

# Diseño y adaptación de envolventes de edificios

Sistemas de aislamiento térmico.

ALENER / 16.04.2018

*“La calidad y la sustentabilidad de las edificaciones en México, repercuten directamente en el bienestar y el desarrollo de las personas”.*



## Contacto



@AlenerMexico

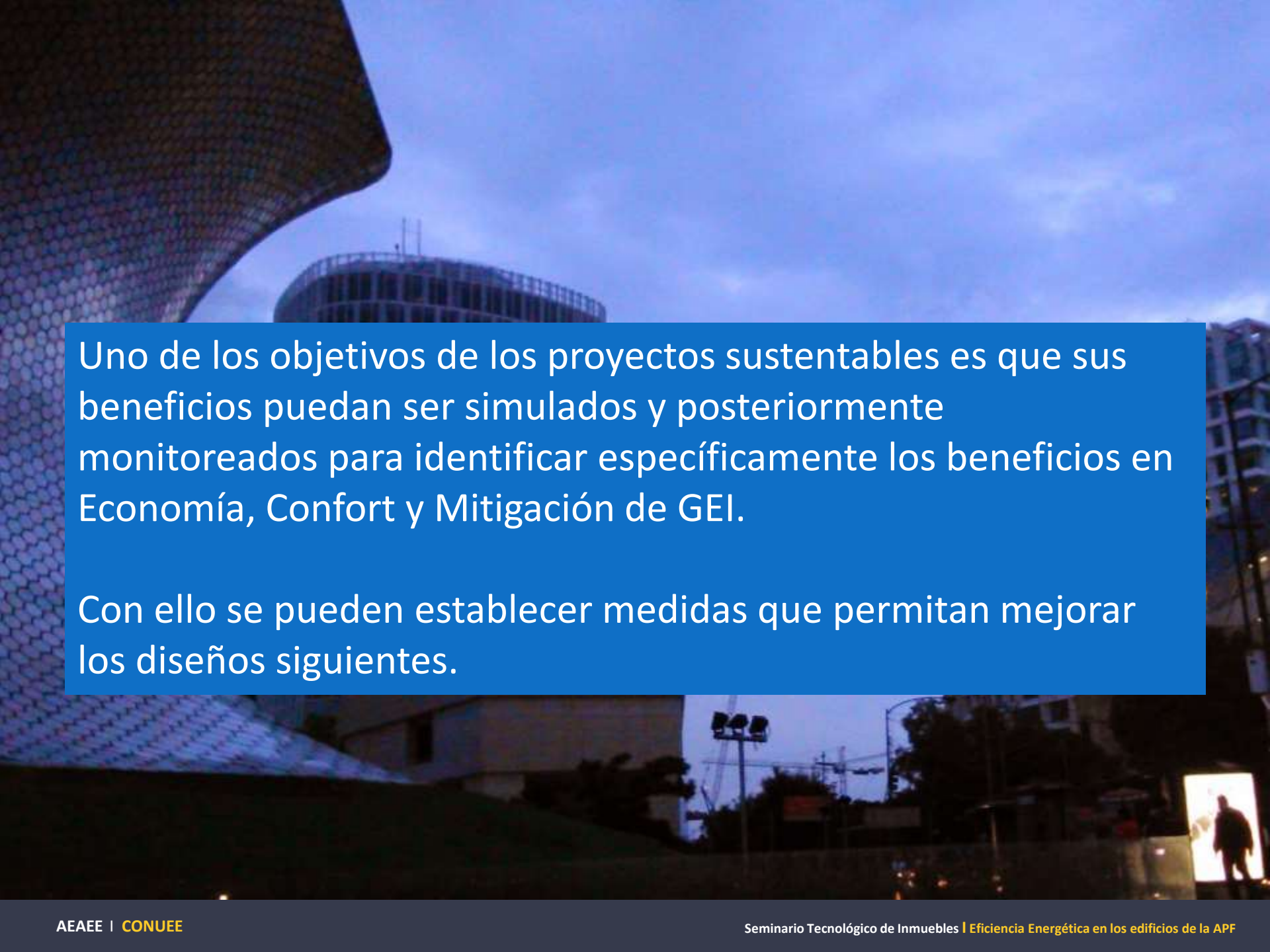


acarrazco@ahorroenergia.org.mx



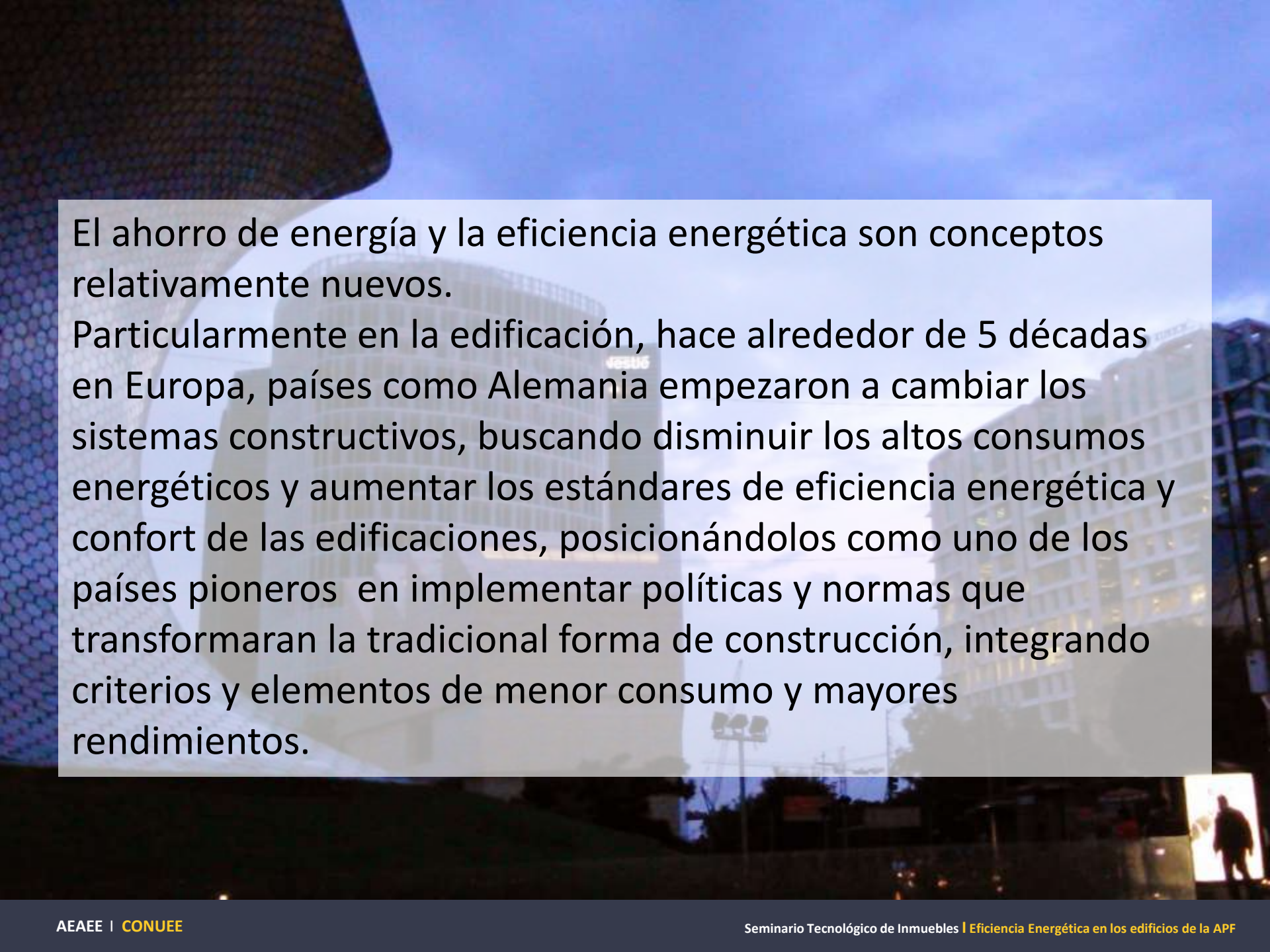
www.ahorroenergia.org.mx





Uno de los objetivos de los proyectos sustentables es que sus beneficios puedan ser simulados y posteriormente monitoreados para identificar específicamente los beneficios en Economía, Confort y Mitigación de GEI.

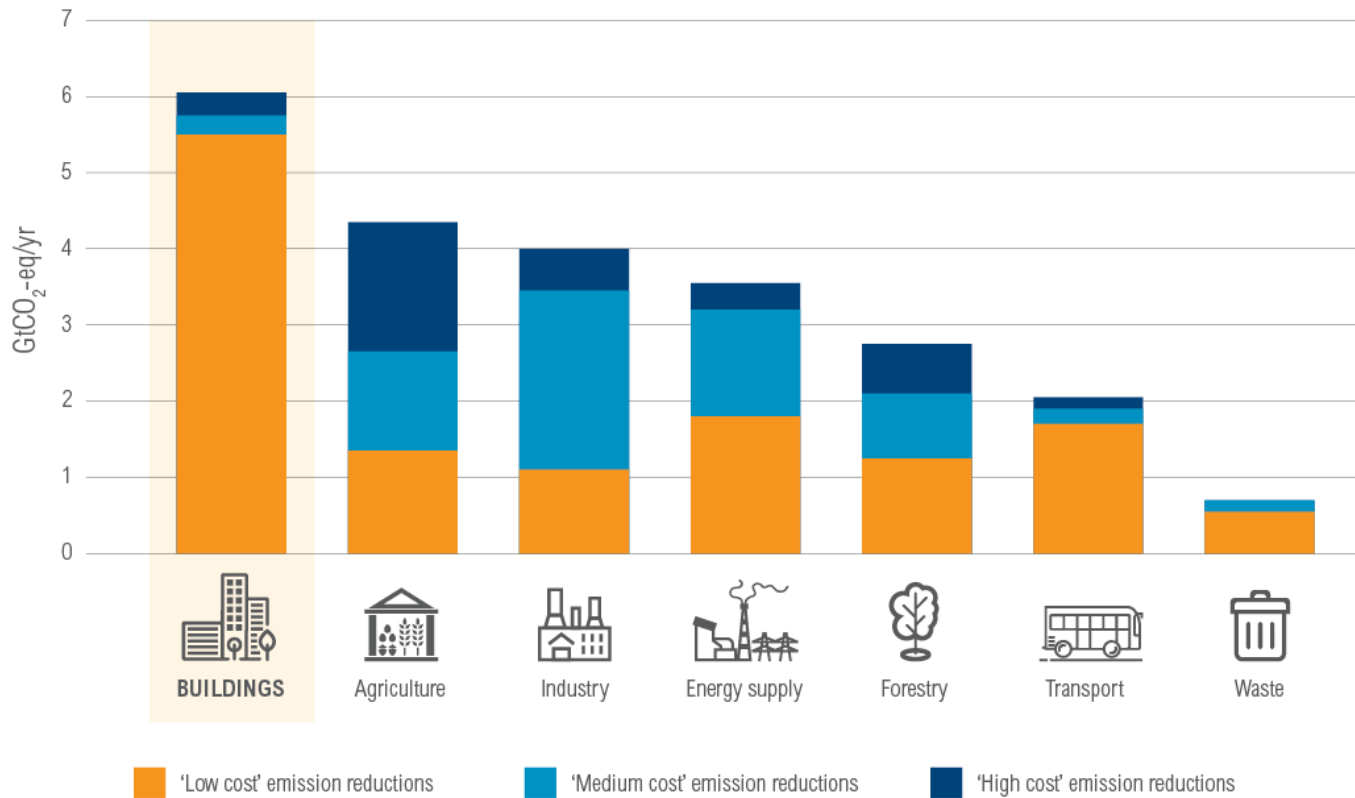
Con ello se pueden establecer medidas que permitan mejorar los diseños siguientes.



El ahorro de energía y la eficiencia energética son conceptos relativamente nuevos.

Particularmente en la edificación, hace alrededor de 5 décadas en Europa, países como Alemania empezaron a cambiar los sistemas constructivos, buscando disminuir los altos consumos energéticos y aumentar los estándares de eficiencia energética y confort de las edificaciones, posicionándolos como uno de los países pioneros en implementar políticas y normas que transformaran la tradicional forma de construcción, integrando criterios y elementos de menor consumo y mayores rendimientos.

# La EE en Edificios es una de las medidas mas rentables para la mitigación de CO<sup>2</sup>



Note: 'Low cost' emission reductions = carbon price <20 US\$/tCO<sub>2</sub>-eq. 'Medium cost' emission reductions = carbon price <50 US\$/tCO<sub>2</sub>-eq.

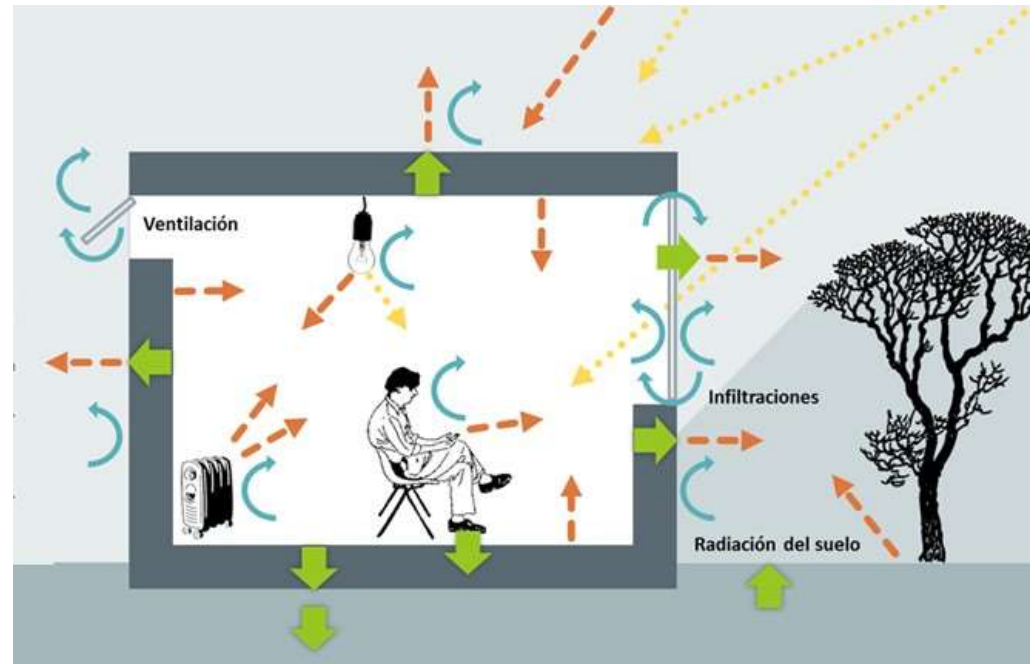
'High cost' emission reductions = carbon price <100 US\$/tCO<sub>2</sub>-eq.

Source: IPCC. 2007. IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007: Synthesis Report. "4.3 Mitigation options." [https://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/syr/en/mains4-3.html](https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/mains4-3.html)

<http://www.wri.org/blog/2016/05/4-surprising-ways-energy-efficient-buildings-benefit-cities>

# Ganancias térmicas en los edificios

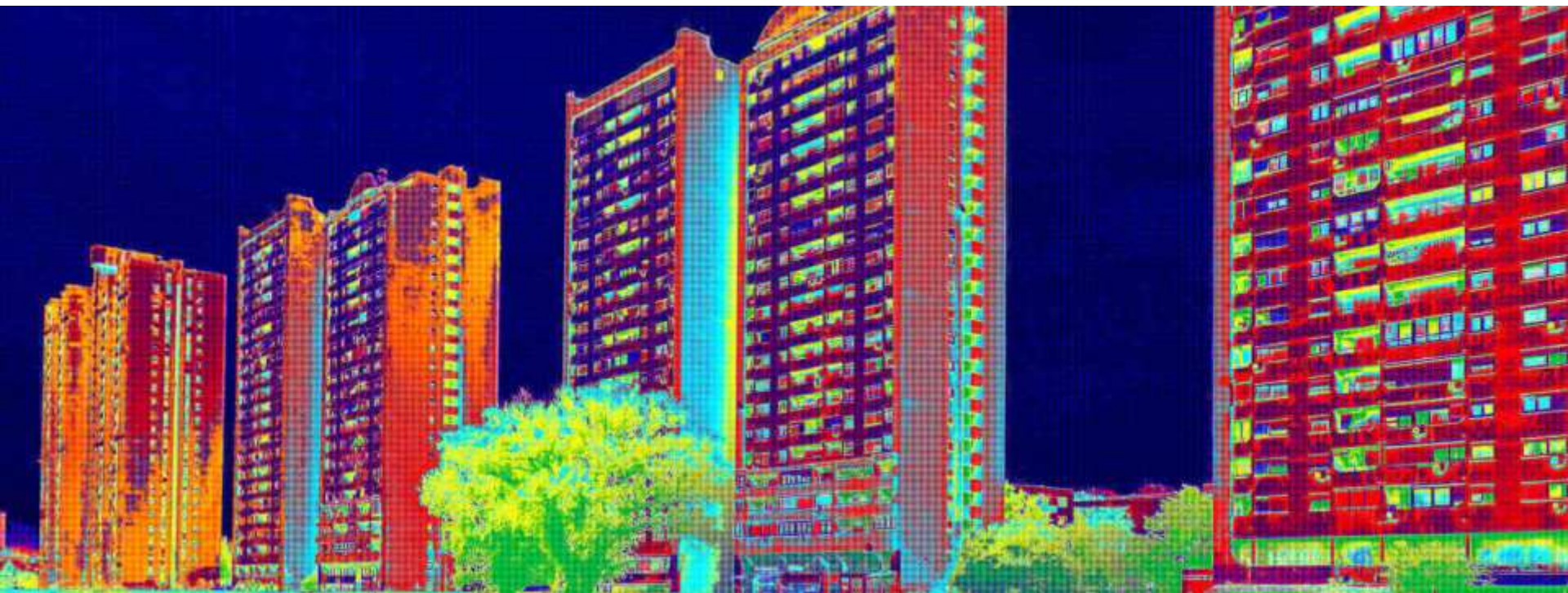
- Son aquellos flujos de energía hacia el interior o al exterior y que al conocerlas, es posible dimensionar los sistemas de acondicionamiento de aire o emplear técnicas de diseño pasivo para evitarlas.
- En este sentido, mientras mayores sean las ganancias o pérdidas térmicas en un edificio, mas ineficiente o consumidor será.
- Los elementos de la *envolvente arquitectónica como los muros, losa, ventanas, puertas, los equipos internos como electrodomésticos o la iluminación, las personas e inclusive las mascotas* ocasionan ganancias térmicas.



<http://www.arquitecturayenergia.cl/home/la-transmision-del-calor/>



# Análisis del rendimiento térmico y energético de los edificios



<https://www.ulis-ir.com/fr/applications/thermography.html>

# Análisis del rendimiento térmico y energético de los edificios

Los primeros problemas a los que se enfrentó el hombre hace algunas décadas fue el hecho de no saber el **grado de eficiencia térmica de un edificio como sistema**, debido a que se requería mantener un ambiente controlado climáticamente y a la vez hacer eficiente este proceso.

A pesar que existía el conocimiento en la transferencia de calor y termodinámica, este era bastante tedioso y complicado, hoy en día es más sencillo solucionar este problema y conocer los datos que nos interesan de manera mas práctica y exacta.



*La envolvente del edificio está compuesta por los muros, las losas de cimentación y azotea, las puertas, las ventanas, los domos y otros elementos de fachadas.*



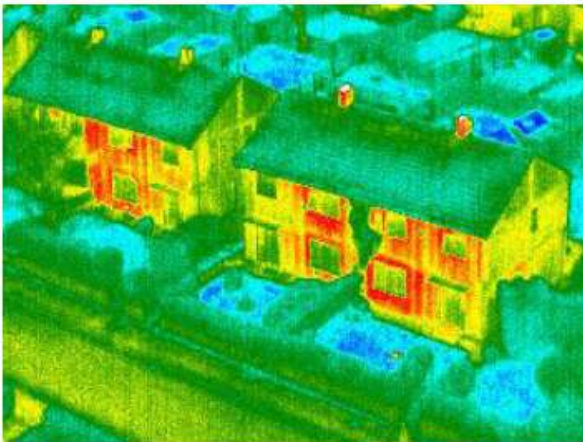
*Cuando tenemos una buena envolvente en los edificios, estos se vuelven mas confortables, eficientes y generan ahorros económicos.*



# *¿Cómo mejorar las envolventes de los edificios?*



# Mejoramiento de la envolvente de edificios



<http://www.comparefactory.com/infrared-vs-thermal-image-cameras/>



<https://www.wbs-ltd.co.uk/technical-support/thermographic-surveys/>

*...A través de la adaptación de los sistemas constructivos, mejorando el **desempeño térmico y energético** de los elementos, como con el uso de **materiales aislantes**.*



# Mejoramiento de la envolvente de edificios

- Los materiales usados en la construcción como aislantes se caracterizan por su **alta resistencia térmica**. Su finalidad es establecer una barrera al paso del calor entre el exterior y el interior, que naturalmente tenderían a igualarse en temperatura.
- ***Los sistemas constructivos y materiales comercializados como aislantes, deberán estar certificados bajo la NOM 018 ENER 2011.***
- ***Instalar sistemas de aislamiento térmico en las viviendas, ayuda a cumplir con los programas de eficiencia energética del gobierno federal y a cumplir con la NOM 008 ENER 2001.***



# Materiales aislantes

**El aislamiento térmico es una técnica económica, de eficacia comprobada y sustentable.**

**Es una de las medidas que más contribuyen al ahorro en el consumo de energía eléctrica y por tanto a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera.**

**Aislan del calor y del ruido y mejoran la salud de los ocupantes.**



# Materiales aislantes

Los materiales más utilizados en la construcción en México como aislantes térmicos son:

- ✓ **Poliestireno expandido**
- ✓ **Poliestireno extruido**
- ✓ **Lana mineral**
- ✓ **Fibra de vidrio**
- ✓ **Mezclas de perlita mineral**
- ✓ **Espuma de poliuretano**
- ✓ **Polisocianurato**
- ✓ **Concreto celular**
- ✓ **Otras fibras**

# NOM 018 ENER 2011

## NOM 018 ENER 2011

Aislantes térmicos para edificaciones.  
Características, límites y métodos de prueba.

### Objeto

- Establecer los métodos de prueba para evaluar la conductividad o resistencia térmica, densidad aparente, permeabilidad al vapor de agua, la adsorción de humedad y absorción de agua, que se indiquen en los materiales homogéneos que se comercialicen en el país con propiedades de aislantes térmicos.

### Campo de aplicación

- Productos, componentes y elementos que sean de fabricación nacional o de importación con propiedades de aislante térmico para techos, plafones y muros de las edificaciones, producidos y comercializados con ese fin, sin perjuicio de otros fines. Se excluyen los aislantes térmicos para cimentaciones.

*Establece las características y métodos de prueba que deben cumplir los productos, componentes y elementos termoaislantes, para techos, plafones y muros de las edificaciones.*

Responde a la necesidad de incrementar el ahorro de energía y la preservación de los recursos energéticos a través de la utilización de mejores materiales, así como a la de proteger al consumidor, orientándole en la selección de los materiales que le ofrezcan la mejor alternativa para su necesidad de aislar térmicamente su edificación.





# NOM 008 ENER 2001

## NOM 008 ENER 2001

Eficiencia energética en edificaciones,  
envolvente de edificios no residenciales.

### Objeto

- Esta Norma limita la ganancia de calor de las edificaciones a través de su envolvente, con objeto de racionalizar el uso de la energía en los sistemas de enfriamiento.

### Campo de aplicación

- Esta Norma aplica a todos los edificios nuevos y las ampliaciones de edificios existentes.
- Quedan excluidos edificios cuyo uso primordial sea industrial o habitacional.
- Si el uso de un edificio dentro del campo de aplicación de esta Norma constituye el 90 por ciento o más del área construida, esta Norma aplica a la totalidad del edificio.

La normalización para la eficiencia energética en edificios representa un esfuerzo encaminado a mejorar el diseño térmico de edificios, y lograr la comodidad de sus ocupantes con el mínimo consumo de energía.

En México, el mayor consumo de energía en las edificaciones es por concepto de acondicionamiento de aire, durante las épocas de mayor calor, principalmente en las zonas norte y costera del país. La ganancia por radiación solar es la fuente más importante a controlar, lo cual se logra con un diseño adecuado de la envolvente.

En este sentido, esta Norma optimiza el diseño desde el punto de vista del comportamiento térmico de la envolvente, obteniéndose como beneficios, entre otros, el ahorro de energía por la disminución de la capacidad de los equipos de enfriamiento y un mejor confort de los ocupantes.

[http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=767644&fecha=25/04/2001](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=767644&fecha=25/04/2001)

# NOM 008 ENER 2001

NOM-008 Calculation tool

Cálculo de la **NOM-008-ENER-2001**

Propietario:

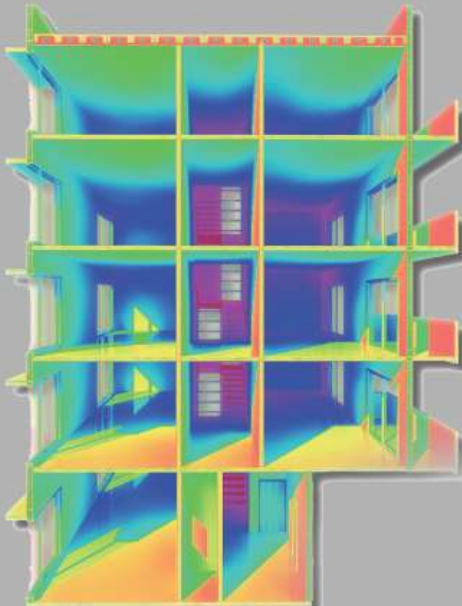
Nombre del edificio:


Nombre de la calle:




Estado:

Ciudad:

Latitud







# Cálculo de la Resistencia térmica

- ***Para calcular la Resistencia térmica de los componentes (losa y muro) y cumplir con los requerimientos de vivienda sustentable del gobierno federal, es necesario seguir la metodología descrita en la NMX-C-460-ONNCCE-2009.***

$$M = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} + \frac{\ell_1}{\lambda_1} + \frac{\ell_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\ell_n}{\lambda_n}$$

Cálculo resistencia térmica superficies homogéneas

$$M = \frac{1}{\frac{F_1}{M_{\text{parcial}} + g / \lambda_1} + \frac{F_2}{M_{\text{parcial}} + g / \lambda_2} + \dots + \frac{F_n}{M_{\text{parcial}} + g / \lambda_n}}$$
$$M_{\text{parcial}} = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} + \frac{\ell_1}{\lambda_1} + \frac{\ell_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\ell_n}{\lambda_n}$$

Cálculo resistencia térmica superficies no homogéneas







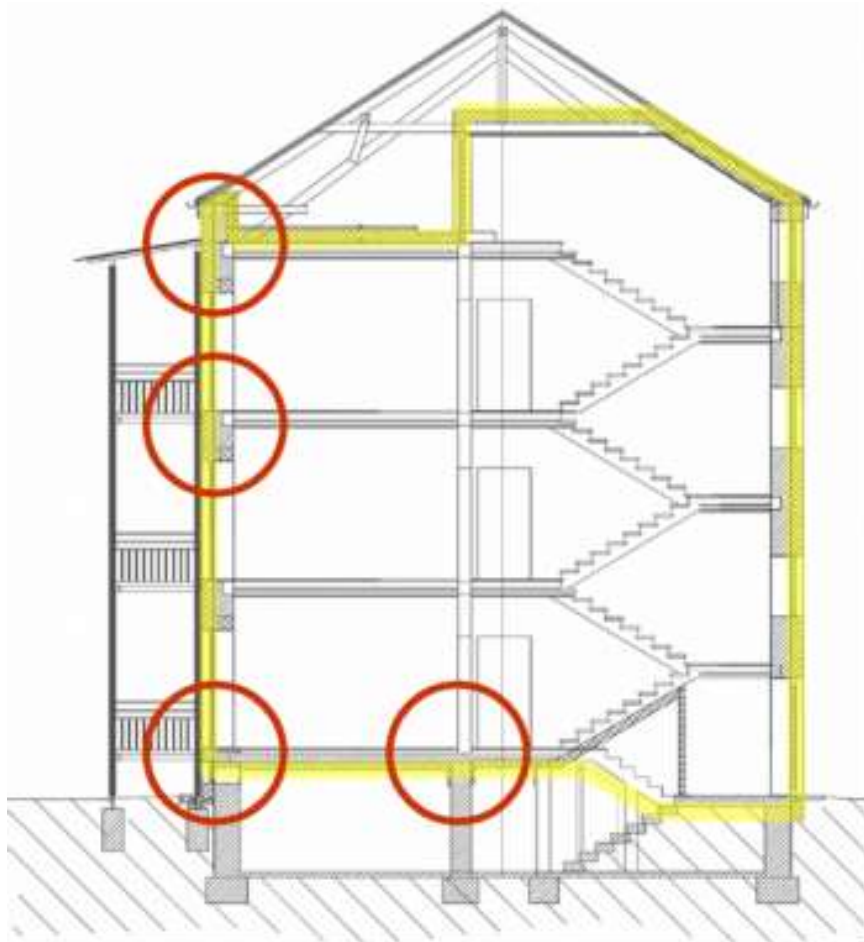
# Puentes térmicos en los edificios

**Son aquellos flujos de energía hacia el interior o al exterior que se dan principalmente en las juntas constructivas, cuando el uso del sistema de aislamiento se ve interrumpido.**

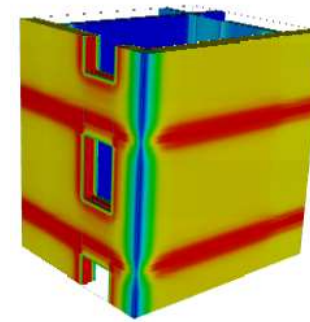
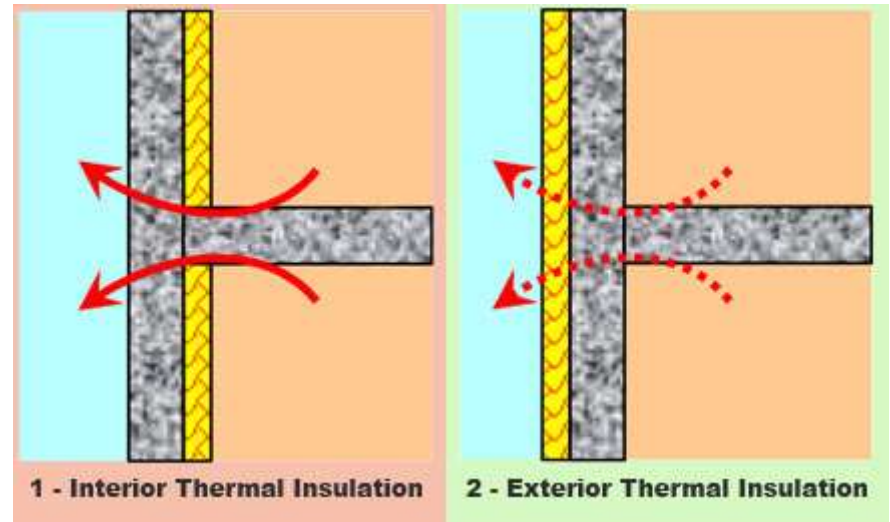


<https://www.constructionspecifier.com/enhancing-energy-performance-with-balcony-thermal-breaks/>

# Puentes térmicos en los edificios



<https://passipedia.org/>



[www.kornicki.eu](http://www.kornicki.eu)

# Sistemas de Aislamiento térmico

Rolan® (Productos de lana de roca): **Placas termoacústicas Aislamuro Rolan®**

**Normas Nacionales e Internacionales:** *Normas de producto: ASTM C 553, ASTM C 612 y ASTM C 665.*

NOM 009 ENER, NOM 018 ENER, ASTM C 1104, ASTM C 1335, ASTM C 167, ASTM C 177, ASTM C 303, ASTM C 356, ASTM C 411, ASTM C 423, ASTM C 518, ASTM C 795, ASTM C 871, ASTM E 136, ASTM E 84, NRF 034 PEMEX, CFE-D4500-04, CFE-D4500-07, NOM ONNCCE, NMX C 125, NMX C 181, NMX C 210, NMX C 228, sello FIDE.



Aislamuro  
Rolán®

## Especificaciones técnicas (NOM-018-ENER-2011)

**Resistencia Térmica en 1" (in):** 0.7320  
 $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$  (4.17  $\text{h} \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{°F} / \text{Btu}$ )

**Conductividad térmica:** 0.0347  $\text{W} / \text{m} \cdot \text{°K}$   
(0.2410  $\text{Btu} \cdot \text{in} / \text{ft}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{°F}$ )

**Resistencia a la compresión:** NA – Placas flexibles

**Rendimiento:** 1 placa = 0.7442  $\text{m}^2$

**Densidad aparente:** 32  $\text{kg} / \text{m}^3$  (2.00  $\text{lb} / \text{ft}^3$ )

**Permeabilidad al vapor de agua:** 0.51  
 $\text{ng} / \text{Pa} \cdot \text{s} \cdot \text{m}$

**Absorción de humedad:** 1%



## Compatibilidad con sistemas constructivos en México:

Son compatibles con los sistemas constructivos más convencionales en México. La confirmación de su compatibilidad con sistemas poco convencionales dependerá de la estructura y características del mismo.

**Consideraciones / notas:** Producen ambientes confortables y generan ahorros significativos en los consumos de energía de los sistemas de aire acondicionado. Además ofrecen seguridad total contra incendio, porque son incombustibles y no generan humo en caso de incendio. Conservan su forma, dimensiones y propiedades mecánicas por tiempo indefinido.

**Otros productos de lana de roca Rolan®:** Colchas, preformados, lana granulada y cementos.



# Sistemas de Aislamiento térmico

Rolan® (Productos de lana de roca): **Placas termoacústicas Aislamuro Rolan®**

**Normas Nacionales e Internacionales:** *Normas de producto: ASTM C 553, ASTM C 612 y ASTM C 665.*

NOM 009 ENER, NOM 018 ENER, ASTM C 1104, ASTM C 1335, ASTM C 167, ASTM C 177, ASTM C 303, ASTM C 356, ASTM C 411, ASTM C 423, ASTM C 518, ASTM C 795, ASTM C 871, ASTM E 136, ASTM E 84, NRF 034 PEMEX, CFE-D4500-04, CFE-D4500-07, NOM ONNCCCE, NMX C 125, NMX C 181, NMX C 210, NMX C 228, sello FIDE.

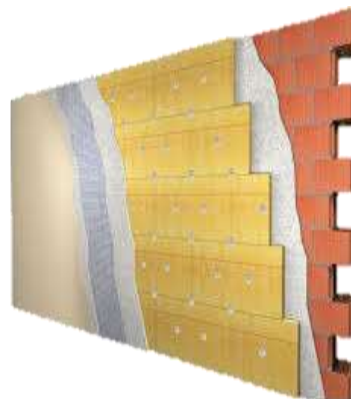


Aislamuro  
Rolan®

## Techos (exterior)



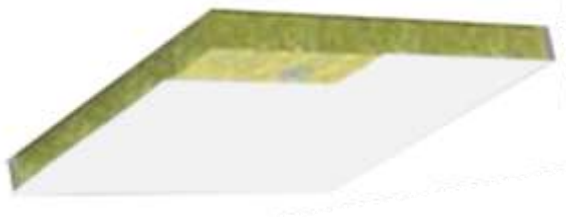
## Muros (exterior)



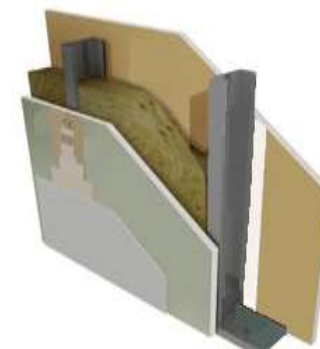
## Pisos



## Techos (interior)



## Muros (interior)



# Sistemas de Aislamiento térmico

Rolan® (Productos de lana de roca): **Placas de poliestireno extruido Eko-therm®**

**Normas Nacionales e Internacionales:** Norma de producto: ASTM C 578.

NOM 009 ENER, NOM 018 ENER, ASTM C 177, ASTM C 203, ASTM C 272, ASTM C 303, ASTM C 518, ASTM D 1621, ASTM D 1622, ASTM D 1929, ASTM D 2126, ASTM D 2863, ASTM D 696, ASTM E 84, ASTM E 96 / E 96 M, NMX C 181, NMX C 210, NMX C 228, NRF 034 PEMEX, CFE-D4500-04, CFE-D4500-07, NOM ONNCCCE, ISO 9001.



Aislamuro  
Rolan®

## Especificaciones técnicas (NOM-018-ENER-2011)

**Resistencia Térmica en 1" (in):** 0.88 m<sup>2</sup>·°K/W  
(5 h·ft<sup>2</sup>·°F/Btu)

**Conductividad térmica:** 0.0288 W/m·°K (0.20  
Btu-in/ft<sup>2</sup>·h·°F)

**Resistencia a la compresión:** 276 kPa (40 psi)

**Rendimiento:** 1 placa = 2.98 m<sup>2</sup>

**Densidad aparente:** 32 kg/m<sup>3</sup> (2.00 lb/ft<sup>3</sup>)

**Permeabilidad al vapor de agua:** 0.0010  
ng/Pa·s·m

**Adsorción de humedad:** 0.0023 %



## Compatibilidad con sistemas constructivos en México:

Igualmente, son compatibles con los sistemas constructivos más convencionales en México. La confirmación de su compatibilidad con sistemas poco convencionales dependerá de la estructura y características del mismo.

**Consideraciones / notas:** Placas termoaislantes de espuma de poliestireno. Formadas por extrusión (XPS). Se fabrican utilizando exclusivamente agentes que protegen la capa de ozono, es decir: a diferencia de las placas convencionales, las placas Eko- Therm® no contienen gas freón, HCFCs, ni CFCs. Su estructura interna es matricial, lo que aunado a la fuerza de cohesión de sus moléculas produce excelentes resistencias a la compresión, la flexión y la tensión.

# Sistemas de Aislamiento térmico

Rolan® (Productos de lana de roca): **Placas de poliestireno extruido Eko-therm®**

**Normas Nacionales e Internacionales:** Norma de producto: ASTM C 578.

NOM 009 ENER, NOM 018 ENER, ASTM C 177, ASTM C 203, ASTM C 272, ASTM C 303, ASTM C 518, ASTM D 1621, ASTM D 1622, ASTM D 1929, ASTM D 2126, ASTM D 2863, ASTM D 696, ASTM E 84, ASTM E 96 / E 96 M, NMX C 181, NMX C 210, NMX C 228, NRF 034 PEMEX, CFE-D4500-04, CFE-D4500-07, NOM ONNCCE, ISO 9001.



Aislamuro  
Rolán®

## Techos (exterior)



## Muros (exterior)





# Sistemas de Aislamiento térmico

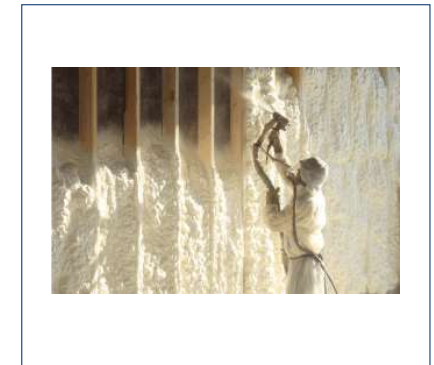
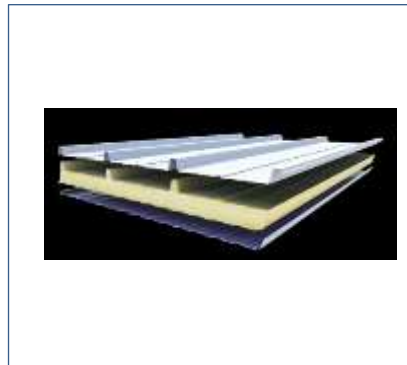
## Sistemas de poliuretano VORACOR™ & VORATHERM™



InsulationScience  
technology enabled by DOW

El poliuretano otorga:

- Excelente desempeño térmico
- Versatilidad de aplicaciones y procesabilidad
- Resistencia a insectos
- Resistencia a la humedad
- Buena adhesión
- Estabilidad mecánica/estructural
- Ayuda en aislamiento acústico
- Minimización de infiltración de aire
- Bajas densidades mientras mantiene estabilidad dimensional



\*Consultar por sistemas específicos

**Compatibilidad con sistemas constructivos en México:** Los sistemas VORACOR™ & VORATHERM™ pueden usarse para producir **paneles aislantes tipo sándwich**, así como para aplicarse en **espreado o inyección directamente en obra**. Son compatibles con prácticamente cualquier sistema tradicional (acero, madera, ladrillo, concreto, etc).

**Consideraciones / notas:** Además de su aislamiento térmico superior, reduce el consumo de energía en edificaciones (vía ahorro de HVAC); permite estructuras mas ligeras por su capacidad autoportante y fuerza estructural; rapidez de instalación; eliminación de uso de agua en obra; calidad de producto pre-fabricado;



# Sistemas de Aislamiento térmico

Sistemas de poliuretano VORACOR™ & VORATHERM™



InsulationScience  
technology enabled by DOW



# Sistemas de Aislamiento térmico

Nombre comercial: Espuma de Poliuretano Esparado **SPRAYTITE 178**

Normas Nacionales e Internacionales: NOM-018-ENER-2011, ASTM C1029 Tipo II.

**BASF**  
The Chemical Company

**spraytite**  
Closed-Cell Spray Polyurethane Foam Insulation

## Especificaciones técnicas (NOM-018-ENER-2011)

Resistencia Térmica en 1" (in): 0.98 m<sup>2</sup> K/W

Conductividad térmica: 0,0259 W/m K

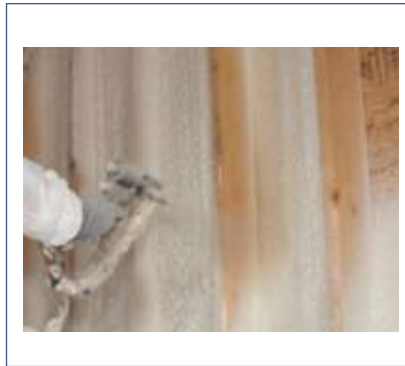
Resistencia a la compresión: 1.83 Kg/cm<sup>2</sup>

Rendimiento: 1.3 Kg/m<sup>2</sup>

Densidad aparente: 32 Kg/m<sup>3</sup>

Permeabilidad al vapor de agua: 0,0028  
ng/Pa s m

Absorción de humedad: 2,75 % peso y 0,0965  
% volumen



## Compatibilidad con sistemas constructivos en México:

Aplicación en muros y techos libres de tránsito en edificaciones residenciales y comerciales, sótanos y espacios reducidos.

## Consideraciones / notas:

Cumple con GreenGuard y Energy Star. Certificado ONNCCE-NOM-018-ENER-2011.



# Sistemas de Aislamiento térmico

Nombre comercial: Espuma de Poliuretano Esparado **SPRAYTITE 178**

Normas Nacionales e Internacionales: NOM-018-ENER-2011, ASTM C1029 Tipo II.

**BASF**  
The Chemical Company

**spraytite**  
Closed-Cell Spray Polyurethane Foam Insulation



# Aplicación de sistemas de aislamiento

## *Aislamiento térmico en muros con poliestireno expandido*





# Aplicación de sistemas de aislamiento

## *Aislamiento térmico en losas con poliestireno expandido*





# Aplicación de sistemas de aislamiento



*Aislamiento térmico en losas con perlita mineral y poliestireno expandido*



# Aplicación de sistemas de aislamiento

*Aislamiento térmico en losas con fibra de vidrio*



# Aplicación de sistemas de aislamiento

*Aislamiento térmico en losas con poliuretano*





# Aplicación de sistemas de aislamiento

*Aislamiento térmico en losas con fibra de vidrio*



*Aislamiento térmico en losas y muros con poliestireno extruido*





# Ventajas/desventajas al usar o no aislamiento térmico.

## CON AISLAMIENTO TÉRMICO

- ✓ Ahorros económicos por gastos de aire acondicionado
- ✓ Espacios mas acústicos
- ✓ Reduces formación de hongos y bacterias
- ✓ Disminuyes las emisiones de CO<sup>2</sup>
- ✓ Espacio mas cómodo
- ✓ Ambiente mas sano
- ✓ Acceso a incentivos
- ✓ Productividad
- ✓ Tendencia global, mejor producto
- ✓ Reduce costos de mantenimiento

## SIN AISLAMIENTO TÉRMICO

- ✓ Mas gastos en electricidad
- ✓ Menor plusvalía
- ✓ Mas emisiones de CO<sup>2</sup>
- ✓ Disminución de la productividad
- ✓ Distracción por ruido
- ✓ Estrés térmico
- ✓ Riesgo de contagio por virus o bacterias
- ✓ Estrés físico y psicológico
- ✓ Edificio enfermo

Con base en:

[https://www.google.com.mx/search?q=Dissatisfaction+and+office+productivity&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=nebszRVsvHrZAM%253A%252CzxBSc2iyCWP9sM%252C\\_&usg=\\_\\_FHILkdF90XSZNPhTdv3dYQ2Qsv8%3D&sa=X&ved=0ahUKEwiuirqki6rbAhURjq0KRRHiBZ0Q9QElaDAI#imgrc=eqkQ2yX\\_9EW6yM:](https://www.google.com.mx/search?q=Dissatisfaction+and+office+productivity&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=nebszRVsvHrZAM%253A%252CzxBSc2iyCWP9sM%252C_&usg=__FHILkdF90XSZNPhTdv3dYQ2Qsv8%3D&sa=X&ved=0ahUKEwiuirqki6rbAhURjq0KRRHiBZ0Q9QElaDAI#imgrc=eqkQ2yX_9EW6yM:)

**AEAAE / ALENER**

**[www.ahorroenergia.org.mx](http://www.ahorroenergia.org.mx)**

30.05.2018



@AlenerMexico