



# “Escenario energético en la edificación de Chile y el mundo”

Jaime Arriagada  
Arquitecto y Magíster en Construcción  
Docente Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Chile

[jarriagadaa@ucentral.cl](mailto:jarriagadaa@ucentral.cl)





- **Introducción**
- **Industria de la construcción como consumidor de energía**
- **Consumidor residencial**
- **Energía en la edificación**
- **Cálculo de demandas / consumos vs diseño y especificación de los proyectos**
- **Comentarios finales**

• Introducción

007  
Edición Octubre-Noviembre 2012

Revista energía

Biobío energía ExPO2013

ENTREVISTA CENTRAL  
RESIDUOS LÁCTEOS SE TRANSFORMAN EN BIOGÁS

PUBLIRREPORTAJES  
COPEL TÉRMICA: GDF SUEZ  
COENCO  
UNIVERSIDAD DE TALCA  
COLSON  
COPELEC

ENTREVISTA CENTRAL

Revista Energía / número 007 / Octubre-Noviembre 2012

### Entendiendo el sistema de Certificación Térmica en Chile

El actual sistema de calificación energética voluntario viene a finalizar un proceso que data del año 1994, cuando el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) generó un sistema progresivo para aumentar la calidad de vida de los habitantes a través de ciertas exigencias, explicó Jaime Arriagada, arquitecto de la Escuela de Obras Civiles y Construcción de la Universidad Central de Chile a Revista Energía.

Estas comenzaron en el complejo de techumbres, donde se producen pérdidas de calefacción de aproximadamente 25 a 30%; luego en muros, donde también se pierde un 25 a 30% de calor; piso ventilado, donde se producen pérdidas marginales, y la superficie máxima de ventanas cuyas pérdidas oscilan entre 10 y 15%. Cabe destacar que esta reglamentación térmica aplica solo en edificaciones habitacionales.

El sistema se formalizó recién el año 1999, a través del artículo 4.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, debido al rechazo que manifestaron los principales proveedores ya que materiales que tienen un adecuado comportamiento constructivo y estructural pasaron a ser declarados inadecuados térmicamente en ciertas zonas del país. Lo anterior también trajo como consecuencia que los proyectistas respondieran a una nueva variable que debía compatibilizarse con aspectos legales, tales como la resistencia ignífuga (es una obligación legal definida en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción que aplica para todo tipo de edificación en el cual, a grandes rasgos, se categoriza una obra a partir de la superficie, número de pisos y elementos de construcción para que cada uno de estos factores tenga una resistencia medida en minutos en cuanto al ataque del fuego en caso de incendio).

Es importante recordar que nuestro país se divide en 7 zonas térmicas dependientes de los grados día de calefacción para llegar a un cierto estándar de confort térmico durante el invierno y a la altitud de la edificación.

Jaime Arriagada  
Arquitecto de la Universidad Técnica Federico Santa María, Magíster en Construcción de la Pontificia Universidad Católica y Académico de la Universidad Central de Chile

36

ENTREVISTA CENTRAL

Revista Energía / número 007 / Octubre-Noviembre 2012

**CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA**

Alcaldía de Santiago

Edificio: ...

Superficie construida: ...

Consumo energético: 116 kWh/m²

Clase energética: A

Menor eficiencia: 116 kWh/m²

Mayor eficiencia: 116 kWh/m²

37

**Jaime Arriagada, JA:** Al momento de comprar una vivienda o departamento, si éste es nuevo deberá estar en cumplimiento de la Reglamentación Térmica por lo que nos asegura un cierto estándar de confort asociado a lo enviado anteriormente en el reportaje; por otra parte si de forma voluntaria la vivienda tiene certificación energética el futuro propietario podrá tener una mejor referencia para decidir. Para comprar y arrendatario es primordial observar durante la visita dos partes distintas del proyecto: La propia vivienda y los espacios comunes. En cuanto a la vivienda entender que la orientación es un tema clave, estar situado al norte y al poniente implicará bajas demandas de calefacción debido a la gran incidencia solar que se tendrá a lo largo del año; por otra parte la orientación sur u oriente implica bajas temperaturas al interior durante por lo menos 9 meses del año; secundario a la orientación puede ser el tipo de ventanas y el sistema de calefacción; en caso de ser centralizado o independiente.

**Revista Energía, RE:** ¿Qué debe tener en cuenta un comprador o arrendatario al momento de decidir entre una propiedad u otra?

**Jaime Arriagada** Arquitecto de la Universidad Técnica Federico Santa María y Magíster en Construcción de la Pontificia Universidad Católica. Ha expuesto y publicado en congresos y revistas a nivel Nacional e Internacional en el ámbito de la eficiencia energética y el urbanismo. También ha estado vinculado a investigación en estos ámbitos para la Universidad Técnica Federico Santa María, Pontificia Universidad Católica y la Universidad Central de Chile. Actualmente ejerce el cargo de "Profesor jornada" en la Escuela de Obras Civiles y Construcción de la Universidad Central de Chile, además de realizar el libre ejercicio de la profesión a través de la empresa "Modulares", contactó para Revista Energía.

Finalmente en cuanto a espacios comunes es importante verificar la existencia de paneles solares, el tipo de iluminación y el sistema de riego para las áreas verdes. Todo lo anterior implica una diferencia muy grande en los gastos para la familia en cuanto a los servicios de agua potable y alcantarillado, electricidad y gases comunes.

## • Introducción

Manufactura de materia prima

Transporte de materia prima

Fabricación del elemento constructivo

Puesta en marcha del proyecto

Vida útil

Término del proyecto

**Certificación Energética**

**Gestión de la Energía 50001**

**LEED (Leadership in Energy & Environmental Design)**

**Sostenibilidad**  
– Medio ambiente  
– Economía  
– Sociedad

**Eficiencia Energética**  
– Ahorro de energía en calefacción, enfriamiento, agua caliente, iluminación y artefactos.

- Consumidor Industria de la construcción:
  - Complejo de obtener cifras reales ya que no es parte de un “sector”

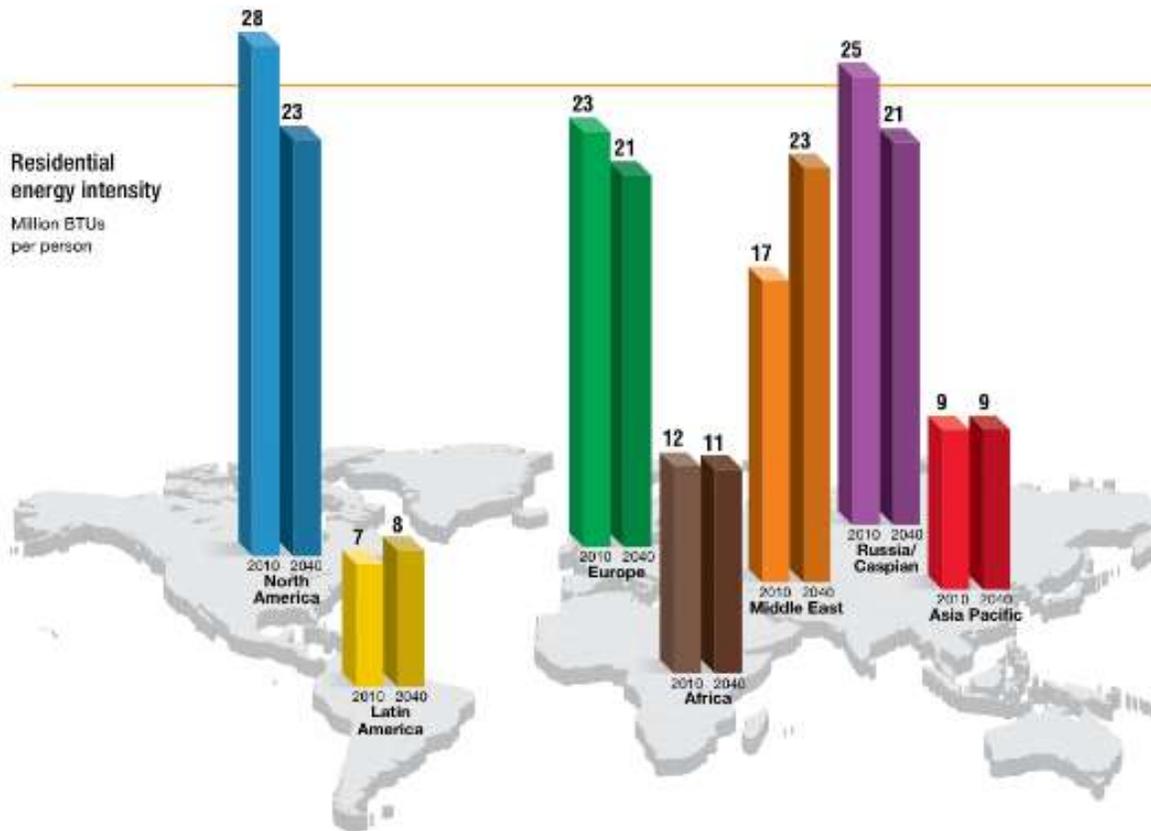
|                             | Consumo Sectorial<br>(Unidades Físicas)<br>Año 2012<br>Sector Industrial y Minero |         |        |                  |            |              |
|-----------------------------|---|---------|--------|------------------|------------|--------------|
|                             | Cobre   | Salitre | Hierro | Papel y Celulosa | siderurgia | Petroquímica |
| <b>Energético</b>           |   |         |        |                  |            |              |
| <b>Total Derivados</b>      | 1.798   | 136     | 97     | 236              | 48         | 41           |
| Petróleo Combustible        | 120   | 23      | 7      | 205              | 48         | 0            |
| Diesel                      | 1.493   | 105     | 89     | 23               | 0          | 0            |
| Kerosene                    | 13  | 7       | 0      | 0                | 0          | 0            |
| Gas Licuado                 | 16  | 0       | 0      | 9                | 0          | 41           |
| Nafta                       | 0   | 0       | 0      | 0                | 0          | 0            |
| Gas Refinería               | 0   | 0       | 0      | 0                | 0          | 0            |
| Kerosene Aviación           | 0   | 0       | 0      | 0                | 0          | 0            |
| Gasolina Motor (*)          | 155   | 0       | 0      | 0                | 0          | 0            |
| Coke de Petróleo            | 1   | 0       | 0      | 0                | 0          | 0            |
| Derivados de uso Industrial | 0   | 0       | 0      | 0                | 0          | 0            |
| <b>Electricidad</b>         | 21.344  | 581     | 485    | 6.946            | 549        | 215          |
| <b>Carbón (**)</b>          | 0   | 0       | 77     | 9                | 0          | 0            |
| <b>Coke Mineral</b>         | 13  | 0       | 0      | 0                | 100        | 0            |
| <b>Alquitrán (***)</b>      | 0   | 0       | 0      | 0                | 0          | 0            |
| <b>Gas Coke</b>             | 0   | 0       | 0      | 0                | 0          | 0            |
| <b>Gas Alto Horno</b>       | 0   | 0       | 0      | 0                | 0          | 0            |
| <b>Gas Corriente</b>        | 0   | 0       | 0      | 0                | 0          | 0            |
| <b>Gas Natural (**)</b>     | 107   | 27      | 0      | 178              | 0          | 154          |
| <b>Metanol</b>              | 0   | 0       | 0      | 0                | 0          | 0            |
| <b>Leña y Biomasa</b>       | 0   | 0       | 0      | 3.789            | 0          | 0            |
| <b>Solar</b>                | 11  | 0       | 0      | 0                | 0          | 0            |
| <b>Biogás</b>               | 0   | 0       | 0      | 0                | 0          | 0            |

|                        | Consumo Sectorial<br>[TeraCalorías]<br>Año 2012<br>Sector Comercial, Público, Residencial (CPR) |           |         |             |
|------------------------|---|-----------|---------|-------------|
|                        | Energético  | Comercial | Público | Residencial |
| <b>Total Derivados</b> | 4.894   | 1.325     | 10.594  |             |
| Petróleo Combustible   | 442   | 83        | 0       |             |
| Diesel                 | 2.799   | 565       | 52      |             |
| Gasolina de Motor (*)  | 108   | 73        | 0       |             |
| Kerosene               | 6   | 0         | 797     |             |
| Gas Licuado            | 1.524   | 207       | 9.745   |             |
| Gasolina Aviación      | 2   | 14        | 0       |             |
| Kerosene Aviación      | 13  | 383       | 0       |             |
| <b>Electricidad</b>    | 6.265   | 1.740     | 8.731   |             |
| <b>Carbón</b>          | 0   | 0         | 0       |             |
| <b>Gas corriente</b>   | 80  | 25        | 95      |             |
| <b>Gas Natural</b>     | 1.095   | 261       | 4.350   |             |
| <b>Solar</b>           | 8   | 25        | 134     |             |
| <b>Leña y Biomasa</b>  | 0   | 0         | 34.891  |             |
| <b>Total</b>           | 12.341  | 3.376     | 58.796  |             |

|                         | Consumo Sectorial<br>[TeraCalorías]<br>Año 2012<br>Sector Transporte |               |
|-------------------------|--|---------------|
|                         | Terrestre  | Ferrovionario |
| <b>Total Derivados</b>  | 59.406   | 486           |
| Petróleo Combustible    | 0  | 0             |
| Diesel                  | 31.400   | 484           |
| Gasolina Motor (*)      | 27.635   | 2             |
| Gasolina Aviación       | 0  | 0             |
| Kerosene Aviación       | 1  | 0             |
| Kerosene                | 5  | 0             |
| Nafta                   | 0  | 0             |
| Gas Licuado             | 365  | 0             |
| <b>Electricidad</b>     | 357  | 51            |
| <b>Gas Natural (**)</b> | 325  | 0             |
| <b>Total</b>            | 60.089   | 537           |

Sector Industrial, sector comercial, público, residencial o transporte

- Consumidor residencial:
  - Ha incrementado los gastos a pesar de la tecnología existente.

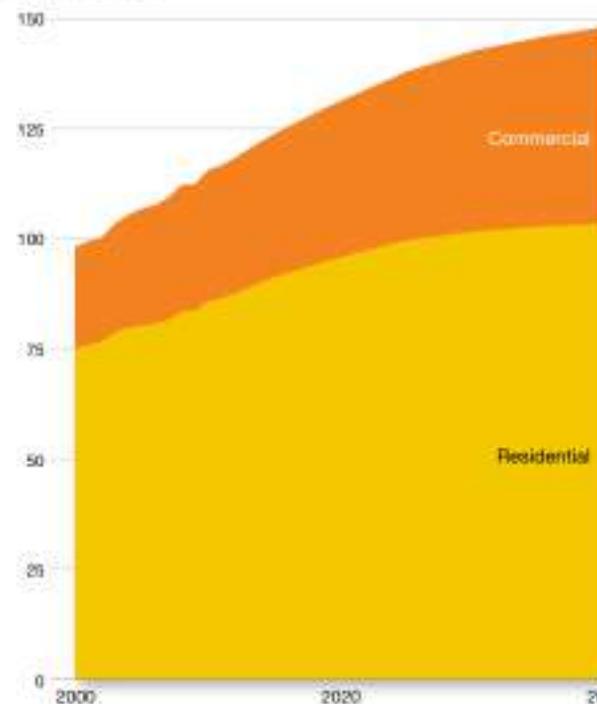


## Residential/commercial

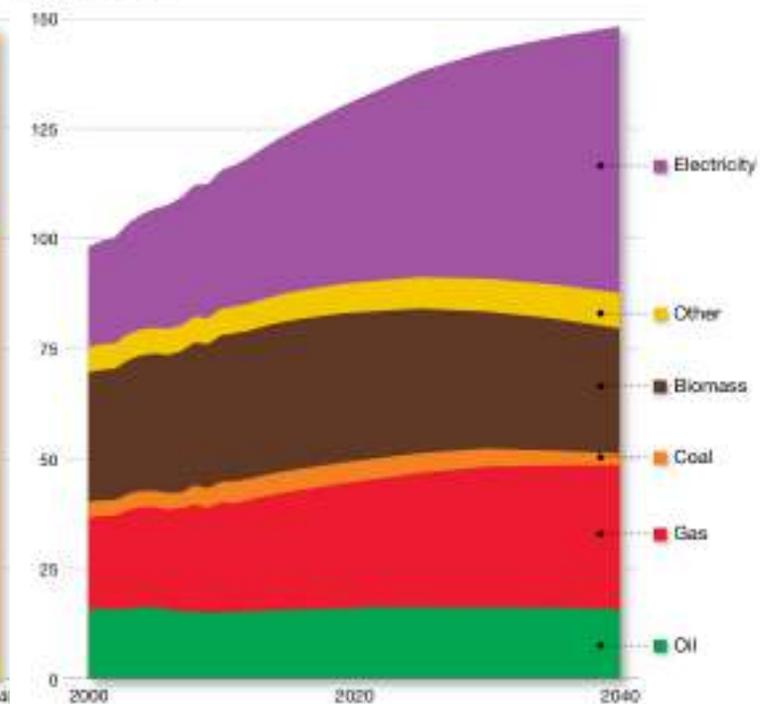
As economies and populations grow, so will energy needs. By 2040, residential and commercial energy demand is expected to rise by about 30 percent. This increase is being driven by developing countries, where prosperity is expanding and more and more people are moving away from rural areas and into the cities. People are also shifting from biomass energy sources like wood and agricultural waste to modern fuels, improving their quality of life in the process. While overall demand is up, energy use per person in developing countries is actually declining, thanks to more energy-efficient buildings and appliances.

- Síndrome reconocido como tal.

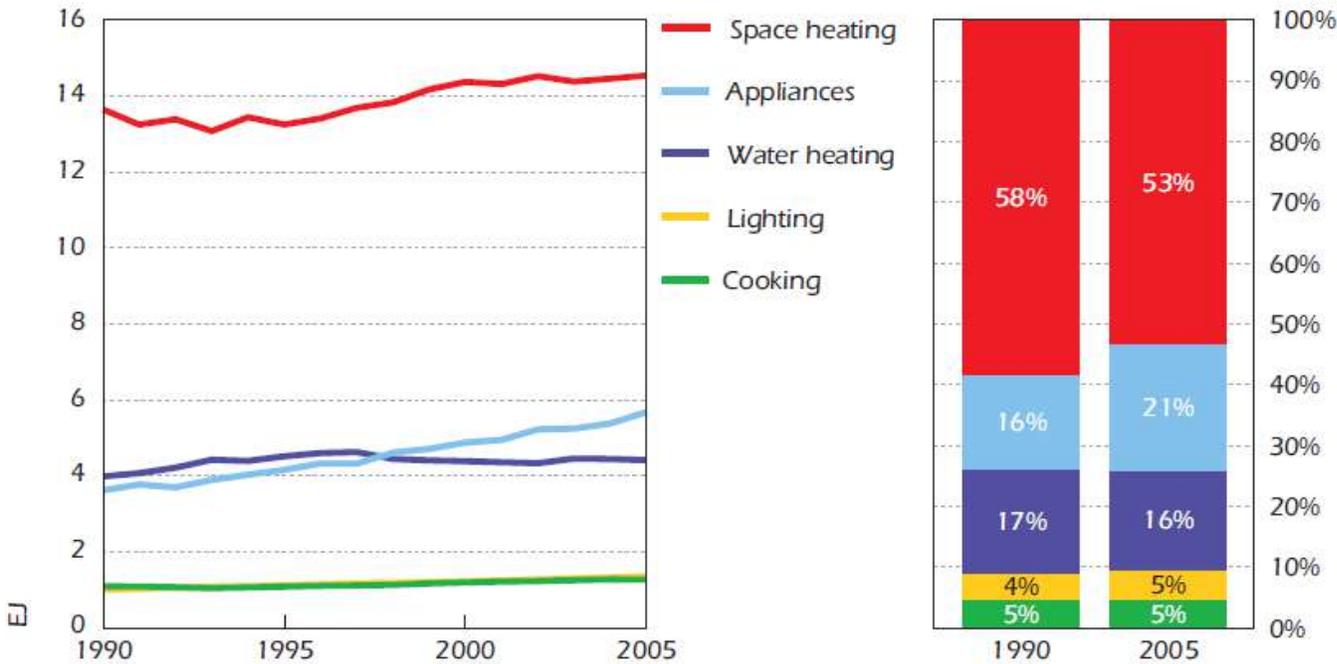
Residential/commercial fuel demand by sector  
Quadrillion BTUs



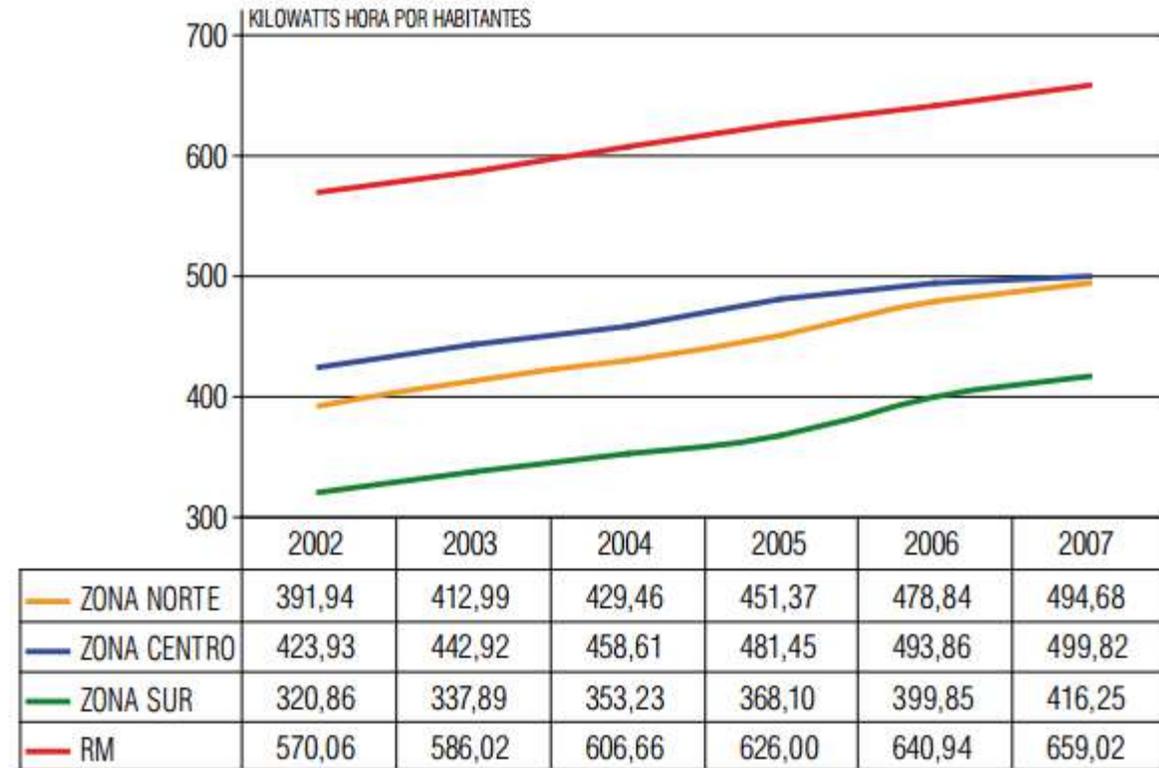
Residential/commercial demand by fuel  
Quadrillion BTUs



- Energía en la edificación:
  - Mayores demandas en calefacción.



Consumo Residencial Per Cápita (2002-2007)



- Energía en la edificación:
  - Reglamentación térmica.
- Aplicada en los 4 elementos constructivos básicos de las viviendas.
- Las zonificaciones se basan en los grados día de calefacción para llegar a una temperatura base.
- Considera solo las demandas / consumo de calefacción.

| ZONA | TECHUMBRE               |                          | MUROS                   |                          | PISOS VENTILADOS        |                          |
|------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
|      | U<br>W/m <sup>2</sup> K | Rt<br>m <sup>2</sup> K/W | U<br>W/m <sup>2</sup> K | Rt<br>m <sup>2</sup> K/W | U<br>W/m <sup>2</sup> K | Rt<br>m <sup>2</sup> 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                     |

| VENTANAS |   |   |                            |
|----------|---|---|----------------------------|
| ZONA     | % Máximo de Superficie Vidriada Respecto a Paramentos Verticales de la Envoltente |   |                            |
|          | Vidrio Monolítico (b)   | DVH Doble Vidriado Hermético (c)                        |                            |
|          |   | 3.6 W/m <sup>2</sup> K ≥ U > 2.4 W/m <sup>2</sup> K (a) | U ≤ 2.4 W/m <sup>2</sup> K |
| 1        | 50%   | 60%   | 80%                        |
| 2        | 40%   | 60%   | 80%                        |
| 3        | 25%   | 60%   | 80%                        |
| 4        | 21%   | 60%   | 75%                        |
| 5        | 18%   | 51%   | 70%                        |
| 6        | 14%   | 37%   | 55%                        |
| 7        | 12%   | 28%   | 37%                        |

# “Escenario energético en la edificación de Chile y el mundo”

- Energía en la edificación:
  - Reglamentación térmica.



| COMUNA     | ZONA | ZONA | ALTITUD   |
|------------|------|------|-----------|
| Coihueco   | 4    | 6    | >1000msnm |
| Concepción | 4    |      |           |
| Contulmo   | 4    |      |           |

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Código<br><b>1.2.G.A6</b> | Muro de Hormigón Armado de 200 mm ,con aislante exterior de poliestireno expandido |
|---------------------------|--|

A. Único valor de Resistencia (Rt) y Transmitancia (U) Térmica para la solución constructiva

|                              |     |            |                              |     |           |
|------------------------------|-----|------------|------------------------------|-----|-----------|
| RESISTENCIA<br>TÉRMICA (Rt): | --- | (m² *K/ W) | TRANSMITANCIA<br>TÉRMICA (U) | --- | (W/m² *K) |
|------------------------------|-----|------------|------------------------------|-----|-----------|

B. En caso que se modifique el espesor del material aislante manteniendo el resto de la configuración constructiva:

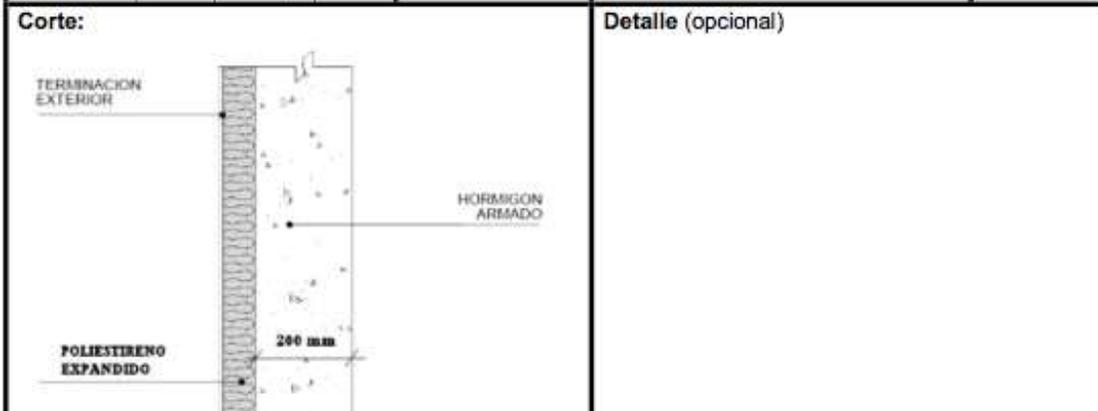
|                       | Z1   | Z2   | Z3   | Z4   | Z5   | Z6   | Z7   |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Rt (m² *K/ W)         | 0.53 | 0.53 | 0.53 | 0.65 | 0.65 | 1.01 | 1.74 |
| U (W/m² *K)           | 1.87 | 1.87 | 1.87 | 1.52 | 1.52 | 0.98 | 0.57 |
| Espesor Aislante (mm) | 10   | 10   | 10   | 15   | 15   | 30   | 60   |

| Descripción de la Solución Constructiva | Genérico | <input checked="" type="checkbox"/> | Marca Comercial | --- |
|---|----------|-------------------------------------|-----------------|-----|
|---|----------|-------------------------------------|-----------------|-----|

Muro de hormigón armado de 200 mm de espesor mínimo con aislante exterior adherido a la cara del muro, correspondiente a poliestireno expandido de densidad 15 kg/m3 o superior.

La capa de terminación exterior corresponde a mortero delgado sobre malla fibra de vidrio

| Forma de cumplir con las exigencias  | Densidad material aislante | Institución                                 | Vigencia          |
|--|----------------------------|---|-------------------|
| Certificado de ensaye<br>-----<br>Cálculo (NCh 853)<br><input checked="" type="checkbox"/> | 15 kg/m3                   | Instituto Chileno del Cemento y el Hormigón | Diciembre de 2011 |



UNIVERSIDAD CENTRAL

INDEPENDENCIA · PLURALISMO · COMPROMISO

**CÁLCULOS ESTÁTICOS**

- Políticas gubernamentales



**POLITICA DE EFICIENCIA ENERGETICA EN CHILE**

 Gobierno de Chile

**Virginia Zalaquett F.**  
Jefa División Eficiencia Energética  
Ministerio de Energía  
29 de Agosto de 2013

## PAEE20: Lo que Estamos Haciendo

### 1. Alumbrado Público

### 2. Subsidios de Reacondicionamiento térmico

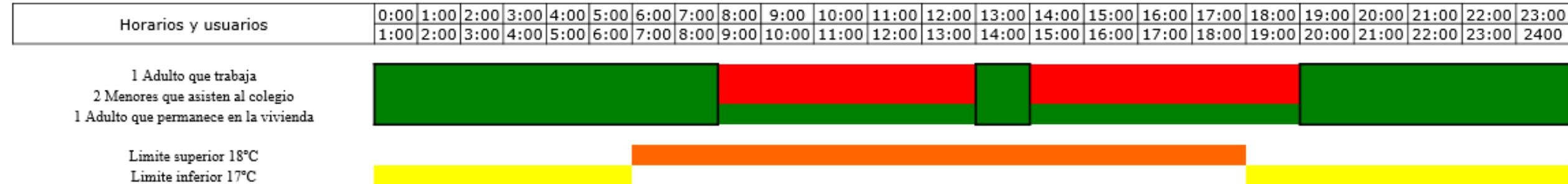
### 3. Sistema nacional de Calificación de vivienda

### 4. Implementación de medidas de EE en Edificación Pública

### 5. Modificación y actualización de OGUC (art.4.1.10)

**GRAN PROBLEMA ASOCIADO A MODELOS ESTÁTICOS DE CÁLCULO**

- Simulaciones en la edificación



Se considera que la totalidad de los días son hábiles.  
Demandas de calefacción y no de enfriamiento

Sistema de calefacción basado en un convector natural, con proporción radiante de 0,1 y coeficiente visual de 0,248.

## Recintos

- Habitaciones: Iluminación.
- Baño: Iluminación y secador de pelo.
- Estar – Comedor – Cocina: Lavadora, refrigerador y televisor.

**IDEALIZACIÓN DE LA REALIDAD QUE NO NECESARIAMENTE TIENE RELACIÓN CON ESTA**



- Comentarios finales
- La definición de un proyecto en cuanto a sostenibilidad y eficiencia energética se ve limitado a las condiciones actuales que no permiten entender todos los matices involucrados.
- La calificación energética debe ser obligatoria prontamente para toda vivienda nueva.
- La reglamentación térmica (4.1.10) también debe ser revisado para ser más exigente en el corto plazo.
- Debemos establecer un camino claro en cuanto a las certificaciones energéticas que serán prioritarias para e país.





# “Escenario energético en la edificación de Chile y el mundo”

Jaime Arriagada  
Arquitecto y Magíster en Construcción  
Docente Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Chile

[jarriagadaa@ucentral.cl](mailto:jarriagadaa@ucentral.cl)

