

# EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS

## MODULO II: LAS ENVOLVENTES TÉRMICAS

EXPOSITOR: Arq. Julieta Martínez Guerrero  
*Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable - CNEA*

Miércoles 28 de Octubre 2020

# CHARLAS

## **26/10 Modulo I | BALANCE ENERGETICO Y USO RACIONAL DE LA ENERGIA**

Expositor: Lic. Daniel Quattrini

## **28/10 Módulo II | ENVOLVENTES TERMICAS**

Expositor: Arq. Julieta Martínez

Expositor: Ing. Fabrizio Battaglini

## **2/11 Módulo III | ETIQUETADO DE EFICIENCIA ENERGETICA EN VIVIENDAS**

Expositor: Lic. Daniel Quattrini

## **4/11 Módulo IV | NORMATIVA DE EFICIENCIA ENERGETICA NACIONAL Y CUADROS TARIFARIOS ELECTRICOS**

Expositor: Ing. Mariela Lescano

Expositor: Lic. Valeria Martin

## **9/11 Modulo V | CASO DE ESTUDIO DE SISTEMA DE CLIMATIZACION CON CALDERAS**

Expositor: Ing. Carlos Ferrari

## **11/11 Modulo VI | RELEVAMIENTO ENERGETICO EN VIVIENDA**

Expositor: Arq. Julieta Martínez

## **16/11 Módulo VII | COMO HACER UNA AUDITORIA ENERGETICA**

Expositora: Ing. Nair Bamba Telechea

## **18/11 Módulo VIII | AUDITORIA ENERGETICA DE UN EDIFICIO DE MEDIANA ESCALA**

Expositora: Arq. Julieta Martínez

## CONTENIDO

- IDENTIFICAR ZONAS BIOCLIMATICAS – IRAM 11603
- ESTRATEGIAS BIOCLIMATICAS
- ELEMENTOS DE LA ENVOLVENTE
- TRANSMITANCIA TERMICA
- SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS
- QALCULAR





# Qué son las ZONAS BIOCLIMATICAS?

# ZONAS BIOCLIMATICAS IRAM 11603

## OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Establecer la zonificación de la República Argentina de acuerdo con un criterio bioambiental, indicando las características climáticas de cada zona.

Para cada zona se indican las pautas generales para el diseño, la evaluación de las orientaciones favorables y el cumplimiento del asoleamiento mínimo de los edificios de viviendas.

Se establece la caracterización de los microclimas y su evaluación desde el punto de vista del acondicionamiento térmico de edificios



INSTITUTO ARGENTINO  
DE NORMALIZACIÓN  
Y CERTIFICACIÓN

11603

DE NORMA IRAM \*

**Acondicionamiento térmico de edificios**

Clasificación bioambiental de la República Argentina

Thermal conditioning of buildings  
Bioenvironmental classification of República Argentina

LAS OBSERVACIONES DEBEN  
ENVIARSE CON EL FORMULARIO DE LA  
ETAPA DE DISCUSIÓN PÚBLICA

## ZONAS BIOCLIMATICAS MUY CALIDA

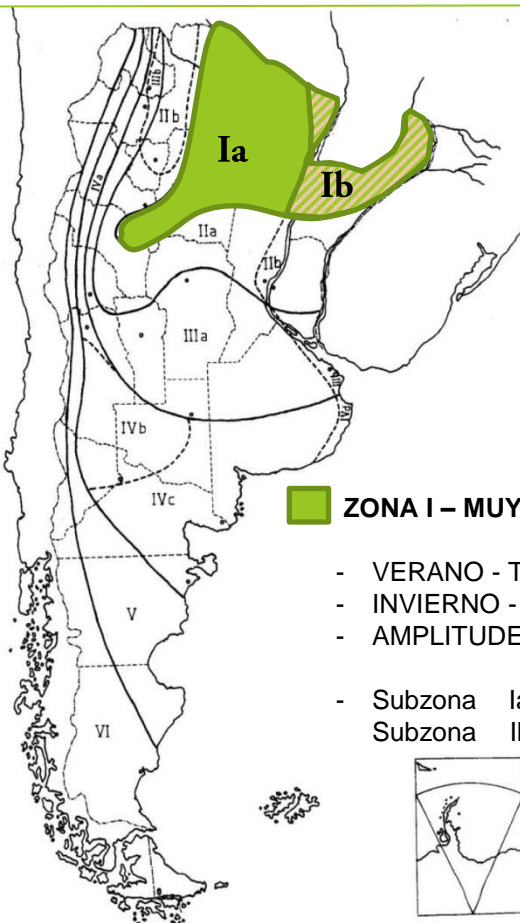
### Zona muy cálida.

A) colores claros en paredes exteriores y techos;

b) gran aislación térmica en los techos y en las paredes orientadas al este y al oeste;

B) proteger las superficies de la incidencia de la radiación solar. Para las ventanas, si es posible, no orientarlas al Este o al Oeste, y minimizar su superficie.

C) un diseño que permita la ventilación cruzada de la vivienda, dada la influencia benéfica del movimiento sensible del aire, para disminuir la falta de confort



### ZONA I – MUY CALIDA

- VERANO - TEMPERATURAS MAYORES A 34 °C
- INVIERNO - TEMPERATURAS MAYORES A 12°C
- AMPLITUDES TERMICAS MENORES 15 °C.

- Subzona Ia: amplitudes térmicas mayores que 14 °C.
- Subzona Ib: amplitudes térmicas menores que 14 °C



## ZONAS BIOCLIMATICAS CALIDA

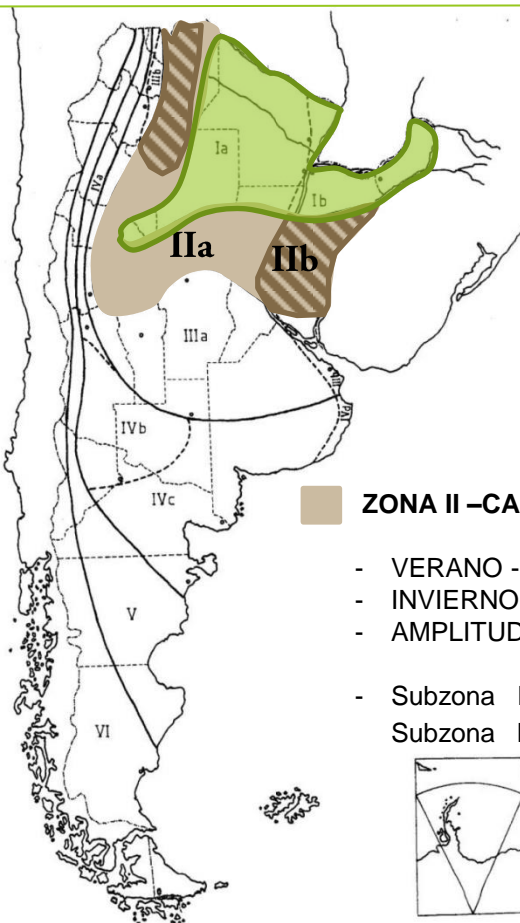
### Zona cálida.

A) colores claros en paredes exteriores y techos

B) gran aislación térmica en los techos y en las paredes orientadas al este y al oeste;

C) proteger las superficies de la incidencia de la radiación solar. Para las ventanas, si es posible, no orientarlas al Este o al Oeste, y minimizar su superficie.

D) un diseño que permita la ventilación cruzada de la vivienda, dada la influencia benéfica del movimiento sensible del aire, para disminuir la falta de confort



### ■ ZONA II –CALIDA

- VERANO - TEMPERATURAS MAYORES A 30 °C
- INVIERNO - TEMPERATURAS ENTRE 8°C Y 12°C
- AMPLITUDES TERMICAS MENORES 16 °C.
  
- Subzona IIa: amplitudes térmicas mayores que 14 °C.
- Subzona IIb: amplitudes térmicas menores que 14 °C.



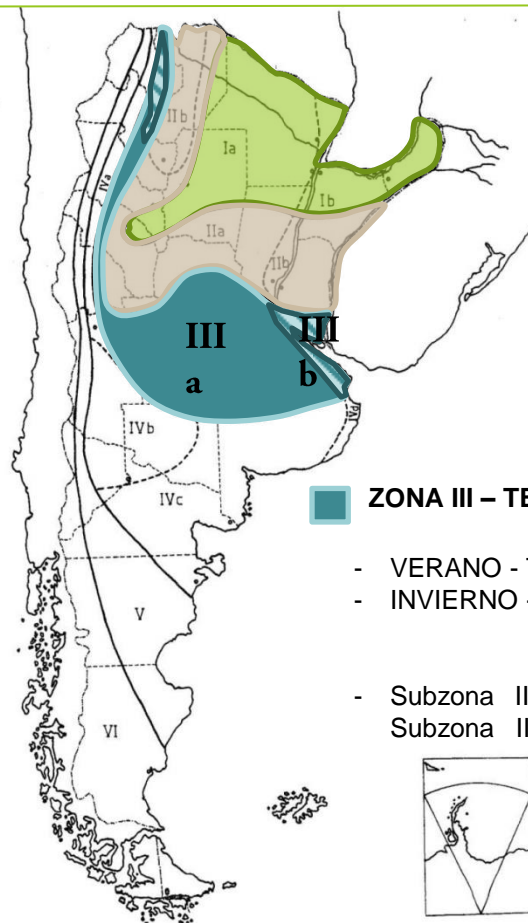
## ZONAS BIOCLIMATICAS TEMPLADA CALIDA

### Zona Templada Cálida

Se caracteriza por grandes amplitudes térmicas, por lo que es aconsejable el uso de viviendas agrupadas y de todos los elementos y/o recursos que tiendan al mejoramiento de la *inercia térmica*. Tanto en la faz de la orientación como en las necesidades de ventilación, por tratarse de una zona templada, las exigencias pueden ser menores.

A) En las edificaciones orientadas al oeste es aconsejable prever protecciones solares adecuadas.

B) Se recomienda que las aberturas estén provistas de sistemas de protección a la radiación solar. Los colores claros exteriores son altamente recomendables.



### ■ ZONA III – TEMPLADA CALIDA

- VERANO - TEMPERATURAS ENTRE 20°C Y 26 °C
- INVIERNO - TEMPERATURAS ENTRE 8°C Y 12°C
- Subzona IIIa: amplitudes térmicas mayores que 14 °C.
- Subzona IIIb: amplitudes térmicas menores que 14 °C





## ZONAS BIOCLIMATICAS TEMPLADA FRIA

### Zona templada fría

#### Subzonas IVa y IVb.

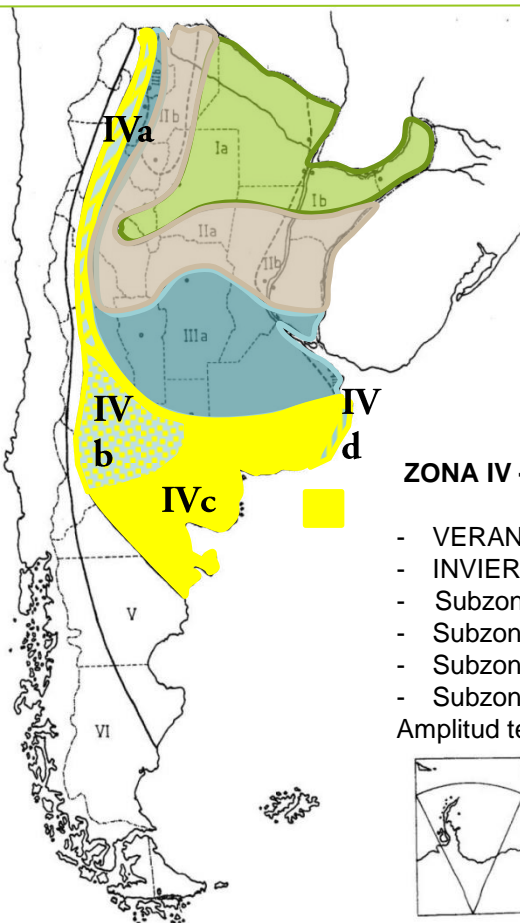
Son subzonas de grandes amplitudes térmicas (principalmente en verano cuando se dan las mayores amplitudes para la República Argentina); por lo tanto, es importante la necesidad de viviendas agrupadas y de proveer los recursos necesarios para el mejoramiento de la inercia térmica.

#### Subzona IVc

Zona de transición que se extiende desde la zona de mayores amplitudes térmicas hacia las de menores amplitudes térmicas.

#### Subzona IVd.

Las amplitudes térmicas son pequeñas durante todo el año. El alto tenor de humedad relativa caracteriza esta subzona. Se recomienda protección solar eficiente en el verano.



### ZONA IV – TEMPLADA FRIA

- VERANO - TEMPERATURAS MAXIMA 30 °C
- INVIERNO - TEMPERATURAS ENTRE 4°C Y 8°C
- Subzona IVa: de montaña.
- Subzona IVb: de máxima irradiancia.
- Subzona IVc: de transición.
- Subzona IVd: marítima.

Amplitud térmica de 14 °C y 18 °C

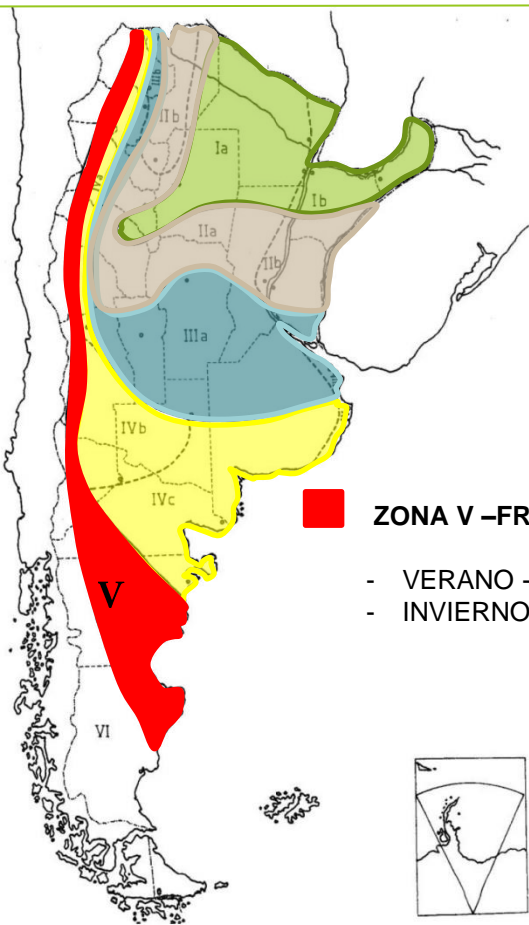


# ZONAS BIOCLIMATICAS FRIA

## Zona fría.

La aislación térmica de paredes, pisos y techos es un factor primordial, y las ventanas.

Salvo la orientación norte, se recomienda que los aventanamientos sean lo más reducidas posible. Se aconseja evaluar los riesgos de condensación superficial e intersticial, y evitar los puentes térmicos.



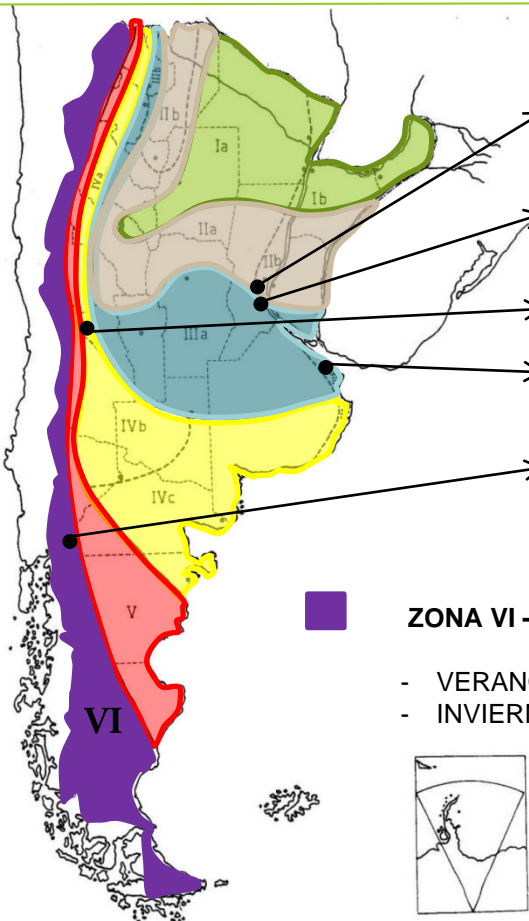
- VERANO - TEMPERATURAS MEDIA MENOR 16 °C
- INVIERNO - TEMPERATURAS MEDIAS 4°C

# ZONAS BIOCLIMATICAS MUY FRIA

## Zona muy fría .

Las recomendaciones indicadas en Z.V tienen validez en esta zona, pero en forma más acentuada.

- ZONA I - MUY CALIDO
- ZONA II - CALIDO
- ZONA III - TEMPLADO CALIDO
- ZONA IV - TEMPLADO FRIO
- ZONA V - FRIO
- ZONA VI - MUY FRIO



San Carlos Sud – Santa Fe (Z: IIb)

Rosario – Santa Fe (Z: IIIa)

Godoy Cruz – Mendoza (Z: IVa)

Ciudad Autónoma de Buenos Aires (Z: IIIb)

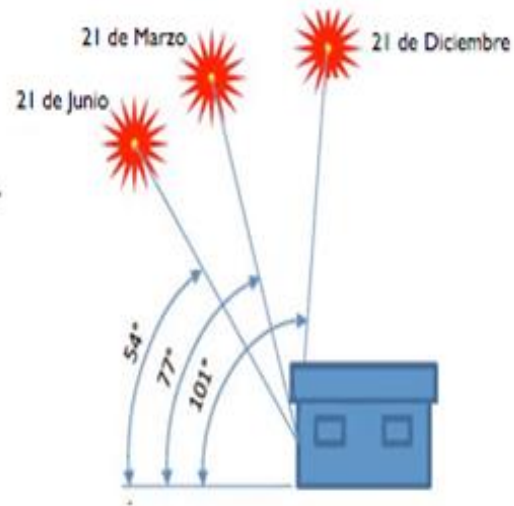
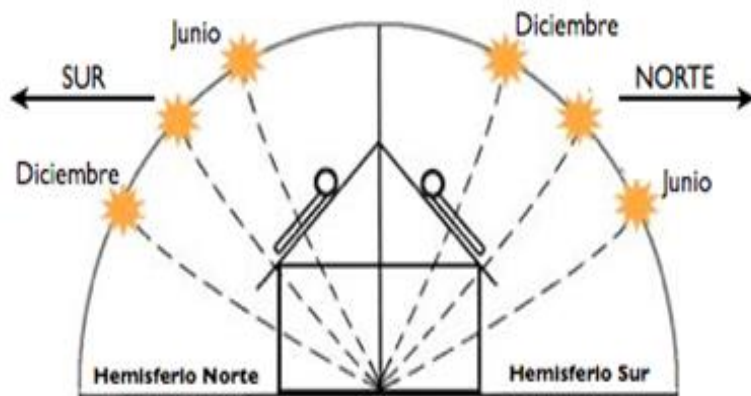
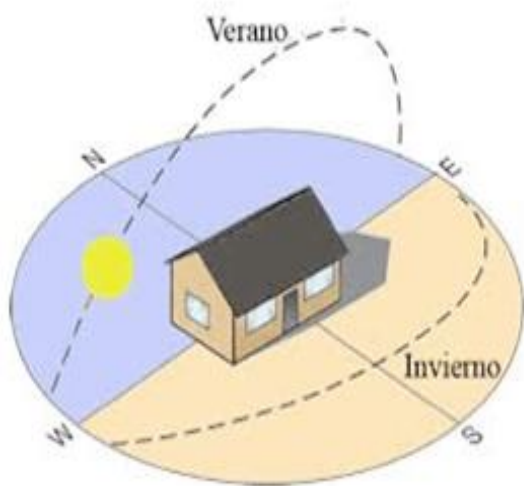
San Carlos de Bariloche – Rio Negro (Z:VI)

## ZONA VI – MUY FRIA

- VERANO - TEMPERATURAS MEDIA MENOR 12 °C
- INVIERNO - TEMPERATURAS MEDIAS MAXIMAS 4°C



# RECORRIDO DEL SOL A LO LARGO DEL AÑO



# HOJITAS DEL CONOCIMIENTO



<https://www.cab.cnea.gov.ar/ieds/index.php/hojitas-del-conocimiento/suscripcion>

ieds

Serie: hojitas de conocimiento  
Tema: ENERGÍA  
Enfoque: Público en General

Una mirada a las  
estrategias bioclimáticas  
como factor de eficiencia energética

### ¿Qué son las estrategias bioclimáticas?

Las estrategias bioclimáticas son procedimientos de diseño de los edificios que tienen en cuenta el clima local y permiten aprovechar los recursos naturalmente disponibles en el lugar, para favorecer el confort interior y reducir el consumo de energía que se destina al acondicionamiento térmico. Estas estrategias se pueden aplicar a escala urbana (controlando el micro-clima de los espacios abiertos, favoreciendo el acceso a sol y brisas, evitando la isla de calor<sup>2</sup>, a escala edilicia (teniendo en cuenta técnicas de diseño, la orientación, la habitabilidad) y a escala constructiva (aplicando tecnología en materiales de construcción y aislantes, usando materiales reciclados o de bajo impacto sobre los ocupantes).



Las más importantes y su relación con la demanda de energía en los edificios son:

#### Ganancia solar

Tiene como función favorecer la captación de radiación solar en épocas de bajas temperaturas. Esta ganancia en forma de calor, asociada a su conservación en el edificio, permite aumentar la temperatura interior. Así se puede reducir la demanda de energía destinada a calefacción en épocas frías. Una mayor ganancia solar se logra evitando una adecuada separación entre los volúmenes constructivos que permita el asoleamiento de los espacios exteriores, el empleo de vegetación que pierda sus hojas en la época invernal, la buena orientación de los espacios y la conveniente disposición y tamaño de los aventanamientos.

#### Protección solar

Tiene como función evitar el ingreso de radiación solar en épocas cálidas para evitar posibles problemas de sobrecalentamiento en los espacios interiores. Es una estrategia que permite reducir la necesidad de enfriar



Autor:  
Gabriela  
Casabianca

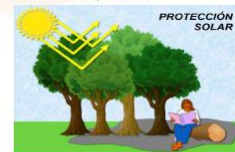
Arquitecta (UBA)  
Magister en Metodología de la  
Investigación Científica (UNLu)  
Investigadora Adjunta Centro  
Habitat y Energía (PAQUUBA)  
Docente Universitaria  
(PAQU-UBA)  
Especialista en diseño  
bioclimático, uso racional de  
energía y arquitectura sostenible



los espacios, disminuyendo la demanda de energía destinada a aire acondicionado. Los beneficios se logran mediante la presencia de aleros y parasoles, la adecuada disposición y orientación de los volúmenes, la calidad de las ventanas y la vegetación exterior que aporte sombra.

#### Protección de viento

Ayuda a mantener condiciones interiores de confort, evitando pérdidas de calor por rozamiento superficial en la envolvente edilicia<sup>3</sup>. Es una estrategia que colabora en la reducción de la demanda destinada a calefacción, ya que se reducen las pérdidas de calor del edificio en épocas frías. Disponer de espacios exteriores protegidos y orientar propiciamente espacios y aberturas son los factores más importantes.



#### Ventilación cruzada

Ayuda a mantener condiciones interiores de confort mediante el aprovechamiento de la brisa o el viento para favorecer el movimiento de aire a nivel sensible (evapotranspiración) para refrescamiento interior. Permite reducir o evitar la demanda destinada a refrescamiento en zonas de clima cálido y húmedo. Favorecen la ventilación cruzada los volúmenes abiertos, las plantas angostas

Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable  
Comisión Nacional de Energía Atómica



### *En Argentina:*

**Consumo de energía en edificios** (residenciales, comerciales y públicos) es aproximadamente el **31%** del total del país.

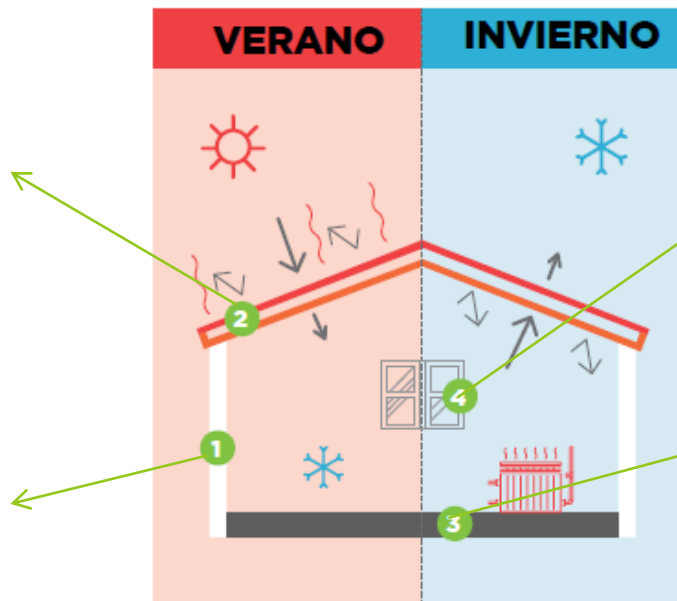
De este consumo, alrededor del **58%** se usa para **acondicionamiento de aire, calefacción y refrigeración**.

Por lo tanto, alrededor del **18% del consumo energético total** del país, se emplea en acondicionamiento térmico de interiores

## COMPONENTES DE LA ENVOLVENTE

La **CUBIERTA**, llamada también la 5ª fachada, está expuesta a radiación solar y sujeta a la mayor pérdida y ganancia de temperatura debido a su ubicación respecto del sol y los vientos.

Los **MUROS** implican la mayor superficie en contacto con el exterior, es por eso que el uso de materiales con gran capacidad de aislación térmica permite reducir la variación de temperaturas entre interior y exterior.



Para lograr una aislación térmica adecuada, también es importante el tratamiento de las **ABERTURAS**. Las puertas exteriores y las ventanas deben tener una aislación adecuada y evitar filtraciones de aire en todos sus componentes.

Si bien la **TIERRA** en sí misma presenta cierta estabilidad térmica, es necesario incluir aislación para alcanzar los estándares requeridos.

***Aislar térmicamente las paredes, techos y pisos puede llegar a representar una reducción de energía para su acondicionamiento térmico de entre el 35 y el 70%.***

# Calculo de Envolverte

$\lambda$

Conductividad Térmica: Representa el calor transmitido a través de un material de espesor unitario por unidad de superficie, cuando el gradiente de temperatura en dirección normal, es unitario.

Refleja cuan fácil es el paso de calor a través de los materiales.

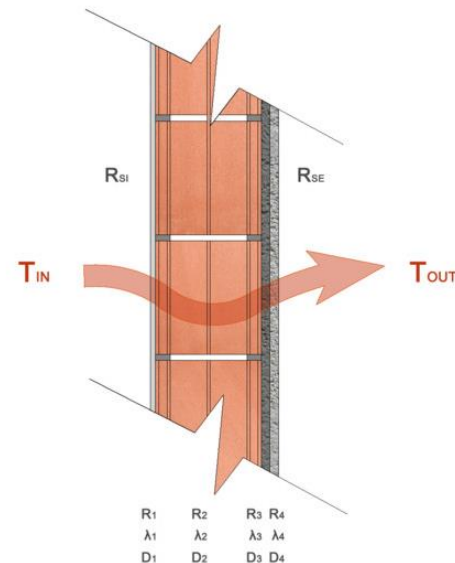
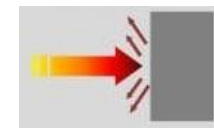
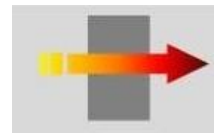
$R$

Resistencia Térmica: Es la capacidad del material de oponerse al flujo del calor. Siendo la inversa de Conductividad Térmica

$K$

Transmitancia Térmica: El calor transmitido por unidad de tiempo por metro cuadrado de la superficie analizada por grado centígrado de diferencia de temperatura entre el aire interior y exterior.

Refleja la capacidad de transmitir calor de un elemento constructivo. Cuanto menor sea el valor, menor será el paso de energía entre ambas caras, y por tanto mejor será las capacidades aislantes del elemento constructivo.





# TABLA DE MATERIALES

## Conductividad

Material	$\lambda$ W/(m·K)	Material	$\lambda$ W/(m·K)
Acero	47 - 58	Hielo	2
Acero inoxidable	12 - 45	Hierro	80,2
Agua	0,58	Hormigón	1,7
Aire	0,025	Ladrillo	0,80
Alcohol	0,16	Ladrillo refractario	0,47 - 1,05
Alpaca	29,1	Latón	81 - 116
Aluminio puro	237	Litio	301,2
Amianto	0,04	Madera	0,04 - 0,4
Bronce	116 - 186	Mercurio	83,7
Caucho	0,16	Mica	0,35
Cemento Portland	0,29	Níquel	52,3
Cinc	106 - 140	Oro	318
Cobre	401	Parafina	0,21
Corcho	0,03 - 0,04	Piedra arenisca	2,4
Diamante	900 - 2300	Plata	429
Estaño	64,0	Plomo	35,0
Fibra de vidrio	0,03 - 0,07	Polipropileno	0,12
Glicerina	0,29	Tierra húmeda	0,8
Helio (superfluidez)	infinito	Vidrio	0,6 - 1,1

NORMA  
ARGENTINA

IRAM  
11601\*

Tercera edición  
2002-10-10

Esta impresión tiene incorporada la Modificación N°1:2004

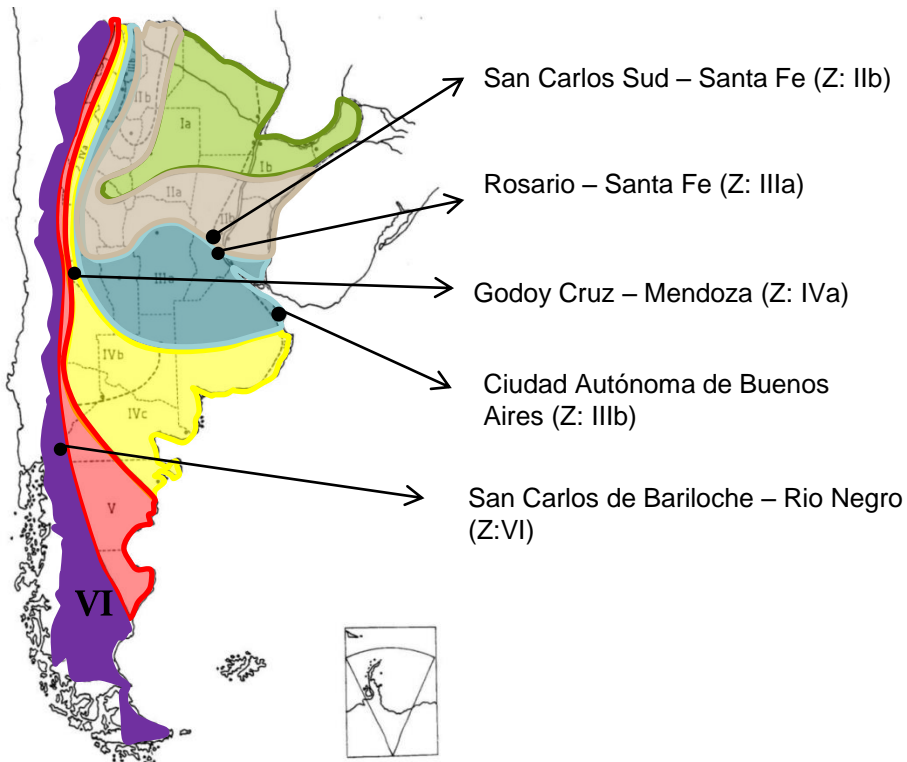
**Aislamiento térmico de edificios**

**Métodos de cálculo**

Propiedades térmicas de los componentes  
y elementos de construcción en régimen  
estacionario

Thermal insulation of building – Calculation method  
Thermal properties of construction components and  
elements in steady-state

## VALORES DE REFERENCIA 11605



Nivel A – Recomendado  
 Nivel B – Medio  
 Nivel C - Mínimo

### Coeficiente de Transmitancia

MUROS - W/M2.K			
Zona bioclimatica	Nivel A	Nivel B	Nivel C
I Y II	0.45	1.10	1.80
III Y IV	0.50	1.25	2.00
TECHOS - W/M2.K			
Zona bioclimatica	Nivel A	Nivel B	Nivel C
I Y II	0.18	0.45	0.72
III Y IV	0.19	0.48	0.76

# CODIGO DE EDIFICACION CABA :2018

## CAPITULO DISEÑO SUSTENTABLE

- Características de Diseño
- Aislamiento térmico
- Confort ( visual, Acústico, calidad de aire interior)
- Gestión ambiental del Proceso constructivo
- Techos verdes
- Uso Eficiente del Agua
- Uso Eficiente de la Energía

*Los muros de frente y contrafrente que cumplan con un K igual o menor a 0.74, podrán avanzar 0.10m por sobre la Línea Oficial y la Línea de Frente Interno, a partir de los 3m de altura*

Componente de la envolvente edilicia	K máximo (W/m <sup>2</sup> .K)
Techos	0,48
Muros exteriores en fachada frente y contrafrente	1
Muros exteriores en muros medianeros o privativos	1,60
Losa de piso bajo azotea	0,80
Superficies transparentes	2,80
Superficies transparentes verticales igual o mayores al 60% del paramento vertical expuesto	1,80

Fuente: Código de Edificación de la Ciudad de Buenos Aires

NORMA IRAM 11601 CALCULO DE TRANSMITANCIA TERMICA			
ELEMENTO	EPOCA DEL AÑO	FLUO DE CALOR	
Muro Exterior	INVIERNO		
ZONA BIOAMBIENTAL	III CIUDAD DE LA PLATA		
Capa de elemento constructivo	espesor	$\lambda$	R
	mm	W/M.K	m2.k/W
Resistencia Superficial interior Rsi			0.13
Revoque fino interior	5	0.490	0.01
Revoque grueso interior	15	0.930	0.02
Ladrillo ceramico 18x18x33	180		0.31
Revoque Grueso exterior	5	0.930	0.02
Base y finish coat	7	1.130	0.01
Resistencia Superficial exteror Rse			0.04
<b>espesor aproximado</b>	212		
<b>RESISTENCIAS TERMICAS TOTALES</b>			<b>0.54</b>
<b>Transmitancia termica K</b>			<b>1.85</b>
<b>Transmitancia maxima Admisible Según IRAM 11605</b>			<b>0.93</b>

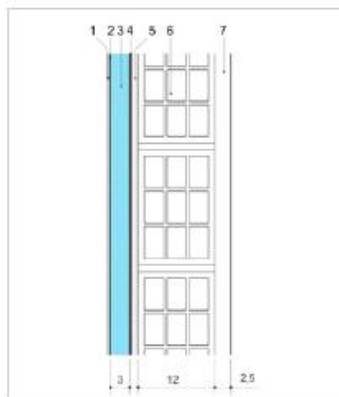
## SIN AISLACION



1.85 > 1.00 muros frente y contrafrente  
> 1.60 muros medianeros

NORMA IRAM 11601		CALCULO DE TRANSMITANCIA TERMICA				
ELEMENTO	EPOCA DEL AÑO		FLUJO DE CALOR			
Muro exterior	INVIERNO		Horizontal			
ZONA BIOAMBIENTAL	III - CIUDAD DE LA PLATA Pcia. de Buenos Aires		IV - CORONEL SUAREZ Pcia. de Buenos Aires			
Capa del elemento constructivo	espesor	$\lambda$	R	espesor	$\lambda$	R
	mm	W/m.K	m <sup>2</sup> .K/W	mm	W/m.K	m <sup>2</sup> .K/W
Resistencia superficial interior $R_{si}$			0,13			0,13
1 Revoque fino interior	5	0,490	0,01	5	0,490	0,01
2 Revoque cementicio grueso interior	15	0,930	0,02	15	0,930	0,02
3 Ladrillo cerámico 18x18x33	180		0,31	180		0,31
4 Revoque cementicio grueso	15	0,930	0,02	15	0,930	0,02
5 Base coat	5	1,130	0,00	7	1,130	0,01
6 Placa de Poliestereno Expandido EPS de 15 kg/m <sup>3</sup>	25	0,037	0,68	30	0,037	0,81
7 Base y finish coat	7	1,130	0,01	5	1,130	0,00
Resistencia superficial exterior $R_{se}$			0,04			0,04
espesor total aproximado	252			257		
RESISTENCIAS TERMICAS TOTALES			1,01			1,34
Transmitancia Térmica del componente $K [W/m^2.K] = 1/R$			0,85			0,74
Transmitancia Máxima Admisible $K_{MAXADM}$ , según IRAM 11605 Nivel B $[W/m^2.K]$			0,93			0,75
Cumple con Norma IRAM 11605: SI / NO			SI			SI

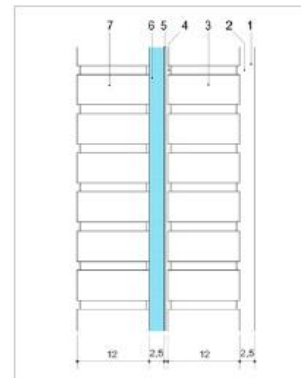
## CON AISLACION



0.85 < 1.00 muros frente y contrafrente  
< 1.60 muros medianeros

NORMA IRAM 11601		CALCULO DE TRANSMITANCIA TERMICA				
ELEMENTO	EPOCA DEL AÑO	FLUJO DE CALOR				
Muro exterior doble	INVIERNO	Horizontal				
ZONA BIOAMBIENTAL	III - CIUDAD DE LA PLATA Pcia. de Buenos Aires		IV - CORONEL SUAREZ Pcia. de Buenos Aires			
Capa del elemento constructivo	espesor	$\lambda$	R	espesor	$\lambda$	R
	mm	W/m.K	m <sup>2</sup> .K/W	mm	W/m.K	m <sup>2</sup> .K/W
Resistencia superficial interior $R_{si}$			0,13			0,13
1 Revoque fino interior	5	0,700	0,01	5	0,700	0,01
2 Revoque grueso interior	20	0,930	0,02	20	0,930	0,02
3 Hoja interior de ladrillo macizo "común"	120	0,810	0,15	120	0,810	0,15
4 Azotado hidrófugo	5	1,130	0,00	5	1,130	0,00
5 Film de PE de 150 micrones	0,15			0,15		
6 Placa de Poliestireno Expandido EPS de 15 kg/m <sup>3</sup>	25	0,037	0,68	35	0,037	0,95
7 Hoja exterior de ladrillo macizo "visto"	120	0,910	0,13	120	0,910	0,13
Resistencia superficial exterior $R_{se}$			0,04			0,04
espesor total aproximado	295			305		
<b>RESISTENCIAS TERMICAS TOTALES</b>			<b>1,16</b>			<b>1,43</b>
Transmitancia Térmica del componente $K [W/m^2.K] = 1/R$			<b>0,86</b>			<b>0,70</b>
Transmitancia Máxima Admisible $K_{MAXADM}$ , según IRAM 11605 Nivel B $[W/m^2.K]$			0,93			0,75
Cumple con Norma IRAM 11605: SI / NO			SI			SI

## MURO MEDIANERO



# EFICIENCIA Y ETIQUETADO

**Norma IRAM 11900 - 2010: Método de Calculo y etiquetado de Eficiencia energética**

**Norma IRAM 11601 :Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario**





**ARQ. JULIETA MARTINEZ GUERRERO**

Mail: [julmartin@cnea.gov.ar](mailto:julmartin@cnea.gov.ar)



INSTITUTO DE ENERGIA Y DESARROLLO  
SUSTENTABLE. CNEA

Página web

<https://www.argentina.gob.ar/cnea/investigacion-y-desarrollo/ieds>