



Universidad de Chile

DIPLOMA DE POSTÍTULO

# DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

## BIOCLIMÁTICA APLICADA

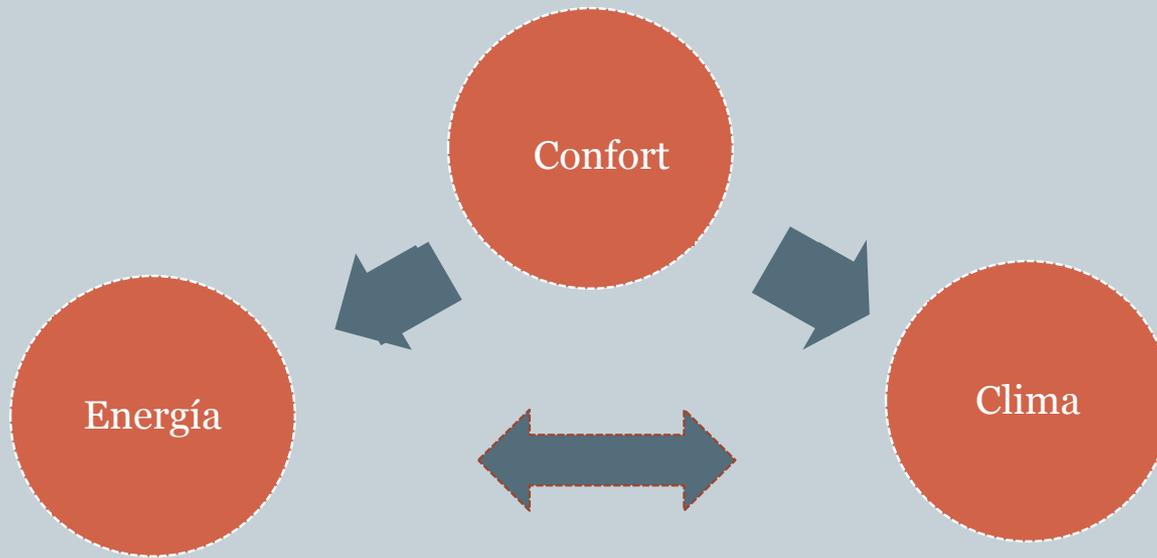
Anamaría Lisboa C.

Aiquina@entelchile.net

# Arquitectura Bioclimática



Diseño arquitectónico que se desarrolla en concordancia con las condiciones climáticas y del entorno inmediato, con el objetivo de conseguir espacios confortables a través de la propia arquitectura, reduciendo los consumos energéticos.



# Bienestar Térmico

Constante intercambio del hombre y su medio inmediato en términos de energía

Aspectos que determinan el bienestar térmico:

Primarios:

Temperatura del aire

Temperatura de las paredes

Velocidad de movimiento del aire

Humedad del aire

Secundarios:

Nivel de actividad

Vestimenta

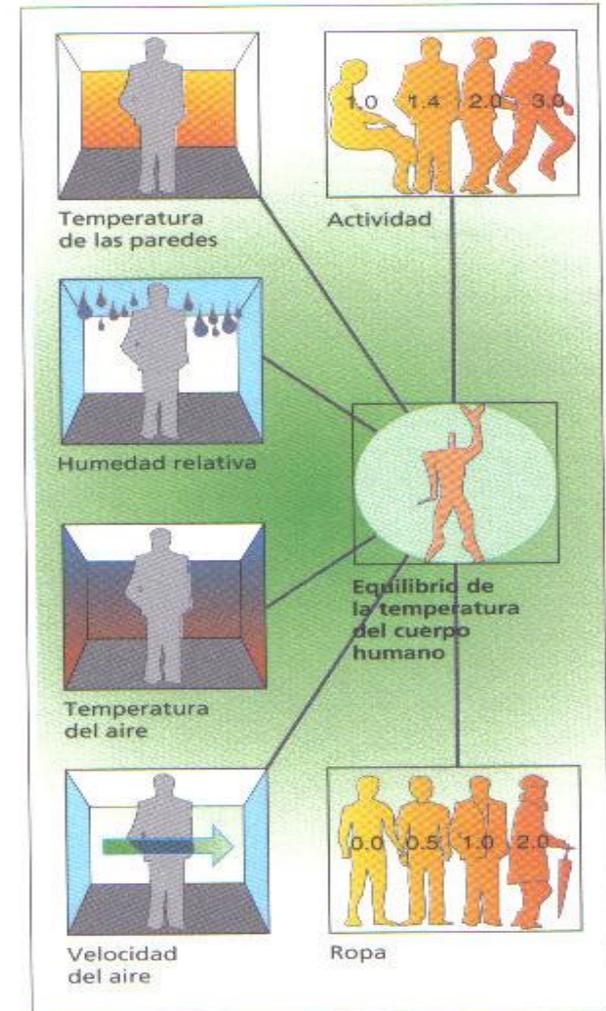
Metabolismo

Edad

Contextura

Met: Unidad de energía metabólica = 58 w/m<sup>2</sup>

Clo: Unidad de aislamiento térmico vestimenta = 0,155 m<sup>2</sup> K/W

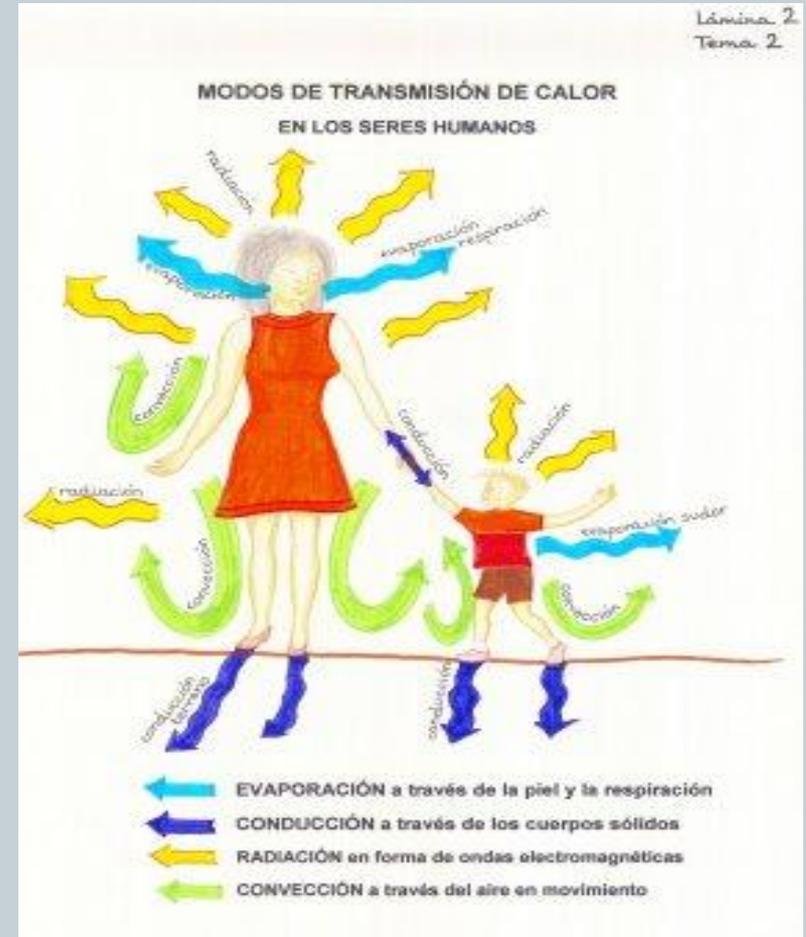


# Bienestar Térmico



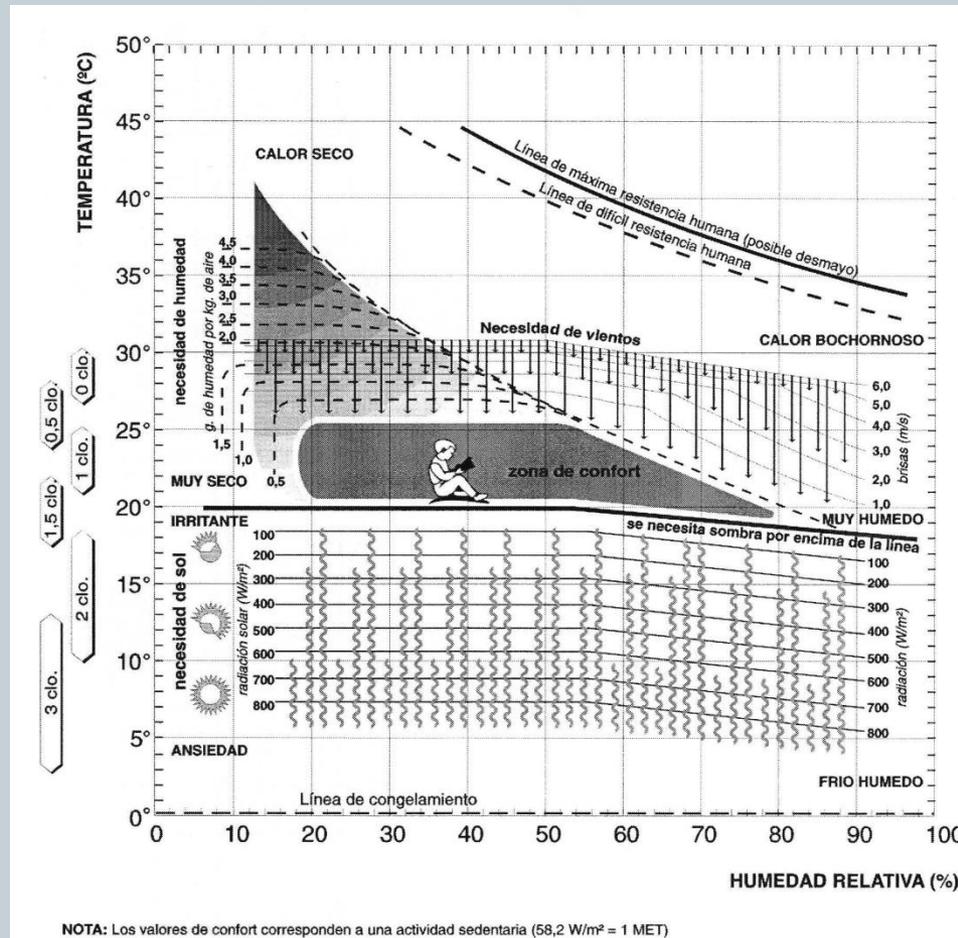
Calor Disipado en cal/h/ocupante a 18°C y 60% humedad relativa

En descanso	: 101
Trabajo sedentario	: 164
Trabajos manuales livianos	: 302
Trabajos manuales pesados	: 404



Fuente: Vivienda Bioclimática en Galicia

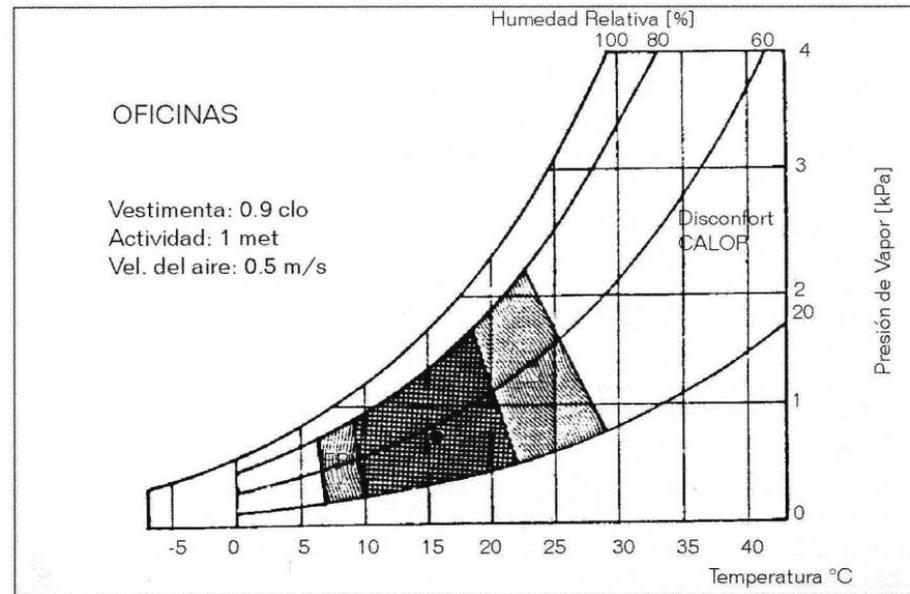
# Bienestar Térmico



# Bienestar Térmico



Diagrama de confort para oficinas.



# Sensación Térmica

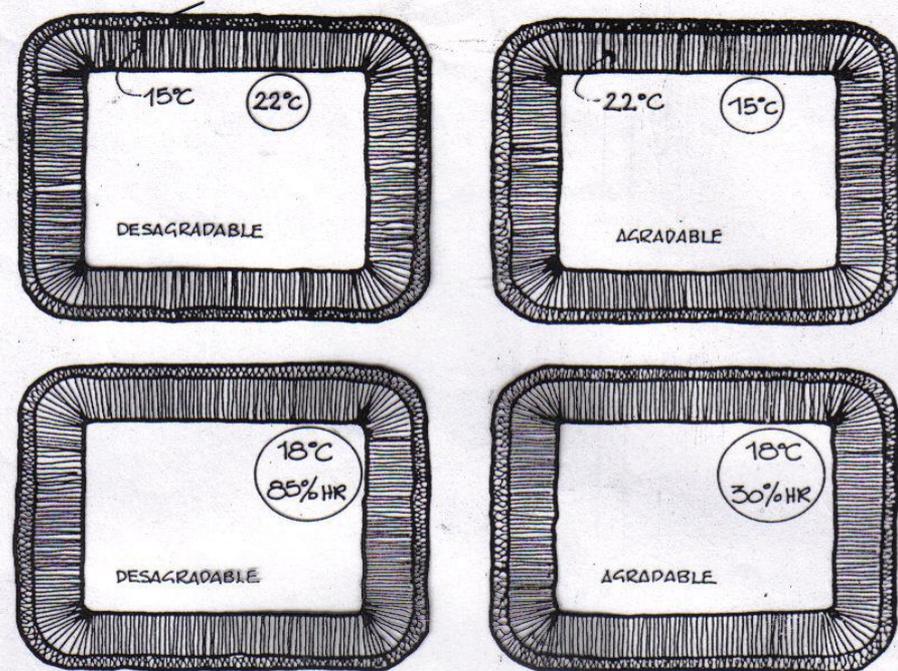
Es el resultado de la relación entre temperatura del aire, humedad relativa y radiación de los muros

$$T_e = (T_a + T_s)/2$$

$T_e$  = temperatura efectiva (°C)

$T_a$  = temperatura del aire ambiente (°C)

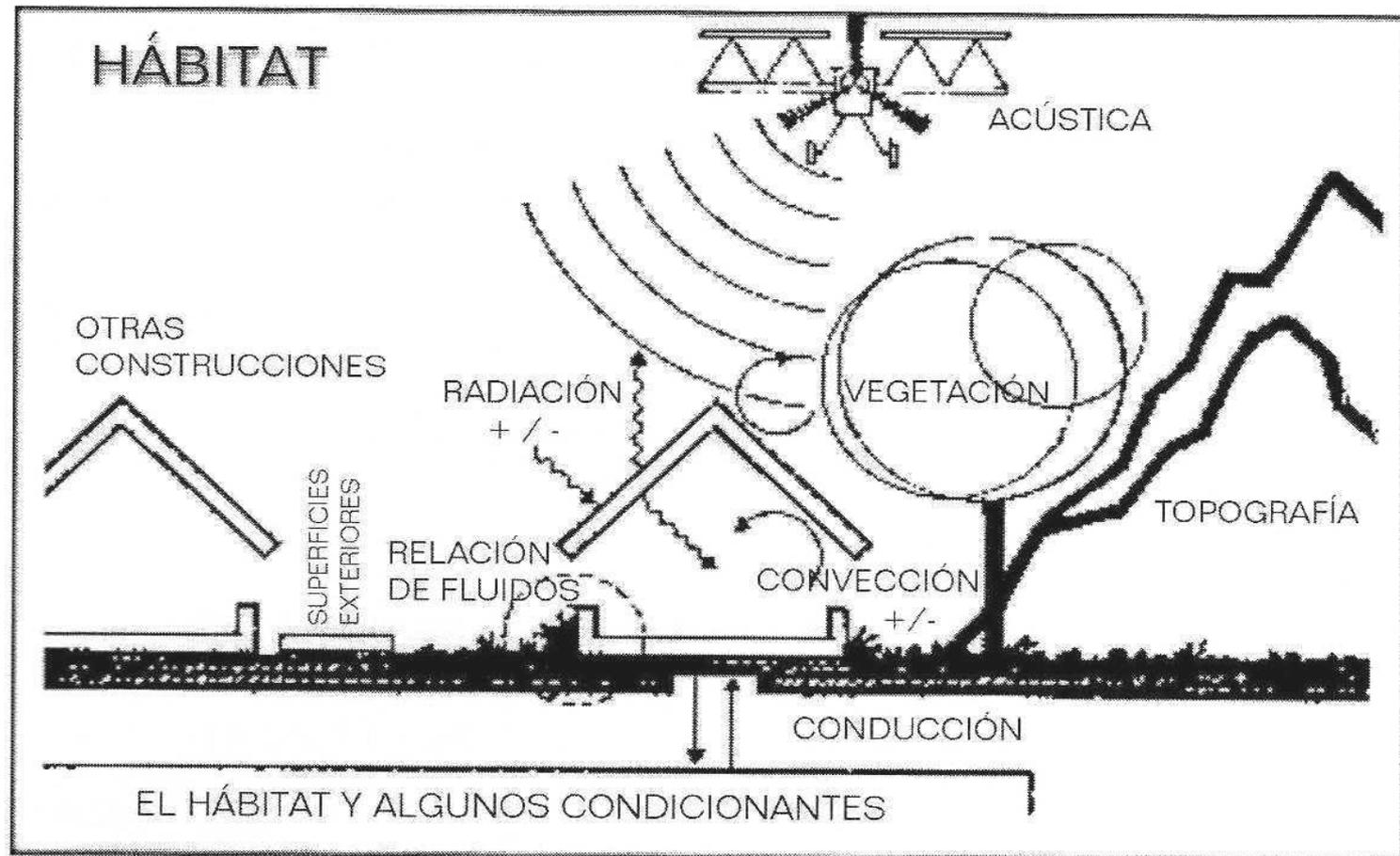
$T_s$  = temperatura de la superficie que rodea al sujeto (°C)



Temperatura interior, temperatura de los muros, humedad relativa y sensación de bienestar.

# Entorno Inmediato

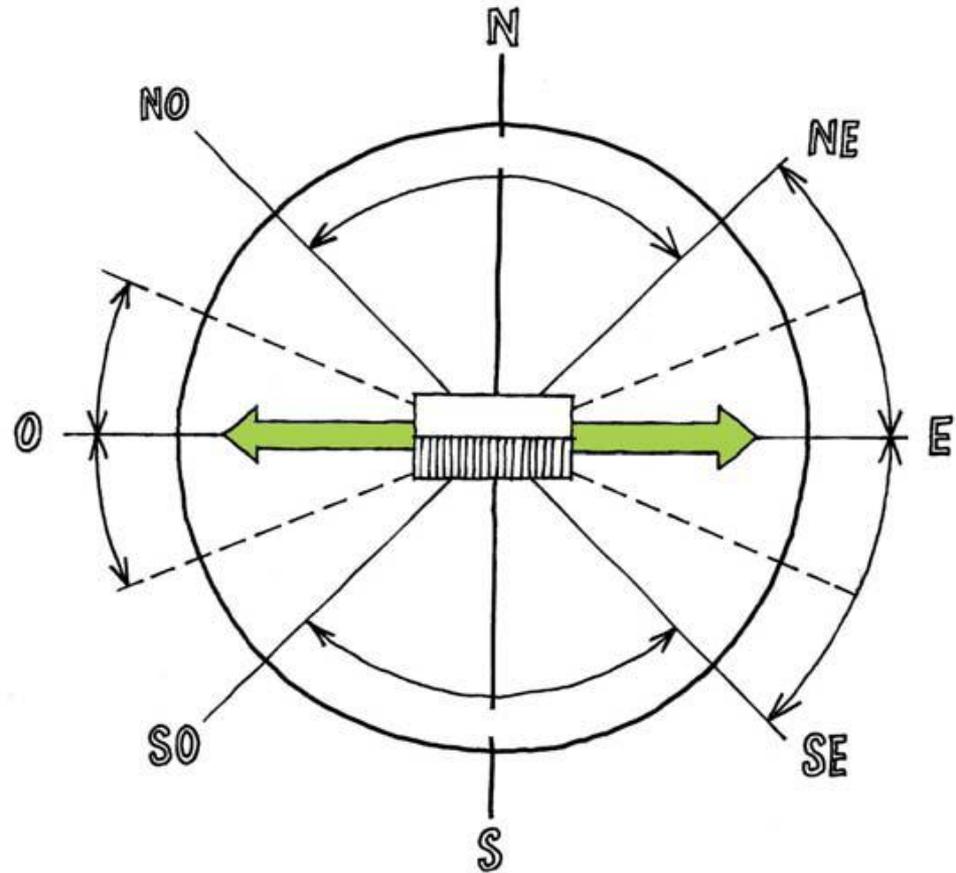
Integración de la vivienda con el lugar



## Emplazamiento:

Situación climática, microclimática, urbana, de función

- Trayectoria Solar (asoleamiento)
- Protección y/o aprovechamiento de las condiciones del lugar
  - vegetación
  - vientos
  - sombras



## Emplazamiento

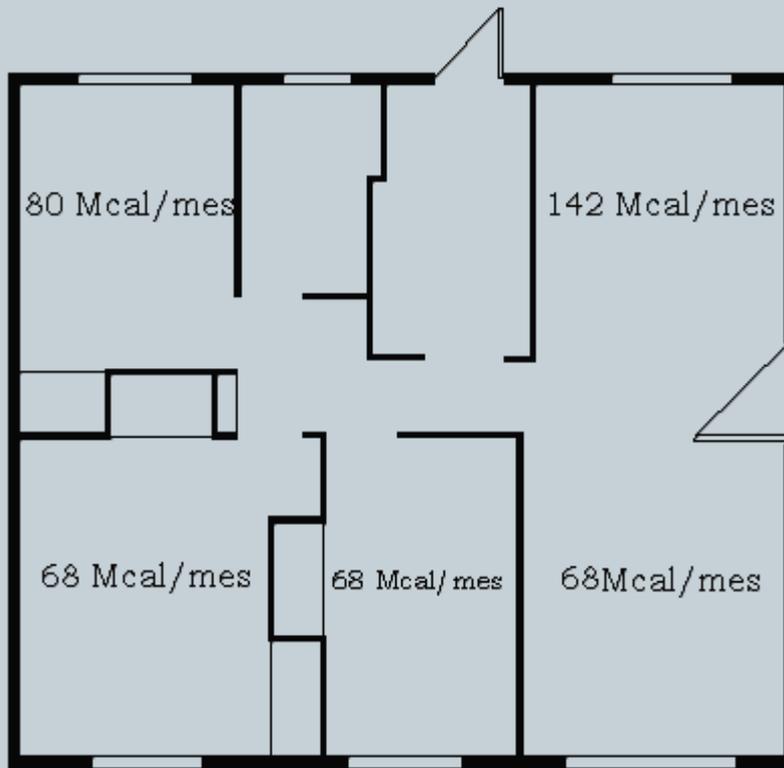


Fig. N°2: Asoleamiento diciembre  
Orientación: Norte - Sur

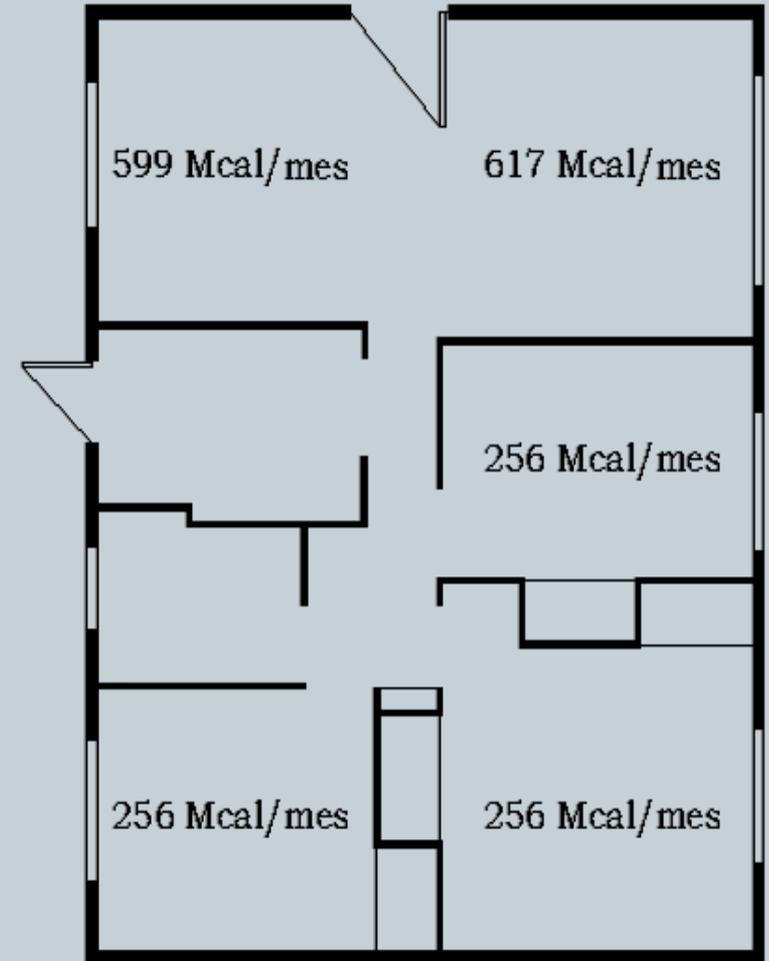


Fig. N°1: Asoleamiento diciembre  
Orientación Oriente - Poniente

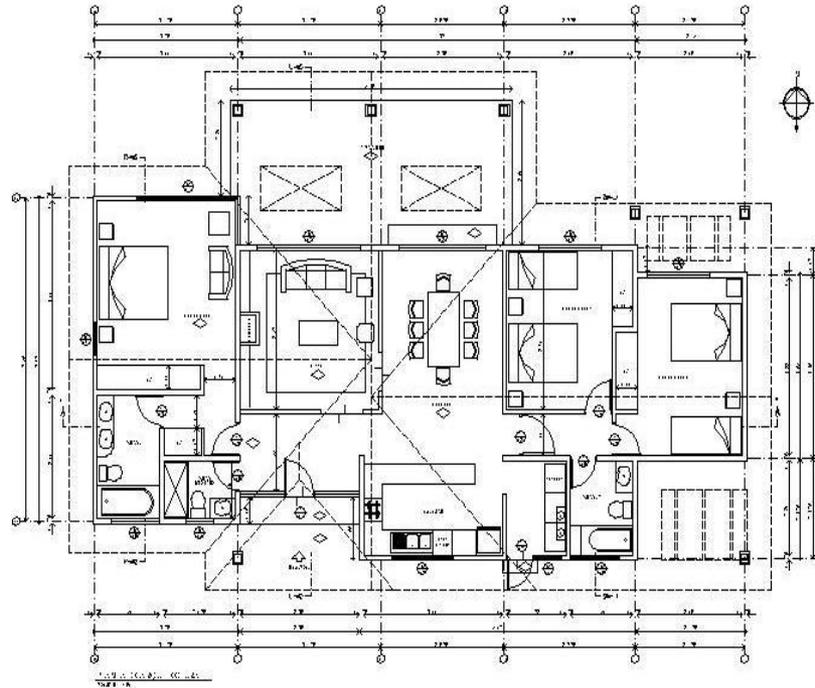


## Distribución Planta

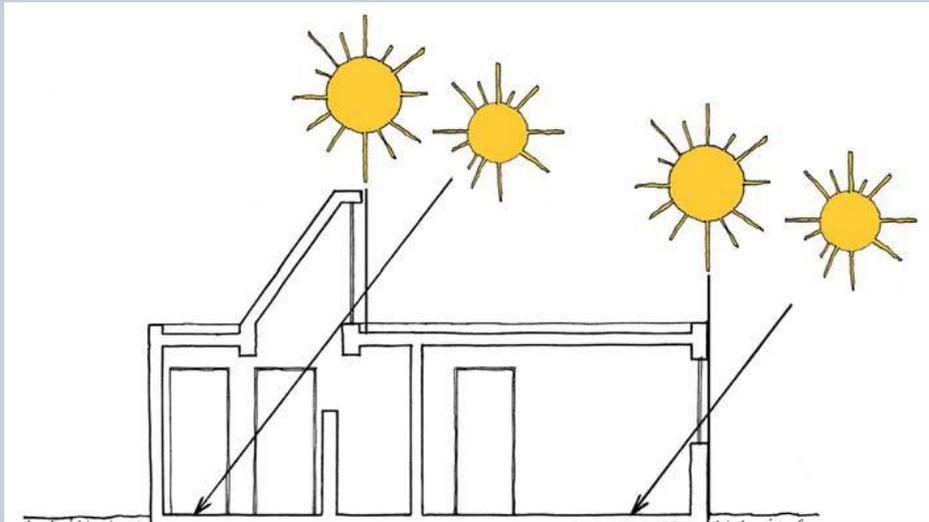
Función, vientos,  
Trayectoria solar, luz natural

-Espacios Tapones

-Posición y dimensión de  
-ventanas

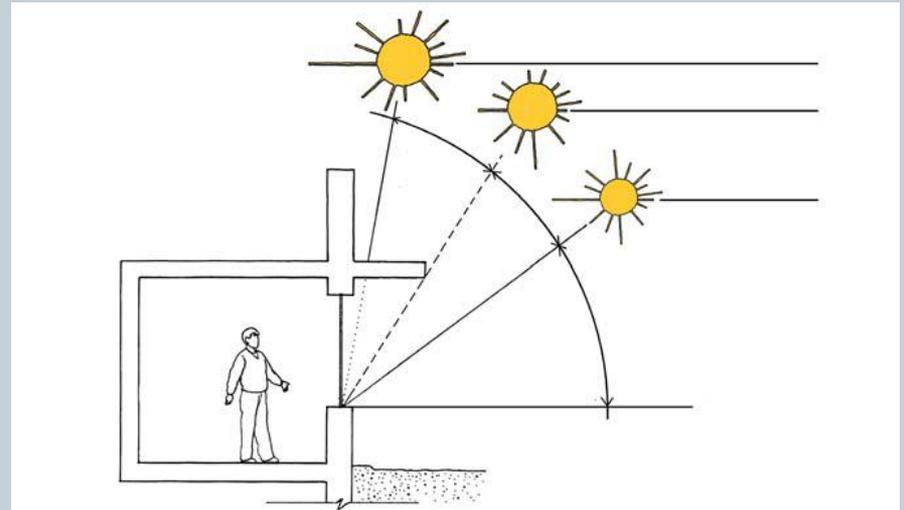


## Aleros



- Asoleamiento
- Precipitaciones
- Sombras

Dimensionamiento de aleros y elementos de protección





## La Envolvente

Toda envolvente está expuesta a distintas condiciones climáticas y actúa de distintas maneras ante ellas:

Temperatura : Demandas de calefacción y sobrecalentamiento  
Radiación : Aportes de energía  
Vientos : Ventilación

Las pérdidas de energía de una vivienda se produce a través de su envolvente, dependiendo de:

- La forma
- El volumen
- El comportamiento térmico de los materiales de la envolvente

# Compacidad



-Compacto:

A mayor superficie de contacto con el exterior, mayor pérdida de energía

- Vivienda continua
- Vivienda pareada



Cite Adriana Cousiño, Santiago



Población Salar del Carmen, Antofagasta

# Compacidad



-  
-Compacto:

A mayor contacto con el exterior, mayor pérdida de energía

- Vivienda continua

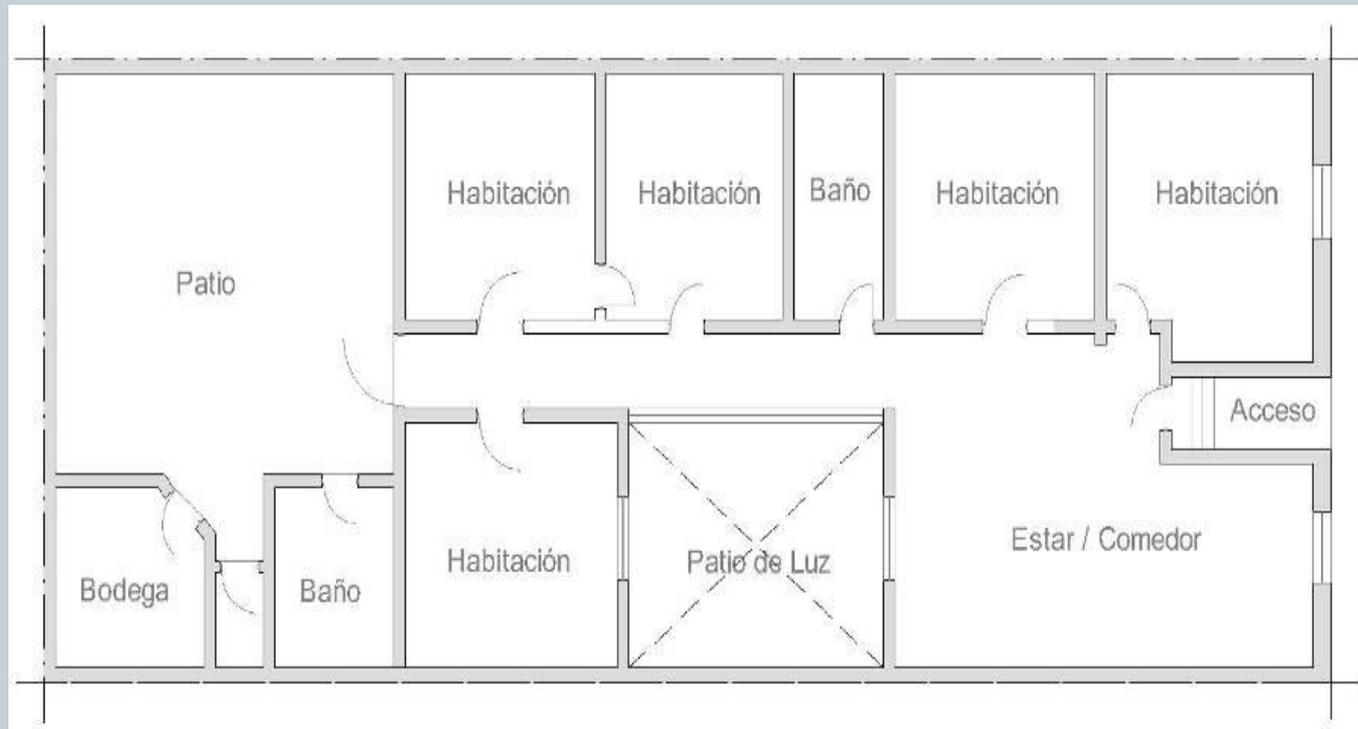


Barrio Ferroviario, Santiago

# Compacidad



## Esquema Vivienda Patio Interior Central



# Compacidad



# Compacidad

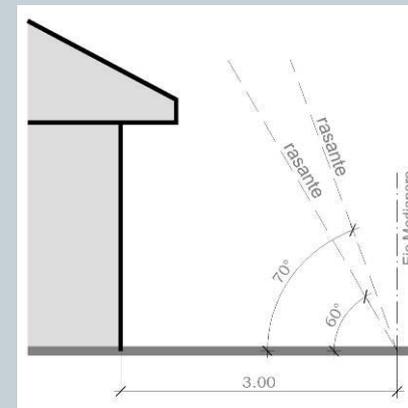
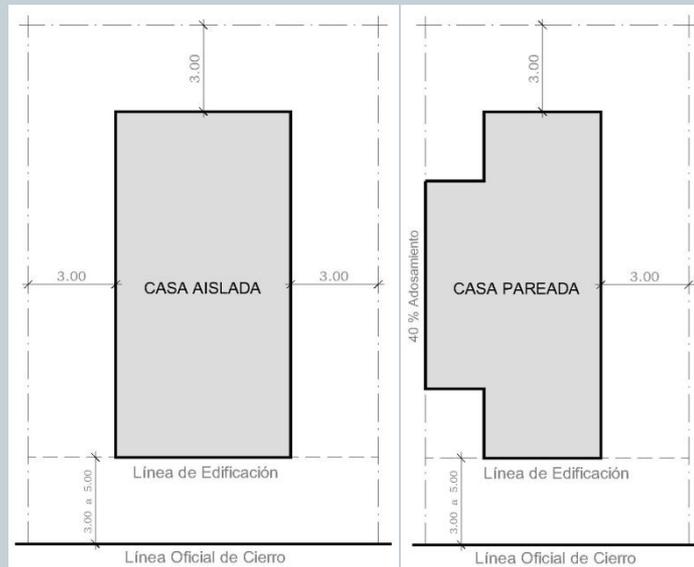


-Factor Forma:

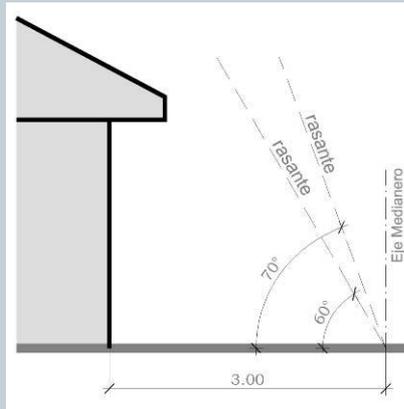
Relación entre el volumen y el área de transmisión térmica y el volumen  $C_f = m^2/m^3$

Para climas fríos : factor de forma, entre 0,5 y 0,8

Para climas cálidos: factor de forma, superior al 1,2.

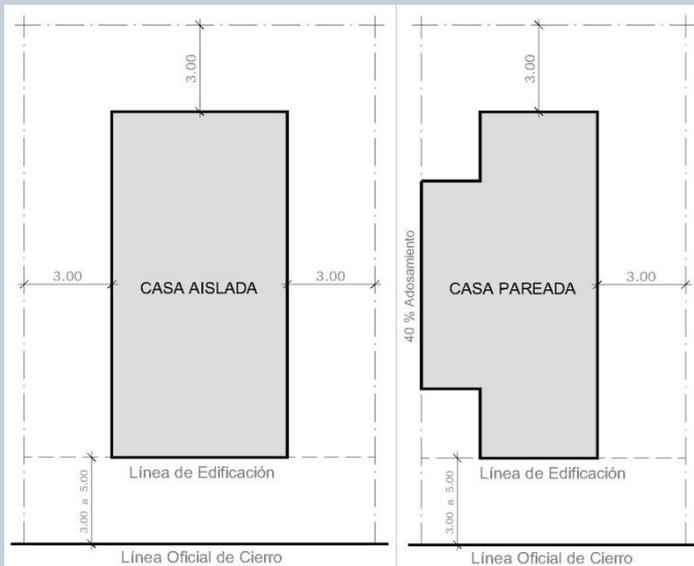


# Rasantes y Distanciamientos



Altura de la Edificación	Distanciamiento	
	Fachada con vano	Fachada sin vano
Hasta 3,5 m.	3,0 m	1,4 m
Sobre 3,5 m y hasta 7,0 m	3,0 m	2,5 m
Sobre 7,0 m.	4,0 m	4,0 m

© 2010 www.asesoriasayc.cl

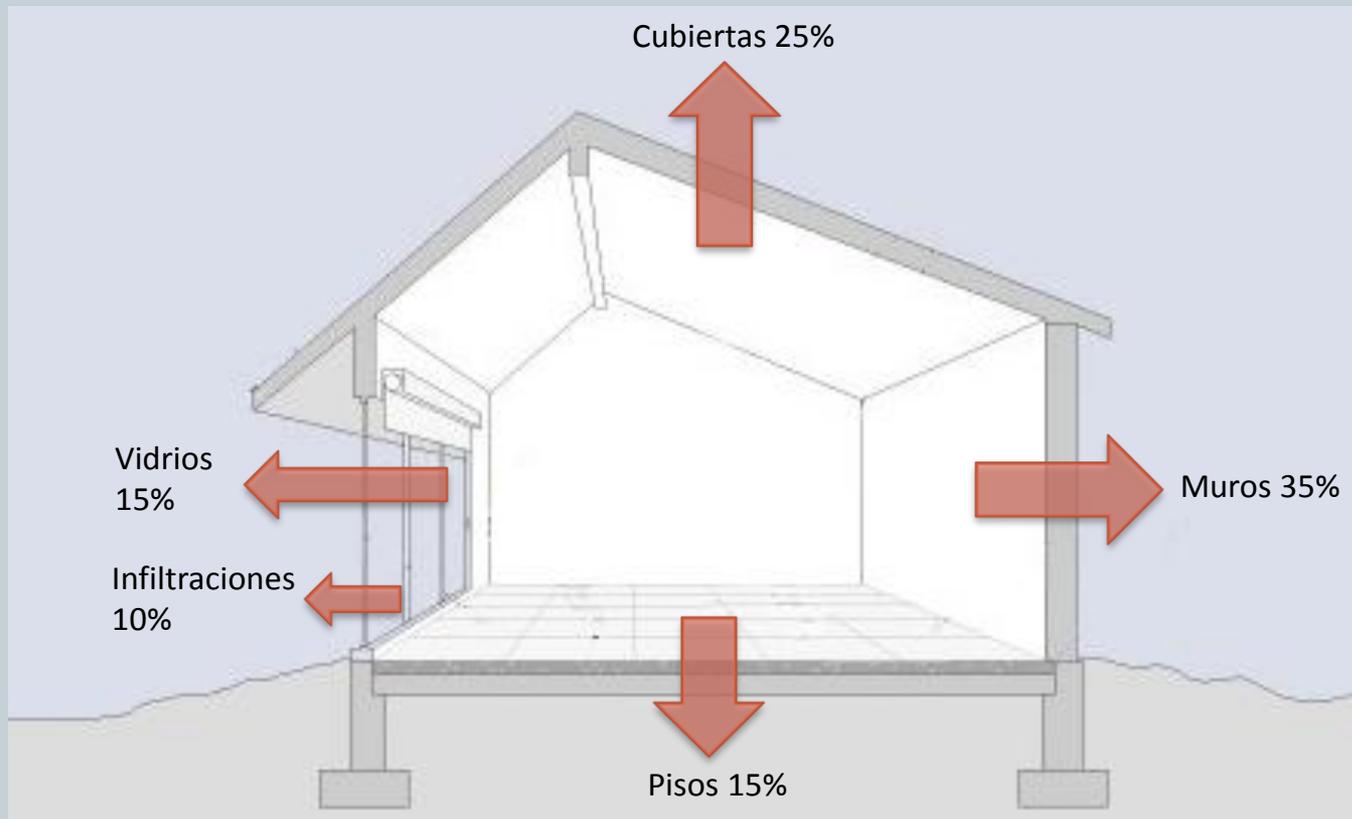


Regiones	Angulo de las Rasantes
I a III y XV Región	80°
IV a IX Región y R.M.	70°
X a XII y XIV Región	60°

# Los Materiales



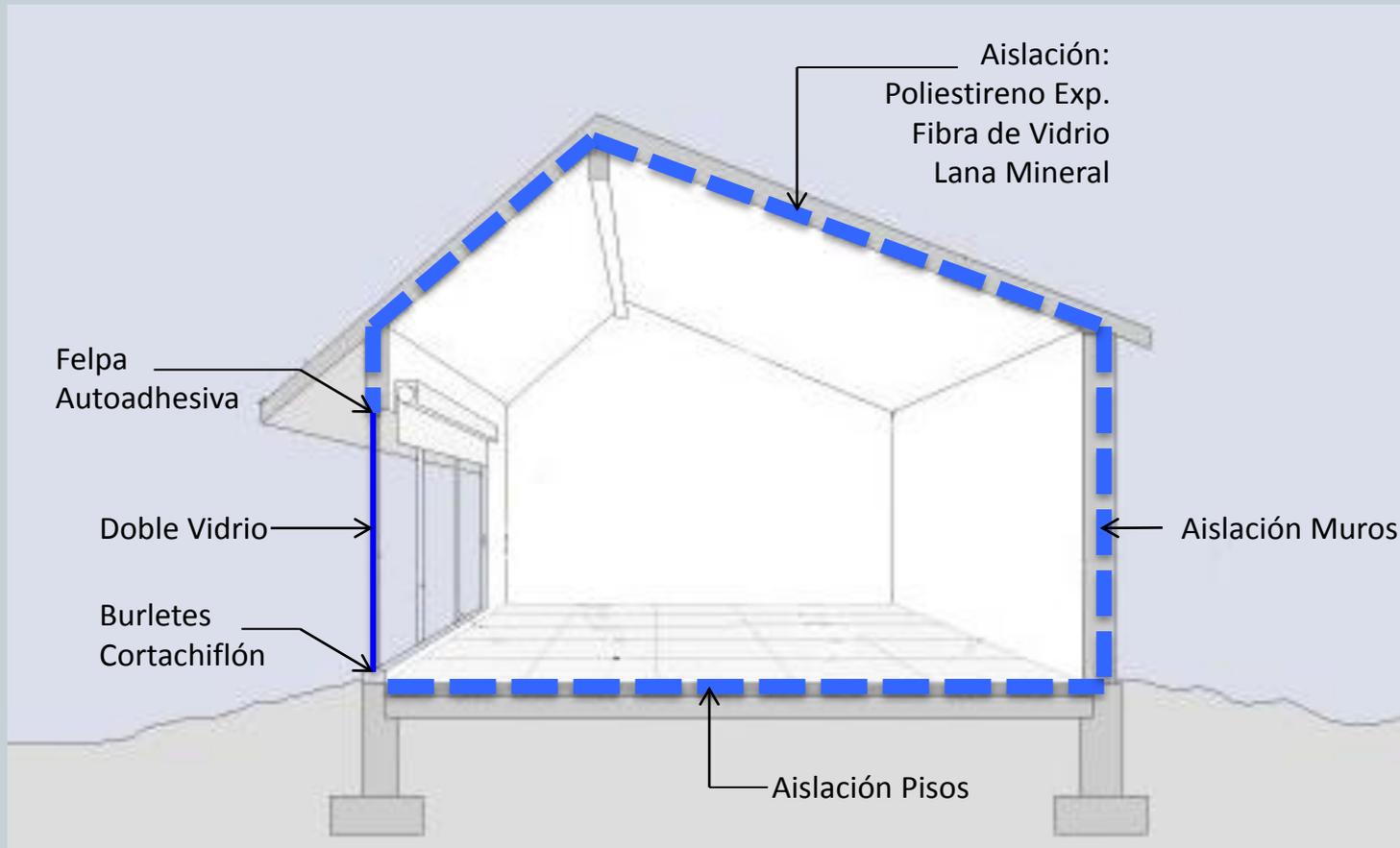
## Pérdidas en una vivienda sin aislamiento térmico



# Los Materiales

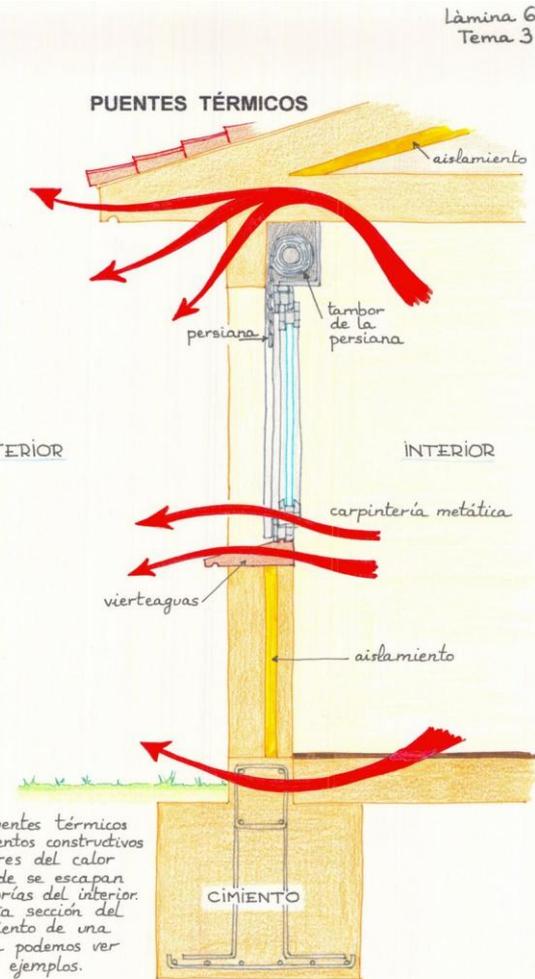


Vivienda correctamente aislada



# Los Materiales

## Puentes Térmicos



# Los Materiales



## Características de transmisión térmica de los materiales

### Conductividad Térmica:

Capacidad de un material homogéneo de conducir el flujo energético.  
Flujo calor que pasa de un lado a otro del material y se expresa cómo:

$$\lambda = \text{Kcal/hr}^\circ\text{C} \quad \text{ó} \quad \text{W/m}^\circ\text{K}$$

### Resistividad Térmica:

Coficiente de resistencia al paso del calor de un material homogéneo.

Es decir, la capacidad de un material de oponerse al paso del calor y se expresa como:

$$R = 1/\lambda \quad \text{ó} \quad \text{m}^\circ\text{K/W}$$

# Los Materiales

## - Inercia Térmica:

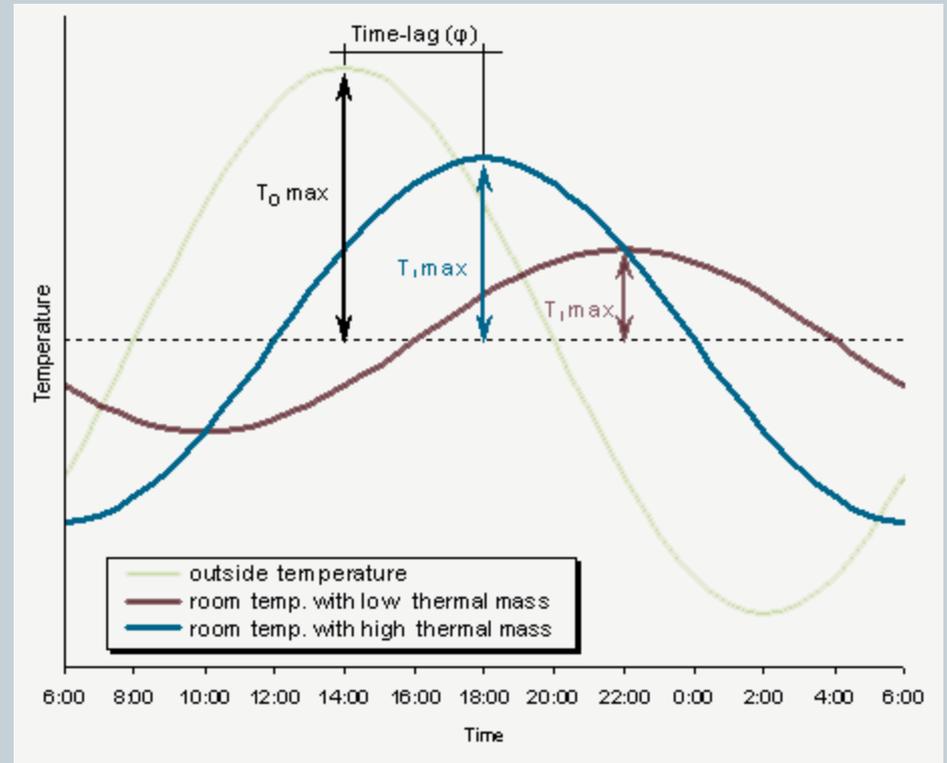
Capacidad que tiene un material de retrasar el paso del calor

Depende del espesor, masa y del calor específico

ALMACENAMIENTO DE CALOR

## - Capacidad Calorífica:

Cantidad de calor necesaria para elevar en 1° la temperatura de una unidad de masa (J/Kg °C)



# Resistencia Térmica Materiales

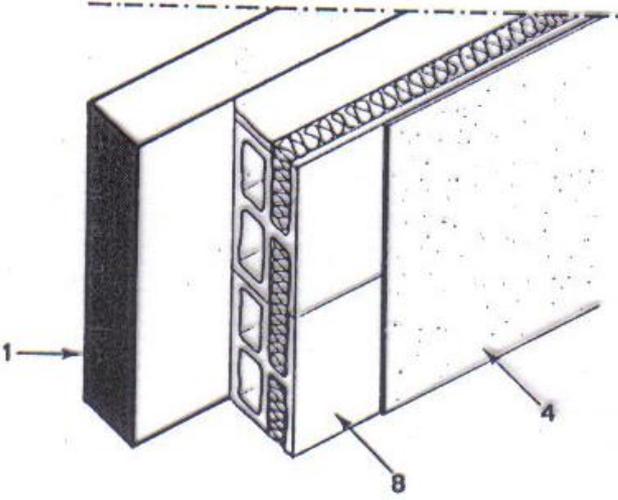
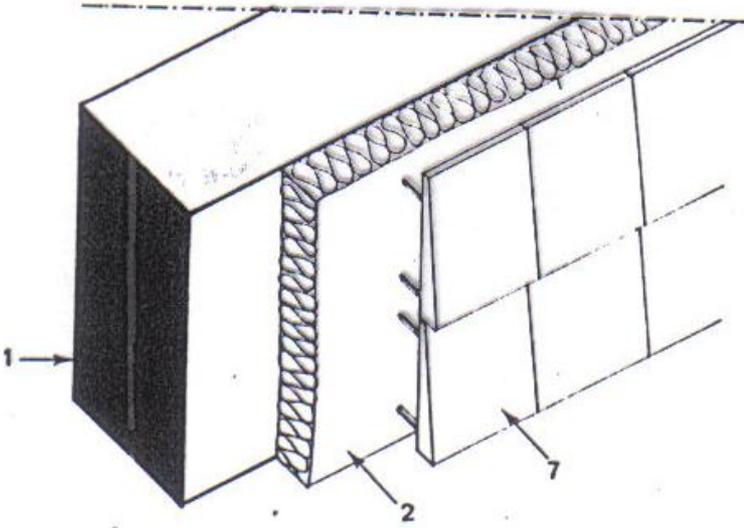
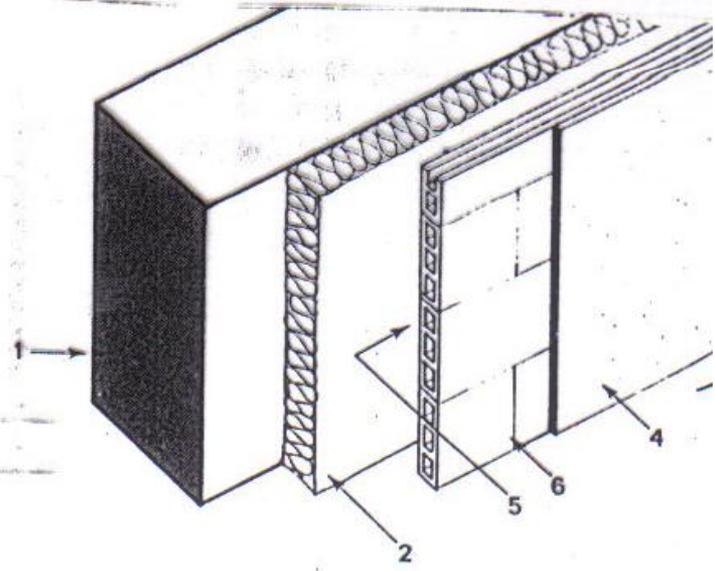
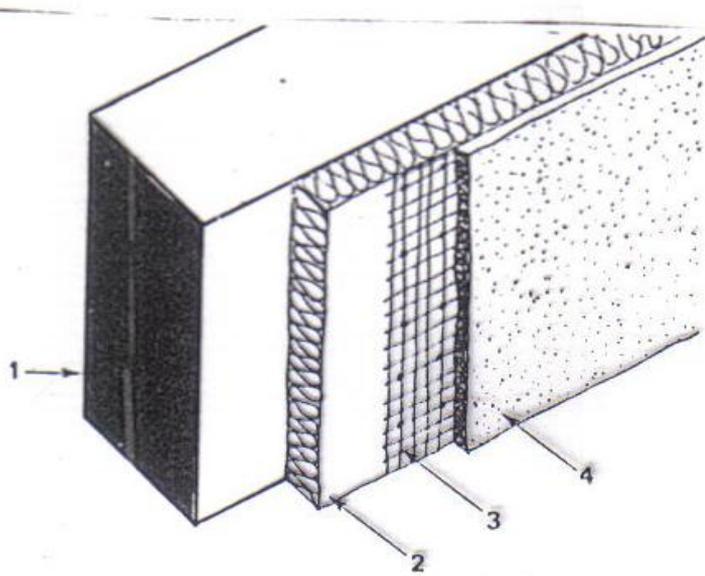


Material	Espesor	R (hr/m <sup>2</sup> °C/kcal)
Plancha Acero Cincado	0,6 mm.	0,000
Vidrio	0,1 mm.	0,001
Ladrillo	14 cm.	0,23
Hormigón	15 cm.	0,09
Madera	2,5 cm.	0,21
Poliestireno Expandido	2,5 cm.	0,71
Lana Mineral	2,5 cm.	0,66
Poliuretano	2,5 cm.	1,00

## REQUERIMIENTO RESISTENCIA TERMICA O.G.U. Y C.

Zona	Descripción	$J=W/m^2 \text{ } ^\circ C$	$R = m^2 \text{ } ^\circ C/W$	Valor R 100
1	Arica e Iquique	0,84	1,19	94
2	Antofagasta a Valparaíso	0,6	1,66	141
3	Santiago a San Fernando	0,47	2,13	188
4	Curicó a Los Ángeles	0,38	2,6	235
5	Collipulli a Villarrica	0,33	3,07	282
6	Frutillar a Chaitén	0,28	3,54	329
7	Coyhaique a Punta Arenas	0,27	4,01	376

**1 watt = 0,85 Kcal**



# Aislación Térmica



El tipo de aislación y la posición del material dependerá de:

1. La ubicación geográfica y las condiciones climáticas

- Evitar pérdidas ó sobrecalentamiento

2. El uso del edificio

- Diurno: Aislación interna
- Permanente: Aislación externa

3. La necesidad de inercia térmica

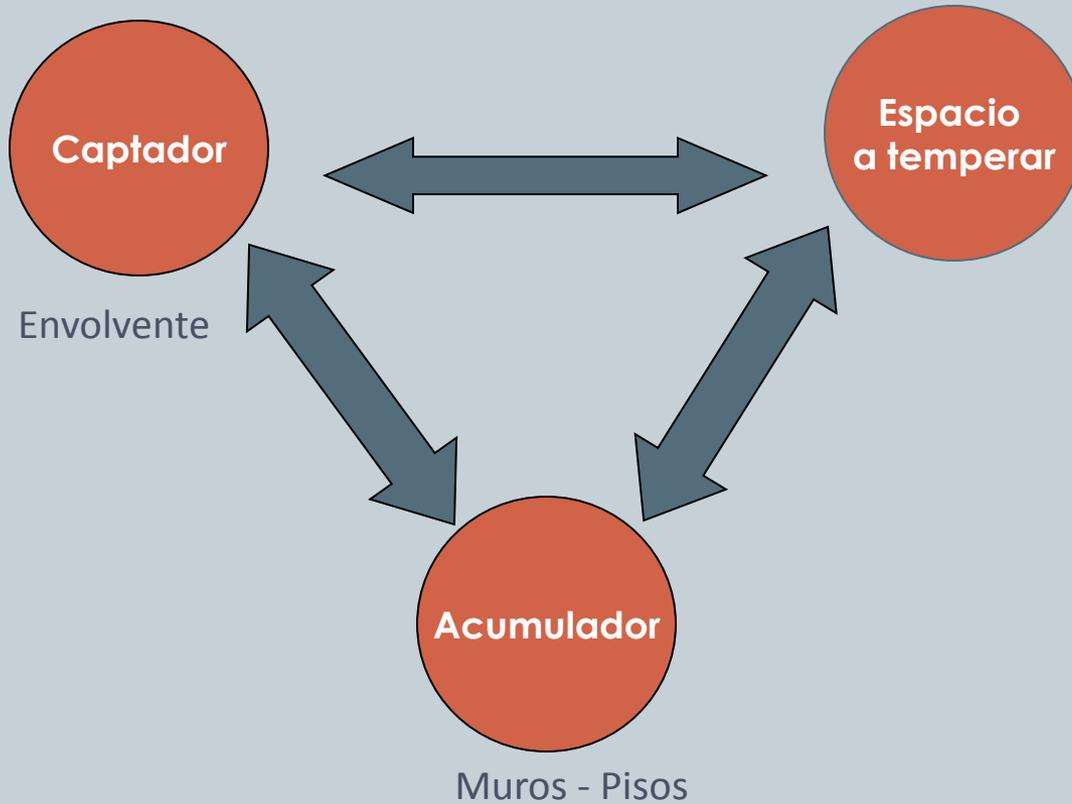
- Tipo de uso
- La ubicación geográfica

4. Manual de Reglamentación Térmica

# Captación de Energía



## Arquitectura Solar Pasiva



El principio de la arquitectura está en el mismo diseño  
El edificio como sistema



## Arquitectura Solarizada:

- Capta energía a través de su envolvente
- Distribuye la energía interior por convección del aire

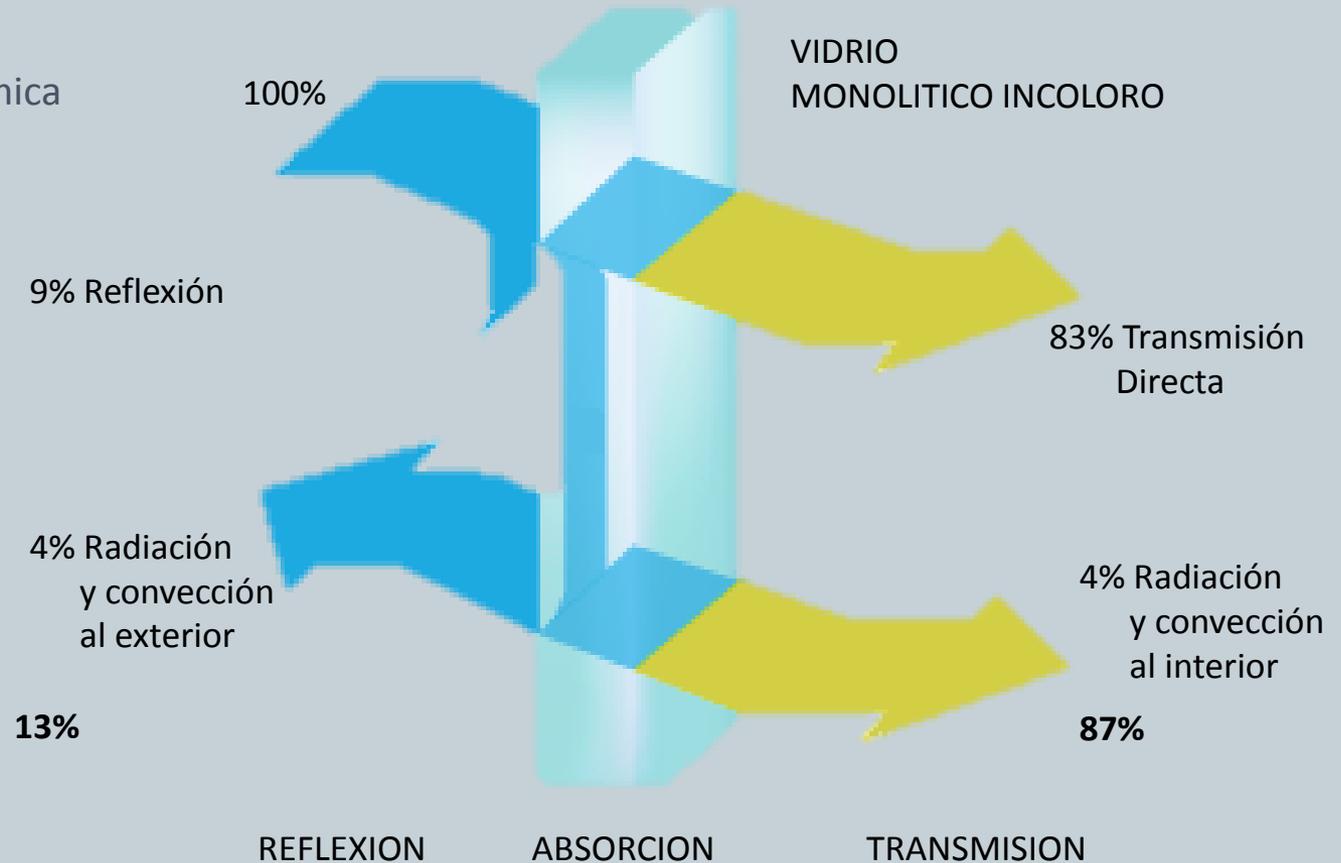
## Arquitectura Solar Pasiva:

Diseñada para el uso eficiente de la energía solar

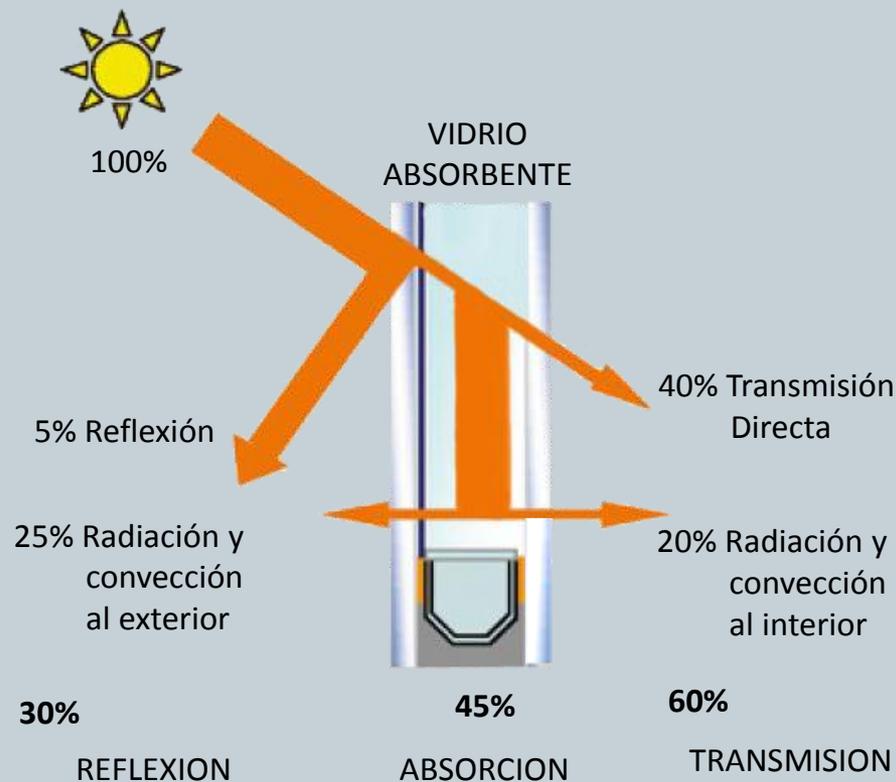
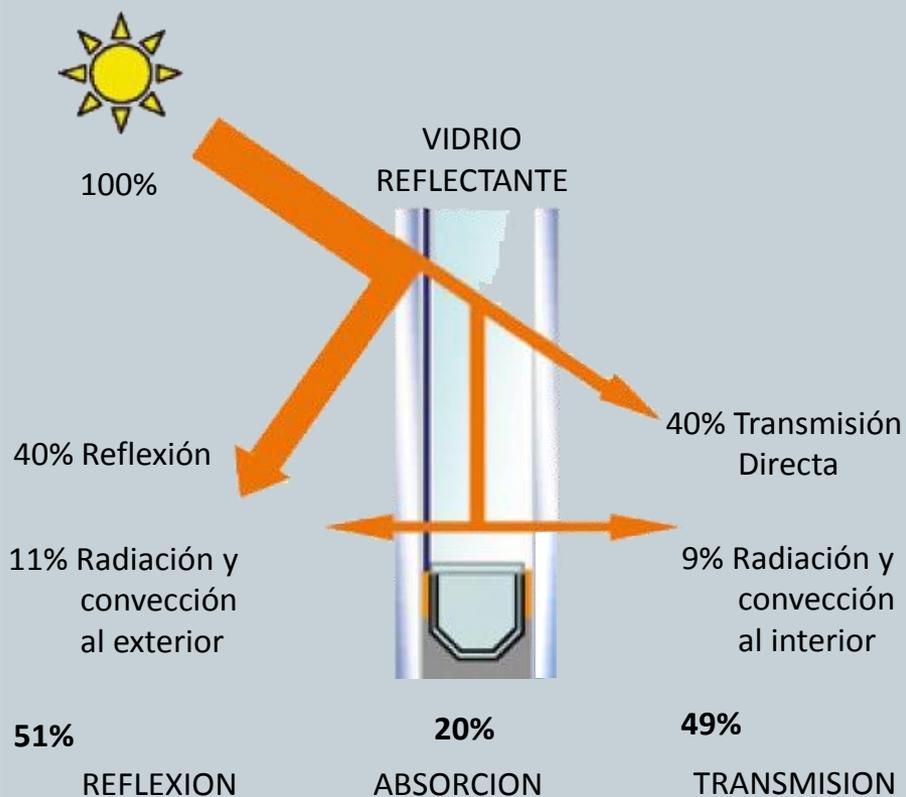
- Capta energía a través de su envolvente
- Acumula la energía en los paramentos de la vivienda
- Restituye la energía al ambiente interior

# 1- Superficie Captadora: Vidrio

- Transparente radiación onda corta
- Opaco radiación onda larga
- Efecto invernadero
- Baja resistencia térmica



# 1- Superficie Captadora: Vidrio



# Características de Vidrios



Tipo de vidrio	Coefficiente K W/m <sup>2</sup> K	% Transmisión de luz	% Transmisión solar
<b>Vidrio transparente</b>			
Vidrio sencillo, 4 mm	6	88	83
Vidrio doble con cámara de aire (4-12-4)	3	80	76
Vidrio doble con capa de baja emisividad y cámara de argón (4-12-4)	1,5	77	65
Vidrio triple con cámara de aire (4-12-4-12-4)	2	72	67
Vidrio triple con capa de baja emisividad y cámara de argón	1,2	70	60
Vidrio de baja emisividad con cámara al vacío (4-12-4)	0,5	77	65
<b>Vidrio reflectante</b>			
Vidrio doble de reflexión media con capa de baja emisividad (6-12-6)	1,6	29	39
Vidrio doble con revestimiento de bronce, capa de baja emisividad y cámara de argón (6-12-6)	1,6	9	13

## Material del marco

## Coefficiente K W/m<sup>2</sup>K

Madera: grosor medio > 80 mm	1,6
Madera: grosor medio 50-80 mm	2
Madera: grosor medio < 80 mm	2,8
Plástico: sin refuerzo metálico	2,8
Plástico: con refuerzo metálico	3,6
Aluminio: con barrera térmica: trayectoria térmica > 10 mm	3,6
Aluminio: con barrera térmica: trayectoria térmica < 10 mm	5
Aluminio o acero: con o sin barrera térmica	7

Fuente: Button y Pye, 1993.

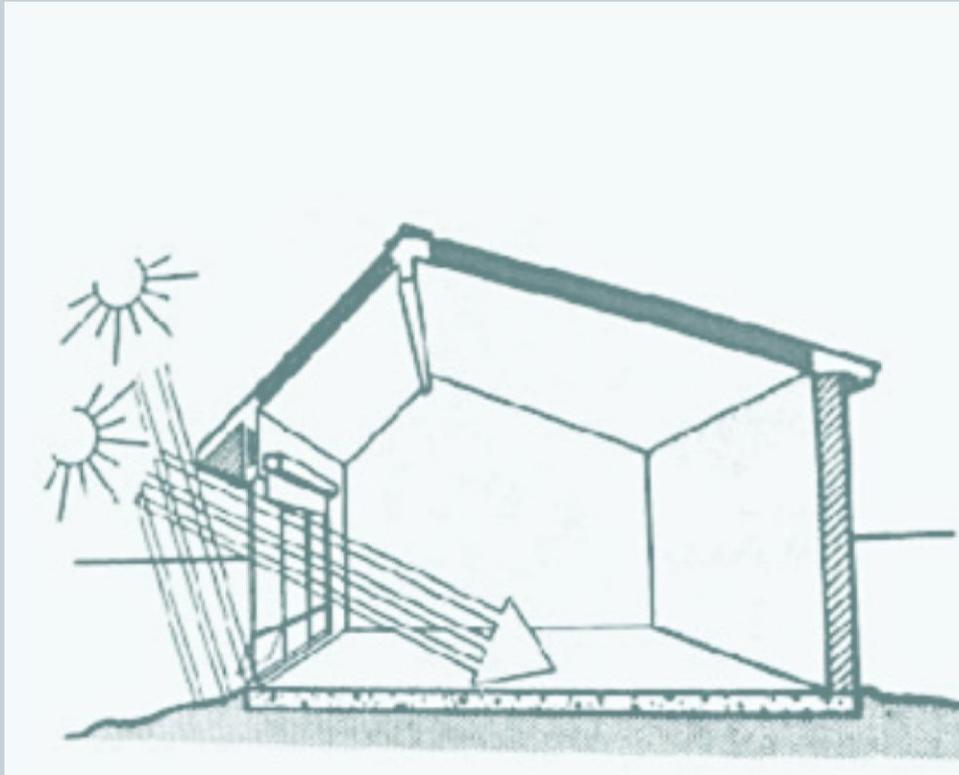
Ejemplos de valores claves para distintos tipos de vidrio.

Fuente: EC2000 información dossier.

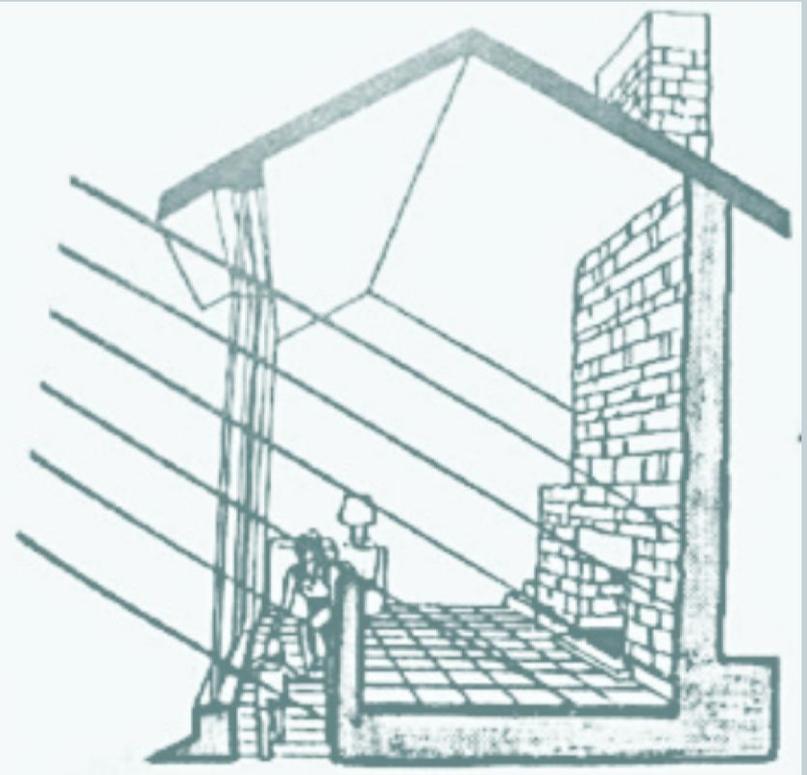
# Sistemas Directos



## 1- La Ventana



Sup Almacenadora: 1,5 - 3  
Sup. Captadora: 1

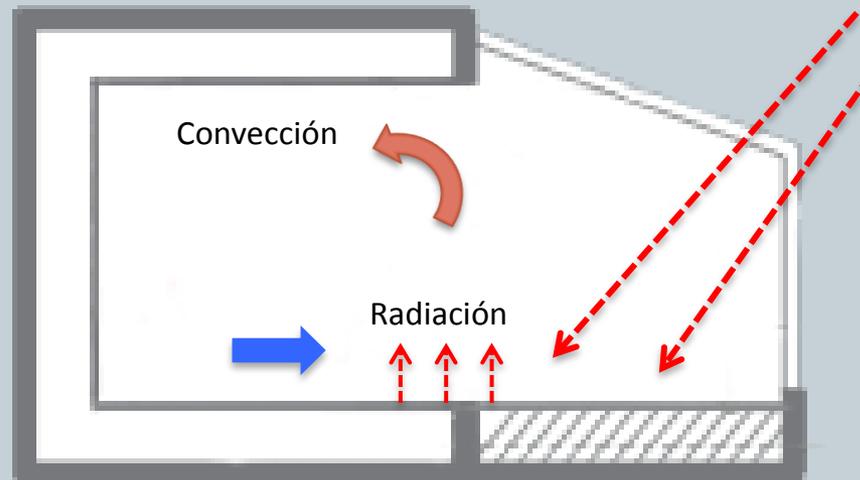
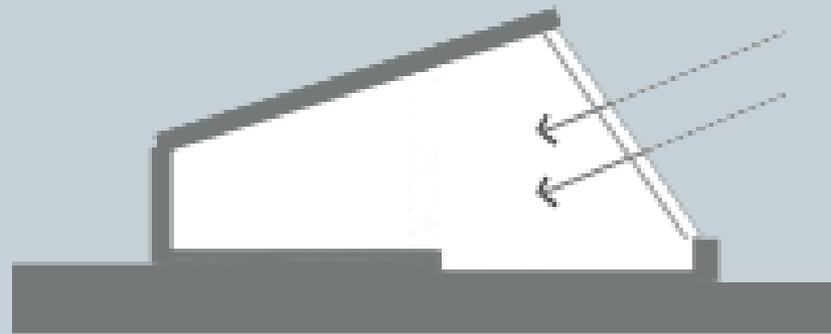


Precaución:  
Protección nocturna  
Protección en verano

# Sistemas Directos



## 1- Espacio Integrado

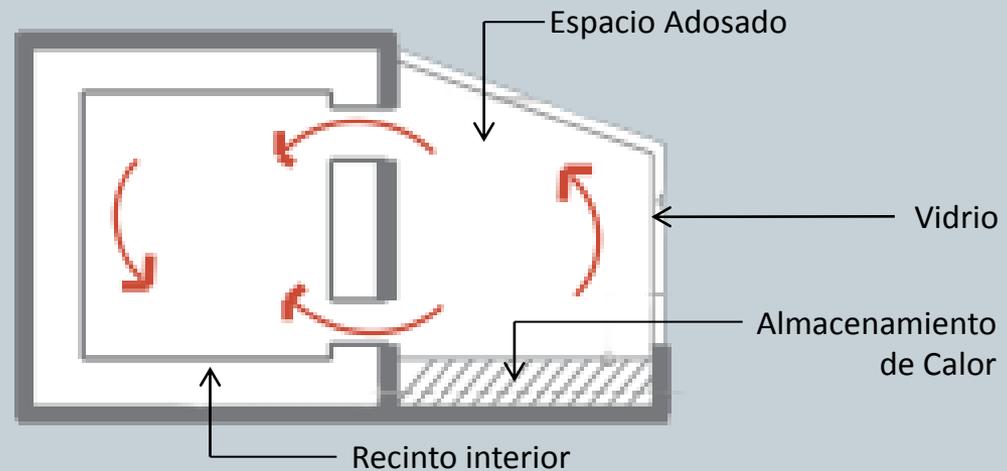
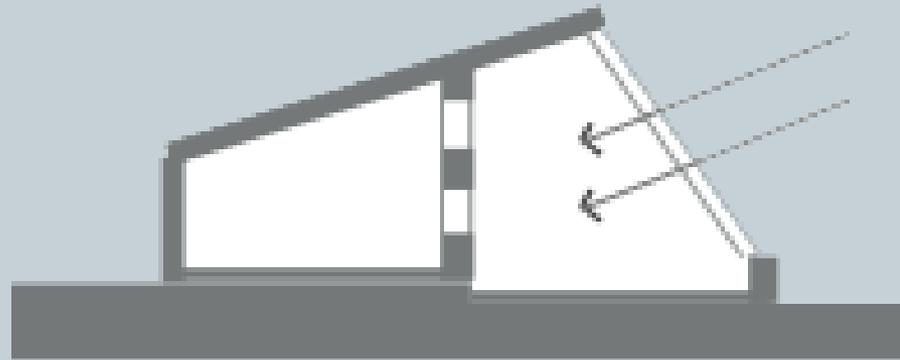


Precaución:  
Protección nocturna  
Protección en verano

# Sistemas Indirectos

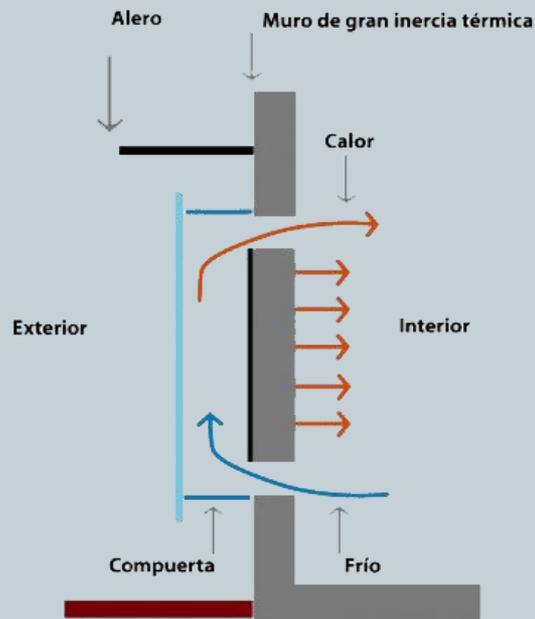
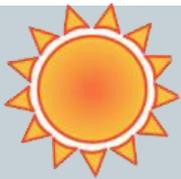


## 1- Espacio Adosado

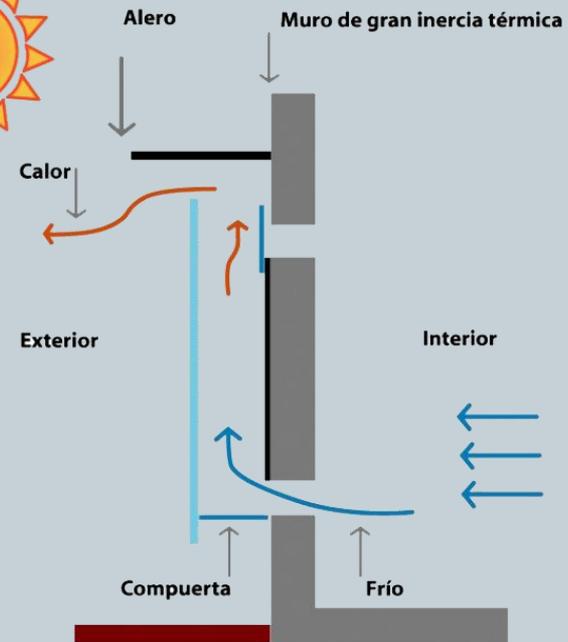


Precaución:  
Protección nocturna  
Protección en verano

# Muro Captador



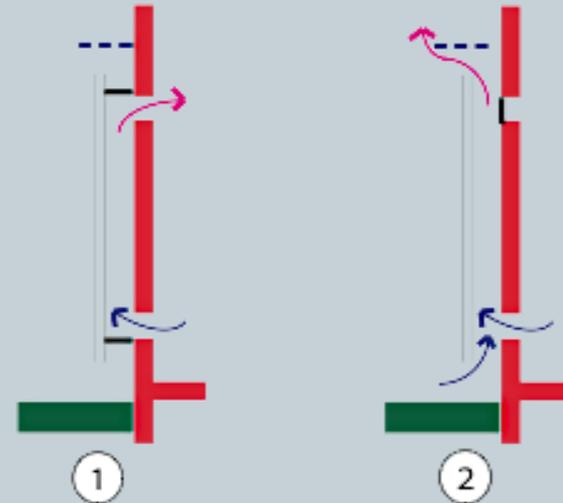
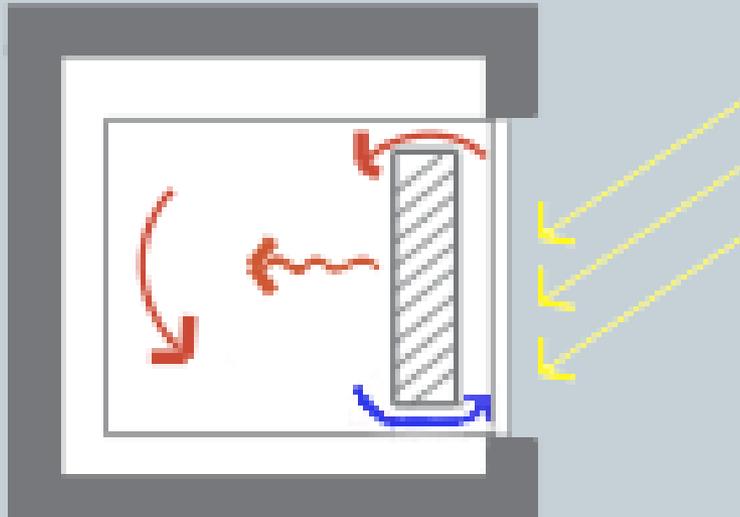
INVIERNO



VERANO

Distancia mínima recomendada entre el vidrio y la superficie de absorción:  
25 mm en muro sin ventilación  
100-150 mm en muro con ventilación

# Muro Captador



- ① Circulación de aire en invierno
- ② Circulación de aire en verano

Distancia mínima recomendada entre el vidrio y la superficie de absorción:  
 25 mm en muro sin circulación de aire  
 100-150 mm en muro con circulación de aire

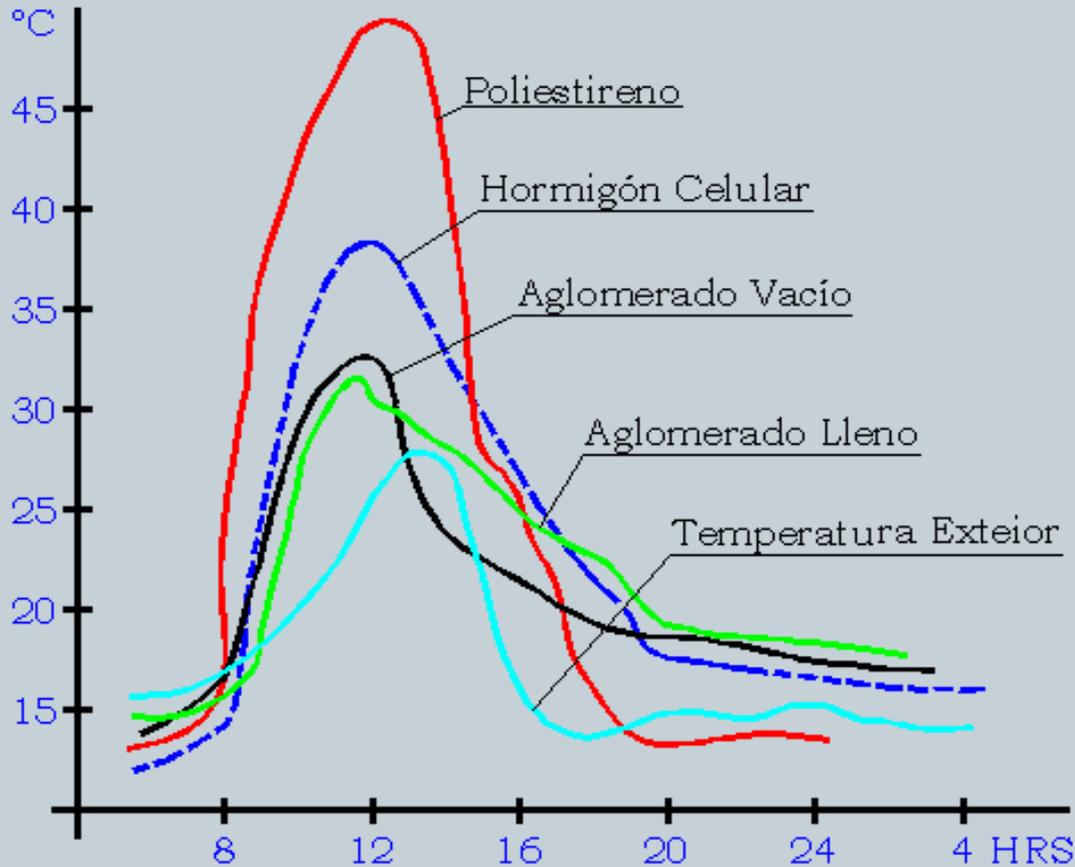
La eficiencia de un muro colector dependerá de su material, espesor y el color de su superficie

- Adobe	: 0,20 – 0,30 m	Ladrillo	: 0,25 – 0,35 m
-Hormigón	: 0,30 – 0,45 m	Agua	: 0,15 ó más m

## 2- Superficie Almacenadora

- Elemento Acumulador

EVOLUCION TEMPERATURA INTERIOR



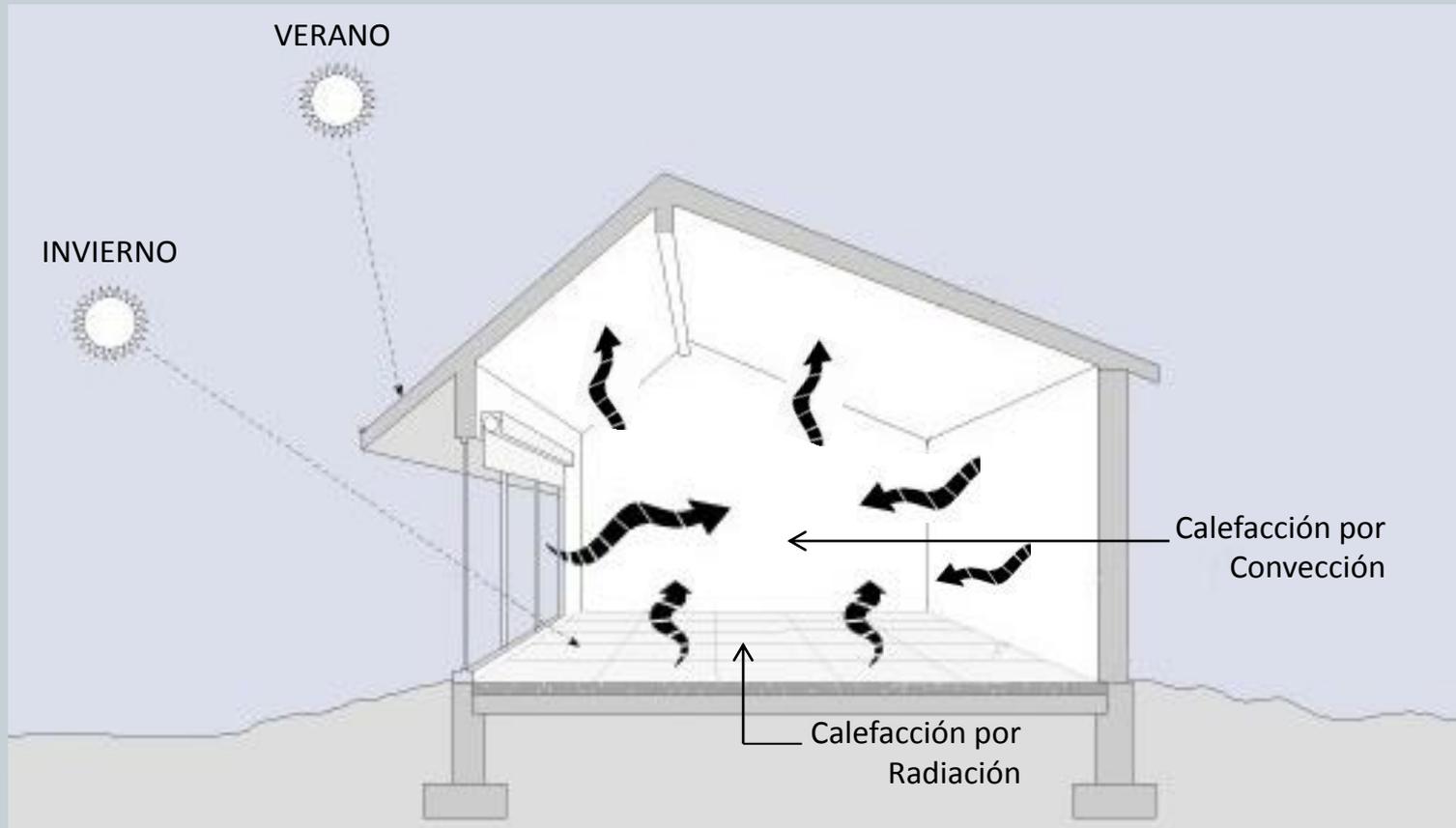
Muros:  
Material Macizo

- Hormigón
- Piedra
- Albañilería
- Agua

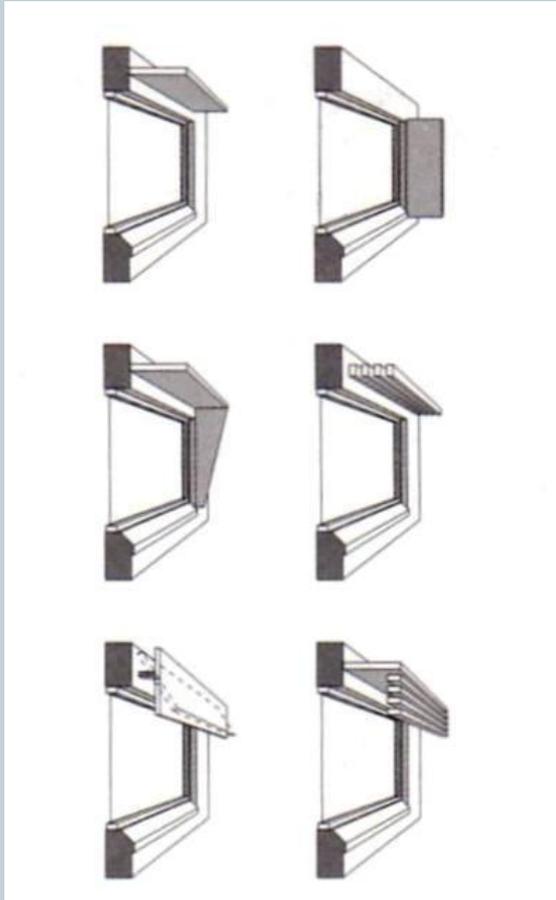
Pisos:

- Bien aislados
- Espesor > 0,10 m

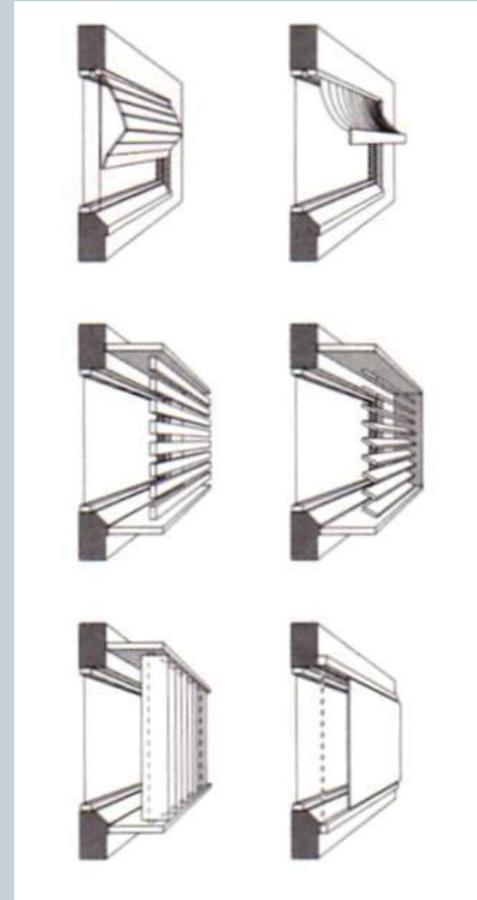
# Distribución Masa Acumuladora de Calor



# Dispositivos Exteriores para Sombra



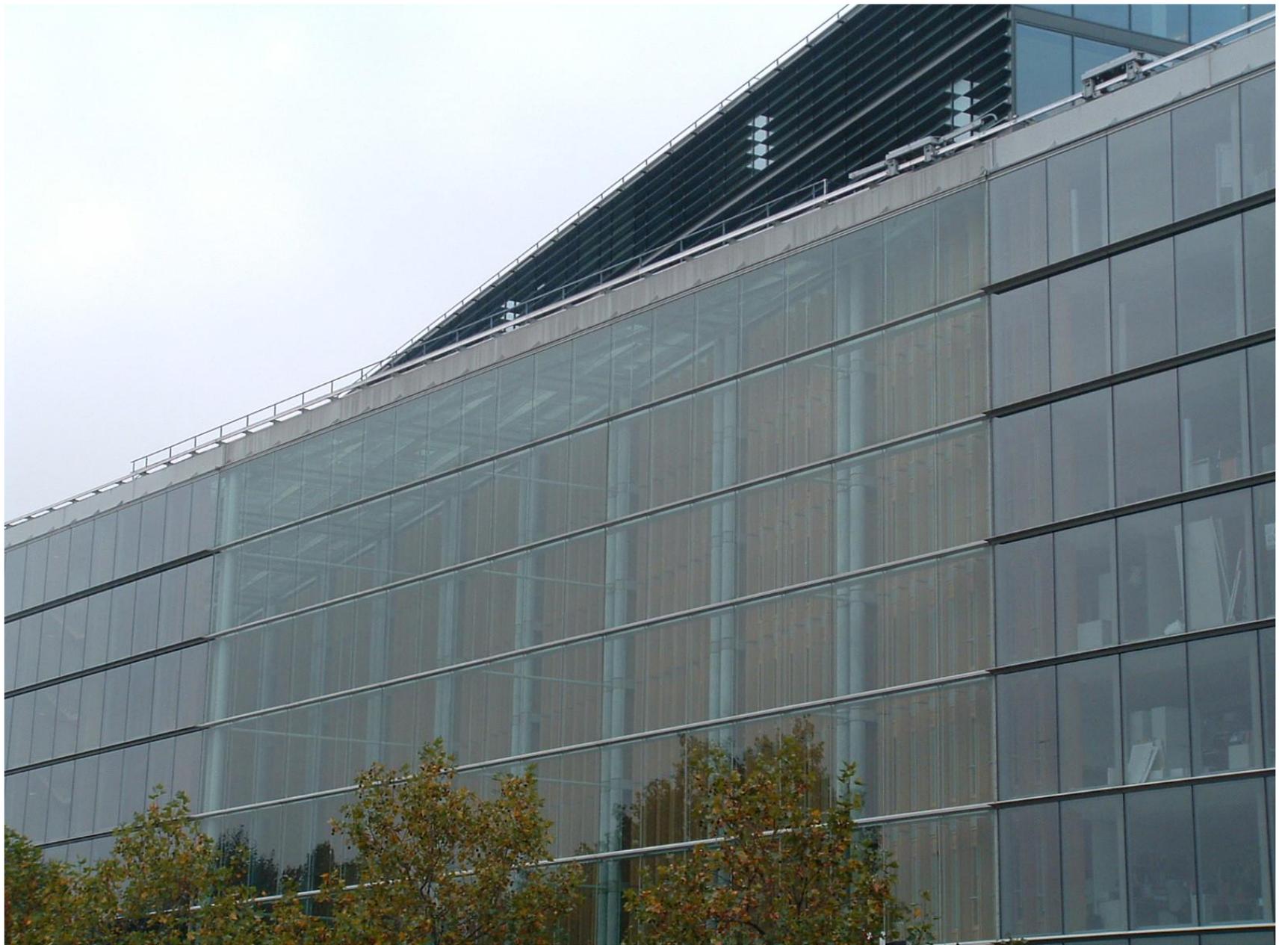
Dispositivos fijos exteriores para proporcionar sombra



Dispositivos ajustables exteriores para proporcionar sombra







# Muro Acumulador









# Ejemplos



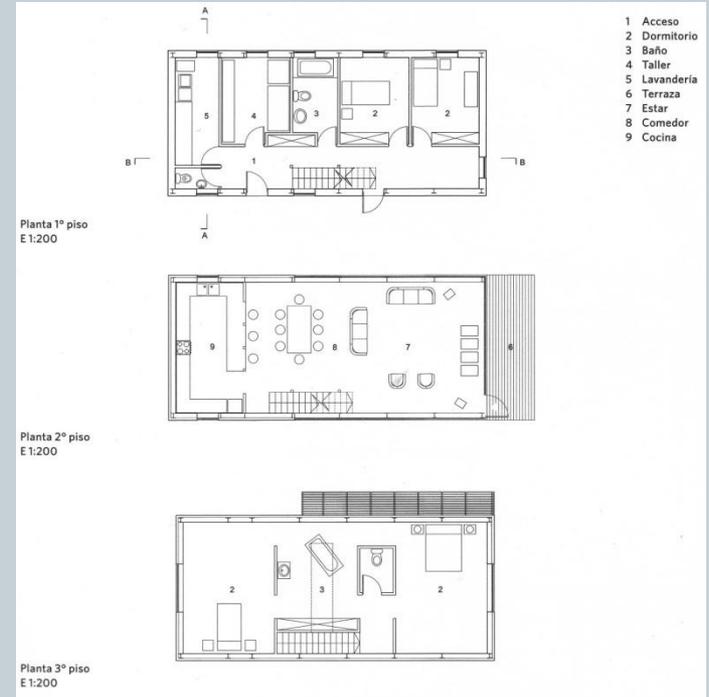
Casa Martínez Cordero, Isla Teja, Valdivia. Sup. Construída: 200m<sup>2</sup>. Año Construcción: 2004

Arquitecto: Roberto Martínez Kraushaar

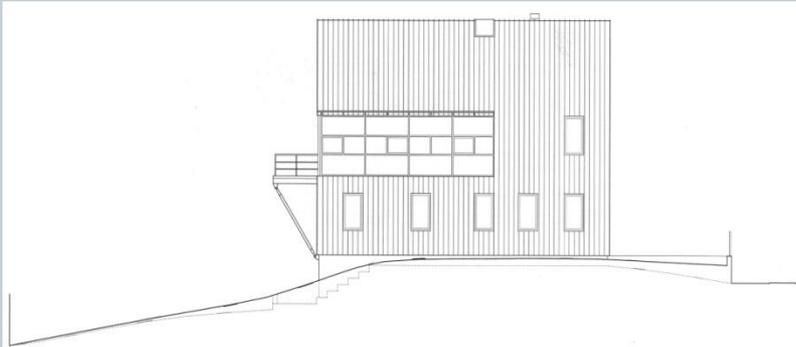


Costos en calefacción :1.9 UF mensuales (durante 5 meses)  
Envolvente de 25 cm. de aislamiento térmico  
Ganancia solar a través de los ventanales orientados hacia el norte y losas acumuladoras  
Celosías sobre el ventanal norte y ventilación cruzada  
Costo construcción: 15 UF/m<sup>2</sup>

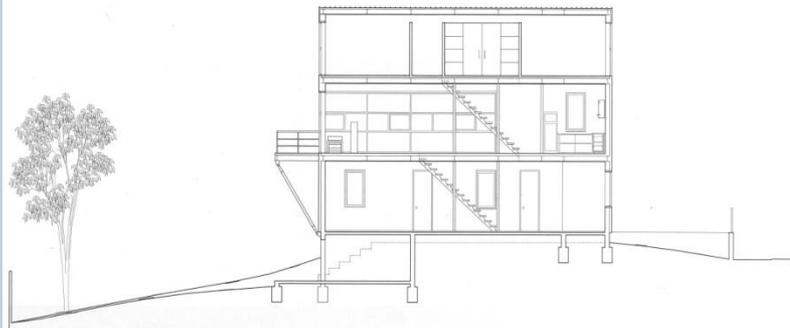
# Ejemplos



# Ejemplos

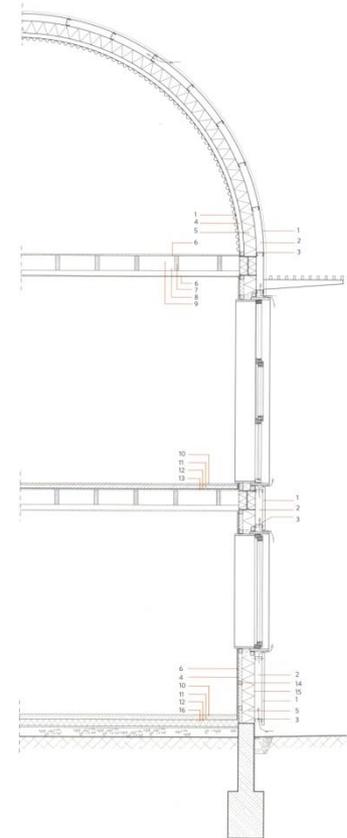


Elevación norte  
E 1:200



Corte longitudinal BB  
E 1:200

1. Plancha metálica acanalada
2. Cámara de aire
3. Poliestireno expandido 150mm
4. Polietileno
5. Terciado marino
6. Perfil C80/40 perforado para ventilación



Escantillón  
E 1:50

- |  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| 1 Plancha metálica acanalada                           | 9 Lana de vidrio 150 mm              |
| 2 Cámara de aire                                       | 10 Mortero afinado vitrificado 20 mm |
| 3 Perfil Fe C 80 x 40 con perforación para ventilación | 11 Loseta 50 mm                      |
| 4 Polietileno  | 12 Polietileno                       |
| 5 Poliestireno expandido 150 mm                        | 13 Tablero o/s 15 mm                 |
| 6 Terciado marino 20 mm                                | 14 Pieza de madera 2 x 2"            |
| 7 Envigado de madera 2 x 8"                            | 15 Membrana hidrófuga                |
| 8 Viga de acero doble T                                | 16 Poliestireno expandido 80 mm      |

# Ejemplos



Colegio Alemán Puerto Varas, Km 1,4 Camino Ensenada. Año construcción: 2006. Sup.: 8.000m<sup>2</sup>  
Arqto.: Jaime Bartsch J. Calefacción mediante geotermia



# Ejemplos



Edificio Enap Punta Arenas, Avda. Parque Presidente Bulnes. Sup. Construída: 1.776 m<sup>2</sup> + 324 invernadero.  
Arqts: Patricio Gross, Harley Benavente, Alberto Contesse, Cristóbal Gross.



Materiales: Hormigón, madera, acero y cristal  
Costo construcción: 29,8 UF/m<sup>2</sup>  
Ahorro Energético: 32%  
Amortización: 18 años

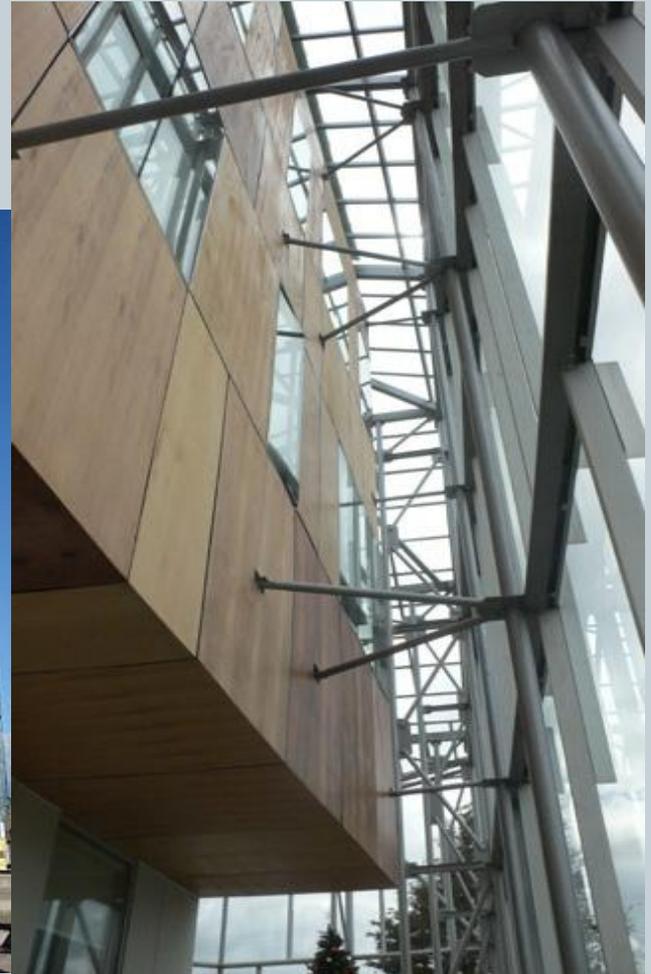
Volúmenes paralelos a la dirección del viento predominante para evitar la pérdida de calor.



# Ejemplos



Edificio Enap Punta Arenas





## - **Condiciones climáticas :**

Establecer los requerimientos de confort térmico

## - **Conocer Terreno:**

- Trayectoria solar
- Relieve
- Dirección vientos
- Sombras

## - **Proyectar:**

- Emplazamiento
- Distribución
- Posición ventanas
- Dimensión de las ventanas
- Necesidad de aleros
- Materiales

## CUADROS RESUMEN ELEMENTOS ARQUITECTONICOS

	Captación Solar de Invierno		Protección Solar de Verano	
	A Interior	A Evitar	A Interior	A Evitar
Medio Ambiente Exterior	Que no hayan obstáculos entre Oriente y Nor Poniente	Obstáculos entre Oriente y Nor Poniente	Protección entre Nor Oriente y Sur Poniente	Las superficies reflectantes
Exposición de la Ventana	Entre Oriente y Nor Poniente	Sur Oriente, Sur y Sur Poniente	Norte y Sur Oriente a Sur	Poniente
Tipo de Acristalamiento	Doble vidrio	Vidrios Simples, Cristales Reflectantes	Doble Vidrio, Cristales Reflectantes	Vidrios Simples, Cristales Absorbentes
Obstáculos Arquitectónicos		Retranqueos entre fachadas Sur Oriente y Nor Oriente y Poniente y Sur Poniente Salientes de paredes divisorias en exposición Sur Oriente y Nor Oriente y entre Nor Poniente y Sur Poniente	Salientes de elementos horizontales en exposiciones norte y poniente	
Sistema de Protección	Sistemas móviles ubicadas al interior de vano	Sistemas fijos de protección exterior (persianas no regulables)	Sistemas móviles ubicadas al exterior del vano	Sistemas móviles ubicadas al interior de la construcción