

# Arquitectura Bioclimática y Eficiencia Energética



Consejo Profesional de Arquitectura  
e Ingeniería de Misiones  
Comisión de Política Energética,  
Planeamiento y Medioambiente

Ing. Zulma Cabrera



Consejo Profesional de Arquitectura  
e Ingeniería de Misiones



El Término **energía** (del griego ἐνέργεια *enérgeia*, ‘actividad’, ‘operación’; de ἐνεργός [*energós*], ‘fuerza de acción’ o ‘fuerza de trabajo’)

Tiene diversas acepciones y definiciones, relacionadas con la idea de una capacidad para obrar, transformar o poner en movimiento.

- En física, se la define como la capacidad para realizar un trabajo.
- En tecnología y economía, refiere a un recurso natural (incluyendo a su tecnología asociada) para extraerla, transformarla y darle un uso industrial o económico.

**La energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma.**

(ley de la conservación de la energía).

**Las transformaciones de energía no son eficientes:** cuando una forma de energía se transforma en otra se produce una pérdida de energía aprovechable, normalmente en forma de energía térmica.

Así por ejemplo, una lámpara incandescente transforma el 10% de la energía eléctrica en luz y el resto en calor.



**Eficiencia energética** es una práctica que tiene como objeto **reducir** el consumo de energía.

Los individuos y las organizaciones que son consumidores directos de la energía pueden y deben reducir el consumo energético para disminuir costos y promover sostenibilidad económica, política y ambiental.

El consumo de la energía está directamente relacionado con la situación económica y los ciclos económicos, por lo que es necesaria una aproximación global que permita el diseño de políticas de eficiencia energética.

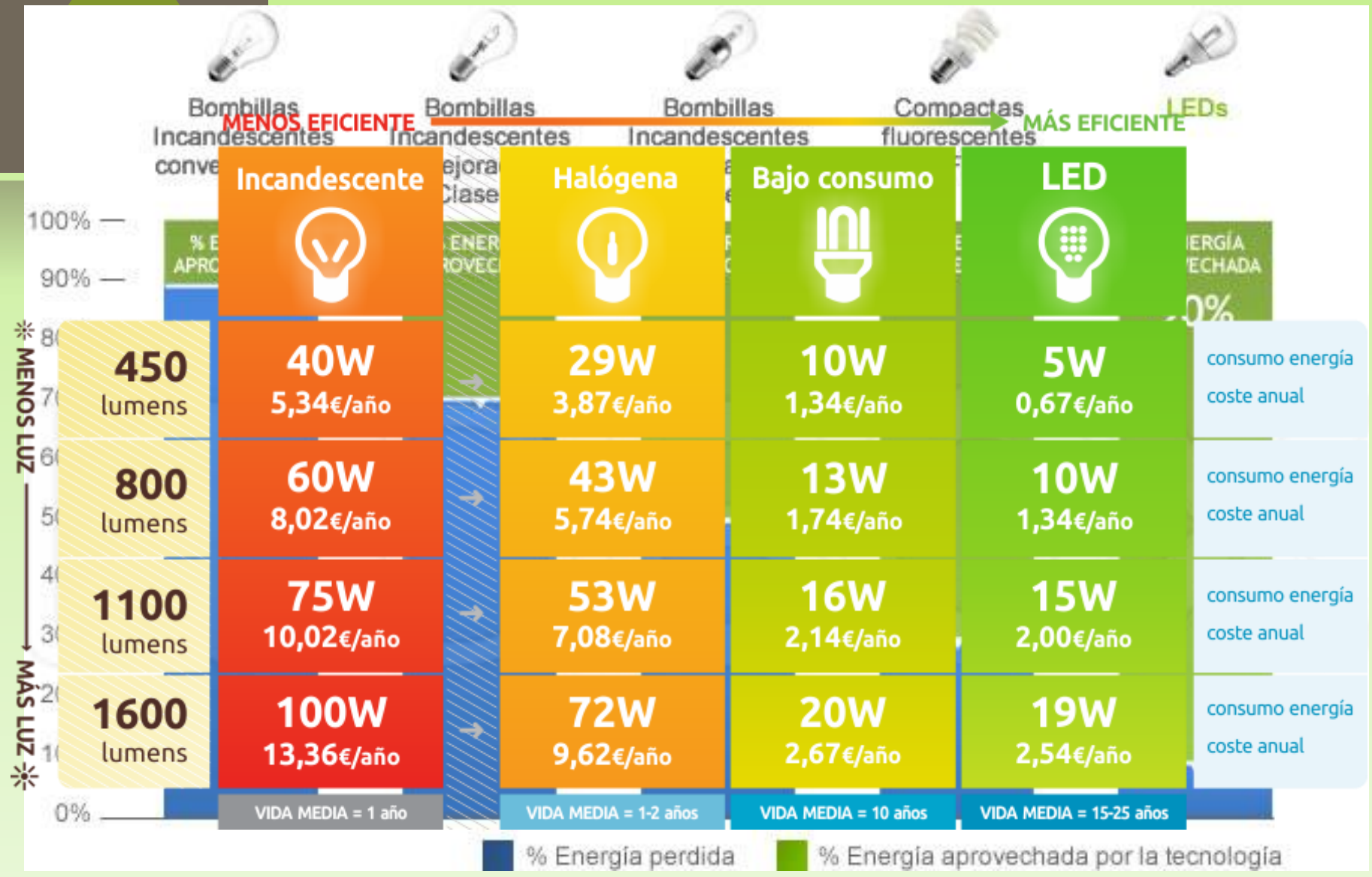
El concepto de **eficiencia energética** tiene que ver con:

La cantidad de energía útil que se puede obtener de un sistema o de una tecnología en concreto.

La utilización de tecnología que necesita menos energía para realizar la misma tarea.

- Una lámpara fluorescente compacta o CFL utiliza menos energía (2/3 menos) que las lámparas incandescentes para proporcionar el mismo nivel de iluminación y puede durar entre seis y diez veces más.

**Las mejoras en eficiencia energética se pueden alcanzar adoptando tecnologías o procesos productivos más eficientes**



consumo energía  
coste anual

consumo energía  
coste anual

consumo energía  
coste anual

consumo energía  
coste anual

## La eficiencia energética consta de tres pilares de acción:

**Eficiencia energética por el lado de la demanda:** Incluye una amplia gama de acciones y prácticas dirigidas a reducir la demanda de electricidad (o de hidrocarburos) y/o intentar desviar la demanda de horas punta a horas de menor consumo. Según la Agencia Internacional de la Energía, es una herramienta muy importante para ayudar a equilibrar la oferta y la demanda en los mercados de electricidad, reducir la volatilidad de precios, aumentar la fiabilidad y la seguridad del sistema, racionalizar la inversión en infraestructuras de suministro de electricidad y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

**Eficiencia energética por el lado de la oferta:** Se refiere al conjunto de medidas adoptadas para garantizar la eficiencia a lo largo de la cadena de suministro de electricidad. Las empresas intentan encontrar medios para realizar un uso más eficaz de sus equipos de generación menos eficientes. Se trata de mejorar el funcionamiento y mantenimiento de los equipos actuales o mejorarlos con tecnologías de vanguardia de eficiencia energética. Algunas empresas tienen sus propias alternativas de generación de electricidad, por lo que tienden a estudiar la eficiencia energética por el lado de la oferta además de por el lado de la demanda.

**Conservación de la energía:** Es el conjunto de actividades dirigidas a reducir el consumo de energía a través de un uso más eficaz de la energía y un menor consumo de energía y/o hidrocarburos.

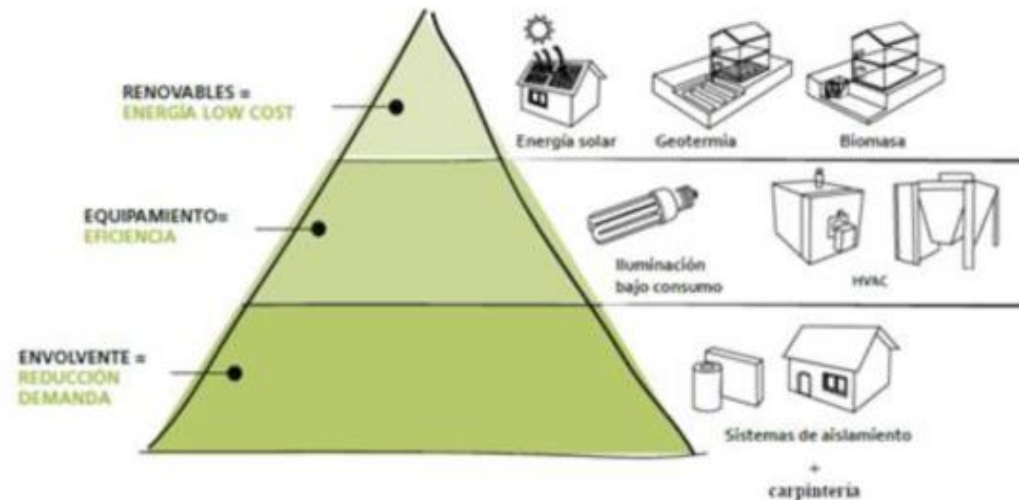
El objetivo último de la eficiencia energética en la edificación es reducir el consumo de energía primaria, y consecuentemente las emisiones de CO2 a la atmósfera debido a la actividad constructiva y sobre todo, al uso y explotación de los edificios.

Para conseguir este objetivo de reducción de consumo energético, es necesario entender una concepción en la que **el edificio supera su papel de consumidor de energía para convertirse en una infraestructura energética urbana**, capaz de:

- *Generar*
- *Recibir*
- *Almacenar*
- *Distribuir energía térmica y eléctrica*
- *de forma inteligente*
- *Reduciendo de esta manera*
- *el impacto energético y ambiental*
- *provocado por el hecho de construir*

Todo ello sin renunciar a la estética, ni a la transparencia, ni a la ligereza, ni al resto de condicionantes técnicos, espaciales y formales propios de la Arquitectura.

El triángulo de la energía





## Eficiencia Energética

Reduce el Impacto Ambiental

Reduce Costos de Control Ambiental

Mejora la Imagen

Reduce el Índice de Consumo

Reduce los Costos Unitarios

Disminuye los Precios

Aumenta la Confiabilidad

Reduce las paradas, reprocesos

Permite cumplir los Plazos de entrega

Desarrolla Cultura Organizacional

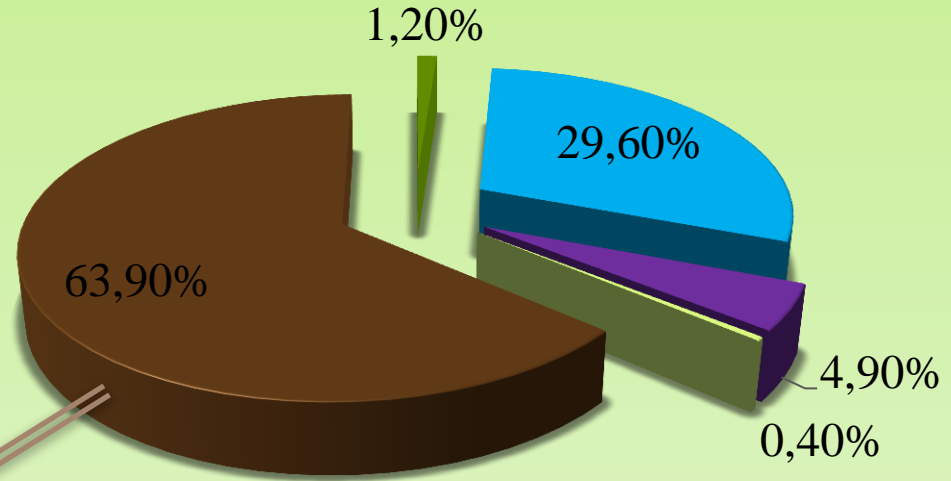
Producción, Mantenimiento, Compras, Medioambiente, Calidad

Mejora la Calidad

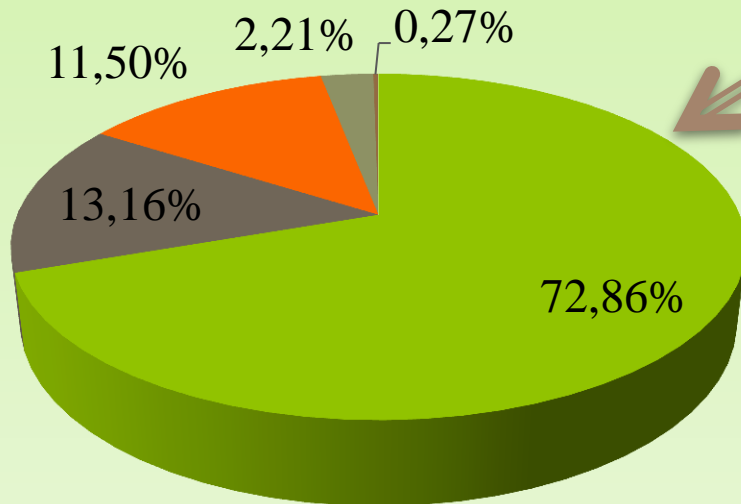


# Generación eléctrica por fuentes

- Importación
- Hidráulica
- Nuclear
- Solar/Eólica
- Térmica



## Energía no renovable

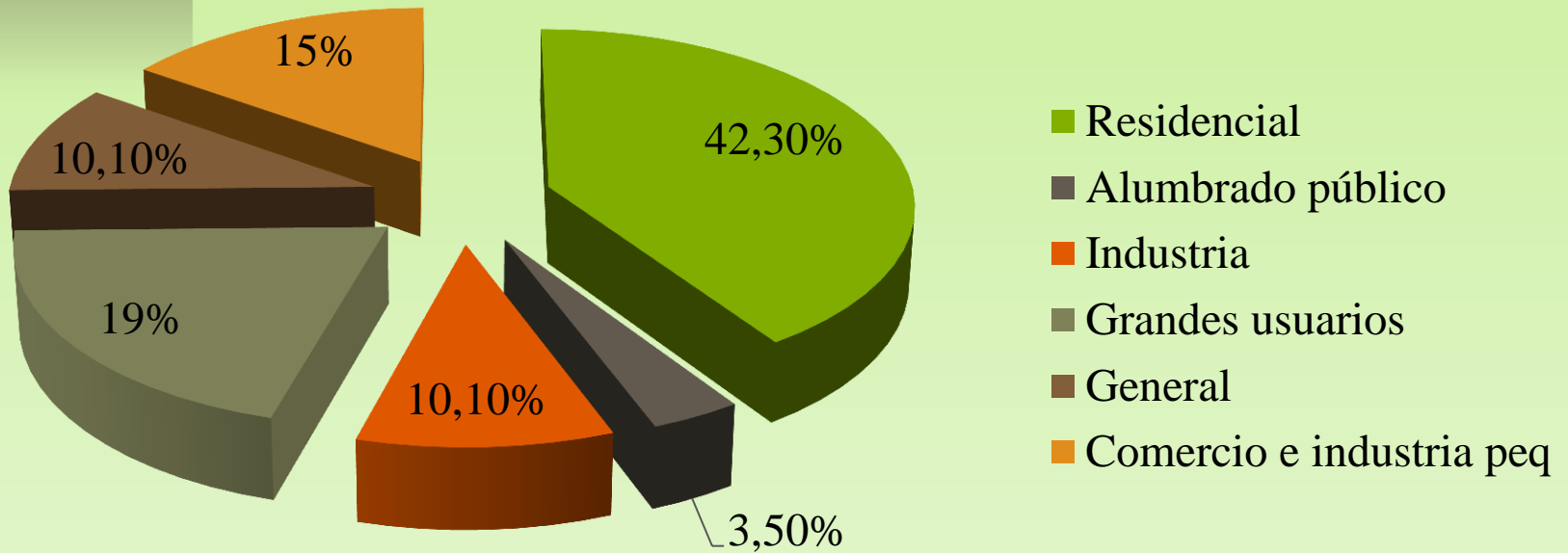


- Gas natural
- Fuel oil
- Gas Oil
- Carbón
- Bio

Fuente: FUNDELEC CAMMESA año 2015



## Consumo por tipo de usuario



Fuente: ADEERA año 2015

Consumos medios energéticos de una vivienda se suponen divididos así:

El ahorro conjunto de los gastos por:

calefacción y refrigeración +  
iluminación natural bien diseñada +  
A.C.S. de origen solar

**Supera el 75% del consumo energético por vivienda**

39% en calefacción – refrigeración

28% destinado al calentar agua (A.C.S.)

21% uso de electrodomésticos

12% en iluminación

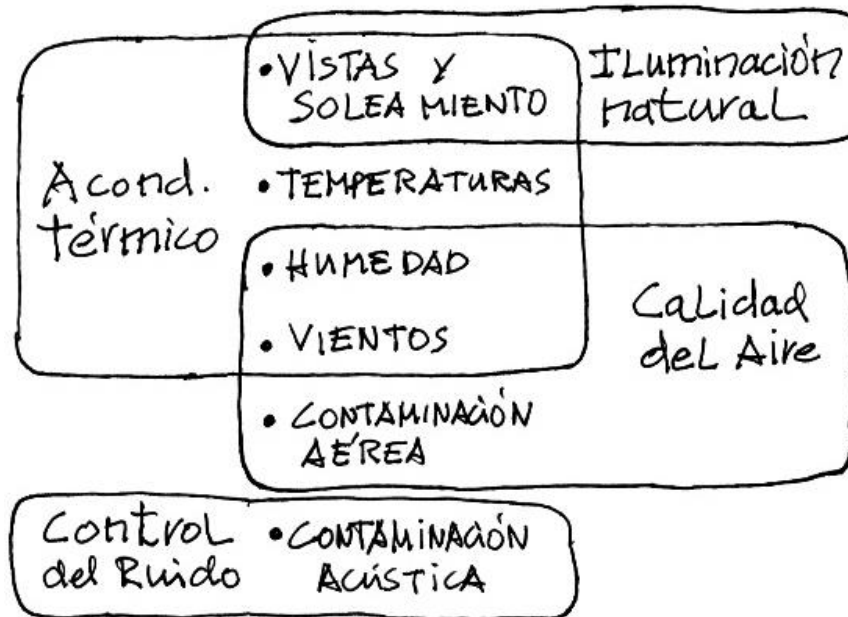
Si se aplicara ese 75% a los datos de Consumo nacional por usuario, se lograría **disminuir del 42,30% a 10,575%**

Es decir un **ahorro del 31,725% energía**

# Construcción Bioclimática

Consiste en el diseño de edificaciones teniendo en cuenta las condiciones climáticas, aprovechando los recursos disponibles (sol, vegetación, lluvia, vientos) para disminuir los impactos ambientales, intentando reducir los consumos de energía.

Una vivienda bioclimática puede conseguir un gran ahorro e incluso llegar a ser sostenible en su totalidad. Aunque el coste de construcción puede ser mayor, puede ser rentable, ya que el incremento de la vivienda se compensa con la disminución de los recibos de energía. Es parte integrante de la Arquitectura Sustentable.





## En su diseño se deben tener en cuenta

Ubicación

Orientación de la vivienda (norte-sur)

Forma de la vivienda

Captación solar pasiva (directa-semidirecta-indirecta)

Aprovechamiento climático del suelo

Los aislamientos: térmico, hidráulico y acústico

Ventilación

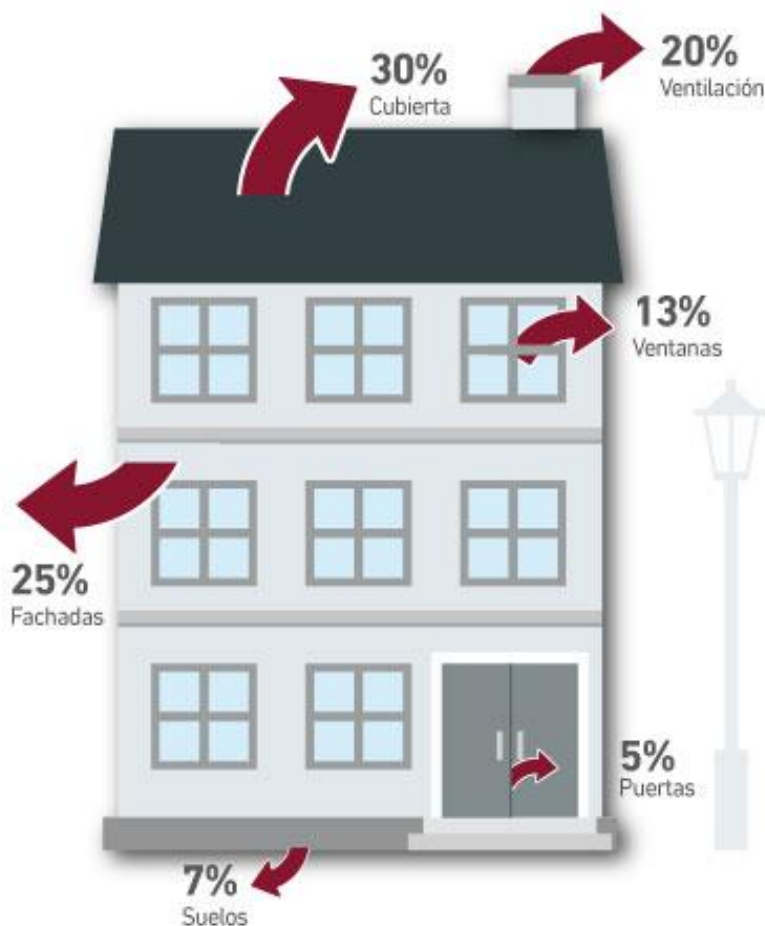
Espacios Tapón

Sistemas evaporativos de refrigeración

El uso de energías alternativas

## La importancia de la envolvente del edificio


Esta envolvente tiene una incidencia fundamental sobre la demanda energética, es decir, sobre el consumo de energía que debemos soportar para conseguir unas determinadas condiciones de confort en el interior de nuestras viviendas.



Mejorar una fachada, o una cubierta, conduce a una reducción de la demanda, es decir, a un ahorro en térmicos energéticos y económicos.

Los edificios existentes están contruidos, en su mayoría, según unas normativas constructivas muy básicas que no establecían obligaciones respecto a limitaciones de consumo o aislamientos.

El siguiente gráfico indica, de forma muy aproximada, por dónde se pierde energía en las viviendas. Las fachadas representan un porcentaje alto de la superficie de contacto con el exterior del edificio, con lo que actuar sobre ellas repercute de forma importante en el ahorro de energía.



Aprovechar las obras de mantenimiento habituales de la fachada para incrementar, por ejemplo, su capacidad de aislamiento, puede resultar una estrategia interesante que permitirá:

Un ahorro energético y por tanto reducción de las facturas de suministro

Disminución de emisiones de gases con efecto invernadero

Incrementar el valor del edificio

Algunas de las medidas más efectivas para mejorar la envolvente térmica del edificio son:

Mejorar el aislamiento térmico

Sustitución de las carpinterías y los vidrios

Aislar los puentes térmicos (encuentros de estructura con fachada, cajas de persiana...)

La mejora del aislamiento de muros y cubierta puede reducir un 18% la demanda de calefacción o refrigeración, al igual que mejorar las carpinterías y los vidrios, que podrían reducir otro 18%.

Estas actuaciones en fachada se pueden combinar con otras de diferente naturaleza, como mejorar la ventilación del edificio, mejorar el rendimiento de sus instalaciones, instalar fuentes de energía renovable, etc.

## Recomendaciones de diseño para techos

- ***Adecuada aislación térmica***, esta recomendación no sólo es para evitar el riesgo de condensaciones, sino también para aumentar el confort interior de la vivienda y minimizar los costos en aclimatación mecánica.
- Usar ***materiales aislantes al pasaje de vapor de agua***, (barreras o frenos de vapor) lo más cercanos al espacio interior posible, de esta manera la temperatura de rocío es baja en el resto del cerramiento.
- ***adecuada ventilación de todos los espacios***.
- Usar sólo ***medios de calefacción con buen tiraje exterior***.
- En los casos que sea necesario, ***disponer una barrera de vapor en la cara caliente del aislante***.
- ***Aislar térmicamente la capa impermeable***, (techo invertido)
- Usar cubiertas “***sándwich***”, que posean una barrera impermeable en la cara interior y otra al exterior; y entre las dos capas resistentes al agua una aislación térmica, que mantiene “***caliente***” la capa inferior, de manera que trabaje de forma adecuada como una barrera de vapor.
- Disponer en las cubiertas pesadas ***ruptores de vapor o capas de repartición de la presión de vapor en la capa termoaislante***, para eliminar al exterior cuando los excesos de vapor de agua.
- ***Ventilar la cara inferior de la cubierta***, para que posea una presión de vapor similar a la del exterior (cubierta fría).



# Recomendaciones de diseño para paredes

El criterio de análisis se basó en que el o los materiales utilizados cumplieran los requisitos adecuados para la zona con respecto a:

- Transmitancia térmica
- Puente hidráulico
- Barrera de vapor

Y además:

- Sean de fácil construcción, mantenimiento y óptimos económicamente.
- Tengan la menor incidencia posible en la contaminación ambiental.

## **Transmitancia Térmica**

Para su evaluación se tuvo en cuenta los valores máximos admisibles en la revisión de la Norma IRAM 11605 para la zona del NEA, de tal manera que se logren niveles de confort.

## **Barrera de Vapor**

Su uso es necesario cuando es posible que se produzcan condensaciones intersticiales, y su función es *“reducir la presión de vapor dentro de la pared o techo, en las partes donde comienza a disminuir la temperatura”*. *«Las barreras de vapor son eficaces en la cara caliente de la pared, o del lado caliente del aislante»*.



## Recomendaciones de diseño para pisos

En lo referente a los pisos no ventilados o sobre el terreno natural: es conveniente que se encuentren aislados, si bien no es necesaria toda su superficie, se recomienda utilizar material aislante térmico en forma perimetral del contorno, abarcando una franja de aprox. 1 metro y con un espesor mínimo de 1,5 cm.

Con respecto a los pisos ventilados o elevados del suelo: lo habitual es que se los construya o bien sobre cepos (zonas frías o en lugares propensos a inundarse) o bien como balcones o entrepisos sobre cocheras. En este caso donde hay ventilación por debajo, todo ese volumen de aire se lleva el calor, entonces es necesario aislarlo. La pérdida de calor por el piso puede ser del orden del 5%, mucho menor a las pérdidas por el techo y las ventanas.



# Proceso de Concepción del Proyecto de Arquitectura Bioclimática para Barrios de Viviendas

---

Criterios Adoptados

---

Programa de Necesidades

---

**Análisis Bioclimático**

Características climáticas

Implantación

Materiales Constructivos

---

**Estrategias de Diseño**

Condicionantes

Estudio de Insolación

Inercia y Aislamiento Térmico

Ventilación Cruzada

---

**Sistemas Complementarios**

Termotanque Solar

# Vivienda IPRODHA modelo A/05 3 dormitorios

## DATOS GENERALES

**Diseño:** IPRODHA.  
**Dirección:** IPRODHA.  
**Construcción:** S/D

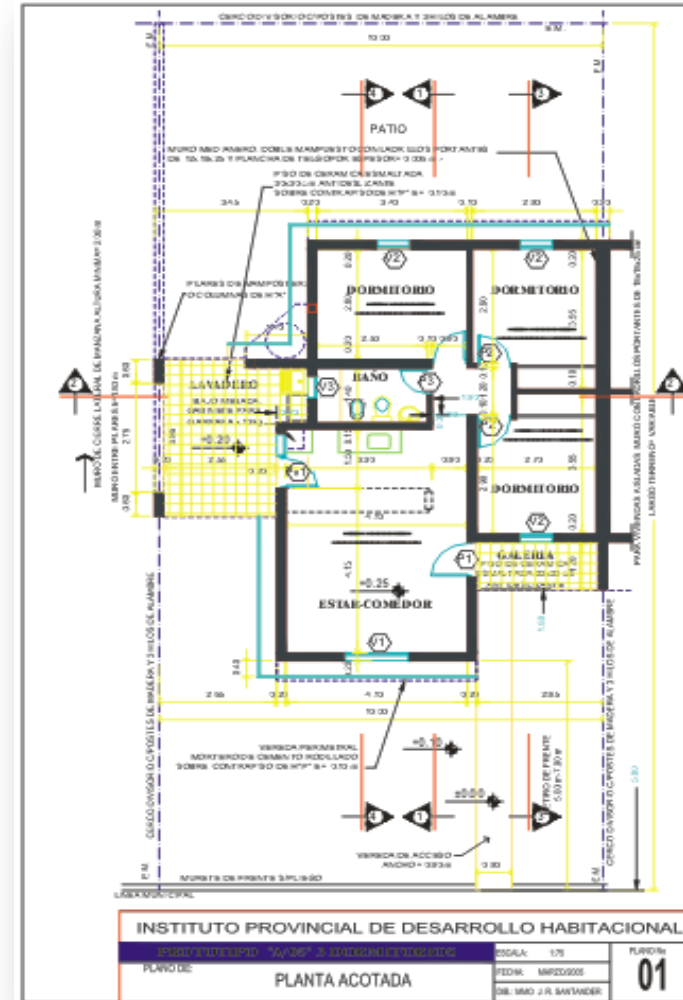
**Datos catastrales**  
Sin especificar.

**Infraestructura y servicios**  
*Síntesis de la infraestructura del barrio*  
**Agua corriente:** sí.  
**Luz Eléctrica:** sí.

### Descripción constructiva de la vivienda

**Pisos:** contrapiso H° P°. Pisos exteriores de cerámica esmaltada antideslizante (galería y lavadero) y pisos interiores de cerámica esmaltada. Zócalos de cerámica esmaltada.

**Paredes:** de ladrillos comunes de 0,20 m de espesor, con terminación: A la vista en la cara exterior (junta enrasada) y con revoque completo en la cara interior.



# Vivienda IPRODHA modelo A/05

## 3 dormitorios



**Cielorraso:** de baño y lavadero: suspendido con metal desplegado, estructura de madera, con revoque grueso fratazado y terminado al fieltro con arena fina. De la galería: de machimbre de  $\frac{1}{2}$ " de espesor colocado sobre tirantes. Del resto de la casa: los planos no especifican que tipo de cielorraso suspendido es.

**Techo:** chapa ondulada aluminio-zinc (cincalum o similar) n° 25 de 0,5 mm de espesor, sobre clavadores de madera semidura de 2" x 2". Lana de vidrio de 38 mm de espesor y como barrera de vapor un film de polietileno.

**Carpinterías:** metálicas.

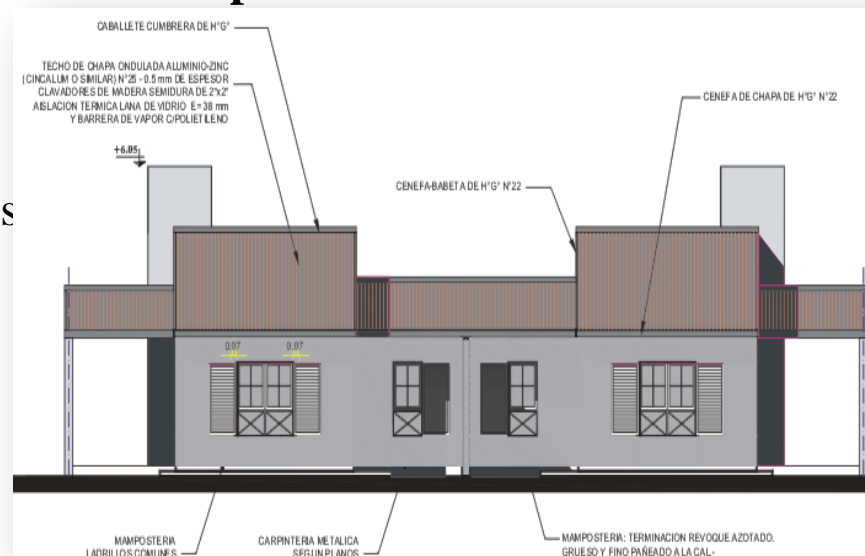
**Instalaciones sanitarias**

**Desagües cloacales:** sistema estático con posibilidad de conexión futura a red

**Desagües pluviales:** No

**Instalaciones eléctricas:** Si

**Pintura:** sin datos en los planos





# Vivienda Bioclimática Nuclear

## DATOS GENERALES

**Diseño:** Arq. Juan Ramón Guidura.

**Dirección:** S/D.

**Construcción:** S/D

**Observaciones previas:** para el diseño se consideraron las premisas de la arquitectura bioclimática.

**Datos catastrales:** sin datos

**Infraestructura y servicios**

### *Síntesis de la infraestructura propuesta para el barrio*

**Agua corriente:** sí.

**Luz Eléctrica:** sí.

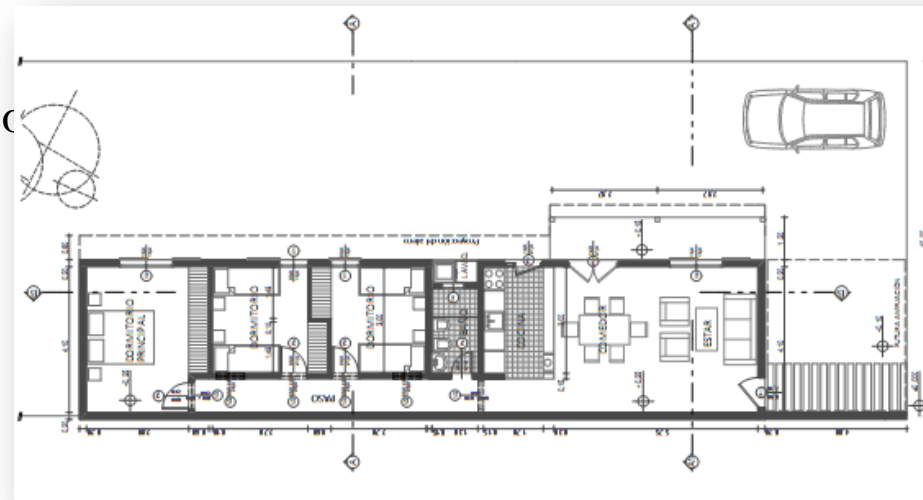
**Alumbrado público:** luces incandescentes.

**Pavimento:** calles empedradas.

**Teléfono:** sí

**Red Cloacal:** sistema estático con futura conexión a dinámica

**Desagües pluviales:** s/d



# Vivienda Bioclimática Nuclear



## Descripción constructiva de la vivienda

**Pisos:** cerámicos.

**Paredes:** dobles: ladrillos comunes a panderete, con aislación térmica de polipropileno de 7 cm de espesor, ladrillo hueco 18. Terminación: con revoque completo en ambas caras.

**Cielorraso:** suspendido de machimbre de ½” de espesor con estructura de madera.

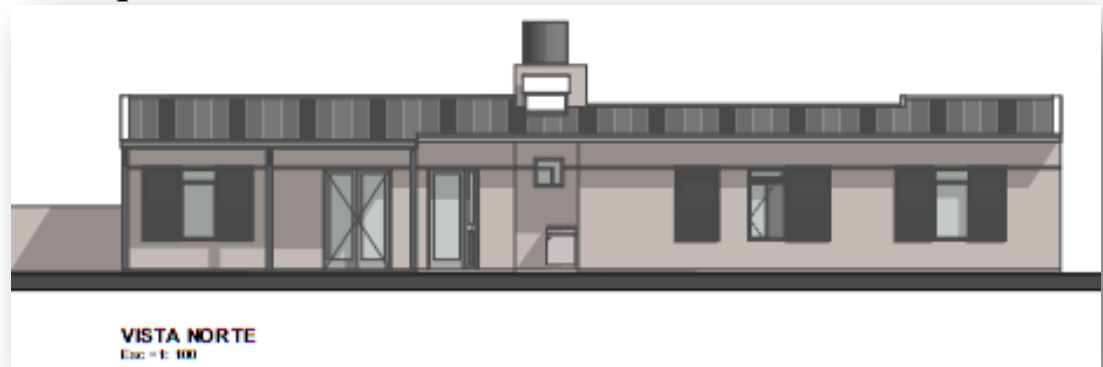
**Techo:** chapa ondulada aluminio-zinc (cincalum o similar) n° 25 de 0,5 mm de espesor, sobre clavadores de madera semidura de 2” x 2”. Aislante térmico lana de vidrio de 80 mm de espesor y como barrera de vapor un film de polietileno.

**Carpinterías:** puertas de madera y ventanas de chapa con celosía.

**Instalaciones eléctricas:** si

**Pintura:** acrílica.

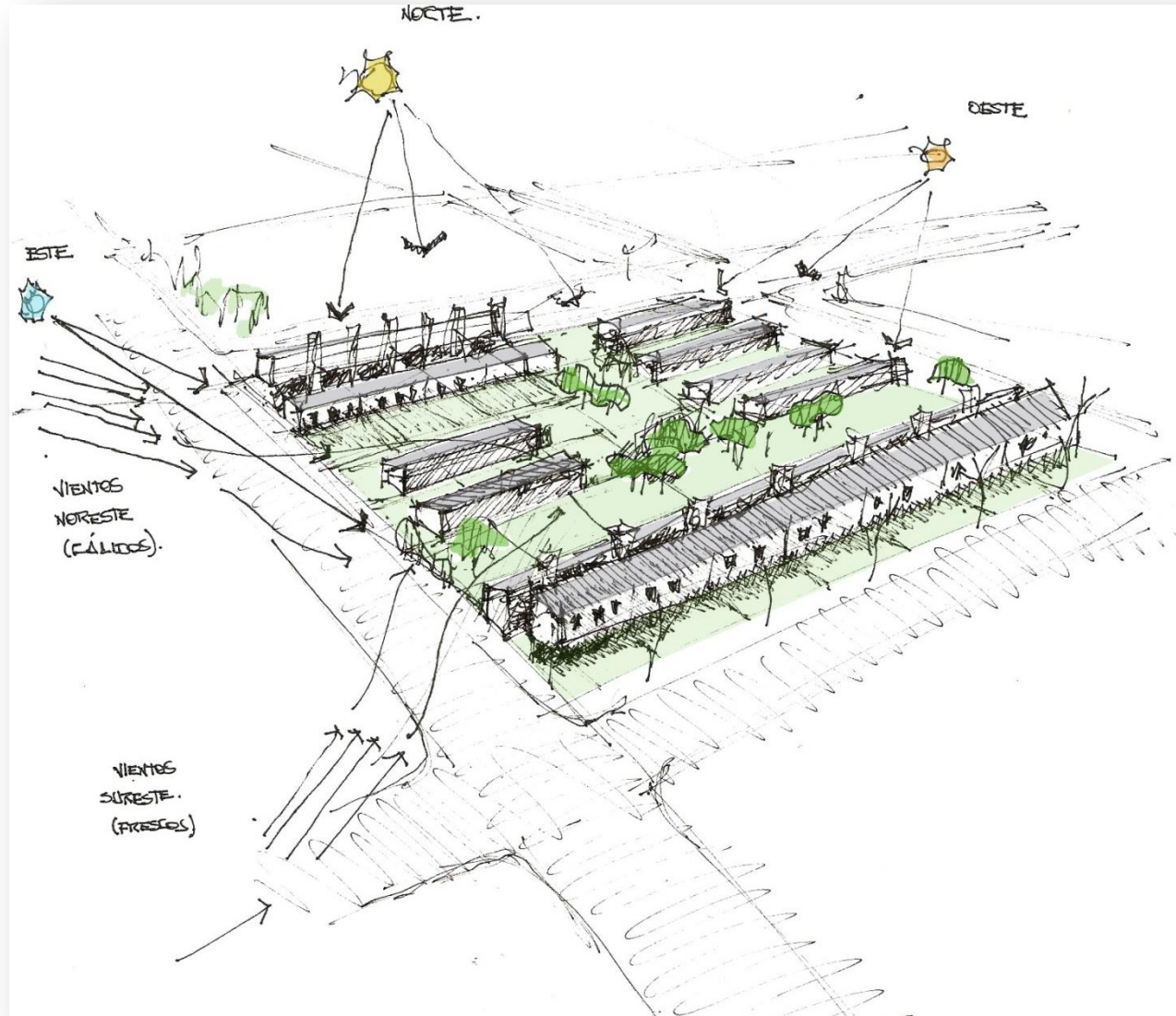
**Otras:** termotanque solar.







# Manzanas





# Manzanas







## Colores claros en paredes exteriores y techos.

No se cumple en paredes (ladrillo visto)

Se cumple en ambos casos

**El eje mayor de la vivienda será, preferentemente, Este-Oeste.**

Las viviendas se construyen sin tener en cuenta este criterio

Se analizaron y diseñaron las viviendas para alcanzar este objetivo

**La ventilación cruzada de la vivienda es fundamental, dada la influencia benéfica de la velocidad del aire, para disminuir el "discomfort".**

Las viviendas se construyen sin tener en cuenta este criterio

Es uno de los principios básicos del diseño

**La existencia de espacios semi-cubiertos (galerías, balcones, terrazas, patios) que puedan ser protegidos de los insectos, sería sumamente conveniente; la necesidad de mosquiteros implica, contrariamente, una sensible reducción de la ventilación.**

No se cumple en la mayoría de los barrios entregados

Se diseñaron las aberturas con tela mosquitera

**La necesidad de minimizar las superficies que miren al Oeste y al Este deberá tenerse en cuenta. En esta zona, el invierno reviste muy poca importancia, por lo que no será necesario prestar atención a este aspecto.**

No se tiene presente este aspecto

Se diseñó teniendo en cuenta este criterio

**Deberá considerarse la necesidad de aprovechar los vientos dominantes y la creación de zonas de alta y baja presión que aumenten la circulación de aire.**

Las viviendas se construyen sin tener en cuenta este criterio

Se analizaron y diseñaron las viviendas para que este aspecto potencie la ventilación cruzada

**Gran aislación térmica en techos y en las paredes orientadas al este y al oeste.**

Tienen aislación en el techo, pero no en las paredes

Tienen gran aislación en techos, paredes y piso



# Cálculos de Calefacción y Refrigeración



Vivienda IPRODHA modelo A/05

3 dormitorios

**Coefficiente de transmitancia térmica K máx (valores de la IRAM 11.605)**

Verano	Nivel A	Nivel B	Nivel C
Muros	0,45	1,10	1,80
Techos	0,18	0,45	0,72

Invierno	Nivel A	Nivel B	Nivel C
Muros	0,26	0,69	1,19
Techos	0,23	0,60	1,00

Techos: 0,64 W/m<sup>2</sup>°C  
 Muros: 0,34 W/m<sup>2</sup>°C  
 (solo pared medianera)  
**2,64 W/m<sup>2</sup>°C** (resto de los  
 paramentos verticales)  
 Pisos: 1,80 W/m<sup>2</sup>°C  
 Ventanas: 3,50 W/m<sup>2</sup>°C  
 Puertas: 6,00 W/m<sup>2</sup>°C

Techos: 0,32 W/m<sup>2</sup>°C  
 (chapa Zinc)  
 0,36 W/m<sup>2</sup>°C (losa H<sup>o</sup>A<sup>o</sup>)  
 Muros: 0,35 W/m<sup>2</sup>°C  
 Pisos: 1,00 W/m<sup>2</sup>°C  
 Ventanas: 3,50 W/m<sup>2</sup>°C  
 Puertas: 3,50 W/m<sup>2</sup>°C

Vivienda Bioclimática Nuclear  
 3 dormitorios

# Cálculos de Calefacción y Refrigeración



Vivienda IPRODHA modelo A/05

3 dormitorios

## Carga Térmica Total y Coeficiente de transmitancia Global G de calefacción (valores de la IRAM 11.604)

Q: 200.831,85 Kwh/año  
G admisible: 1,97 W/m<sup>2</sup>°C  
G vivienda: **4,41 W/m<sup>2</sup>°C**

Q: 139.163,63 Kwh/año  
G admisible: 1,79 W/m<sup>2</sup>°C  
G vivienda: 1,74 W/m<sup>2</sup>°C

## Carga Térmica Total y Coeficiente Volumétrico de refrigeración GR (valores de la IRAM 11.659-2)

QR: 5.447,72 W \*  
GR admisible: 28,24 W/m<sup>3</sup>  
G vivienda: **32,62 W/m<sup>3</sup>**

QR: 3.600,96 W \*  
GR admisible: 15,91 W/m<sup>3</sup>  
G vivienda: 14,67 W/m<sup>3</sup>

\*: no se computaron las cargas térmicas por equipos

Vivienda Bioclimática Nuclear  
3 dormitorios



# Etiquetado Energético IRAM 11.900



## Vivienda IPRODHA modelo A/05

3 dormitorios

Energía de calefacción		
ZONA SUR MISIONES		Envolvente
Más eficiente		
		<b>E</b>
Menos eficiente		
$t_m$	[°C]	2,65
$K_m$	[W/m <sup>2</sup> .K]	1,84
Temperatura de diseño mínima exterior según IRAM 11603 en °C		6,9
Temperatura de diseño interior en °C		20
Superficie cubierta en m <sup>2</sup>		
Profesional responsable		IPRODHA
Certificado N°		
Fecha evaluación		
Fecha emisión certificado		
IRAM 11900		

Etiqueta	Condición
<b>A</b>	$t_m = 1^\circ\text{C}$
<b>B</b>	$1^\circ\text{C} < t_m = 1,5^\circ\text{C}$
<b>C</b>	$1,5^\circ\text{C} < t_m = 2^\circ\text{C}$
<b>D</b>	$2^\circ\text{C} < t_m = 2,5^\circ\text{C}$
<b>E</b>	$2,5^\circ\text{C} < t_m = 3^\circ\text{C}$
<b>F</b>	$3^\circ\text{C} < t_m = 3,5^\circ\text{C}$
<b>G</b>	$3,5^\circ\text{C} < t_m = 4^\circ\text{C}$
<b>H</b>	$t_m > 4^\circ\text{C}$

Energía de calefacción		
ZONA SUR MISIONES		Envolvente
Más eficiente		<b>A</b>
Menos eficiente		
$t_m$	[°C]	0,96
$K_m$	[W/m <sup>2</sup> .K]	0,58
Temperatura de diseño mínima exterior según IRAM 11603 en °C		6,9
Temperatura de diseño interior en °C		20
Superficie cubierta en m <sup>2</sup>		
Profesional responsable		Zulma Cabrera Juan Guidura
Certificado N°		
Fecha evaluación		
Fecha emisión certificado		
IRAM 11900		

3 dormitorios  
Vivienda Bioclimática Nuclear



# Otras consideraciones



Vivienda IPRODHA modelo A/05

3 dormitorios

No contempla este punto en el diseño

Se contempla el uso de Termotanque Solar

## Costos año 2010

Total: 264.313,08 \$  
Por m2: 3.562,17 \$/m2

Total: 352.649,93 \$  
Por m2: 3.759,60 \$/m2

Vivienda Bioclimática Nuclear  
3 dormitorios

**La vivienda bioclimática cuesta  
5,54 %/m2 más**

Que se puede amortizar entre 14 a 9 años según el grado de eficiencia logrado (54% a 75%)

# MUCHAS GRACIAS

Ing. Zulma Cabrera



Consejo Profesional de Arquitectura  
e Ingeniería de Misiones  
Comisión de Política Energética,  
Planeamiento y Medioambiente



Consejo Profesional de Arquitectura  
e Ingeniería de Misiones