

## **RELACIÓN ENTRE LA GANANCIA SOLAR Y LA CALEFACCIÓN AUXILIAR PARA DOS TIPOS DE ENVOLVENTE FORMAL EDILICIA.**

**Alfredo Esteves y Daniel Gelardi**

DICYT – Dirección de Investigaciones Científicas y Tecnológicas

Universidad de Mendoza

Aristides Villanueva 773 – 5500 Mendoza – Argentina

Tel./Fax: 54 (0)261 4202017 int.150

Email: [alfredoesteves@um.edu.ar](mailto:alfredoesteves@um.edu.ar) ó [alfredoesteves@argentina.com](mailto:alfredoesteves@argentina.com)

**RESUMEN:** En todas las culturas, la conservación de energía juega un papel fundamental en el aprovechamiento energético. Se presenta el caso de dos envolventes diferentes que para una superficie cubierta similar, representativas de dos diseños distintos, uno tipo Chalet moderno y el otro racional. Se presentan además dos costos diferentes para el caso de utilizar *Sistema Iggam Weber<sup>R</sup>* y un sistema artesanal de colocación de la aislación térmica en muros. Se exponen además las posibilidades que tiene la tecnología de ser implantada si el Impuesto al Valor Agregado (IVA) no fuera aplicado para la incorporación de aislación térmica y el consumo de gas para estos edificios más eficientes. Se concluye con que el sistema de incorporar la aislación térmica combinado con calefacción auxiliar por tiro balanceado es la situación económicamente más conveniente y tiene un plazo de amortización cercano a los 20 años. Si fuera el caso de poder descontar el IVA, el plazo se reduce en unos 4 años. La forma de la envolvente también juega un papel fundamental, dado que los costos de incorporar aislación térmica para una envolvente racional es de \$ 61/ m<sup>2</sup> de superficie cubierta; mientras que los costos de incorporarla en una envolvente para la vivienda tipo Chalet resulta \$ 116/ m<sup>2</sup> de superficie cubierta.

Palabras claves: arquitectura sustentable, eficiencia energética, costos calefacción auxiliar, costos operativos

### **INTRODUCCIÓN**

La conservación de energía de los edificios ocurren a través de la envolvente (todas las superficies que rodean a los espacios interiores del edificio mismo). La superficie de la envolvente edilicia depende de la superficie de los cerramientos que la integran.

Las pérdidas térmicas por un cerramiento son una combinación de la superficie y la conductancia térmica del cerramiento mismo. Las superficies de los cerramientos son directamente proporcionales a la forma otorgada al edificio. Ha habido esfuerzos realizados en el estudio de la forma edilicia, para conocer la mayor eficiencia de la misma. Goulding et al, (1994) y Esteves et al., (1997) se utiliza la superficie de envolvente como parámetro para conocer la eficiencia de la misma en la transferencia de calor. Mascaró et al, (1999), trabaja con el perímetro de la envolvente en su contacto con el piso, antes que la superficie de la envolvente, para calcular el Índice de Compacidad, sin embargo, nada dice este índice acerca de los techos que como parte de la envolvente genera un importante intercambio térmico. Como conclusión podemos decir que una relación de superficies de 2 m<sup>2</sup> de envolvente por unidad de superficie cubierta a calefaccionar es indicativo de una forma compacta eficiente en la transferencia de calor.

Otro factor importante en el estudio e incidencia de la forma, sobretudo en localidades de climas fríos o climas templados, es la ganancia de calor solar que para la época invernal se encuentra sobre el ecuador.

Utilizar una superficie exterior para ganar energía solar pasando de diseños redondos o cuadrados a plantas más alargadas que permitan exponer más superficies al Ecuador e incorporar en ella sistemas solares pasivos, sistemas de calentamiento de agua o sistemas fotovoltaicos en techos o muros inclinados. Pero hay un límite sin embargo, para el cual, una forma compacta térmicamente eficiente debe ser extendida. Cerca de él, las ganancias ya no superan las pérdidas generadas por el aumento de superficie. Whillier A, del MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts), indica no más de 1.5:1 la relación del lado expuesto al ecuador respecto del perpendicular. Pasando este límite el costo será mayor y el incremento de aislación térmica también. Es una buena práctica corroborarlo en cada caso.

La forma del edificio también tiene peso sobre la cantidad de material involucrado en la construcción del edificio y por ende, en el valor monetario de la construcción del mismo. Sin embargo, no es muy común realizar una optimización de la forma observando ni la eficiencia térmica ni la eficiencia de la forma para reducir la cantidad de materiales.

Kim J. et al. (1998) indica que la economía de recursos en la construcción debe estar presente en todo estudio de eficiencia energética del edificio, considerando la reducción, reutilización y/o reciclaje de los recursos naturales que ingresan al edificio.

La aplicación de estos principios implica tener un amplio conocimiento de las consecuencias para el medio ambiente, ya sean locales o globales, del hecho arquitectónico.

La economía de los recursos utilizados es una estrategia que depende de las posibilidades que otorga la forma del edificio y la utilización de los mismos para evitar excesivos recortes inútiles.

Por otro lado, la economía en el costo monetario de los materiales utilizados es algo que está presente en toda construcción edilicia. Las decisiones arquitectónicas respecto a la economía de recursos materiales, la energía demandada durante la construcción (a través de los materiales utilizados) y su costo monetario, constituyen una combinación de factores que están presentes posteriormente durante toda la vida útil del edificio y son un conjunto de decisiones que deben decidirse durante la etapa de proyecto del mismo. La idea sustentada aquí es que tales conocimientos deben ser material para el proceso proyectual, de manera que el diseño del edificio resulte un diseño racional, controlado y estético (Esteves y Gelardi, 2007).

La economía es una ciencia exacta y como tal, los conceptos para ser aplicados en arquitectura deben adaptarse para su mejor comprensión.

En Mascaró, 1999, se indican los costos relativos de cada rubro en relación al total como valores necesarios para tomar en consideración, aspectos económicos durante la etapa del proyecto. En el mismo, se plantea también, agrupar los costos en: planos horizontales, planos verticales, instalaciones y otros. Esta forma de agruparlos permite evaluar más fácilmente el proyecto más económico.

Edwards, 2008 indica las medidas para mejorar la eficiencia energética en viviendas existentes dado que el aumento del parque de viviendas aumenta sólo a un ritmo del 2% anual, hablando del caso de Inglaterra y el objetivo marcado de reducir el 20% de las emisiones de CO<sub>2</sub> antes de 2010, sólo podría cumplirse si se logra un mayor conocimiento y conciencia respecto del reciclaje edilicio. Indica también que el reciclaje se debería orientar hacia una mayor conservación de energía, es decir, la colocación de aislantes en muros, refuerzo de aislación térmica en techos, instalación de ventanas con DVH o con vidrios de baja emisividad y la protección contra las infiltraciones de aire y todas estas medidas combinadas con sistemas de regulación para el sistema de calefacción, pueden en conjunto reducir hasta el 60% del consumo de energía.

La Norma IRAM 11900 estudiada durante 2009 e implementada en 2010 genera una categorización de los edificios según una etiqueta que considera la eficiencia térmica de la envolvente.

Se propone en este trabajo un estudio respecto de los costos económicos de incorporar aislación térmica en muros, comparando la situación en dos edificios existentes, uno con FAEP<sup>1</sup> de 3.7 m<sup>2</sup>/ m<sup>2</sup> y otro de FAEP 1.56 m<sup>2</sup>/ m<sup>2</sup>. Se presenta el análisis de la incorporación de la aislación térmica para tres tecnologías posibles: a) Sistema Weber; b) sistema artesanal con protección de revoque c) sistema artesanal con protección de placa cementicia.

### **Formas de incorporación de aislación térmica en edificios**

Entre las maneras de incorporar aislantes térmicos en los muros tenemos tres opciones que a nuestro juicio son las más económicas que podemos encontrar en el mercado Argentino.

#### *a) Sistema Iggam Weber*

El sistema Weber consta de un revoque adhesivo (weber.rev base coat gris, que es un revoque base y mortero adhesivo para sistemas de construcción en seco y de aislación térmica. Viene listo para usar por lo cual, mantiene una calidad constante. La Figura 1 muestra el proceso de colocación de la aislación térmica. 1- Extender con llana metálica el material sobre la pared y el reverso de la placa, ranurar con la parte dentada. 2- Apoyar la placa de poliestireno y presionar en toda la superficie hasta aplastar los surcos del adhesivo. 3- sobre el poliestireno expandido dar una primera mano de material y con una llana metálica lisa, en un espesor aproximado de 1-2 mm. Dejar orear y finalmente colocar la malla de fibra de vidrio previene la formación de grietas, fisuras y micro fisuras causadas por el movimiento de asentamiento de los materiales, generando una superposición de 10 cm en los extremos para garantizar la continuidad del refuerzo y aplicar con llana metálica lisa otra capa de material con un espesor tal que cubra la malla por completo.

---

<sup>1</sup> FAEP: Factor de Area Envolvente /Piso, relación entre la superficie de envolvente y la superficie cubierta.



Pegamento ...  
esparcido en el  
muro y el aislante

Pegamento ...  
preparado con ...



Figura 1: Sistema Weber: 1- untar el muro y una cara el aislante; 2- unir ambas partes y presionar bien; 3-4 untar la cara visible del aislante; 5-6 colocar la malla de PVC untando nuevamente la cara visible; 7 dar terminación a la superficie alisando para dejarla lista para recibir la pintura.

b) colocación de aislación térmica con alfajías y revoques

La colocación de aislación térmica con alfajías, sobre muro existente, permite incorporar la aislación térmica en los muros de manera más económica, pero se debe poder realizar los revoques correspondientes.

La Figura 2 muestra la forma de cómo incorporar la aislación térmica. La tecnología implica adicionar la aislación térmica de poliestireno expandido por el exterior de modo de mantener la masa térmica por el lado interior y beneficiar a la vivienda de su inercia térmica. Colocar una barrera de vapor (polietileno de 150  $\mu$ ), luego la aislación térmica con un espesor de 50 mm entre listones de álamo de 2" x 2" Luego se clava metal desplegado (550 kg/m<sup>2</sup>) sobre los listones y se realiza el revoque. Finalmente se incorporó un revestimiento impermeable con color incorporado. La Figura 2 muestra una secuencia de fotos que ilustra la tecnología comentada. Una variante la constituye la posibilidad de colocar una malla de fierros de 4.2 mm de espesor electrosoldada de 15 cm x 15 cm unida al muro a través de insertos de hierro nervado de 8 mm de espesor colocados en las juntas de unión entre ladrillo y ladrillo (Ver Figura 2 foto 2).



Figura 2: colocación de la aislación térmica: 1- unión al muro a) con alfajías de álamo y b) con malla cima; 2- detalle de colocación con malla cima 4.2 mm; 3- detalle de la esquina; 4- muro terminado c/revestimiento plástico.

Costo de la incorporación de la aislación térmica

La Tabla 1 resume el costo de la incorporación de la aislación térmica en muros mediante los dos métodos descriptos anteriormente.

COSTO DE MATERIALES - MURO IGGAM/WEBER					
TEM	MATERIALES	cantidad		Precio Unt.	Totales
1°	Weber.col impermeable	6	kgrs.	\$1.20	\$7.20
2°	Plancha de Poliéstireno A	1	m <sup>2</sup>	\$11.25	\$11.25
3°	Weber.rev base coat gris	4	kgrs.	\$5.53	\$22.12
4°	Malla de vidrio de 90grs.	1	m <sup>2</sup>	\$6.21	\$6.21
5°	weber.rev base coat gris	4	kgrs.	\$5.53	\$22.12
<b>Total materiales</b>					<b>\$68.90</b>

Mano de obra - MURO IGGAM/WEBER				
Item		hr/m2 *	Precio unitario**	Total
1°	Oficial	0.47	25.9	12.2
2°	Ayudante	0.47	18.2	8.6
<b>Total Mano de Obra</b>				<b>20.7</b>

\* fuente: Enciclopedia de la Construcción, 1999.

\*\* fuente: Revista Vivienda - Carmuega. Secc. C4 Mano de Obra, Marzo 2010.

COSTO DE MATERIALES - MURO AISLACION C/ALFAJIAS					
TEM	MATERIALES	cantidad		Precio Unt.	Totales
1°	Barrera de vapor - Polietil	1	m <sup>2</sup>	\$1.80	\$1.80
2°	Poliéstireno 2"esp	1	m <sup>2</sup>	\$10.90	\$10.90
3°	Alfajías álamo 2" x 2"	1.5	u	\$3.50	\$5.25
4°	Metal desplegado 550 gr/l	0.67	m <sup>2</sup>	\$7.77	\$5.21
5°	Revoque grueso	1	m <sup>2</sup>	\$5.61	\$5.61
6°	Tornillos y fijaciones	1	Global	\$1.20	\$1.20
<b>Total materiales</b>					<b>\$29.97</b>

Mano de obra MURO AISLACION C/ALFAJIAS				
Item		hr/m2 *	Precio unitario**	Total
1°	Oficial	1.1	25.9	28.5
2°	Ayudante	0.75	18.2	13.7
<b>Total Mano de Obra</b>				<b>42.2</b>

\* fuente: Enciclopedia de la Construcción, tiempos insumidos act. 2000.

\*\* fuente: Revista Vivienda - Carmuega. Secc. C4 Mano de Obra, Marzo 2010.

Tabla 1: costo de la incorporación de aislación térmica por los dos métodos

Los costos de los elementos (piso, techo, ventanas, muros, etc) de edificios sustentables, normalmente son mayores que los costos de sus homónimos tradicionales. Esto es debido fundamentalmente a la conservación de energía por un lado que incrementa los elementos incluidos en la construcción de muros y techos (aislamiento térmico con sus correspondientes capas de protección mecánica – Esteves et al (2006) y de ventanas (doble vidriado hermético o protecciones exteriores como postigones, persianas, pérgolas y/o burletes o contactos para disminuir los intercambios de calor por infiltración).

Tomando en cuenta un muro exterior, su aislamiento térmico implica un costo para valores de marzo de 2010 de: \$ 72.2/m<sup>2</sup> (US\$ 18.27/m<sup>2</sup>) para la aislación con alfajías y \$ 89.8/m<sup>2</sup> (US\$ 22.73/m<sup>2</sup>) para la aislación térmica con el método Iggam-Weber En función de estos costos podemos ahora tomar en consideración las posibilidades que tienen los edificios en función de su forma, y cómo se vinculan con el sistema de calefacción auxiliar.

## ESTUDIOS DE CASO

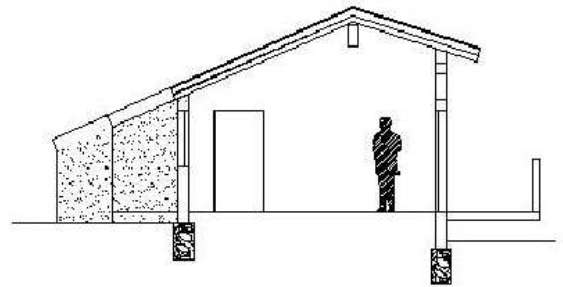
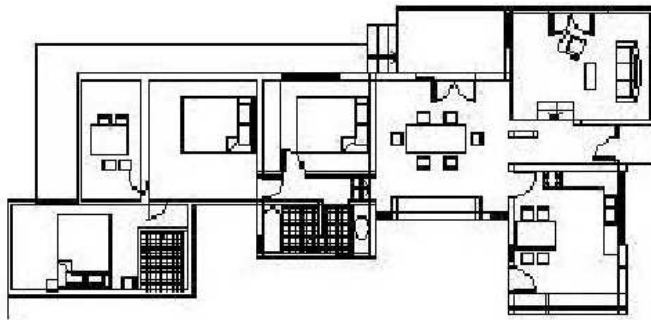
Se han estudiado dos casos típicos representativos de formas distintas que permiten estudiar la relación entre los sistemas solares pasivos de calefacción y el sistema de calefacción auxiliar. Es necesario integrar los sistemas pasivos con los sistemas auxiliares para que el diseño sea más integral.

Un caso está representado por la vivienda tipo Chalet, que llamaremos en adelante Caso A. El otro caso, es una vivienda con un diseño muy racional, que llamaremos caso B.

### CASO A - VIVIENDA TIPO CHALET

Se trata de una vivienda que posee un FAEP = 3.7 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>, ocasionado por una excesiva superficie de envolvente edilicia. La vivienda posee 138 m<sup>2</sup> cubiertos. Su planta obedece a la tipología de Chalet moderno, con quiebres de techos, adaptándose a los desniveles de piso existentes. La vivienda posee 3 dormitorios (2 orientados al norte franco y el restante parcialmente); un estar-comedor orientado también norte; cocina-lavandería (orientado al este/oeste); un escritorio (orientado al norte) y dos baños, que se encuentran hacia el sur. Posee un patio de servicios, que además permite ventilación de los locales de dormitorios a través de un pasillo y los baños y el estar-comedor directamente. La Figura 3 muestra la planta, un corte y una foto del edificio, como se puede observar la misma es alargada en sentido N-S.

La forma de la vivienda y los parámetros elegidos para la altura, resulta en una vivienda muy poco racional, desde el punto de vista de las superficies, ya que, la superficie de envolvente resulta excesiva, 456.2 m<sup>2</sup>. De ellos, el 68.4% corresponde a los muros y el 31.6% corresponde a los techos, que tienen una inclinación importante (20°). Es apropiada la distribución de las superficies verticales, ya que la superficie norte (potencialmente colectora de energía solar) se aumenta respecto de la superficie sur (ver Figura 6, la menor altura correspondiente a la fachada sur). Los indicadores resultan Factor de Area Envolvente/Piso FAEP = 3.7 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>; Factor de forma FF = 1.02 m-1.



En cuanto al comportamiento térmico, la Tabla 1 indica los valores de las figuras características de la vivienda, es decir, CNP, FAS, potencia de calefacción, calor auxiliar anual calculado y consumo anual.

Item	Edificio s/aislación en muros	Edificio c/aislación en muros
CNP [W/°C]	748.1	422.5
FAS [%]	23.8	36.4
Consumo anual [m3] *	1897.8	893.2
Potencia [kcal/h] *	13395	9030
Potencia instalada [kcal/h]	13500	13500
Consumo real [m3]	1170	783.9 **

\* Valores estimados por balance térmico - \*\* valores estimados por consumos proyectados

Tabla 2: valores de parámetros térmicos de la vivienda con y sin aislación térmica

### CASO B – VIVIENDA RACIONAL

El análisis de la forma del edificio y la superficie de envolvente que lo separa del ambiente exterior, tiene que ver con las pérdidas y ganancias de calor. La superficie de envolvente es de 614.11 m<sup>2</sup>, para una superficie cubierta a calefactar de 311 m<sup>2</sup>. El Factor de Área de Envolvente/superficie de piso es de 1.98 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>, valor cercano a 2 que posee la semiesfera, correspondiendo al techo 1.008 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> y a la envolvente vertical 0.978 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>. Recordemos que este factor tiene incidencia también en el gasto de material y los costos de construcción. La vivienda entonces es compacta y con un diseño racional. La Figura 4 muestra planta, fachadas N y fachada S y una foto de la misma.

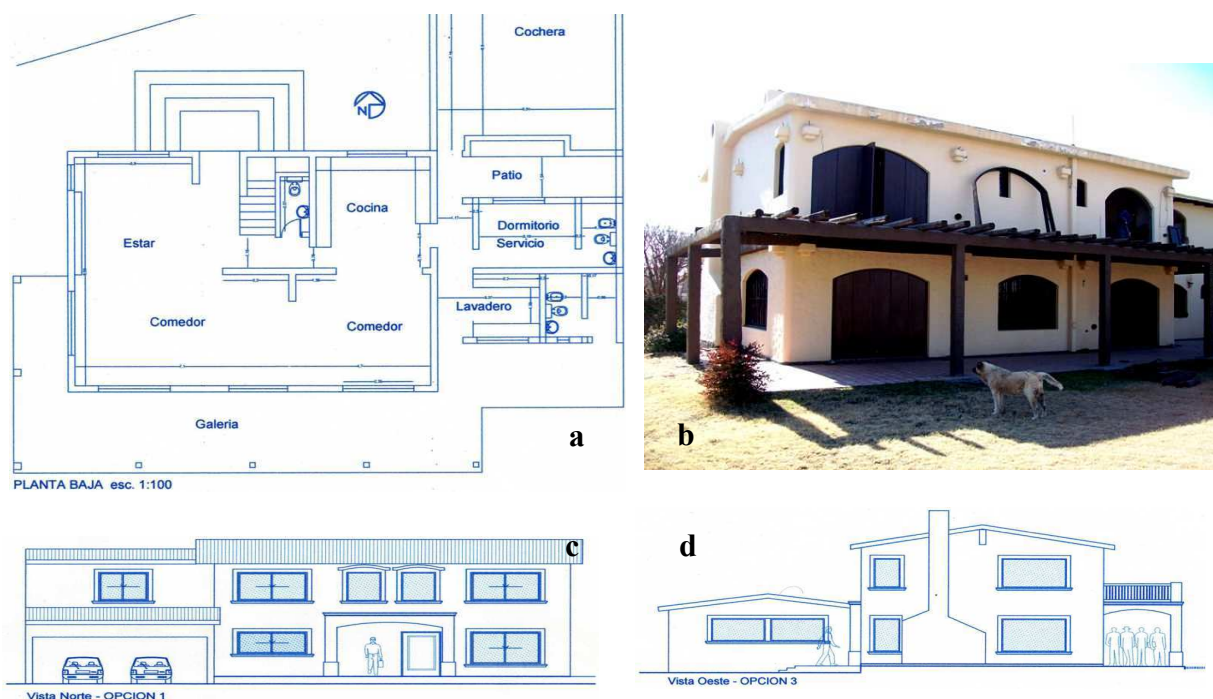


Figura 4: Vivienda del Caso B: a- planta; b- foto fachada sur; c- vista proyecto de fachada norte refaccionada; d- vista del proyecto de fachada oeste refaccionada.

Ítem	Vivienda s/mejoras	Vivienda c/mejoras
CNP	1276 W/°C	567 W/°C
Energía consumida anual	49230 kWh/año	14092 kWh/año
- Gas Natural	4550 m <sup>3</sup> /año	1302 m <sup>3</sup> /año
Potencia de calefacción:	28330 kcal/h	13625 kcal/h

Tabla 3: valores de parámetros térmicos de la vivienda con y sin aislación térmica

Como se puede observar, el intercambio de energía, indicado por el CNP (Coeficiente Neto de Pérdidas) disminuye al 44.4% al incorporar las estrategias de conservación de energía en muros, mientras que la potencia de calefacción disminuye al 48%, esto es significativo ya que el ahorro en la instalación del sistema es un gasto inicial y puede contribuir para cubrir los costos de las estrategias indicadas como mejoras.

Consecuentemente el consumo de gas natural será menor, en la misma proporción que el CNP, es decir, disminuye al 37 %. Tomando en cuenta valores de hoy, el gas natural ahorrado significaría \$ 649.5/año. Es de destacar que si fuera gas licuado, el ahorro sería del orden de \$ 2158.-/ año.

#### **COSTO DE LOS SISTEMAS DE CALEFACCIÓN AUXILIAR**

Se han considerado dos sistemas de calefacción auxiliar: un sistema centralizado con distribución de radiadores y caldera calefactora y b) sistema de calefacción utilizando calefactores de Tiro Balanceado (TB). En el caso de calefacción central, se tiene en cuenta una caldera modular con potencia variable entre 6000 y 20000 kcal/h con un costo de \$ 3200.- (810 US\$). Los radiadores se han considerado la marca “Triangular” Ghidini plus de 216 kcal/elemento y \$ 89.3/elemento. En el caso de calefacción por tiro balanceado se ha considerado calefactores volcán de 5700 kcal/h \$ 900.- y de 3800 kcal/h \$ 750.-

#### **RESULTADOS**

Los resultados se pueden visualizar en las Tabla N° 4 para el caso de instalación del sistema con calefacción central y en la Tabla N° 5 para el caso de instalación del sistema con estufas de tiro balanceado.

<b>Costo total del sistema con calefacción central</b>				
<b>Item</b>	<b>Caso A</b>		<b>Caso B</b>	
	<b>Existente</b>	<b>c/aisl. Térm.</b>	<b>Existente</b>	<b>c/aisl. Térm.</b>
<b>Superficie de muros:</b>	203	203	223	223
<b>Costo de aislación térmica</b>	0	16017	0	17603
<b>Costo de calef. Central Auxiliar</b>	15271	12378	20953	17066
<b>Costo GN en 20 años</b>	13709	6421	20200	8820
<b>Costo total</b>	28980	34816	41376	43712
<b>Costo total sin iva</b>	28980	30777	41376	38733

En la Tabla 4 se puede observar la superficie de muros, que en ambos casos A y B, son muy similares, 203 m<sup>2</sup> y 223 m<sup>2</sup> en cada caso. Esto teniendo en cuenta que la superficie cubierta del Caso B, más que duplica a la del caso A. Esto está ocasionado exclusivamente por la forma. En base a esta situación, los montos de incorporar la aislación térmica de muros resulta muy semejante \$ 16017.- para el caso A y \$ 17603.- para el Caso B.

En el caso de aislar los muros, para el caso A, contra una inversión inicial de 16017 se alcanza un ahorro de GN, \$ 7288.- y una diferencia de costos de instalación de 15271 – 12378 = \$ 2893.- El monto total ahorrado es de \$ 10181, monto que no alcanza a amortizar el costo de incorporar la aislación térmica \$ 16017.- Si fuera posible contar con el incentivo eliminar el monto del IVA para la incorporación de la aislación térmica y para el costo del gas natural, tendríamos una diferencia de casi \$ 4100.- a favor de incorporación de la aislación térmica, lo cual significaría casi la amortización de la colocación de la misma en 20 años.

En el caso de aislar los muros, para el caso B, contra una inversión inicial de 17603 se alcanza un ahorro de GN, \$ 11380.- y una diferencia de costos de instalación de 20953 – 17066= \$ 3887.- El monto total ahorrado es de \$ 14068, monto que no alcanza a amortizar el costo de incorporar la aislación térmica \$ 17603.- Si fuera posible contar con el incentivo eliminar el monto del IVA para la incorporación de la aislación térmica y para el costo del gas natural, tendríamos una diferencia de casi \$ 5000.- a favor de incorporación de la aislación térmica, lo cual significaría casi la amortización de la colocación de la misma en 20 años.

<b>Costo total del sistema con estufas de tiro balanceado</b>				
<b>Item</b>	<b>Caso A</b>		<b>Caso B</b>	
	<b>Existente</b>	<b>c/aisl. Térm.</b>	<b>Existente</b>	<b>c/aisl. Térm.</b>
<b>Superficie de muros:</b>	203	203	223	223
<b>Costo de aislación térmica</b>	0	16017	0	17603
<b>Costo de calef. Central Auxiliar</b>	5700	3650	9500	5700
<b>Costo GN en 20 años</b>	13709	6421	20200	8820
<b>Costo total</b>	19409	26088	29700	32123
<b>Costo total sin iva</b>	19409	22049	24923	27367

*Tabla 5: Costos incurridos en situación existente y con aislación térmica en muros para el Caso A y B..*

Para el caso de sistema con estufas de tiro balanceado, la situación es bastante menos costosa económicamente. Es decir, los montos de incorporar el sistema auxiliar resulta mucho menor que utilizar un sistema centralizado, \$ 5700.- para el Caso A y \$ 9500.- para el caso B ambos tomados para el edificio sin aislación térmica en sus muros.

En el caso de aislar los muros, para el caso A, contra una inversión inicial de 16017 se alcanza un ahorro de GN, \$ 7288.- y una diferencia de costos de instalación de  $5700 - 3650 = \$ 2050.-$  Estos valores representan un ahorro de \$ 9338.- en los 20 años, monto que no alcanza a amortizar el costo de incorporar la aislación térmica \$ 16017.- Si fuera posible contar con el incentivo eliminar el monto del IVA para la incorporación de la aislación térmica y para el costo del gas natural, tendríamos una diferencia de casi \$ 4000.- a favor de incorporación de la aislación térmica, lo cual significaría casi la amortización de la colocación de la misma en 20 años.

En el caso de aislar los muros, para el caso B, contra una inversión inicial de 17603 se alcanza un ahorro de GN, \$ 11380.- y una diferencia de costos de instalación de  $9500-5700 = \$ 3800.-$  El monto total ahorrado es de \$ 15180.-, monto que no alcanza a amortizar el costo de incorporar la aislación térmica \$ 17603.- Si fuera posible contar con el incentivo eliminar el monto del IVA para la incorporación de la aislación térmica y para el costo del gas natural, tendríamos una diferencia de casi \$ 4800.- a favor de incorporación de la aislación térmica, lo cual significaría casi la amortización de la colocación de la misma en 16 años.

#### 4 - CONCLUSIONES

Se presenta en este trabajo los resultados económicos de la incorporación de la aislación térmica en muros, en dos tipos de viviendas cuya distinta superficie de envolvente vertical  $3.78 \text{ m}^2/\text{m}^2$  de superficie cubierta una y  $1.95 \text{ m}^2/\text{m}^2$  la otra. teniendo en cuenta también dos tipos de sistemas de calefacción posibles de utilizar que se emplean ampliamente en la actualidad.

Se observa claramente que los costos en los que se incurre al incorporar la aislación térmica de muros depende mucho de las dimensiones de la envolvente, \$ 116.-/  $\text{m}^2$  de superficie cubierta para el caso A con FAEP  $3.78 \text{ m}^2/\text{m}^2$  y \$ 61/  $\text{m}^2$  de superficie cubierta para el caso B con FAEP  $1.95 \text{ m}^2/\text{m}^2$ . Este hecho redundará en varios años menos de amortización de la inversión. Además se logra un menor costo inicial de los sistemas de instalación de calefacción, que permite cubrir parte de los costos iniciales de incorporar la aislación térmica.

Se puede observar el bajo costo de los energéticos, ocasionado por los subsidios existentes dado que si la misma situación fuera realizada en España, el mayor costo de los combustibles, permitiría una amortización que estaría en el orden de 4 años en lugar de 20 años o más de lo que ocurre en Argentina.

#### 5- REFERENCIAS

- Balcomb Douglas, 1981. Solar Energy Handbook. Cap. 10. Passive Solar Systems. J.Wiley.
- Jong-Jin Kim, Brenda Rigdon. 1998. Introduction to Sustainable Design. College of Architecture and Urban Planning. University of Michigan. *Published by* National Pollution Prevention Center for Higher Education.
- Mascaró Juan Luis. 1999. O Custo das Decisoes Arquitectónicas. Ed. Universidad Federal de Porto Alegre. Porto Alegre. Brasil.
- Esteves A., Gelardi D., Oliva A.L. 1997. The Shape in Bioclimatic Architecture. II Teaching in Architecture Conference. Cap. 3, pp. 12-18. Ed. Marco Sala. Florencia. Italia.
- Esteves A., Gelardi D. 2006. "Técnicas constructivas y materiales de bajo costo energético en la arquitectura sustentable. caso proyecto y construcción de vivienda en centro-oeste de argentina". Actas del XI Encontro Nacional de Tecnología no Ambiente Construido (ENTAC 2006), pp. 3629-3638. Florianópolis 23 al 25 de Agosto. Brasil.

**Abstract:** in all cultures, energy conservation play a mean role in rational use of energy. In this paper it is presented two cases of differents building envelopes such for similar superficies of floor. It is presented two differents costs, one for the Iggam Weber System and another by handcrafted to apply the thermal insolation for walls. The cost of two different cases are presented if Value Added Tax (VAT) is not included as incentive strategies. It is presented the more convenient case, that is, put thermal isolated in walls combined with auxiliar heating system of balanced shot convector. The amortization period is 20 years. If do not apply VAT the amortization period fall to 16 years. The building shape is fundamental because for more rational building the cost of thermal isolation is \$ 61/m<sup>2</sup> of floor area surface, while for chalet building is \$ 116/m<sup>2</sup> of floor area surface.

**Keywords:** energy efficiency, thermal insolation, passive solar systems.