

ANÁLISIS DE COSTOS EN EDIFICIOS ESCOLARES BIOCLIMÁTICOS

Fernández Llano, J.C.*, Basso, M.* , de Rosa, C.**

Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda. (LAHV)
Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales. (INCIHUSA)
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Casilla de Correo 131 (5500) MENDOZA
Tel.: 061 288797 Fax.: 061 287370 E-mail: jcfillano@lab.cricyt.edu.ar

RESUMEN

En el trabajo se analizan los costos de 4 edificios escolares cuyos proyectos fueron elaborados en esta UID. Estos edificios fueron diseñados bajo las normativas básicas de cumplimiento obligatorio de la Ley Federal de Educación en los aspectos bioclimáticos.

En el trabajo se demuestra la necesidad de una profundización en el análisis de los costos cuando se trata de edificios no tradicionales, entendiéndose como tales aquellos en los cuales aparecen componentes no empleados en las construcciones típicas: aislación de muros, ventanas con doble vidrio, etc.

El desconocimiento de nuevas tecnologías hace que en algunos casos, se produzca una gran dispersión en los costos de los distintos rubros que componen los elementos constructivos.

La difusión de dichas tecnologías permitirá ajustar los costos en el futuro a valores más acotados, modificando la situación actual en que éstos, se establecen fundamentalmente teniendo en cuenta los imprevistos. Estos imprevistos representan en muchos casos, elevados sobrecostos.

INTRODUCCIÓN

Debido a la reestructuración del sistema estatal de educación en la Argentina a partir de 1998, numerosos edificios escolares se han construido y otros ampliados, respondiendo a las nuevas necesidades establecidas por la Ley Federal de Educación [1]. Dentro de este marco, se comisionó al LAHV-INCIHUSA, unidad de investigación y desarrollo perteneciente al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), la confección de los proyectos de tres edificios escolares de demostración y la ampliación de uno existente, todos aerónicamente eficientes. Las adjudicaciones de las obras fueron realizadas a través de llamados a licitación en el ámbito privado. Para ello se hizo una selección de las empresas interesadas, calificadas según un mínimo de facturación anual en los últimos años, mayor a \$1.000.000 para los tres primeros. Las construcciones de estos edificios en la actualidad, están próximas en su etapa final.

Las escuelas nuevas se encuentran ubicadas en diferentes puntos del oasis Norte y el edificio a ampliar, en el Sur de la provincia de Mendoza. Algunas de sus principales características se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Edificios escolares bioclimáticos construidos en la Provincia de Mendoza.

Establecimiento	Localización	Superficie m ²	Presupuesto oficial \$	Costo unitario \$/ m ²	Costo Adjudicatario \$/ m ²
Nº 4-041: Alicia M. De Justo	Lavalle	1631	832.826	510,62	481.29
Nº 4-042: Sin Nombre	Medrano-Rivadavia	1404.6	723.599	515,16	535.97
Nº 4-096: Marcelino Blanco	La Paz	1195.6	593.007	595	591
Nº 8-597: Pedro Scalabrini	El Sosneado-S Rafael	300	119.000	397	397

ANÁLISIS INDIVIDUAL DE LOS EDIFICIOS ESCOLARES:

ESCUELA Nº 4-041: ALICIA MOREAU DE JUSTO

El terreno de forma trapezoidal, tiene una superficie de 4364.65 m². Está ubicado en una zona periurbana, sobre la ruta de acceso a la ciudad de Lavalle y a 600 m aproximadamente de su centro. El edificio escolar está constituido por 7 aulas de 54 m² c/u, 4 talleres, (informática, recursos pedagógicos, ciencia y tecnología) 67.5 m² c/u, salón de usos múltiples (SUM) 193.75 m², oficinas administrativas 60 m² y servicios. La superficie total a construirse es de 1631 m². Experimentalmente, se ha instalado un sistema de enfriamiento terrestre para el acondicionamiento estival de las tres aulas orientadas al norte [2].

Con el objeto de establecer una comparación entre los distintos costos por unidad de superficie construida, se toma como base el presupuesto oficial. Las empresas oferentes son 6 y se detallan en la Tabla 2.

Como se puede observar en la Tabla 2, la variabilidad máxima que surge de los distintos presupuestos presentados en relación al Oficial, alcanza al 10 %. Esta relativa concordancia en los costos finales desaparece cuando se realiza un análisis

* Profesional Principal CONICET ** Investigador Independiente CONICET

de los distintos rubros constructivos pertenecientes a cada una de las Empresas intervinientes, como se observa en la Tabla 3. En todas las tablas presentadas se consideran los rubros de mayor incidencia de manera que en muchos casos, la suma de los porcentajes de los distintos rubros para cada empresa no alcanza el 100 % .

Como se puede observar en la Tabla 3, el rubro de mayor incidencia lo constituye la Obra Gruesa, que se encuentra en un 20 % aproximadamente por encima de las Terminaciones. Estos 2 primeros rubros representan entre el 80 y el 90% de los costos totales. No obstante, es importante destacar la gran dispersión que se observa en los distintos rubros para una misma obra. El sistema de enfriamiento terrestre fue considerado como un rubro aparte ya que tiene características constructivas particulares.

Tabla 2: Empresas oferentes para la construcción de la Esc. A.M. de Justo.

	Empresa	Monto total \$	Costo unitario [\$/ m2]	% respecto del oficial
1	A	784984.31	481.29	-5.7
2	OFICIAL	832826	510.62	0.0
3	B	878247.68	538.47	5.1
4	C	884084.37	542.05	5.7
5	D	897600	550.34	7.1
6	E	918890.37	563.39	9.3
7	F	922810.97	565.79	10.3

Tabla 3: Contribución porcentual por cada rubro en las distintas ofertas presentadas.

	Rubros	E	C	B	F	D	A	OFICIAL	Rango
1	Obra Gruesa	57	61	70	50	50	52	53	50 - 61
2	Terminaciones	27	27	18	35	36	38	37	27 - 38
3	Instalación Eléctrica	5.4	4.85	3.75	5	7.6	3.5	5	3.75 - 7.6
4	Instalación Sanitaria	6.40	3.8	4.20	6.9	3.9	3.60	3	3 - 6.90
5	Instalación Gas	2.1	2.5	1.9	2.0	1.6	1.7	0.7	0.7 - 2.5
6	Sist. Enfriamiento	2.2	1.00	1.3	0.6	1.2	0.75	0.70	0.6 - 2.2

ESCUELA N° 4-042: SIN NOMBRE - MEDRANO

El terreno de forma rectangular tiene una superficie de 3138 m². El edificio cuenta con: 8 aulas de 49 m² c/u.; 4 talleres, (Informática, Recursos Pedagógicos, Ciencia y Tecnología): 56.25 m² c/u., salón de usos múltiples: 206 m², sector administrativo: 60 m² y servicios. Al igual que en el caso anterior, se dan los valores presentados por las distintas empresas intervinientes y su relación con el presupuesto oficial (Tabla 4).

Tabla 4: Empresas oferentes para la construcción de la escuela de Medrano

	Empresa	Monto total \$	Costo unitario \$ / m2	% respecto del oficial
1	OFICIAL	723599	515.16	0.0
2	G	752830.14	535.97	3.9
3	H	777464.55	553.51	6.9
4	I	940680	669.71	23.1

La Tabla 5 muestra la variabilidad máxima que surge de los distintos presupuestos presentados con relación al Oficial, alcanza al 23 % por encima de éste. La Tabla 5 muestra la variabilidad de la contribución porcentual en el costo de cada uno de los rubros considerados.

Tabla N 5: Contribución porcentual por cada rubro en las distintas ofertas

		G	H	I	OFICIAL	Rango
1	Obra Gruesa	47	53	56	48	47 - 56
2	Terminaciones	40	31	30	38	30 - 40
3	Instalación Eléctrica	3.6	5.9	3.5	5.7	3.5 - 5.9
4	Instalación Sanitaria	2.6	5.0	5.1	3.6	2.6 - 5.1
5	Instalación Gas	1.1	2.6	1.2	0.8	0.8 - 2.6
7	Ascensor	5.2	2.4	4.2	3.5	2.4 - 5.2

Se observa que el rubro de mayor incidencia lo constituye la Obra Gruesa, que se encuentra en un 16 % aproximadamente por encima de las Terminaciones. Estos 2 primeros rubros representan entre el 80 y el 90% de los costos totales. Cabe destacar, que el Ascensor para discapacitados representa un rubro importante (similar al de una Instalación) en su contribución porcentual en el costo. Esto debe ser tenido en cuenta, cuando se realiza la comparación con las otras escuelas presupuestadas que carecen de este elemento.

ESCUELA N° 4-096: MARCELINO BLANCO

El terreno de forma triangular, tiene una superficie de 3.961,84 m². Está ubicado a 800 m de la Villa cabecera de La Paz. El edificio escolar está constituido por 6 aulas de 50.34 m² c/u, 4 talleres, (informática, recursos pedagógicos, ciencia y tecnología) de 57 m² c/u, salón de usos múltiples 180 m², oficinas administrativas 60 m² y servicios. El área a construirse es de 1195 m² de superficie total.

La Tabla 6 muestra que la variabilidad máxima con relación al Oficial, alcanza al 16.7 % por encima de éste. La Tabla 7 muestra el intervalo de variación en los rubros considerados.

Tabla 6: Empresas oferentes para la construcción de la escuela M. Blanco

	Empresa	Monto total \$	Costo unitario \$ / m2	% respecto del oficial
1	J	706700	591	-0.7
2	OFICIAL	711608	595	0.0
3	K	722117	603	1.3
4	L	853636	714	16.7

Tabla 7: Contribución % de cada rubro en el costo total perteneciente a la Esc.M.Blanco

		K	J	L	OFICIAL	Rango
1	Obra Gruesa	64	57	57	52	52 – 64
2	Terminaciones	28	29	27	39	27 - 39
3	Instalación Eléctrica	4.8	6.4	8.6	6.2	4.8 – 8.6
4	Instalación Sanitaria	1.9	5.1	5.9	2.6	1.9 – 5.9
5	Instalación Gas	1.8	2.7	1.4	0.6	0.6 – 2.7

Los rubros de mayor incidencia corresponden a los 2 primeros que representan entre el 80 y 90% del costo total. La discordancia entre los % analizados es una característica para todos los rubros.

ESCUELA N° 8-597: PEDRO SCALABRINI

Este edificio que aloja el albergue para un edificio escolar existente se ubica en el El Sosneado, pequeño asentamiento a orillas del río Atuel, SO de la provincia de Mendoza, en el Departamento de Malargue. .

El programa de necesidades consistía en las siguientes unidades funcionales: dos dormitorios para niños y niñas respectivamente, dos dormitorios para docentes, dos grupos de sanitarios para alumnos y otro para los maestros, una lavandería y un depósito. Esto representa una superficie aproximada de 302,08 m².

La Tabla 8 muestra que la variabilidad máxima con relación al Oficial, alcanza solo al 6.6 % por encima de éste. La Tabla 9 muestra el intervalo de variación en los rubros considerados.

Tabla 8: Empresas oferentes para la construcción de la escuela Scalabrini

	Empresa	Monto total \$	Costo unitario \$ / m2	% respecto del oficial
1	OFICIAL	119000.00	397	0.0
2	M	118999.73	397	0.0
3	N	118992.58	397	0.0
4	O	127594.74	425	6.6

Tabla 9: Contribución % de cada rubro en el costo total perteneciente a la Esc.Scalabrini

		OFICIAL	M	N	O	Rango
1	Obra Gruesa	58.00	67.50	68.00	58.00	58 – 68
2	Terminaciones	32.00	22.50	22.00	28.00	22 – 32
3	Instalación Eléctrica	2.20	2.10	2.45	3.80	2.1 - 3.80
4	Instalación Sanitaria	4.10	4.75	3.70	4.80	3.70 – 4.80
5	Instalación Gas	3.80	3.00	3.85	5.50	3 - 5.50

Como se puede observar en esta Tabla 9, el rubro de mayor incidencia lo constituye la Obra Gruesa, que se encuentra en un 30 % aproximadamente por encima de las Terminaciones. Es importante destacar la elevada incidencia de la Obra Gruesa en el presupuesto total.

ANÁLISIS COMPARATIVO

En todos los edificios escolares considerados se tuvo como objetivo fundamental optimizar las condiciones ambientales interiores, mediante el uso de: medidas de conservación de energía, calefacción solar pasiva, iluminación natural, enfriamiento convectivo nocturno y ventilación natural.

Los componentes constructivos de las envolventes son los siguientes: techos pesados de losa de hormigón y livianos de chapa sobre estructura metálica. En ambos casos se utiliza poliestireno expandido de 15 kg/ m³ en planchas de 0,075 m de espesor. K = 0,55 W/m². Muros exteriores: mampostería de ladrillón de 0,18 m, aislada externamente por poliestireno expandido de 0,05 m de espesor y protección exterior de ladrillo común de soga de 0,125 m, debidamente vinculado estructuralmente al muro principal. K = 0,5 W/m². Fundaciones: convencionales, sin aislación térmica. Ventanas de chapa doblada, simple contacto con burletes integrales. Vidrios: 2 hojas de vidrio transparente en ventanas bajas y una hoja de policarbonato alveolar de 8 mm de espesor (interior) (K=2,8 W/m²K) y una de vidrio común (exterior) en ventanas superiores. Control solar: aleros exteriores fijos que permiten asoleamiento y sombreado plenos de las ventanas colectoras según la estación.

A continuación se grafican los costos unitarios medios para cada una de las escuelas con sus respectivos máximos y mínimos. Se puede observar que no existe una correlación directa entre el costo por unidad de superficie y la superficie total construida.

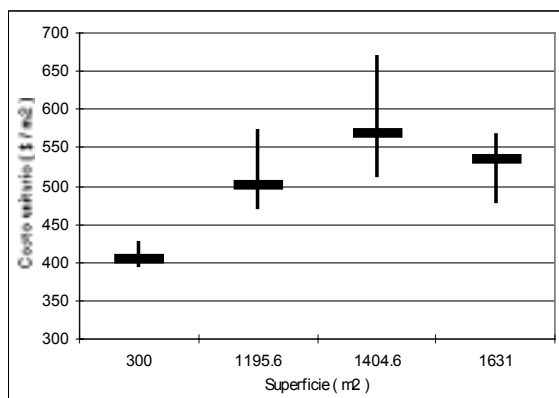


Figura 1 : Costos máximos, mínimos y medios para cada uno de los establecimientos escolares en función de las superficies cubiertas construidas

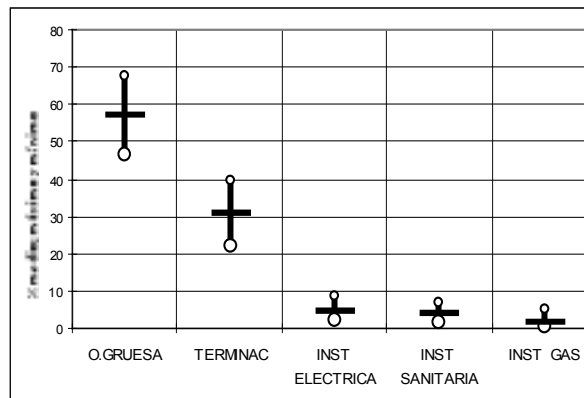


Figura 2 : Contribución % máxima, mínima y medio de los distintos rubros en los establecimientos escolares

Por otra parte, la Dirección de Escuelas de la Provincia autorizó para los edificios bioclimáticos, un costo unitario superior en un 5% al de los convencionales. El ajuste del proyecto en sus aspectos técnicos y la austeridad de los diseños emergentes, posibilitó que el valor medio de los costos reales de las construcciones bioclimáticas fuera ligeramente inferior al de los edificios convencionales Tabla 10.

Tabla 10: Comparación entre el costo unitario de la construcción para edificios bioclimáticos y tradicionales a partir de los presupuestos oficiales

	costo oficial promedio \$/m ²	Máximo	Mínimo
Escuelas Bioclimáticas	504.45	595	397
Escuelas Tradicionales	507.69	596.90	466.33

CONCLUSIONES

El análisis comparativo de las distintas propuestas nos permite obtener algunas conclusiones preliminares con relación a los costos asociados a edificios escolares que emplean técnicas bioclimáticas:

- el costo unitario por unidad de superficie construida (\$ / m²) no se incrementa sustancialmente por el uso de las técnicas bioclimáticas en edificios escolares, siempre que se optimicen racionalmente los diseños y tecnologías propuestas.
- la mínima dispersión en los costos unitarios totales, se debe principalmente a que las empresas toman como referencia el valor unitario correspondiente al presupuesto oficial, obviando un detallado análisis de costos.
- existe una gran dispersión en los rubros que componen el costo total, atribuible seguramente, al desconocimiento de las nuevas tecnologías por parte de las empresas constructoras. Esto se traduce en un incremento del rubro imprevistos.
- La incidencia de sobrecostos debida al uso de medidas no tradicionales de conservación, tiene una baja incidencia porcentual siempre que se optimicen las soluciones y diseños. En este caso, los sobrecostos pueden ser absorbidos por las empresas.
- Los valores porcentuales de incidencia de la Obra Gruesa se encuentran sobrevaluados a fin de incrementar las certificaciones en las etapas tempranas de la obra.

REFERENCIAS

1. Dirección General de Escuelas, Dirección de Edificios Escolares. Criterios y Normativa Básica de Arquitectura Escolar – Ley Federal de Educación.
2. Alfredo Esteves y Jorge Fernández Llano. Sistema de Enfriamiento Terrestre para una Escuela Bioclimática. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente pp 3.21-3.24. Vol. 2 N 1. 1998
3. C. De Rosa, A.Esteves, A.Pattini, A.Canton, M.Basso, J.Fernandez, J.Cortegoso and J.Mitchell. An Energy Efficient Secondary School Project For Central Western Argentina. Proceedings de la Conferencia SOLAR 99 de la American Energy Society. Portland, Maine.1999.
4. Basso, M., de Rosa, C., Esteves, A., Pattini, A., Mitchell, J. Cantón, A., Mesa, A., Fernández, J. C. y Cortegoso, J. Un Edificio Escolar Energéticamente Eficiente en El Centro-Oeste de Argentina. proceedings v encuentro nacional de conforto no ambiente construido, Fortaleza,Brasil. 1999
5. Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda (LAHV). Albergue Escuela N° 8-597 Pedro Scalabrini. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. 1999