



CONTENIDOS

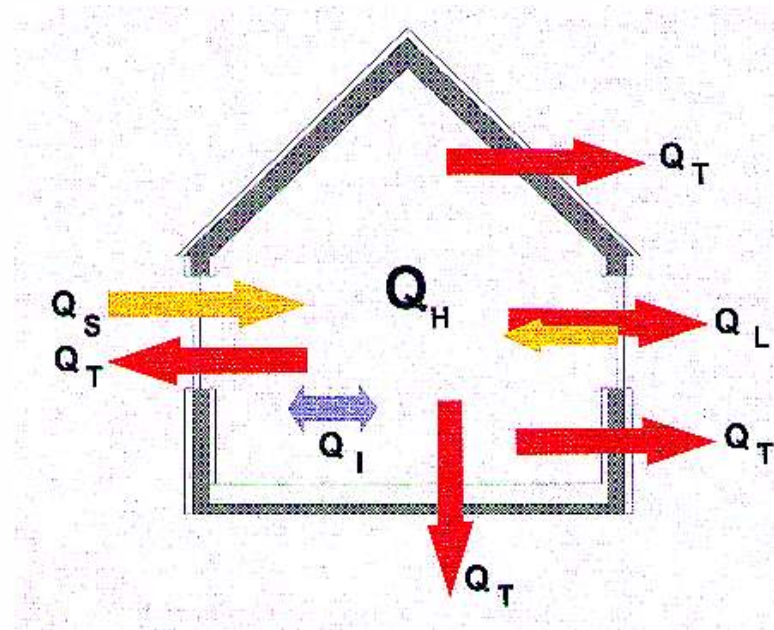
1. Balance Térmico
2. Envolvente Térmica
3. Reglamentación Térmica Chilena
4. Calculo Flujo Térmico
5. Coeficiente volumétrico de pérdidas

1. Balance Térmico

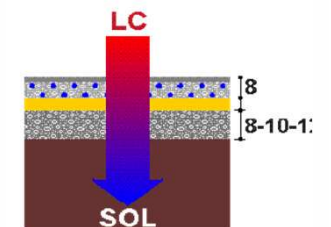
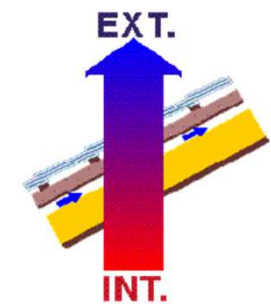
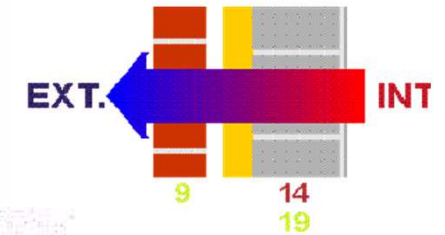
Las condiciones térmicas de una edificación dependen de las pérdidas y ganancias de calor.

La vivienda tenderá a calentarse cuando las ganancias de calor sean mayores que las pérdidas, y a enfriarse en la situación contraria.

En cualquiera de los casos, el ambiente interior puede llegar a condiciones de discomfort, requiriendo de sistemas de climatización (calefacción o refrigeración) para ser contrarrestadas.



El flujo térmico de adentro hacia afuera o de afuera hacia adentro genera un **balance térmico**.

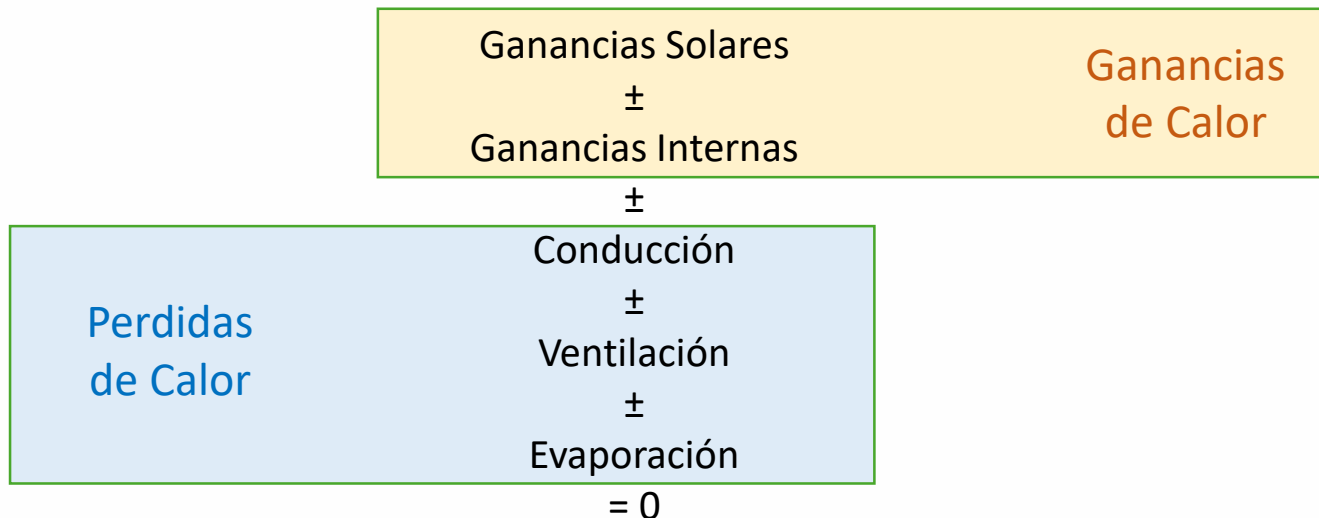


1. Balance Térmico

El balance o equilibrio térmico de una edificación ocurre cuando la suma de las ganancias y pérdidas de calor es igual a cero.

Esta relación neutral se expresa mediante la siguiente ecuación:

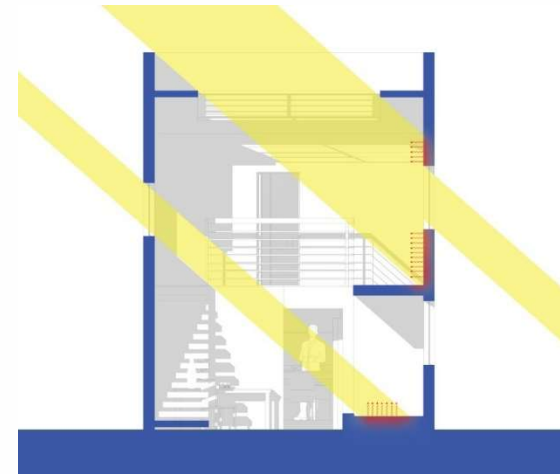
$$Q_s \pm Q_i \pm Q_t \pm Q_v \pm Q_e = 0$$



Ganancias Solares (Q_s)

La **radiación solar** que incide sobre las edificaciones puede generar importantes ganancias de calor. Estas se obtienen de forma indirecta por medio de la superficies expuestas al exterior (muros y cubiertas), y en mayor relación, de forma directa, a través de las ventanas.

Por lo mismo, es muy relevante la orientación. Es decir, que la mayor superficie de ventanas este dispuesta hacia el recorrido del sol, preferentemente hacia el norte, de modo de maximizar las ganancias solares.



Radiación

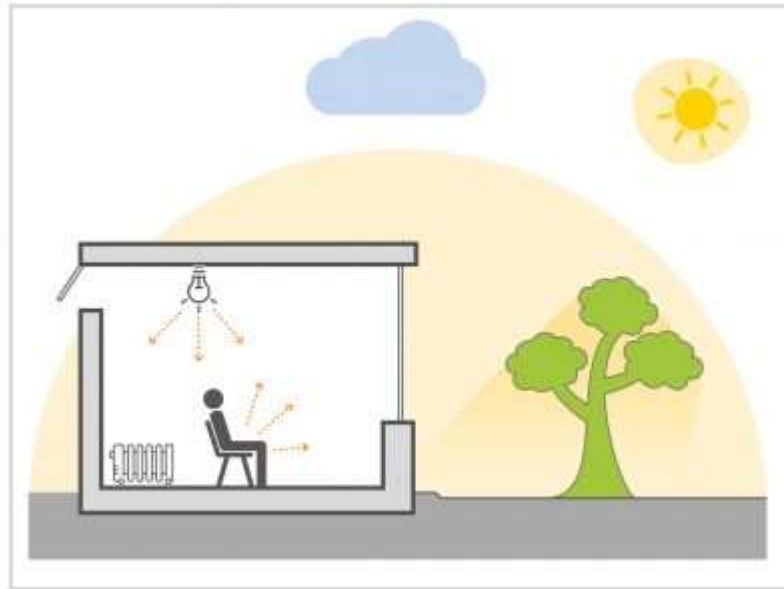
1. Balance Térmico

Ganancias Internas (Q_i)

Las ganancias internas provienen de las **fuentes de calor** que están situadas dentro de las edificaciones.

Estas incluyen las personas, la iluminación, los equipos (TV, computador, etc.) y los artefactos (cocina, hervidor, etc.). Prácticamente todo lo que consume energía, también genera calor.

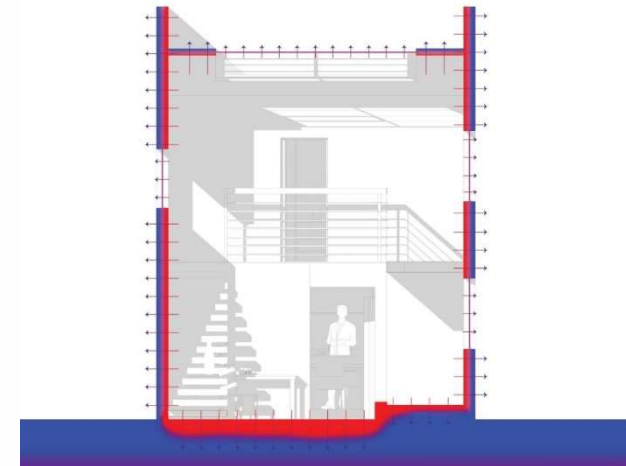
Esta situación puede considerarse positiva, en épocas invernales, sin embargo, contraproducente en periodos de mayor calor



Pérdidas Por Conducción (Q_t)

Cuando existen pérdidas (o ganancias) de calor por la envolvente de una edificación (muros, pisos y techumbre).

La cantidad de calor que se puede perder dependerá de las características térmicas de las soluciones constructivas, de la superficie expuesta hacia el exterior (envolvente) y de la diferencias de temperatura entre el interior y el exterior.



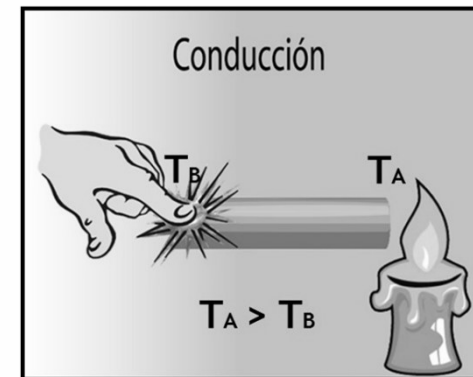
Conducción

1. Balance Térmico

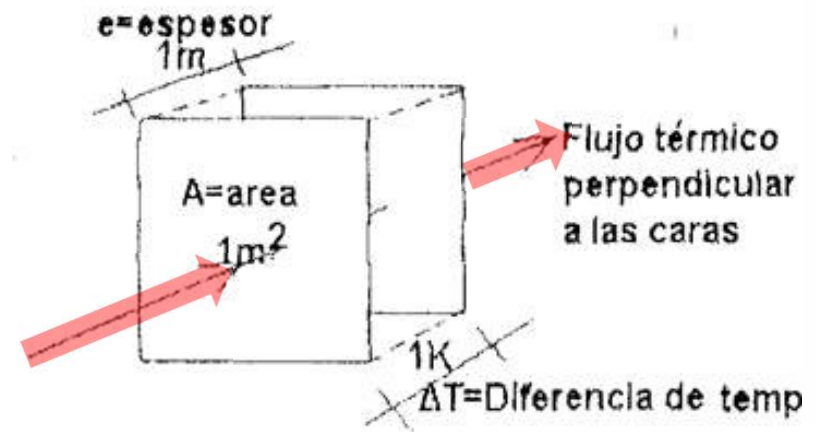
COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA:

$$\lambda = [\text{W/mK}]$$

$$\lambda = \frac{Q \times e}{t \times A \times \Delta T} = \frac{\phi \times e}{A \times \Delta T} \quad [\text{Wm/m}^2\text{K}] = [\text{W/mK}]$$



ES LA CANTIDAD DE CALOR QUE PASA EN LA UNIDAD DE TIEMPO, ATRAVÉS DE LA UNIDAD DE AREA DE UN MATERIAL HOMOGENEO, DE ESPESOR (e) UNITARIO, ANTE UNA DIFERENCIA DE TEMPERATURAS (ΔT) TAMBIEN UNITARIA EN SUS CARAS

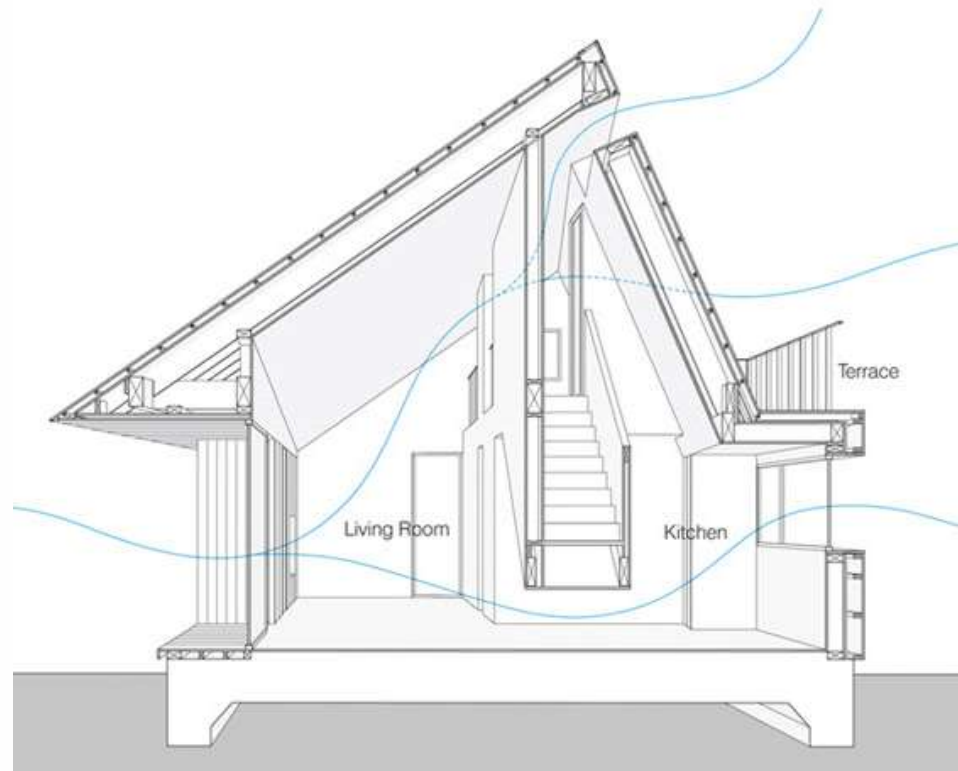


1. Balance Térmico

Pérdidas por Ventilación (Q_v)

Las pérdidas (o ganancias) de calor por ventilación ocurren cuando el aire exterior ingresa a la edificación, renovando o expulsando el aire interior hacia afuera.

Esta ventilación puede darse de forma deliberada por medio de ventanas o puertas, o de manera involuntaria, mediante la infiltración de aire a través de fisuras o aberturas de la envolvente (bajo las puertas exteriores, encuentros de ventanas con muros, sellos de ventanas, etc.)



Pérdidas por Evaporación (Q_e)

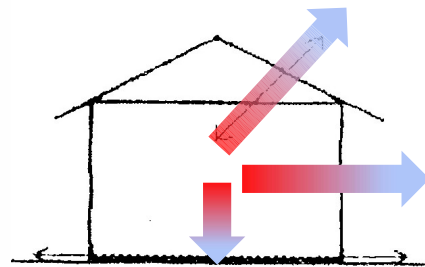
Las pérdidas de energía ocurren por efecto del calor absorbido por la evaporación que puede generarse fuera o dentro de la edificación.



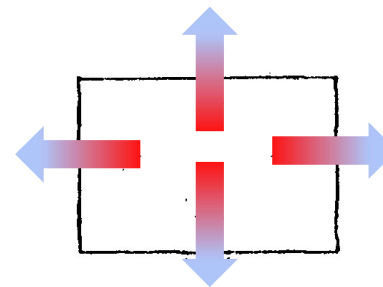
1. Balance Térmico

Traspaso de calor desde el interior al exterior o viceversa.

t° exterior
menor

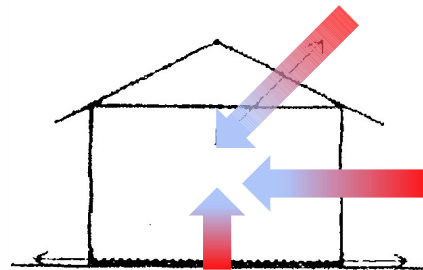


corte

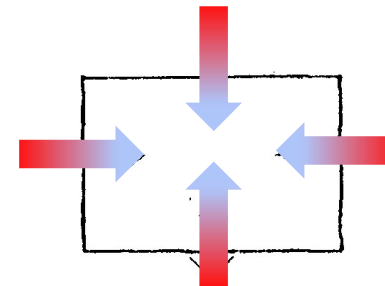


planta

t° exterior
mayor



corte



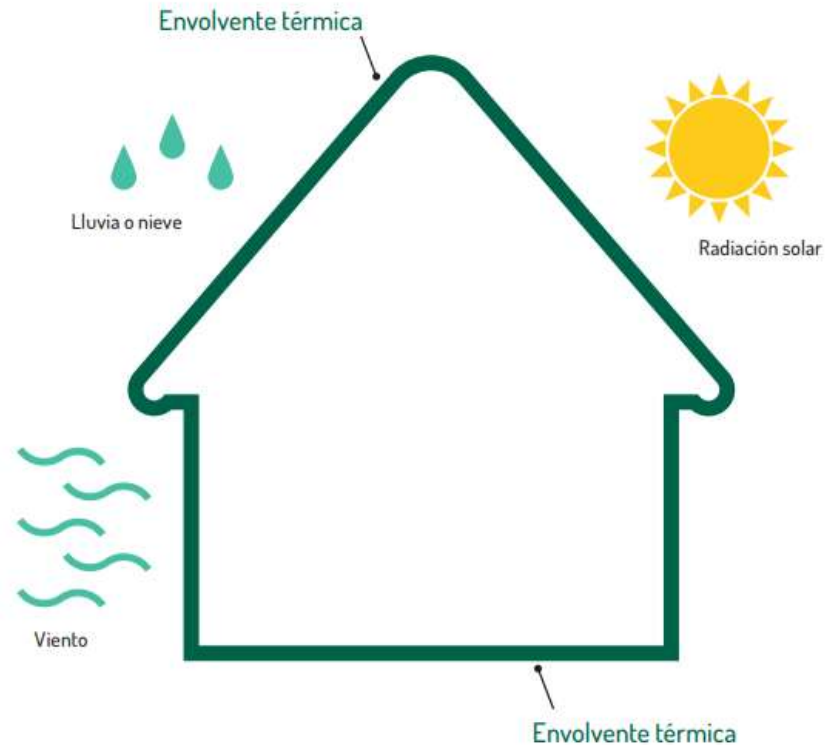
planta

2. Envolvente Térmica

La envolvente térmica está compuesta por todos los cerramientos que limitan los recintos habitables del exterior. Estos cerramientos pueden ser pisos, muros opacos o traslúcidos (ventanas) y techumbres.

La envolvente térmica es esencial para lograr el bienestar interior, ya que es la principal barrera que protege a los habitantes del clima “adverso” exterior.

Lo ideal es que la envolvente térmica pueda adaptarse a las distintas condiciones ambientales diarias (día-noche) y estacionales (Invierno – verano).



Resistencia, Transmitancia e Inercia Térmica

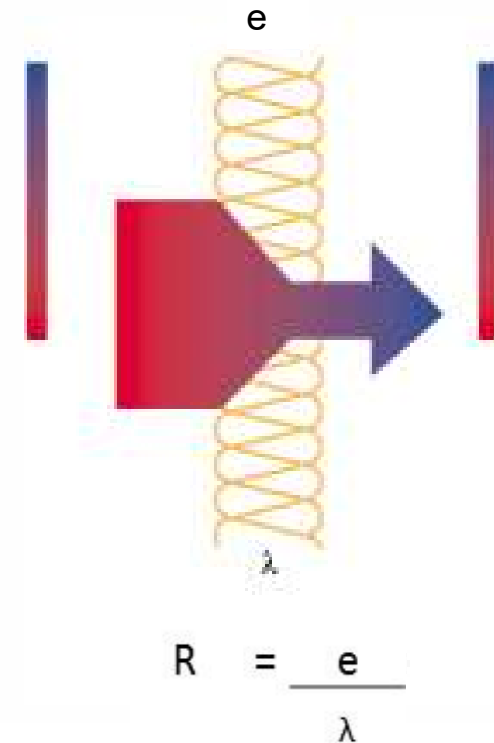
2. Envoltente Térmica

Resistencia térmica:

RESISTENCIA TÉRMICA: **R**

AISLACION FRENTE AL PASO DE CALOR QUE UN MATERIAL HOMOGENEO DE CARAS PARALELAS Y ESPESOR CONOCIDO (e) OFRECE ANTE CONDICIONES UNITARIAS

NCh 2251 Aislación térmica
Resistencia térmica de materiales
y elementos de construcción



2. Envoltente Térmica

Resistencia térmica:

EJEMPLO:

Espesor 15 cms
Lambda 0,46 W/mK

$$R = e/\lambda$$
$$R = 0,15 \text{ m} / 0,46 \text{ W/mK}$$
$$R = 0,326 \text{ m}^2\text{K/W}$$

MURO DE ALBAÑILERIA
(calcular R sólo en ladrillo)

Espesor 15 cms
Lambda 1,63 W/mK

$$R = e/\lambda$$
$$R = 0,15 \text{ m} / 1,63 \text{ W/mK}$$
$$R = 0,092 \text{ m}^2\text{K/W}$$

MURO DE HORM ARMADO

Espesor 5 cms
Lambda 0,042 W/mK

$$R = e/\lambda$$
$$R = 0,05 \text{ m} / 0,042 \text{ W/mK}$$
$$R = 1,19 \text{ m}^2\text{K/W}$$

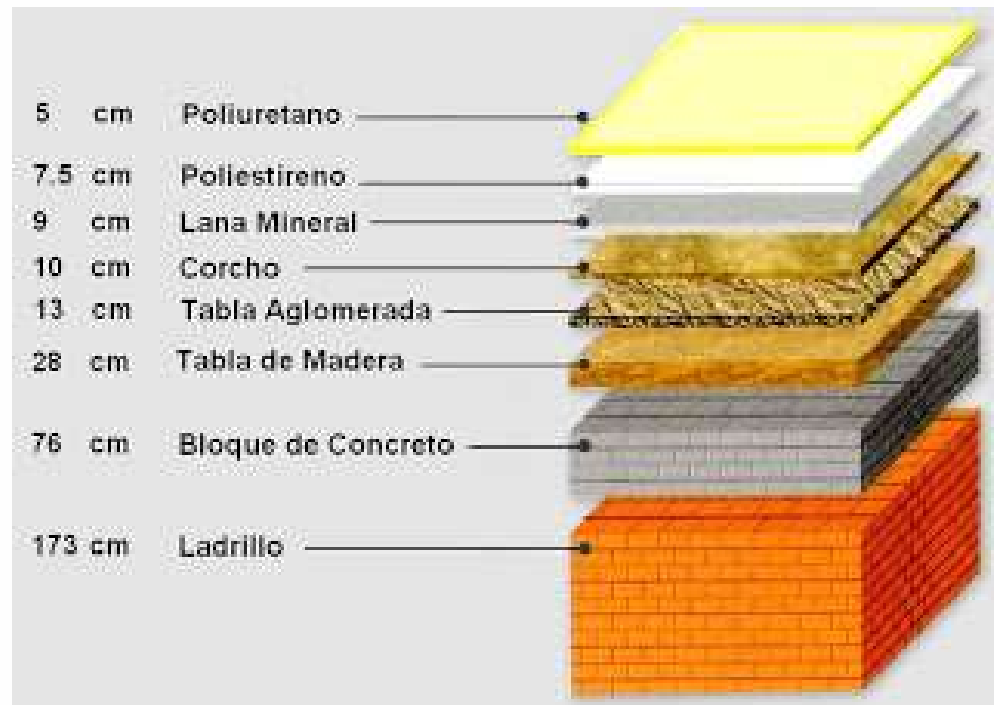
MURO DE LANA MINERAL

2. Envoltente Térmica

Resistencia térmica:

PROPIEDADES DE AISLAMIENTO TÉRMICO DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN:

Influencia de la conductividad térmica sobre el espesor de capas de distintos materiales de construcción. Cuanto menor es la conductividad, tanto mas reducido tiene que ser el espesor de la capa para alcanzar una determinada **resistencia térmica**.

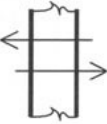
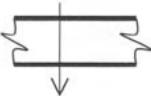


Fuente: <https://entornoescorial.blogspot.cl/2012/05/taller-de-energias-renovables-5.html>

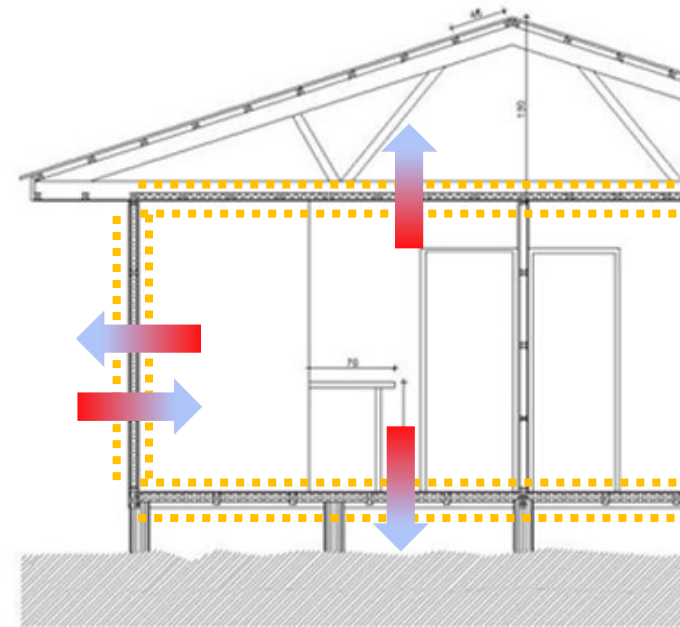
2. Envoltente Térmica

Resistencia térmica:

RESISTENCIAS TERMICAS SUPERFICIALES:

RESISTENCIAS TÉRMICAS DE SUPERFICIE EN $m^2 \cdot K/W$						
POSICIÓN DEL ELEMENTO Y SENTIDO DEL FLUJO DE CALOR	SITUACIÓN DEL ELEMENTO					
	DE SEPARACIÓN CON ESPACIO EXTERIOR O LOCAL ABIERTO			DE SEPARACIÓN CON OTRO LOCAL, DESVÁN O CÁMARA DE AIRE		
	R_{Si}	R_{Se}	$R_{Si} + R_{Se}$	R_{Si}	R_{Se}	$R_{Si} + R_{Se}$
Flujo horizontal en elementos verticales o con pendiente mayor de 60° respecto a la horizontal 	0,12	0,05	0,17	0,12	0,12	0,24
Flujo ascendente en elementos horizontales o con pendiente menor o igual a 60° respecto a la horizontal 	0,09	0,05	0,14	0,10	0,10	0,20
Flujo descendente en elementos horizontales o con pendiente menor o igual a 60° respecto a la horizontal 	0,17	0,05	0,22	0,17	0,17	0,34
NOTAS: 1) Estos valores se han obtenido experimentalmente por el método de la norma NCh851. 2) Los valores de esta tabla corresponden a velocidad del viento en el exterior inferior a 10 km/h.						

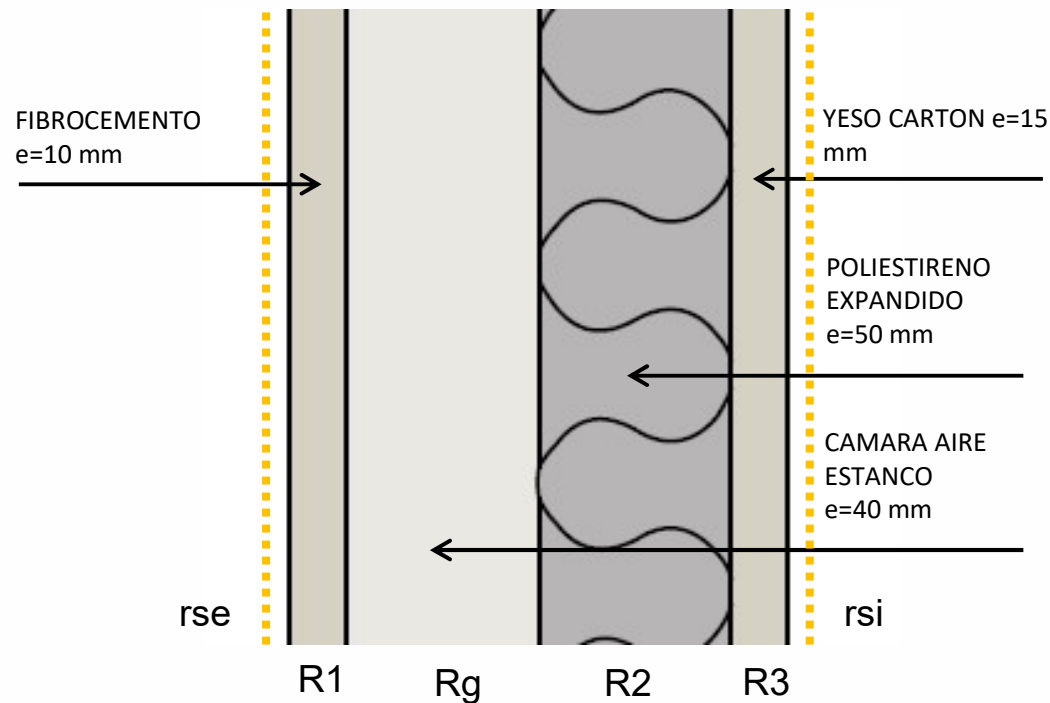
Fuente: NCh 853 Of 91



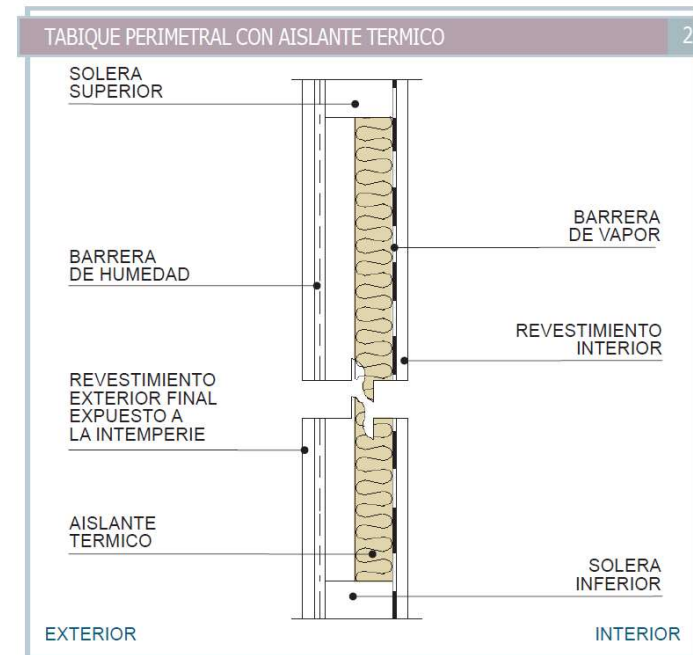
2. Envoltente Térmica

Resistencia Térmica Total RT:

PASO DE CALOR A TRAVÉS DE UN ELEMENTO COMPLETO DE LA ENVOLVENTE:



$$RT = r_{se} + \sum R_g + \sum R + r_{si} \quad [m^2K/W]$$



FILMS A LAMINAS NO SE CONSIDERAN EN EL CALCULO POR SU ESCASO ESPESOR

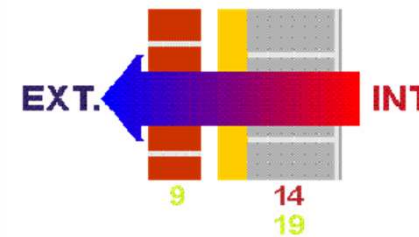
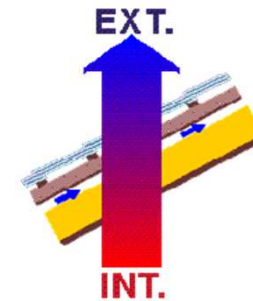
2. Envoltente Térmica

Transmitancia térmica:

COEFICIENTE DE TRANSMITANCIA TÉRMICA:

U

ES LA "PERMISIVIDAD" FRENTE AL PASO DE CALOR QUE UN MURO, PISO, TECHUMBRE O VENTANA OFRECE POR DIFERENCIA DE TEMPERATURA ENTRE EL INTERIOR Y EL EXTERIOR (en condición de verano es en el otro sentido)



$$U = 1/RT \quad [W/m^2K]$$

EN EUROPA SE DENOMINA FACTOR **k**

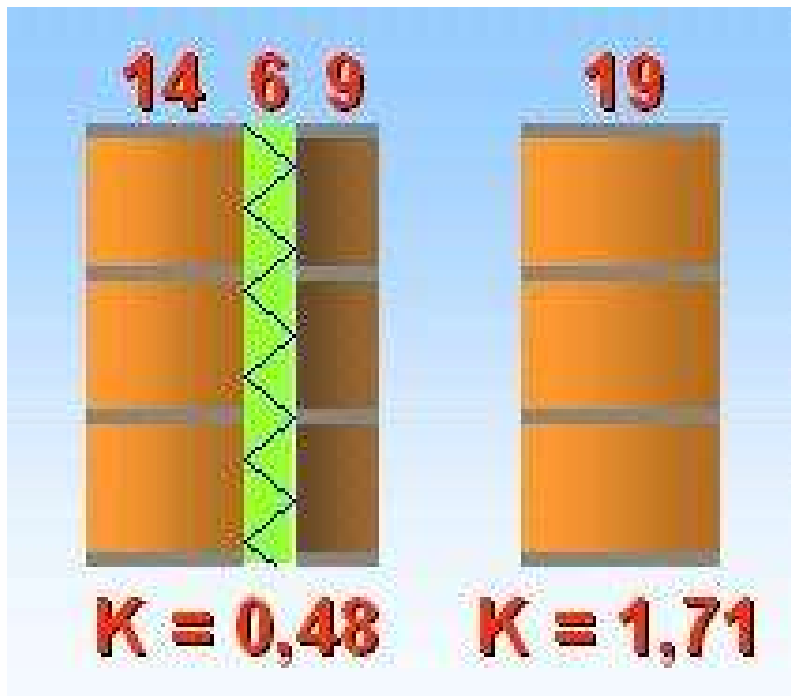
2. Envolverte Térmica

Transmitancia térmica:

COEFICIENTE DE TRANSMITANCIA TÉRMICA:

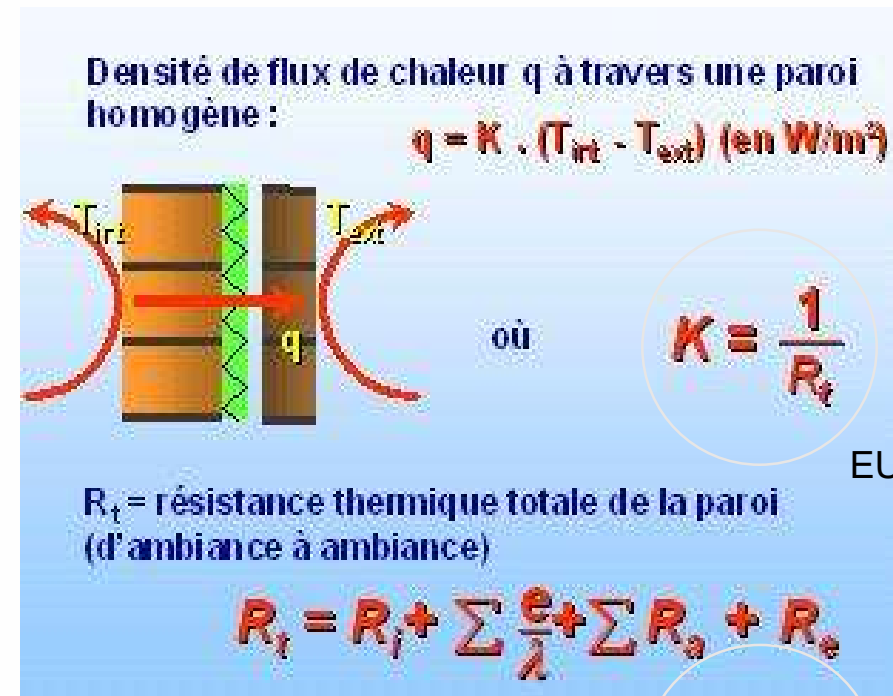
U

EJEMPLO EN MURO DE UNA Y VARIAS CAPAS



$$U = 0,48 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

$$U = 1,71 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$



EUROPA

$$U = 1 / R_t$$

CHILE

2. Envoltente Térmica

Transmitancia térmica:

EJEMPLO:

Espesor 15cms
Lambda 0,46W/mK

$$R = \frac{e}{\lambda}$$
$$R = 0,15 \text{ m} / 0,46 \text{ W/mK}$$
$$R = 0,326 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$RT = rse + Ralb + rsi$$
$$RT = 0,12 + 0,326 + 0,05 \text{ [m}^2\text{K/W]}$$
$$RT = 0,50 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1/RT$$
$$U = 1/0,5$$
$$U = 2,02 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

MURO DE ALBAÑILERIA
(calcular R sólo en ladrillo)

Espesor 15cms
Lambda 1,63W/mK

$$R = \frac{e}{\lambda}$$
$$R = 0,15 \text{ m} / 0,46 \text{ W/mK}$$
$$R = 0,092 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$RT = rse + Ralb + rsi$$
$$RT = 0,12 + 0,092 + 0,05 \text{ [m}^2\text{K/W]}$$
$$RT = 0,26 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1/RT$$
$$U = 1/0,26$$
$$U = 3,82 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

MURO DE HORM ARMADO

Espesor 5cms
Lambda 0,042W/mK

$$R = \frac{e}{\lambda}$$
$$R = 0,05 \text{ m} / 0,46 \text{ W/mK}$$
$$R = 1,19 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$RT = rse + Ralb + rsi$$
$$RT = 0,12 + 1,190 + 0,05 \text{ [m}^2\text{K/W]}$$
$$RT = 1,36 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1/RT$$
$$U = 1/1,36$$
$$U = 0,74 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

MURO DE LANA MINERAL

2. Envoltente Térmica

Transmitancia térmica:

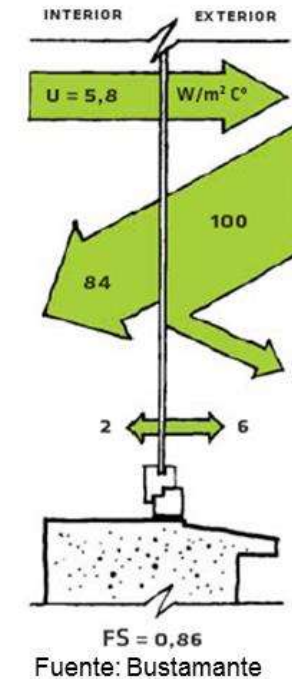
COEFICIENTE DE TRANSMITANCIA TÉRMICA EN ELEMENTOS VIDRIADOS:

	PRODUCTO	ESPESOR mm.	LUZ VISIBLE		VALOR K	COEFICIENTE de ganancia térmica	COEFICIENTE SOMBRA
			Transmisión	Reflexión			
			%	%			
SIN CONTROL SOLAR	Float incoloro y de color						
	CRISTAL INCOLORO	2.5	90	8	5.8	0.87	1.01
		3	90	8	5.8	0.86	1.00
		4	89	8	5.8	0.84	0.98
		5	89	8	5.8	0.83	0.97
		6	88	8	5.7	0.82	0.95
		8	87	8	5.6	0.78	0.91
		10	86	8	5.6	0.76	0.88
		12	84	8	5.5	0.72	0.83
		16	82	8	5.4	0.68	0.79
	19	81	8	5.2	0.65	0.75	
CRISTAL GRIS	3	61	6	5.8	0.69	0.80	
	5	50	6	5.8	0.61	0.71	
	6	44	5	5.7	0.57	0.66	
	8	33	5	5.6	0.49	0.57	
	10	28	5	5.6	0.45	0.52	
	12	19	4	5.5	0.39	0.45	
CRISTAL BRONCE	3	68	6	5.8	0.73	0.85	
	5	60	6	5.8	0.66	0.77	
	6	55	6	5.7	0.62	0.73	
	8	44	5	5.6	0.55	0.64	
	10	39	5	5.6	0.51	0.59	
	12	29	5	5.5	0.44	0.51	
CRISTAL BLUE GREEN	6	75	7	5.7	0.62	0.72	
	8	70	7	5.6	0.55	0.64	
	10	66	6	5.6	0.52	0.60	
CRISTAL EVERGREEN	3	76	7	5.8	0.62	0.72	
	5	73	7	5.8	0.57	0.66	
	6	66	6	5.7	0.51	0.59	
CRISTAL ARCTIC BLUE	4	64	6	5.8	0.59	0.69	
	6	56	6	5.8	0.52	0.60	
	10	40	5	5.8	0.42	0.49	

Fuente: Catálogo Vidrios Lirquen

VIDRIADO SIMPLE

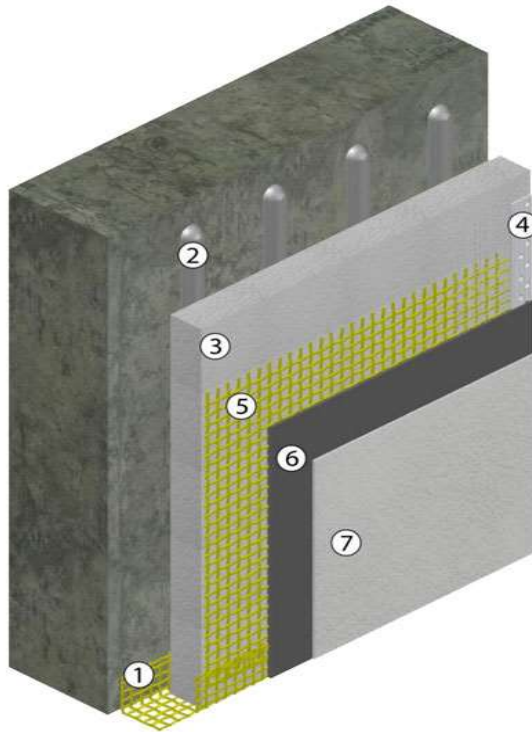
VIDRIADO SIMPLE CLARO



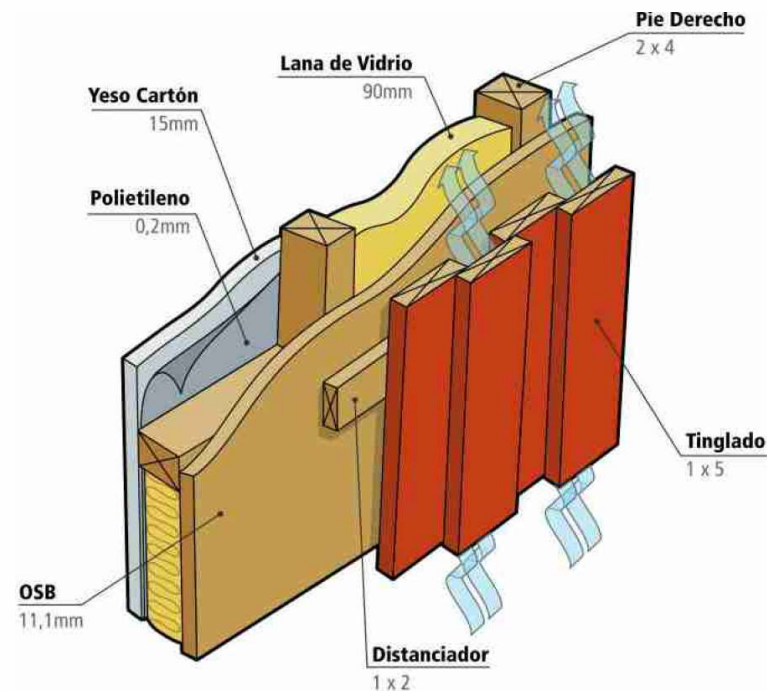
2. Envoltente Térmica

Transmitancia térmica

EJEMPLOS DE SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS DE MERCADO:



**MURO DE HORMIGON ARMADO
CON SISTEMA EIFS**
Fuente: STO



**TABIQUE DE MADERA
CON FACHADA VENTILADA**
Fuente: ARAUCO

Inercia térmica

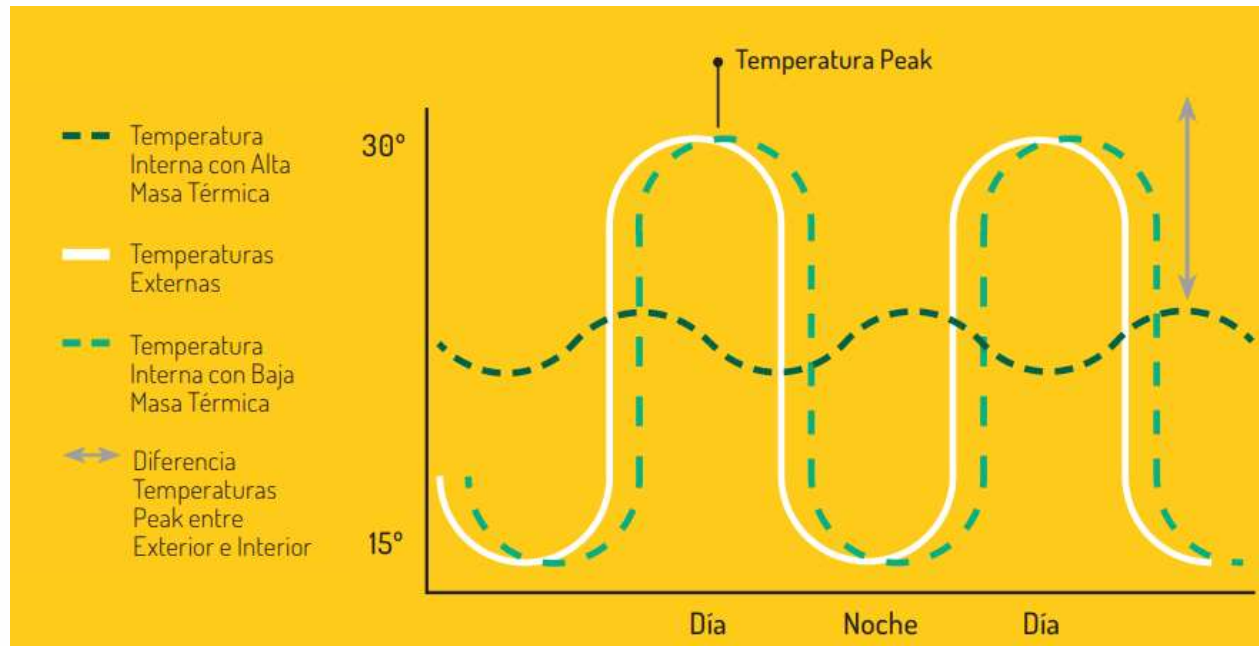
La inercia térmica es la capacidad de un material de acumular y almacenar energía calorífica, la que es liberada de forma posterior. En este mismo sentido, una vivienda construida con materiales de dichas características, tiene la misma capacidad de acumular energía, y liberarla al ambiente interior cuando se encuentra a menor temperatura que el material.

La “carga” de energía de la envolvente interior, principalmente pisos y muros, puede darse de forma natural, por medio de la energía solar que entra mayoritariamente por las ventanas, o de forma artificial, por medio de calefactores situados dentro de la vivienda.



2. Envoltente Térmica

Inercia térmica



Idealmente, los ciclos de carga y descarga de energía al interior de la vivienda pueden utilizarse para moderar las fluctuaciones y reducir los peak de temperatura interior, obteniendo un mayor confort térmico en la vivienda. En este mismo sentido, cuanto mayor sea la inercia térmica, menores son las variaciones en las temperaturas interiores.

3. Reglamentación Térmica Chilena

Zonificación Térmica :

Zona 1



Zona 5



Zona 6



Zona 2

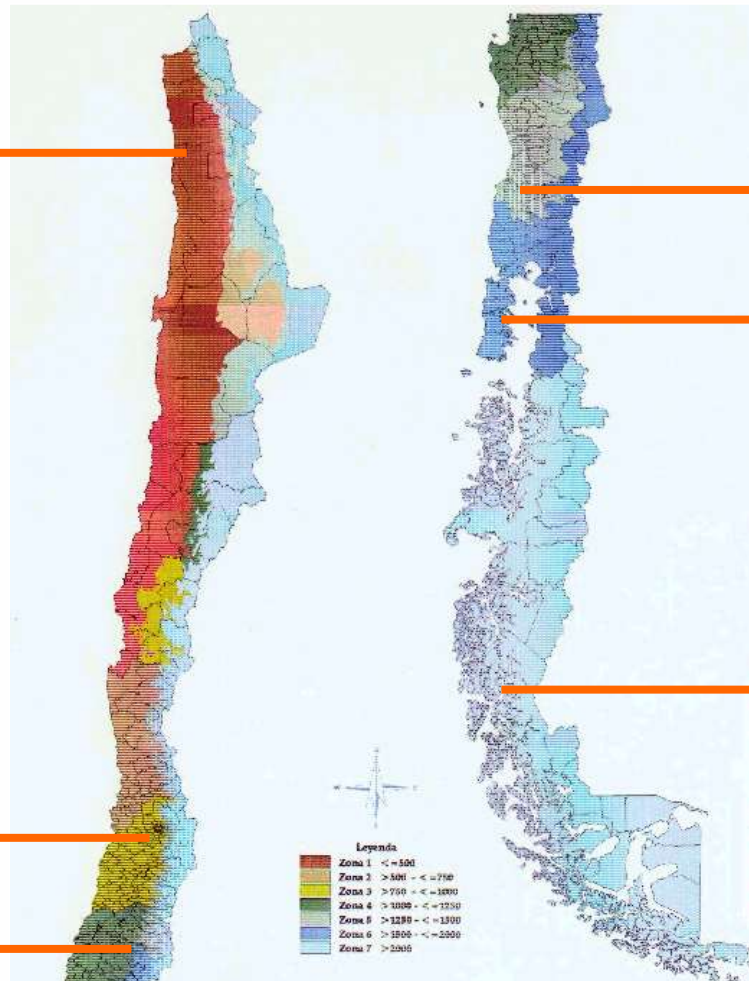
Zona 7



Zona 3



Zona 4



TEXTO REGLAMENTACION TERMICA VIGENTE

1. COMPLEJOS DE TECHUMBRE, MUROS PERIMETRALES Y PISOS VENTILADOS:

A. Exigencias:

Los complejos de techumbres, muros perimetrales y pisos inferiores ventilados, entendidos como elementos que constituyen la envolvente de la vivienda, deberán tener una transmitancia térmica “U” igual o menor, o una resistencia térmica total “Rt” igual o superior, a la señalada para la zona que le corresponda al proyecto de arquitectura, de acuerdo a con los planos de zonificación térmica aprobados por resoluciones del Ministro de Vivienda y Urbanismo y a la siguiente tabla:

TABLA 1

ZONA	TECHUMBRE		MUROS		PISOS VENTILADOS	
	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
1	0,84	1,19	4,0	0,25	3,60	0,28
2	0,60	1,67	3,0	0,33	0,87	1,15
3	0,47	2,13	1,9	0,53	0,70	1,43
4	0,38	2,63	1,7	0,59	0,60	1,67
5	0,33	3,03	1,6	0,63	0,50	2,00
6	0,28	3,57	1,1	0,91	0,39	2,56
7	0,25	4,00	0,6	1,67	0,32	3,13

TEXTO EN TECHUMBRE

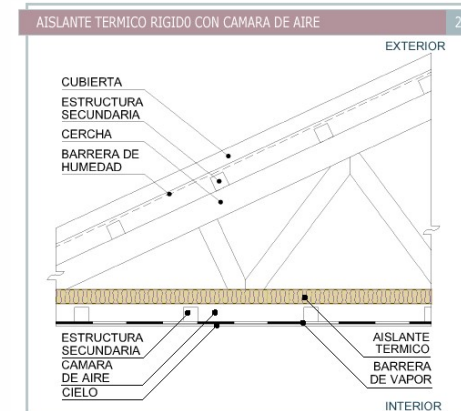
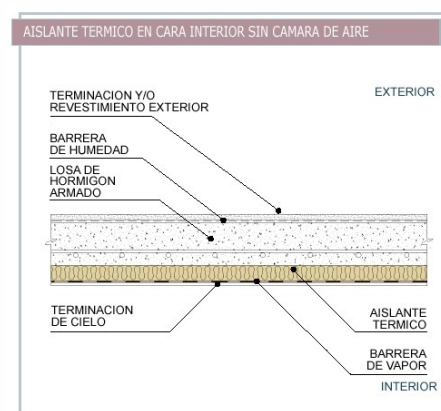
TABLA 1

ZONA	TECHUMBRE	
	U W/m ² K	Rt m ² K/W
1	0,84	1,19
2	0,60	1,67
3	0,47	2,13
4	0,38	2,63
5	0,33	3,03
6	0,28	3,57
7	0,25	4,00

1. TECHUMBRES

Para efectos del presente artículo se considerará complejo de techumbre al conjunto de elementos constructivos que lo conforman, tales como cielo, cubierta, aislación térmica, cadenetas, vigas.

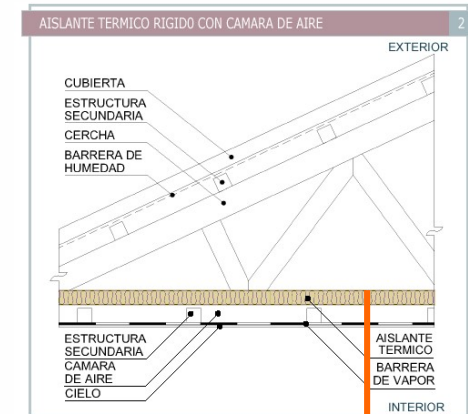
Ejemplos de complejos de techumbre:



INTERPRETACION EN TECHUMBRE

TABLA 1

ZONA	TECHUMBRE	
	U W/m ² K	Rt m ² K/W
1	0,84	1,19
2	0,60	1,67
3	0,47	2,13
4	0,38	2,63
5	0,33	3,03
6	0,28	3,57
7	0,25	4,00



Ejemplo: Techumbre muy ventilada con poliestireno expandido de 10 kg/m³

LOCALIDAD	ZONA	Esesor aislante térmico (mm)
ANTOFAGASTA	1	34
LA SERENA	2	54
SANTIAGO	3	74
CONCEPCION	4	94
TEMUCO	5	114
PUERTO MONT	6	134
PUNTA ARENAS	7	154

Fuente ACHIPEX

3. Reglamentación Térmica Chilena

TEXTO EN MUROS

TABLA 1

ZONA	MUROS	
	U W/m ² K	Rt m ² K/W
1	4,0	0,25
2	3,0	0,33
3	1,9	0,53
4	1,7	0,59
5	1,6	0,63
6	1,1	0,91
7	0,6	1,67

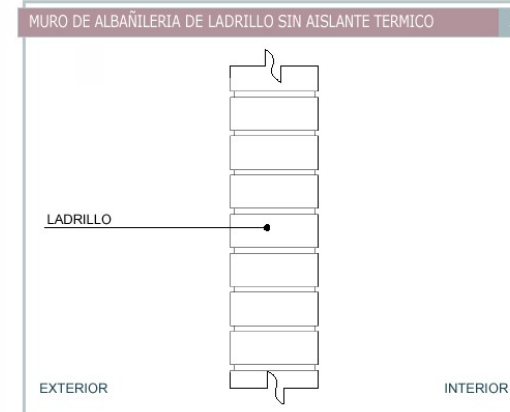
2. MUROS

Para la aplicación del presente artículo se considerará complejo de muro al conjunto de elementos constructivos que lo conforman y cuyo plano de terminación interior tenga una inclinación de más de 60° sexagesimales, medidos desde la horizontal.

Ejemplos de complejos de muros:



Tabique perimetral



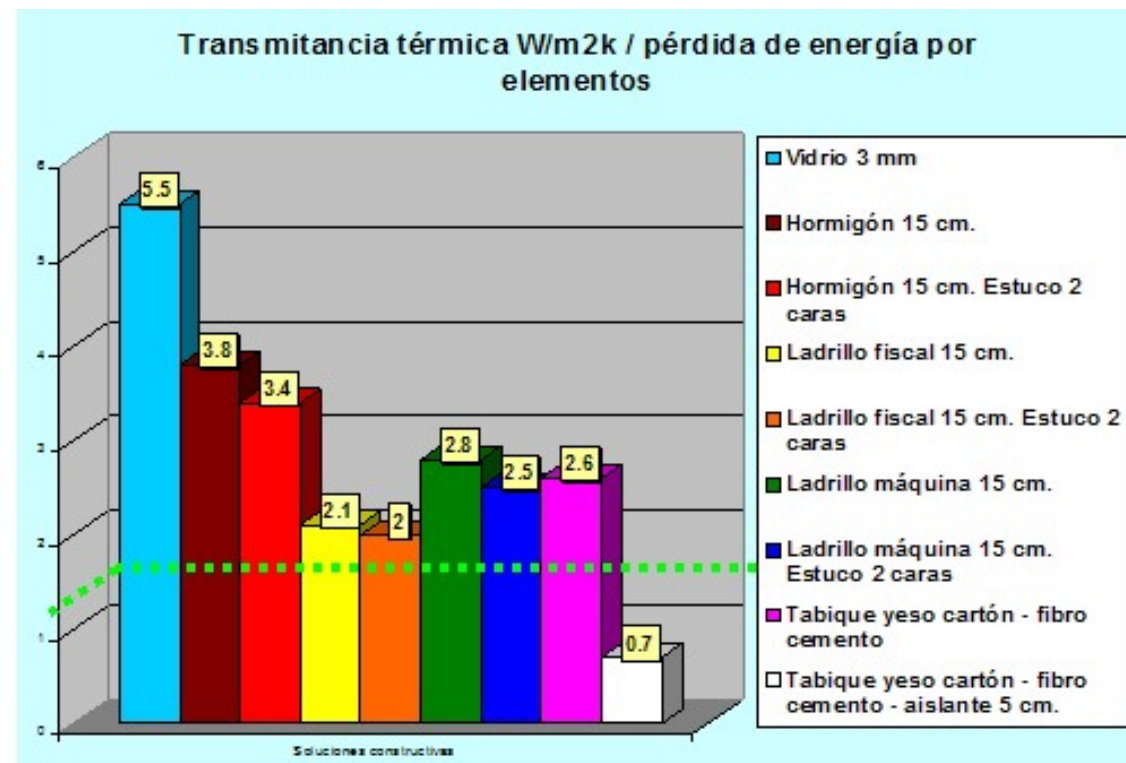
Muro de albañilería de ladrillo

INTERPRETACION EN MUROS

TABLA 1

ZONA	MUROS	
	U W/m ² K	Rt m ² K/W
1	4,0	0,25
2	3,0	0,33
3	1,9	0,53
4	1,7	0,59
5	1,6	0,63
6	1,1	0,91
7	0,6	1,67

Soluciones constructivas



Fuente Instituto de la Construcción

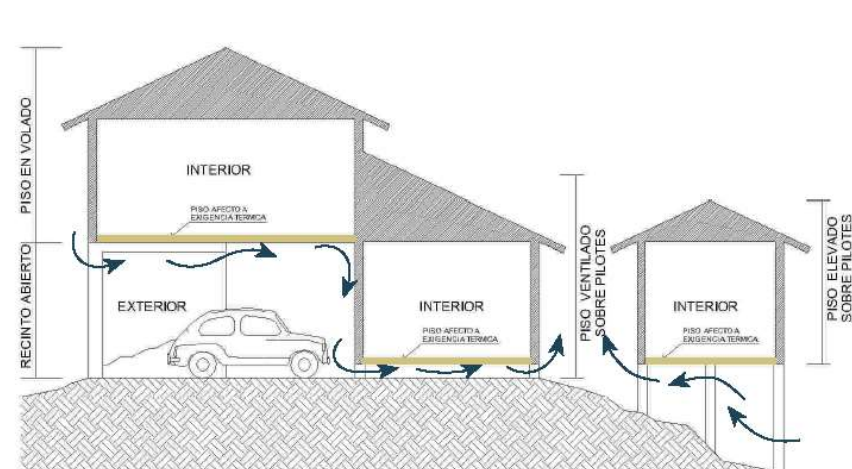
INTERPRETACION EN PISOS VENTILADOS

Pisos ventilados

TABLA 1

ZONA	PISOS VENTILADOS	
	U W/m ² K	Rt m ² K/W
1	3,60	0,28
2	0,87	1,15
3	0,70	1,43
4	0,60	1,67
5	0,50	2,00
6	0,39	2,56
7	0,32	3,13

“se considerará complejo de piso ventilado al conjunto de elementos constructivos que lo conforman que no están en contacto directo con el terreno”



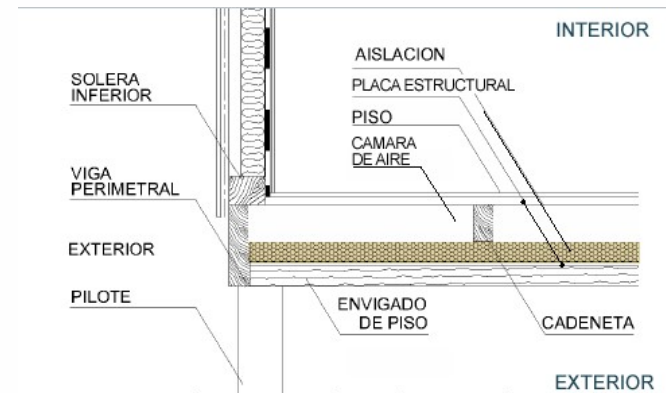
INTERPRETACION EN PISOS VENTILADOS

Pisos ventilados

Ejemplo, piso con poliestireno expandido de 10 kg/m³

TABLA 1

ZONA	PISOS VENTILADOS	
	U W/m ² K	Rt m ² K/W
1	3,60	0,28
2	0,87	1,15
3	0,70	1,43
4	0,60	1,67
5	0,50	2,00
6	0,39	2,56
7	0,32	3,13



Arica: 0 mm

Santiago: 40 mm

Punta Arenas: 115 mm

TEXTO REGLAMENTACION TERMICA VIGENTE

B. ALTERNATIVAS PARA CUMPLIR LAS EXIGENCIAS TERMICAS

1. Mediante la **incorporación de un material aislante etiquetado con el R100** correspondiente a la Tabla 2:

Se deberá especificar y colocar un material aislante térmico, incorporado o adosado, al complejo de techumbre, al complejo de muro, o al complejo de piso ventilado cuyo R100 mínimo, rotulado según la norma técnica NCh 2251, de conformidad a lo indicado en la tabla 2 siguiente:

TABLA 2

ZONA	TECHUMBRE R100(*)	MUROS R100(*)	PISOS VENTILADOS R100(*)
1	94	23	23
2	141	23	98
3	188	40	126
4	235	46	150
5	282	50	183
6	329	78	239
7	376	154	295

(*) Según la norma NCh 2251: R100 = valor equivalente a la Resistencia térmica ($\text{m}^2\text{K/W}$) x 100.

EJEMPLO

COLCHONETA LANA MINERAL

$e = 50 \text{ mm}$ $\lambda = 0,041 \text{ W/mK}$



$$R100 = e/\lambda \times 100$$

$$R100 = 0,05/0,041$$

$$\mathbf{R100 = 122}$$

3. Reglamentación Térmica Chilena

INTERPRETACION R100

Ejemplo para Pta Arenas, Zona 7:

TABLA 2

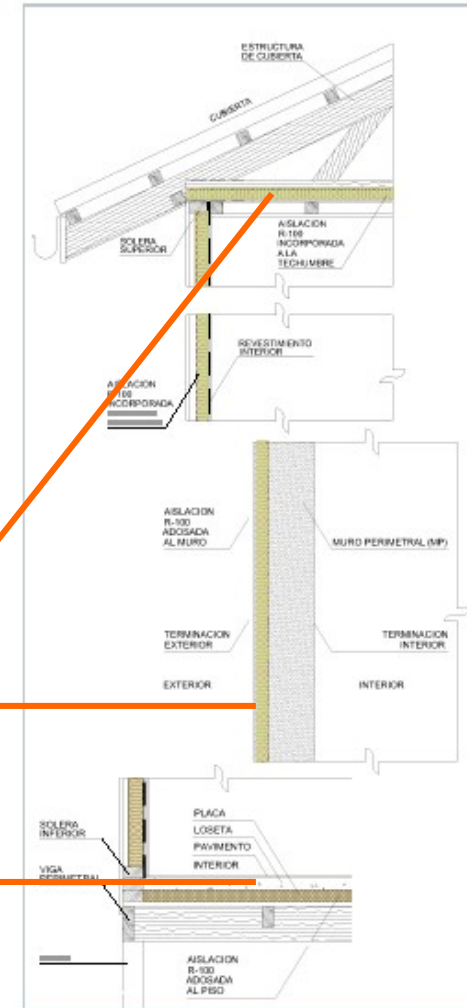
ZONA	TECHUMBRE R100(*)	MUROS R100(*)	PISOS VENTILADOS R100(*)
7	376	154	295

Debe incorporar poliestireno
expandido de espesor:

160 mm

65 mm

130 mm



4. Calculo Flujo Térmico

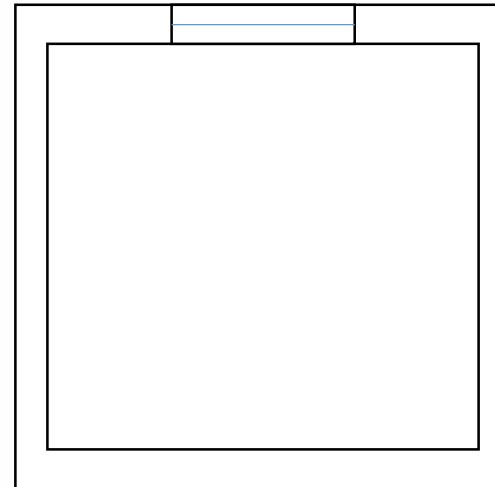
Cálculo flujo térmico:

PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN:

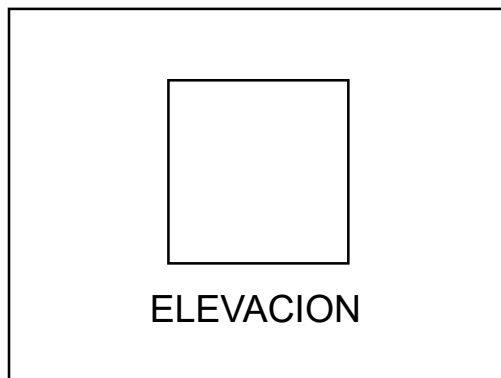
HABITACULO DE HORMIGON ARMADO
PISO CONTRA TERRENO

PLANTA 3 x 3 m
ALTURA INTERIOR $h=2,5$ m
VENTANA V SIMPLE= 1 m²

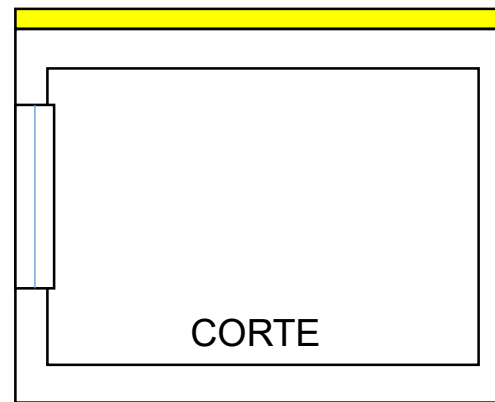
MURO HA $e=15$ cms
CIELO HA $e= 15$ cms
+ 50 mm lana mineral
PISO RADIER



PLANTA



ELEVACION



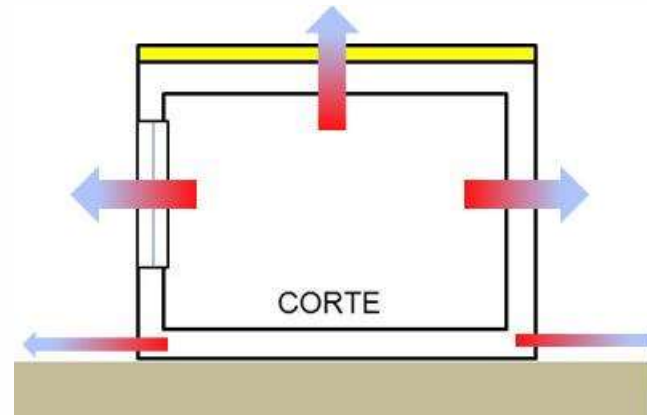
CORTE

4. Calculo Flujo Térmico

Cálculo flujo térmico:

DETERMINACIÓN VALORES:

U [W/m²K]

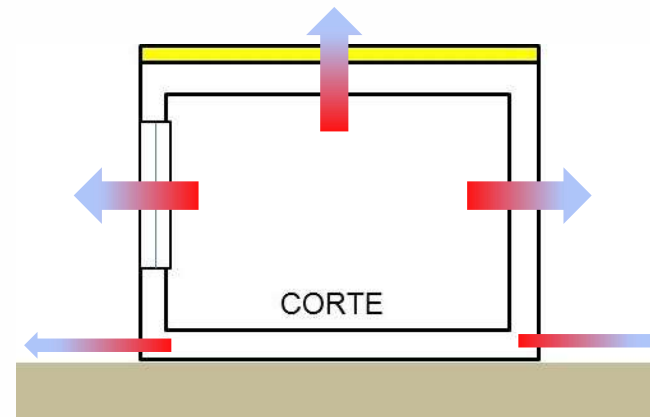


MURO	MATERIAL	ESPESOR m	LAMBDA W/mK	R m ² K/W	ΣR m ² K/W	rsi m ² K/W	rse m ² K/W	RT m ² K/W	U ó KI W/m ² K ó W/mK
MURO	Hormigón armado								
TECHO	Lana mineral Hormigón Armado								
PISO	Radier contra terreno								

4. Calculo Flujo Térmico

Cálculo flujo térmico:

PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN:



PLANCHETA I	FLUJOS TERMICOS POR TRANSMISION			
ELEMENTO	COEFICIENTE	DIMENSION		Φ
	U [W/m ² K]	Area	Longitud	FLUJO TERMICO
	KI[W/mK]	[m ²]	[m]	UNITARIO
				[W/K]
muro	0	0		0
cielo	0	0		0
ventana	0	0		0
piso sobre radier	0		0	0
TOTAL				0

4. Calculo Flujo Térmico

Cálculo flujo térmico:

PERDIDAS POR CONVECCIÓN:

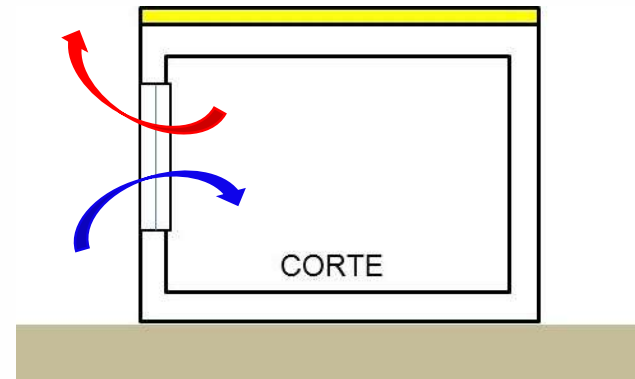
ESTAS PERDIDAS ESTAN DADAS POR LA RENOVACION DE AIRE HORA NECESARIA PARA VENTILAR LA VIVIENDA.

SE EXPRESA EN RENOVACIONES DE AIRE POR HORA RAH

Y PUEDE SER VARIABLE POR RECINTO

RECINTO	RAH
Baño con WC	2 a 3
Baño con ducha	5 a 8
Cocina	3 a 4
Lavado y secado de ropa	6 a 8
Estar comedor	1 a 1,5
Dormitorio (1 cama)	1
Dormitorio (2 camas)	1 a 1,5
Dormitorio (3 o 4 camas)	1,5 a 2
Otros recintos habitables	1 a 1,5

FUENTE: NCh 1960



TRANSFERENCIA DE CALOR:

SE EXPRESA CON EL FACTOR A

ESTE CORRESPONDE A LA CANTIDAD DE CALOR QUE HAY QUE AGREGAR A 1 m³ DE AIRE PARA SUBIR SU TEMPERATURA EN 1° C

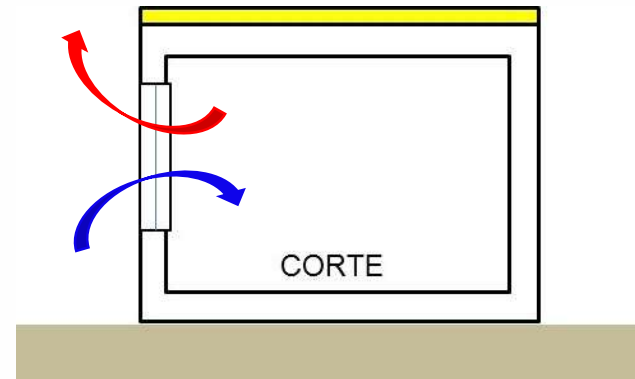
$A = 1 \text{ m}^3 \text{ aire} \times \text{calor específico aire}$

$A = 0,35$

4. Calculo Flujo Térmico

Cálculo flujo térmico:

PERDIDAS POR CONVECCIÓN:

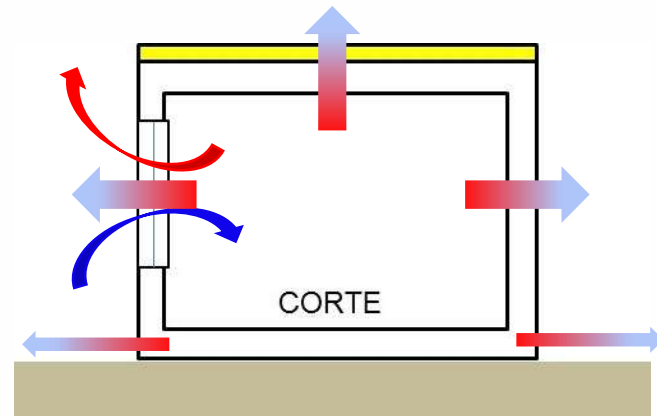


PLANCHETA II FLUJOS TERMICOS POR VENTILACION				
RECINTO	VOLUMEN RECINTO [m3]	FACTOR "A" DEL AIRE [Wh/m3K]	RENOV/HORA [1/h]	Φ FLUJO TERMICO UNITARIO [W/K]
Estar	0	0,35	0	0
Cocina	0	0,35	0	0
Baño	0	0,35	0	0
Dormitorio	0	0,35	0	0
TOTAL				0

4. Calculo Flujo Térmico

Cálculo flujo térmico:

CALCULO TOTAL DE PERDIDAS:



Φ SUMA DE FLUJOS TERMICOS UNITARIOS POR TRANSMISIÓN DE AIRE A AIRE [W/K]		Φ FLUJO TERMICO UNITARIO POR CONVECCION [W/K]		Φ TOTALFLUJOS UNITARIOS DE PERDIDAS [W/K]
0	+	0	+	0

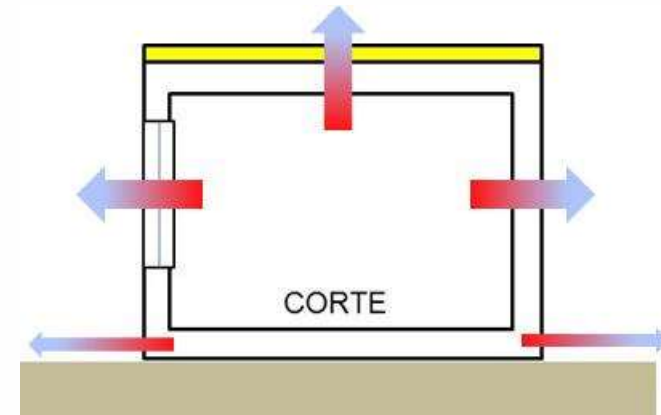
4. Calculo Flujo Térmico

SOLUCION

DETERMINACIÓN VALORES:

U [W/m²K]

Aislación del piso o radier	Resistencia térmica total, R_T m ² x °C/W	Transmitancia térmica lineal, K_ℓ W/(m x K)
Corriente	0,15 - 0,25	1,4
Medianamente aislado	0,26 - 0,60	1,2
Aislado	> 0,60	1,0



MURO	MATERIAL	ESPESOR m	LAMBDA W/mK	R m ² K/W	ΣR m ² K/W	rsi m ² K/W	rse m ² K/W	RT m ² K/W	U ó KI W/m ² K ó W/mK
MURO	Hormigón armado	0,15	1,63	0,09	0,09	0,12	0,05	0,26	3,82
TECHO	Lana mineral	0,05	0,042	1,19	1,28	0,09	0,05	1,42	0,70
	Hormigón Armado	0,15	1,63	0,09					
PISO	Radier contra terreno								1,40

4. Calculo Flujo Térmico

SOLUCION

PLANCHETA I FLUJOS TERMICOS POR TRANSMISION				
ELEMENTO	COEFICIENT E U [W/m ² K] Kl[W/mK]	DIMENSION Area [m ²]	Longitud [m]	Φ FLUJO TERMICO UNITARIO [W/K]
muro	3,82	29		110,7
cielo	0,70	9		6,3
ventana	5,8	1		5,8
piso sobre radier	1,40		12	16,8
TOTAL				139,6

PLANCHETA II FLUJOS TERMICOS POR VENTILACION				
RECINTO	VOLUMEN RECINTO [m ³]	FACTOR "A" DEL AIRE [Wh/m ³ K]	RENOV/HORA [1/h]	Φ FLUJO TERMICO UNITARIO [W/K]
Estar	22,5	0,35	1	7,875
Cocina	0	0,35	0	0
Baño	0	0,35	0	0
Dormitorio	0	0,35	0	0
TOTAL				7,9

Φ SUMA DE FLUJOS TERMICOS UNITARIOS POR TRANSMISIÓN DE AIRE A AIRE [W/K]		Φ FLUJO TERMICO UNITARIO POR CONVECCION [W/K]		Φ TOTALFLUJOS UNITARIOS DE PERDIDAS [W/K]
	+		+	
139,6		7,875		147,5

5. Coeficiente volumétrico de pérdidas

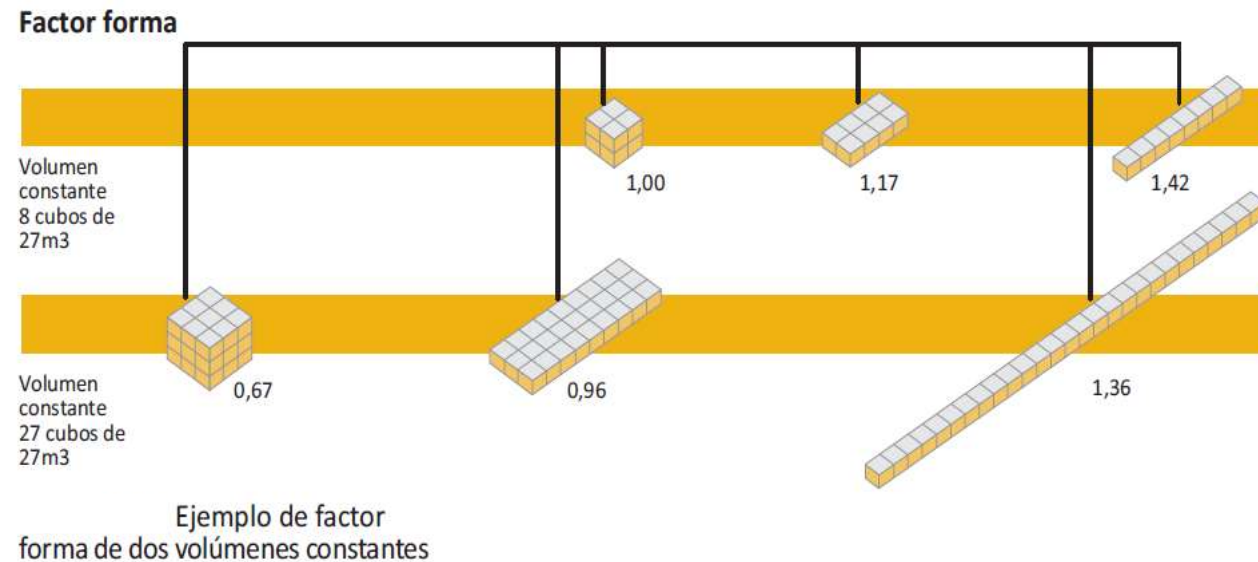
FACTOR DE FORMA:

$$F = S/V \text{ [m}^{-1}\text{]}$$

S: suma de las superficies de cada uno de los elementos constructivos que delimitan el cerramiento del edificio.

V: Volumen encerrado por los elementos de separación del edificio.

Mientras menos superficie expuesta tiene un mismo volúmen, poseerá un menor factor de forma



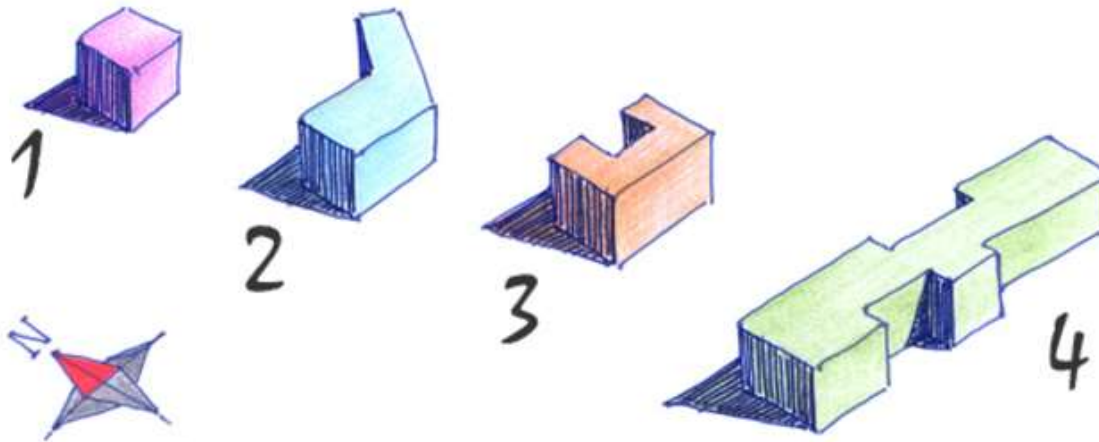
5. Coeficiente volumétrico de pérdidas

FACTOR DE FORMA:

Si se disminuye la superficie de contacto interior/exterior se limitan las pérdidas caloríficas.

FORMAS COMPACTAS PIERDEN MENOS ENERGÍA

Ejemplo aplicado al diseño según tipo de clima:



1. Clima frío.
2. Clima templado.
3. Clima cálido seco.
4. Clima cálido húmedo.

Fuente: <https://huellasdearquitectura.wordpress.com/>

5. Coeficiente volumétrico de pérdidas

COEFICIENTE VOLUMÉTRICO GLOBAL DE PÉRDIDAS TÉRMICAS POR TRANSMISIÓN DE LA ENVOLVENTE: G_{v1}

UNA FORMA SENCILLA DE COMPARAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE DIFERENTES FORMAS Y CALIDADES DE ENVOLVENTE TÉRMICA LO CONSTITUYE EL COEFICIENTE VOLUMÉTRICO GLOBAL DE PERDIDAS POR TRANSMISIÓN DE LA ENVOLVENTE.

DE ACUERDO A LA NCh 1960, EL G_{v1} SE CALCULA DE LA SIGUIENTE MANERA:

$$G_{v1} = \frac{\sum U \cdot S}{V} \quad [W/m^3K]$$

ó

$$G_{v1} = (\sum U_m \cdot S_m + \sum U_t \cdot S_t + \sum U_v \cdot S_v + \sum U_c \cdot S_c + \sum U_p \cdot S_p) / V$$

5. Coeficiente volumétrico de pérdidas

Cálculo flujo térmico:

COEFICIENTE VOLUMÉTRICO GLOBAL DE PÉRDIDAS TÉRMICAS TOTALES:

CORRESPONDE AL INDICADOR DE PERDIDAS TOTALES POR UNIDAD DE VOLUMEN, INCLUIDO EL FACTOR DE PERDIDA UNITARIO POR VENTILACION

DE ACUERDO A LA NCh 1960, EL GV1 SE CALCULA DE LA SIGUIENTE MANERA:

$$G_{v2} = G_{v1} + 0,35 n \text{ [W/m}^3\text{K]}$$

TOMANDO EL VALOR DE G_{v1} :

$$G_{v2} = (\Sigma U \cdot S) / V + 0,35 n \text{ [W/m}^3\text{K]}$$

QUE DESARROLLADO RESULTA SER:

$$G_{v2} = (\Sigma U_m \cdot S_m + \Sigma U_t \cdot S_t + \Sigma U_v \cdot S_v + \Sigma U_c \cdot S_c + \Sigma U_p \cdot S_p) / V + 0,35 n$$

0,35 es el flujo térmico por ventilación referido a la unidad de volumen y temperatura.

n= Renovaciones Aire Hora, RAH

ó

Air change hour, ACH

En promedio en vivienda n=1

5. Coeficiente volumétrico de pérdidas

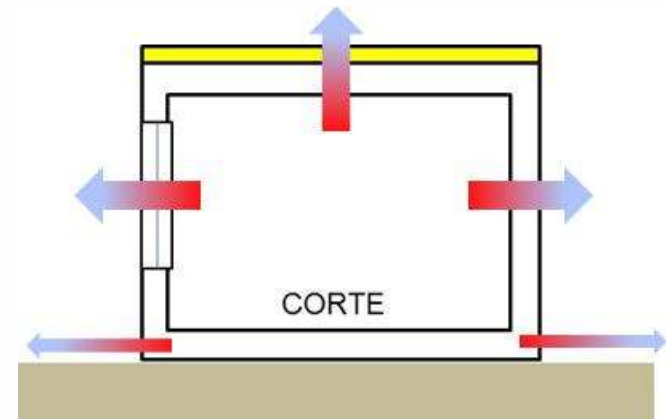
GV1 + GV2

SUMA DE INTERCAMBIOS TÉRMICOS:

En G_{v1} y G_{v2} , mientras **menor** sea el numerador de la fracción, **mas económico será energéticamente el edificio**, en consecuencia será importante considerar el calor que se intercambia a través de las renovaciones de aire hora.

EN NUESTRO EJEMPLO

Φ SUMA DE FLUJOS TERMICOS UNITARIOS POR TRANSMISIÓN DE AIRE A AIRE [W/K]	+	Φ FLUJO TERMICO UNITARIO POR CONVECCION [W/K]	+	Φ TOTALFLUJOS UNITARIOS DE PERDIDAS [W/K]
139,6		7,875		147,5



VOLUMEN= 22,5 m3

$$G_{v1} = \Sigma U \cdot S / V$$

$$G_{v1} = 139,6 / 22,5$$

$$G_{v1} = 6,2 \text{ W/m}^3\text{K}$$

$$G_{v2} = G_{v1} + 0,35 n$$

$$G_{v2} = 6,2 + 0,35 \times 1$$

$$G_{v2} = 6,55 \text{ W/m}^3\text{K}$$

5. Coeficiente volumétrico de pérdidas

GV1 + GV2

COMPARACION DE UN HOSPITAL EXTENDIDO Y COMPACTO

 Establecimiento de salud extendido	Coeficientes globales de pérdida caso base establecimiento de salud extendido		
	Envolvente	Flujo térmico (W/K)	Volumen total (m³)
	Envolvente	41.128	45.039
 Establecimiento de salud compacto	GV 1 (flujo térmico total superficie/Total volumen) (W/m³K)		0,9
	Ventilación	Flujo térmico (W/K)	Volumen total (m³)
	Ventilación	26.108	45.039
 Establecimiento de salud compacto	GV 2 (Flujo térmico total superficie + flujo total ventilación/Total volumen) (W/m³K)		1,5
 Establecimiento de salud compacto	Coeficientes globales de pérdida caso base establecimiento de salud compacto		
	Envolvente	Flujo térmico (W/K)	Volumen total (m³)
	Envolvente	34.658	53.731
 Establecimiento de salud compacto	GV 1 (Flujo térmico total superficie/Total volumen) (W/m³K)		0,6
	Ventilación	Flujo térmico (W/K)	Volumen total (m³)
	Ventilación	31.131	53.731
 Establecimiento de salud compacto	GV 2 (Flujo térmico total superficie + flujo total ventilación/total volumen) (W/m³K)		1,2

FUENTE:
Guía de EE en Edificios Hospitalarios



PHS

PRINCIPIOS DE
**HABITABILIDAD Y
SOSTENIBILIDAD**