evaluación de Proyectos Habitacionales, SERVIU Región de Los Ríos. Dic. 2014



Aislación Térmica

¿Qué estamos haciendo?

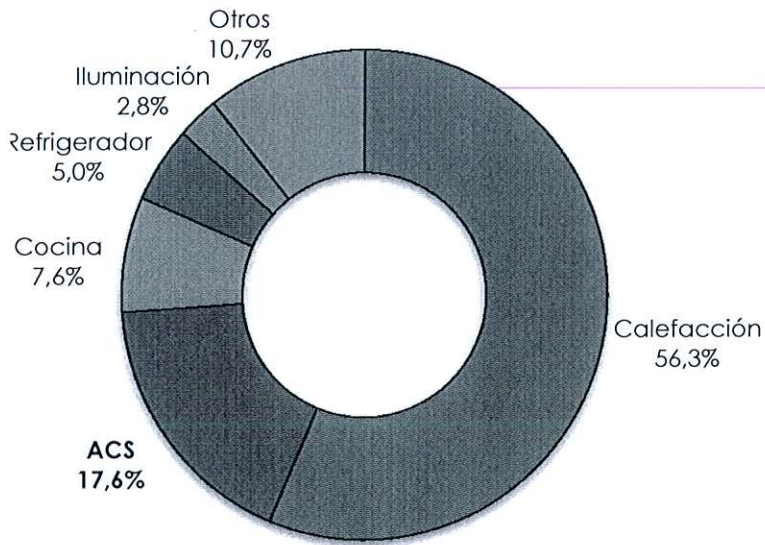


Programa de Protección al Patrimonio Familiar (PPPF)

Innovación de Eficiencia Energética / Colectores Solares Térmicos para ACS

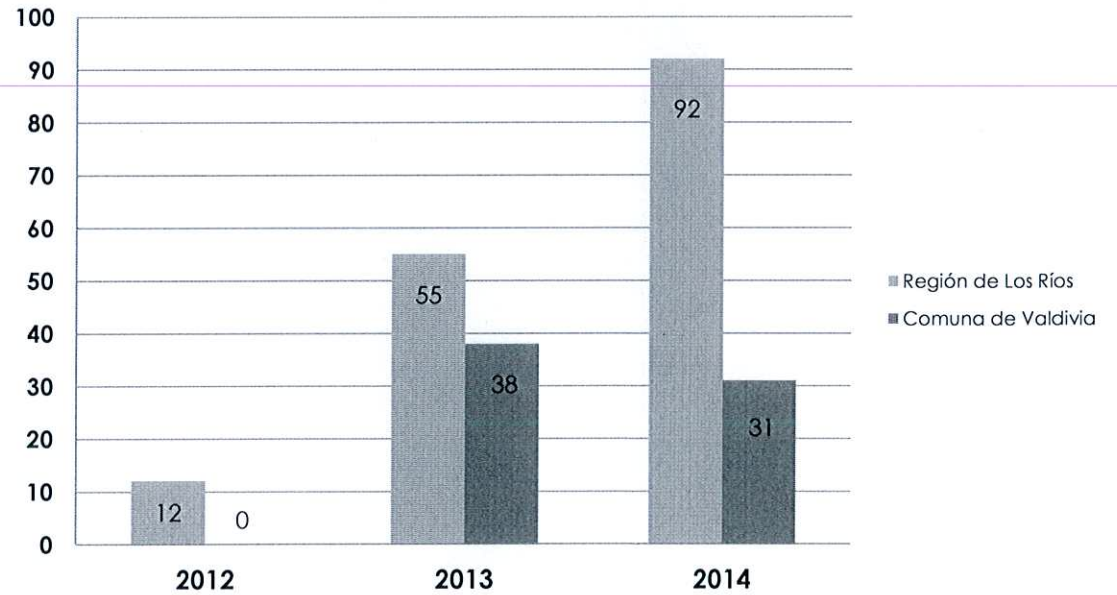
Objetivo General

La incorporación de SST en el sector vivienda, permite generar una importante disminución en el consumo de energía como el gas, la electricidad o la leña, sustituyéndola por una energía limpia y renovable como la energía solar.



Fuente: "Estudio de usos finales y curva de oferta de la conservación de la energía en el sector residencial". CDT / MINENERGIA, 2010.

Subsidio Colectores Solares para ACS



Fuente: Sección de Evaluación de Proyectos Habitacionales, SERVIU Región de Los Ríos. Dic. 2014



Aislación Térmica

¿Qué estamos haciendo?

000248



Calificación Energética de Viviendas

Determinación de la eficiencia energética de una vivienda.

Objetivo General

Promoción de la eficiencia energética mediante la entrega de **información objetiva** por parte de los promotores inmobiliarios a los compradores (incorporar criterio energético en la decisión de compra).



¿Obligatoriedad de la calificación en Chile?

- Se propone una **calificación voluntaria** para introducir el concepto de eficiencia energética en el mercado y mantener el esfuerzo que se está desarrollando en capacitación y proyectos piloto.
- **Será obligatoria** una vez cumplidas las etapas en marcha. Proceso gradual proyectado a partir de 2016.



Aislación Térmica

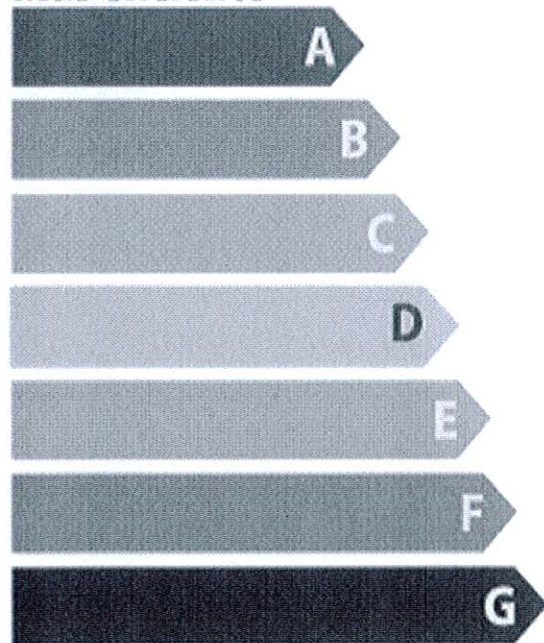
¿Qué estamos haciendo?

Calificación Energética de Viviendas

Determinación de la eficiencia energética de una vivienda.

Escala de Calificación

Más eficiente



} Mayor eficiencia en vivienda, sin considerar los costos de inversión.

} Vivienda eficiente sin un excesivo costo de inversión.

← **Estándar actual de construcción (art 4.1.10 O.G.U.C. 2007).**

} Viviendas construidas con las exigencias térmicas O.G.U.C. 2000.

} Posterior calificación de viviendas existentes.

Menos eficiente



Aislación Térmica ¿Qué estamos haciendo?

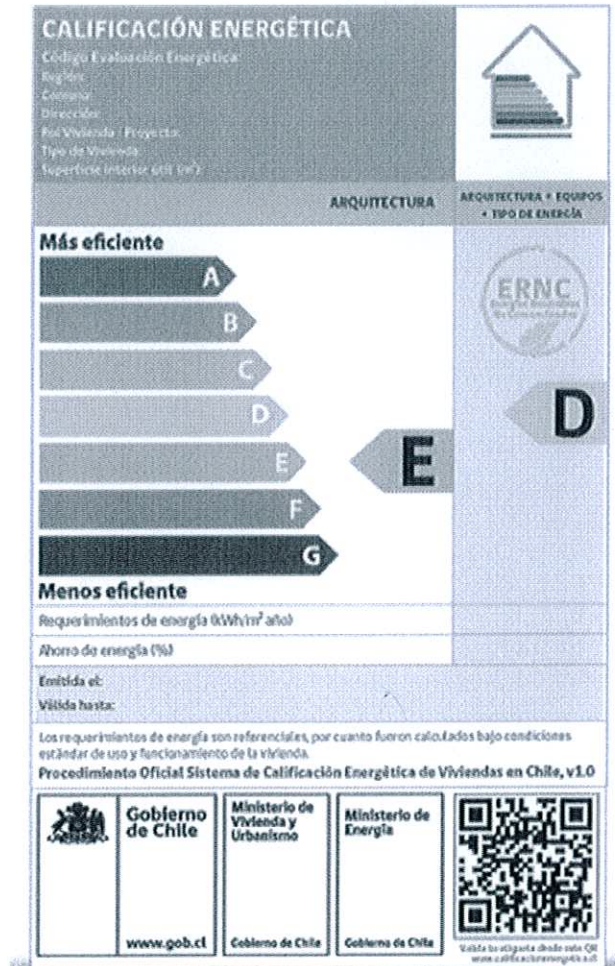
000250



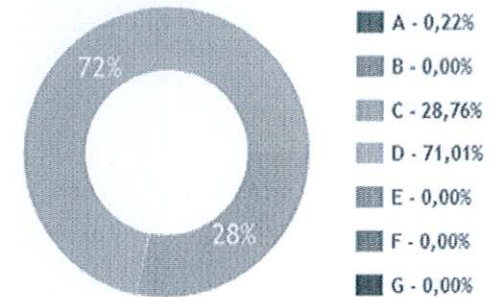
Calificación Energética de Viviendas

Determinación de la eficiencia energética de una vivienda.

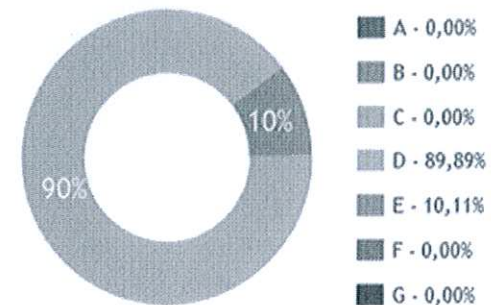
Durante el año 2014, en la Región de Los Ríos se han calificado **449** viviendas sociales.



Demanda (Arquitectura)



Consumo (Arquitectura + Equipos + Tipo de Energía)



000251



Aislación Térmica

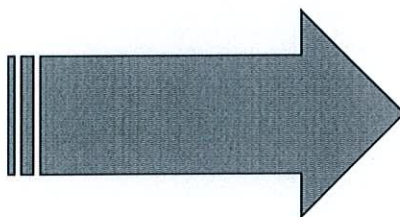
¿Qué estamos haciendo?

Prototipo Vivienda Social Eficiente

Propuesta de vivienda social con criterios de eficiencia energética.

Objetivo General

Generar un proyecto de vivienda social energéticamente eficiente para la Región de Los Ríos, en el marco de Construcción en Sitio Propio del D.S. N° 49.



Aislación Térmica

Anteproyecto Plan de Descontaminación / Temuco

Regulación referida al mejoramiento de la eficiencia térmica de la vivienda



Art. 27.- La SEREMI de Vivienda y Urbanismo, entregará al menos **2.000 subsidios anuales** para **Acondicionamiento Térmico** de las **viviendas existentes**, en la zona saturada, conforme al D.S. N° 255, de 2006 (PPPF).

Art. 28.- La SEREMI de Vivienda y Urbanismo, entregará al menos **2.000 subsidios anuales** para **Acondicionamiento Térmico** de las viviendas existentes, no son objeto del PPPF, realizando llamados especiales, con recursos sectoriales y/o FNDR.

Art. 29.- Para el cumplimiento de los artículos 27 y 28 del presente decreto, el monto del subsidio más el aporte del beneficiario, deberá permitir que la vivienda de cumplimiento al menos a los siguientes estándares:

a) La envolvente de la vivienda que la separe del ambiente exterior o un espacio no acondicionado deberá cumplir con lo siguiente:

	U [W/m ² K]
Muro	≤ 0,35
Cubierta	≤ 0,28
Piso Ventilado	≤ 0,35
Ventanas	≤ 3,60

	R100 [(m ² K/W)] x 100
Muro	100
Piso sobre Terreno	100

• **Sellado de Infiltraciones de aire.**
Puertas y Ventanas.

Medido a 100 Pa → 10 m³/h m²..
Según NCh 3297 Of.2013

• Las soluciones constructivas deberán **evitar el riesgo de condensación** superficial e intersticial.
Según NCh 1973 Of.2008.

b) Se deberá contemplar **extracción forzada** de aire en baño y cocina, permitiendo un mínimo de una renovación de aire por hora.



Aislación Térmica

Anteproyecto Plan de Descontaminación / Temuco

Regulación referida al mejoramiento de la eficiencia térmica de la vivienda

Art. 30.- En caso que la vivienda postulante al subsidio de Acondicionamiento Térmico, cuente **con ampliaciones no regularizadas**, el monto del subsidio se complementará con un **monto adicional** que permita financiar las regularizaciones de dichas construcciones.

Art. 31.- Dentro del plazo de 12 meses desde la publicación del presente decreto en el Diario Oficial, las **viviendas nuevas** que se construyan en la zona saturada deberán cumplir los siguientes estándares:

a) La envolvente de la vivienda que la separe del ambiente exterior o un espacio no acondicionado deberá cumplir con lo siguiente:

U [W/m ² K]	
Muro	≤ 0,35
Cubierta	≤ 0,28
Piso Ventilado	≤ 0,35
Ventanas	≤ 3,60

R100 [(m ² K/W)] x 100	
Muro	100
Piso sobre Terreno	100

• **Sellado de Infiltraciones de aire.**
Puertas y Ventanas.

Medido a 100 Pa → 10 m³/h m².
Según NCh 3297 Of.2013

• Las soluciones constructivas deberán **evitar el riesgo de condensación** superficial e intersticial.
Según NCh 1973 Of.2008.

b) El porcentaje **máximo de superficie de ventanas por orientación** deberá corresponder al siguiente, dependiendo de la transmitancia térmica del complejo de ventana a utilizar:

3,6 ≥ U > 2,4 W/(m ² K)				U ≤ 2,4 W/(m ² K)			
N	S	O-P	Pond.	N	S	O-P	Pond.
60%	20%	37%	20%	85%	40%	75%	35%



Aislación Térmica

Anteproyecto Plan de Descontaminación / Temuco

Regulación referida al mejoramiento de la eficiencia térmica de la vivienda

000254



c) Las infiltraciones de aire de la vivienda no deberán superar las **7 ach medidas a 50 Pa**. Las ventanas y puertas no deberán superar las **10 m³/h m² medidas a 100 Pa**.

d) Contemplar **extracción de aire** en baño y cocina, permitiendo un mínimo de una renovación de aire por hora.

Art. 32.- Obligatoriedad de obtener la **Calificación Energética**, la cual deberá ser presentada a la D.O.M. respectiva, para obtener la Recepción Municipal Definitiva. (Información al público).

Art. 33.- El MINVU implementará un **programa de capacitaciones y acreditación** en aspectos técnicos referidos a la eficiencia energética de la vivienda, orientado a técnicos y obreros del área de la construcción. (Una vez al año).



Aislación Térmica

Anteproyecto Plan de Descontaminación / Temuco

Regulación referida a emisiones de vivienda y proyectos inmobiliarios

000255



Art. 34.- Toda **vivienda nueva** deberá acreditar en su fase de operación, el límite de emisión de **2,4 kg/año de material particulado**, acreditado mediante la Calificación Energética, como requisito para obtener la Recepción Municipal Definitiva.

Art. 35.- Todo **conjunto de viviendas nuevas** deberá acreditar en su fase de operación, el límite de emisión de **0,3 ton/año de material particulado**, acreditado mediante la Calificación Energética, como requisito para obtener la Recepción Municipal Definitiva.

Art. 36.- La Secretaria Técnica del convenio de Construcción Sustentable, encargará un **estudio para el diseño** de viviendas sociales de baja o nula demanda térmica.

Art. 37.- El SERVIU deberá **aplicar los resultados del estudio** mencionado en el artículo anterior.

Art. 38.- El Ministerio del Medio Ambiente en coordinación con el Centro de Energías Renovables (CER), diseñará un **instrumento de fomento** para proyectos inmobiliarios nuevos que consideren **calefacción distrital**.

Art. 39.- CORFO abrirá un **concurso o línea de financiamiento** para apoyar el desarrollo de proyectos inmobiliarios que consideren **calefacción distrital**.

Art. 40.- El Ministerio del Medio Ambiente y el MINVU, con financiamiento sectorial y/o del FNDR, diseñará y ejecutará un **proyecto piloto de calefacción distrital** para conjunto habitacional nuevo.

Art. 41.- La SEREMI del Medio Ambiente, SEREMI del MINVU y la Agencia Chilena de Eficiencia Energética, realizará dos veces al año **charlas informativas** a aquellos proyectos inmobiliarios que a futuro se proyecten construir, de forma que cuenten con información de incentivos y los requisitos que deben cumplir en el marco del PDA.



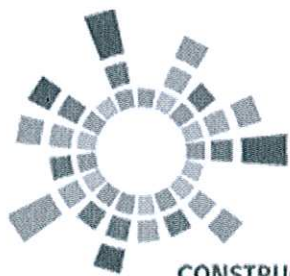


Gobierno
de Chile

www.gob.cl

000256

Gracias



CONSTRUCCIÓN
SUSTENTABLE