

## CONSTRUCCIÓN EDIFICIO ALBERGUE ESCUELA N° 8-597 PEDRO SCALABRINI DISEÑO ENERGÉTICAMENTE EFICIENTE

Mitchell, J., Mesa, A., y de Rosa, C.

Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda (LAHV)  
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)  
Casilla de Correo 131. (5500) Mendoza, ARGENTINA  
Fax 54 261 4287370 e-mail: jmitchel@lab.criicyt.edu.ar

### RESUMEN

El presente trabajo informa sobre el proyecto en construcción del albergue de la escuela Pedro Escalabrini N° 8-597, de la localidad El Sosneado, San Rafael, Mendoza. En el marco del proyecto: "Refuncionalización energética y ambiental de escuelas Rurales Albergues. Un procedimiento factible hacia la sustentabilidad", Financiado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Técnica. La escuela desde 1997 aloja a los alumnos que viven a más de 10 Km, utilizando para ello las aulas, e impartiendo las clases en módulos totalmente inadecuados. Se plantea el proyecto del edificio albergue que contiene los dormitorios de niños, niñas, docentes, lavandería y depósito, que hace uso de estrategias de conservación de energía, uso de energía solar y recursos de enfriamiento convectivo. El proyecto resultante es una volumetría compacta, orientada al norte y que contiene los siguientes sistemas solares: ganancia directa y muros acumuladores, carpinterías energéticamente eficientes y aislación térmica de la envolvente.

### INTRODUCCIÓN

La necesidad de construir el albergue consiste en que el edificio escolar debió transformar sus aulas en y sus clases son impartidas en tres módulos metálicos aledaños al edificio escolar. Sus aulas ubicadas en el exterior del edificio y sus condiciones ambientales exteriores no son las más adecuadas. La oficina de Recursos Físicos del gobierno Escolar Provincial es el organismo adoptante en éste caso de la transferencia del proyecto de investigación llamado: "Refuncionalización energético-ambiental de Escuelas rurales albergues. Un procedimiento factible hacia la sustentabilidad", financiado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica y el CONICET. Dicho proyecto en el que se enmarca el presente trabajo, tiene como metodología<sup>1</sup> realizar visitas a las escuelas y mantener reuniones con su personal. Se contaba con un anteproyecto y estaba en trámite de licitación. Interiorizarlos de nuestro proyecto y lograr su interés era un desafío para el grupo, el que ha logrado una amplia experiencia debido a la realización de una decena de proyectos de escuelas bioclimáticas y su posterior construcción<sup>2</sup>. Articular entre los diferentes actores (autoridades escolares, comunidad educativa y constructores), y sus respectivos intereses posibilitó la presente transferencia, teniendo presente que la financiación del Plan Social Educativo incorpora a la comunidad escolar como decisor y responsables en la administración de los fondos económicos.

### LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y CLIMA

El Sosneado, pequeño asentamiento sobre la ruta nacional 144 y a orillas del río Atuel, ubicado en el sur-oeste de la provincia de Mendoza, a 500 Km de su ciudad capital, en el centro-oeste de Argentina. Latitud: 35° 03' S, longitud: 69° 50' oeste y altitud: 1420 msnm.

El clima del lugar corresponde a Templado-frío, con inviernos rigurosos y veranos templados, con necesidad de calefacción anual de 2300°C GD, y vientos promedios mensuales entre 10 y 15 km/h. La radiación solar es moderada y plantea la necesidad de calefacción gran parte del año.

### PROGRAMA DE NECESIDADES

La población escolar está constituida por un director, un vicedirector, seis maestros, siete asistentes (para cocinar, lavar y otras actividades de mantenimiento y limpieza) y 97 alumnos de 5 a 12 años de edad. Los niños albergados son 59 y viven en la escuela, debido a que sus hogares están en un radio de 40 Km de distancia. El calendario escolar inicia en la primera semana de marzo y culmina en la última de noviembre. El régimen de clases es quincenal, del cual 10 días continuos asisten a clases, por cuatro días de descanso en sus respectivos hogares.

El programa de necesidades planteado en el primer anteproyecto consistía de las siguientes unidades funcionales: dos dormitorios (para alumnos), dos dormitorios para docentes, dos grupos de sanitarios (para alumnos) y otro para los maestros, una lavandería y un depósito. El primer anteproyecto tenía una superficie aproximada de 349,02 m<sup>2</sup>, y que con la propuesta de reestructuración se logró reducirla a 302,08 m<sup>2</sup> (Tabla 1).

LOCALES	Dormitorios alumnos c/u	Baños alumnos c/u	Dormitorios docentes c/u	Lavandería y depósito
SUPERFICIES	70.00 m <sup>2</sup>	24.80 m <sup>2</sup>	16.60 m <sup>2</sup>	16.40 m <sup>2</sup>

Tabla 1. Superficies de los locales del proyecto del albergue bioclimático

## DISENO

El objetivo fundamental del proyecto es obtener un máximo de confort térmico y lumínico con un consumo mínimo de energía convencional. Desde el punto de vista del diseño, partimos de un anteproyecto que se muestra en la **figura 1d**, su planta está organizado por un eje longitudinal con orientación este-oeste. El diseño simétrico no discrimina entre espacios principales (dormitorios) y secundarios o de servicios, por lo tanto tiene la fachada de mayor desarrollo expuesta al norte y la otra al sur. Por lo tanto la mitad del edificio goza de buena orientación, sin interesar si se tratan de dormitorios o depósito. Otro aspecto negativo del proyecto es el eje de simetría que está materializado por un muro estructural de mampostería, por lo tanto no es posible perforarlo con vanos, lo que imposibilita: la ventilación cruzada del edificio y la estrategia de enfriamiento convectivo para verano, confinando a cada mitad del edificio a espacios estancos.

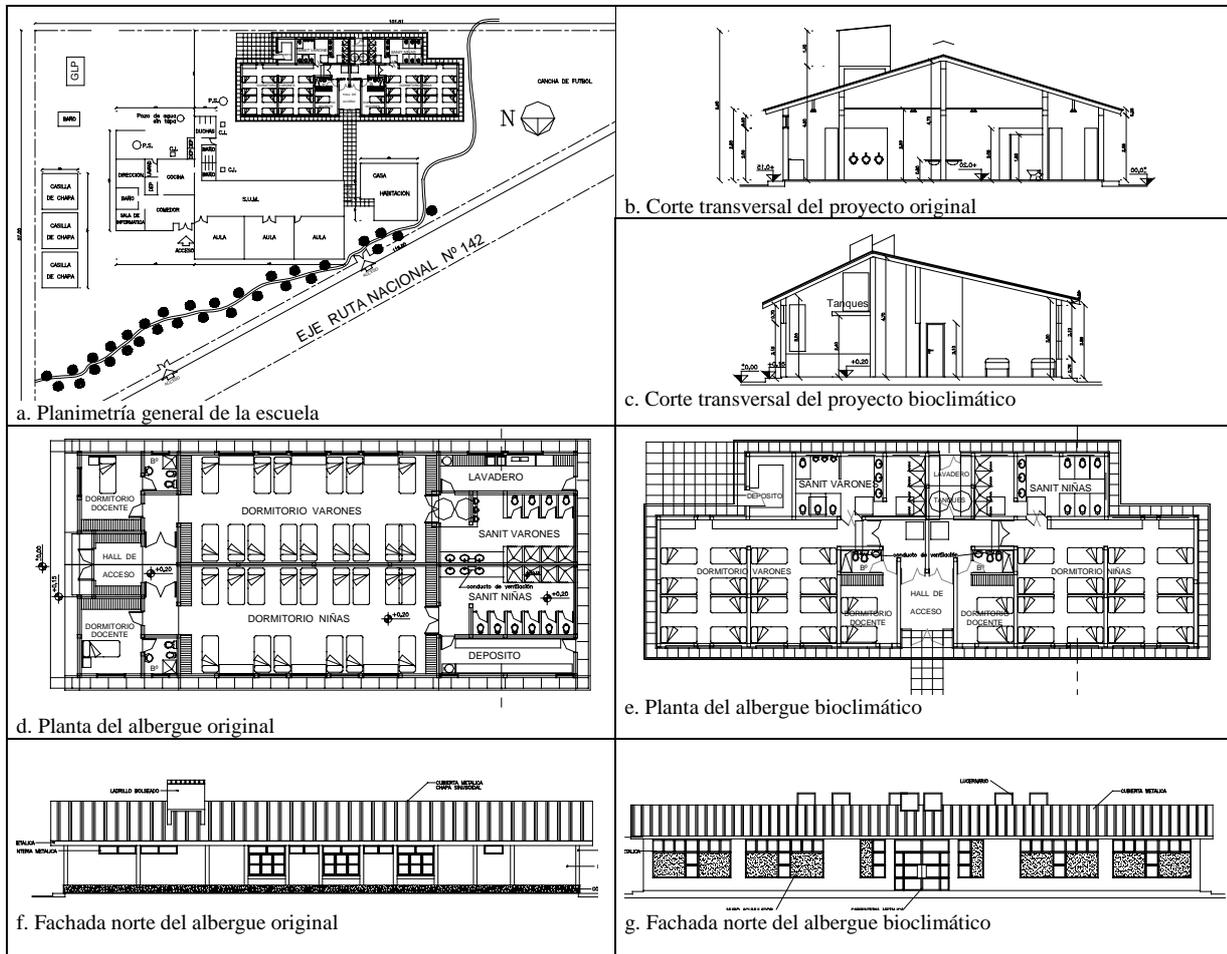
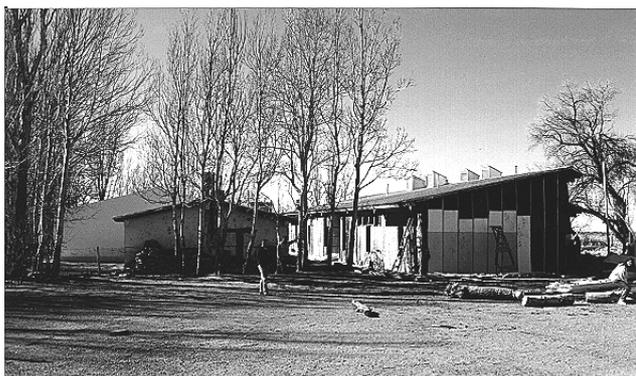


Figura 1. Planta, cortes y fachadas del edificio de albergue original y el bioclimático

El esquema antes descrito tenía un presupuesto tope asignado por el Plan Social Educativo. La tarea era compatibilizar la necesidad de espacio con todas las mejoras que el diseño bioclimático incorpora. Con un presupuesto de obra fijo y sin excluir ningún local, se debía incluir la tecnología solar que requiere de una cantidad importante de elementos constructivos. La hipótesis de trabajo tenía como la variable de ajuste a la superficie cubierta del albergue, con la condición de no resentir las funciones debe cumplir. Razones reglamentarias en la adjudicación de obras, exigen la oferta de un mínimo de tres empresas constructoras. Por lo tanto la obra debía ser de interés para los oferentes, quienes conocían el proyecto original y bregaban por un presupuesto mas elevado por la nueva característica de la obra. Todas las razones expuestas no nos desviaron del objetivo original, que era el diseño bioclimático del albergue, para lograr mejores condiciones de habitabilidad, y cumplir con todos los pasos metodológicos necesarios para concluir en la construcción, dirección y la evaluación posterior a su ocupación.

Se trabajó con el partido arquitectónico que logró el esquema funcional que se desarrolla en la menor superficie **figura 1e**. En consecuencia fue la primera tarea ha realizar por los proyectistas: analizar minuciosamente la superficie útil con el fin de compatibilizar en cada una de las áreas. De este modo se pudo revertir la desconexión entre los bloques edicios y lograr la continuidad funcional. Analizando las actividades de los locales, era necesario que la galería cubierta que funciona como comedor tenga relación directa con el albergue. Este punto de conexión es central en el proyecto que se construyó, porque a partir del mismo se concibió un eje transversal de simetría que expone a la cara norte del edificio, a todos los dormitorios (de alumnos y maestros). Reservando para el sur los locales de servicios que funcionan como tapón y protección del edificio. Además se posibilita la ventilación cruzada, porque queda un costado libre en cada dormitorio expuesto al sur. Se reducen todas aquellas áreas innecesarias, al disponer el nudo de circulación muy próximo al hall de acceso lleva al mínimo la

superficie destinada a la circulación. Ésta fue la clave que posibilitó la construcción del edificio, y que a diferencia del esquema original, había que circular atravesándolo longitudinalmente para llegar a los servicios.



a. Vista noroeste del albergue y escuela existente



b. Vista noreste del albergue



c. Vista norte de una porción de fachada, vista de lucernarios

Figura 2. Vistas del albergue bioclimático en etapa de construcción.

No se realizó quiebre de techo, lo que hubiera permitido la ganancia solar directa para el bloque de locales situados al sur, porque era necesario proteger el tanque de almacenamiento de agua, de las fuertes heladas. Para ello se lo ubicó en un entrepiso de la lavandería, lo que condicionó la altura de cumbrera y que permite un acceso técnico en caso de reparación. El nucleamiento de los servicios permite el menor recorrido de cañería de agua, que para el caso de la caliente ofrece una solución óptima. Otra característica de la cubierta ha sido la consideración de la nieve, la que exigía de una pendiente que permita su escurrimiento **figura 1c**.

La inclusión de los sistemas solares con su propia tecnología fue posible a partir de la reestructuración del proyecto original tradicional. Lo que significó que la diferencia en superficie entre ambos planteos arquitectónicos, no fue a costa de sacrificar la calidad de los espacios, sino de la búsqueda de la mejor alternativa funcional que contemplaba las pautas bioclimáticas. La reducción de la superficie en casi 50 m<sup>2</sup> fue la clave del proyecto bioclimático, sin olvidar que existía un tope en la asignación presupuestaria para la construcción total del edificio (Tabla 2), obteniéndose un edificio que supera holgadamente en calidad a la propuesta original. Esto demuestra que el diseño jugó un papel muy importante en ésta ocasión, que logró revertir el proyecto a poco tiempo de su licitación, sin que se retrasaran los tiempos significativamente.

SUPERFICIE TOTAL (1)	SUP.CUBIERTA (2)	COSTO /m <sup>2</sup> (1)	COSTO /m <sup>2</sup> (2)	PRESUPUESTO TOTAL
302,08 m <sup>2</sup> (s/aleros)	350,34 m <sup>2</sup> (c/alero)	\$ 393,94	\$ 339,67	\$ 119.000,00

Tabla 2: Relación de superficies y costos del proyecto definitivo.

## TECNOLOGÍA Y SISTEMAS SOLARES

El proyecto resultante es una volumetría compacta, orientada al norte y que contiene los siguientes sistemas solares: ganancia directa y muros acumuladores, carpinterías energéticamente eficientes y aislación térmica de la envolvente. El edificio está en la etapa final de su construcción **Figura 2** y el balance térmico permite predecir un ahorro de energía del orden del 75% respecto del mismo edificio construido en forma tradicional<sup>3</sup>. Esto permite un bajo costo operativo del mismo, de manera que la comunidad escolar pueda tender hacia una eficiencia energética; paso fundamental para contribuir al desarrollo sustentable en el futuro.

El dimensionamiento de los sistemas solares utilizados<sup>3</sup>, permitieron cuantificar las áreas solares colectoras: la ganancia directa y los muros acumuladores. En éste caso se combinaron ambos sistemas en el diseño de un mismo elemento que los contiene, el cual contempla la inclusión de ruptura de puente térmico.

En aquellos espacios donde no era posible la iluminación natural y la orientación norte como en los baños, se colocaron 7 lucernarios de techo. Estos elementos construidos con estructura metálica y con terminación exterior de chapa metálica e

interior de madera machihembrado pintado de blanco. Están completamente aislados con 5cm de poliestireno expandido y ubicados en la cumbrera del techo **Figura 2c**.

Los componentes constructivos principales son los siguientes:

- ❑ Techos en pendiente de chapa galvanizada N°24 tipo sinusoidal, con aislación térmica de poliestireno expandido de 10 cm de espesor. ( $K=0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
- ❑ Muros exteriores de mampostería de ladrillón con aislación térmica de poliestireno expandido de 5 cm de espesor, y revoque con enlucido interior. ( $K=0,55 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
- ❑ Muros acumuladores: de mampostería de ladrillón con revoque y enlucido interior. La cubierta es de policarbonato alveolar transparente de 10 mm de espesor. La carpintería que aloja la placa transparente es metálica y con ruptura de puente térmico, ya que ésta es parte del conjunto de la ganancia directa. **Figura 3**
- ❑ Fundaciones: convencionales sin aislación, ( $K=0,70 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
- ❑ Carpintería metálica de chapa doblada, doble contacto y burletes; vidriados superiores (por arriba de 2,10 m): 1 hoja de policarbonato alveolar transparente de 10 mm de espesor; inferiores (por debajo de 2,10 m): 2 capas de vidrio de 4 mm de espesor, separado por contravidrio de aluminio perforado que alojará sales deshidratantes del tipo silicagel o similar y sellados con sellador a base de siliconas. ( $K=2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ ).
- ❑ Control solar: aleros exteriores fijos que permiten asoleamiento pleno de las ventanas colectoras y muros acumuladores, desde el 06/05 hasta el 06/08 y plena sombra desde el 06/11 al 06/02

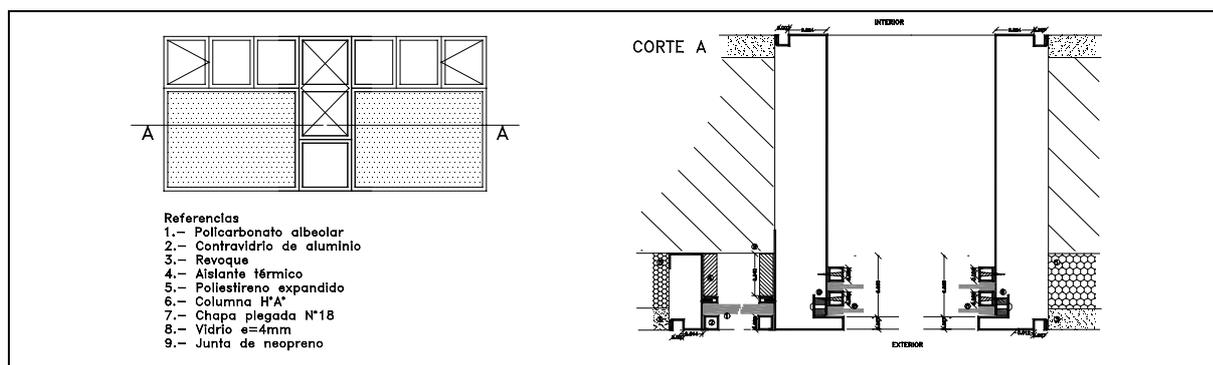


Figura 3. Vistas y corte del conjunto Ganancia Directa y Muro Solar.

## CONCLUSIONES PROVISORIAS Y COMENTARIOS FINALES

La construcción del albergue permitirá a docentes como alumnos y personal, una mayor calidad de vida, donde cada uno de los sectores podrá realizar con plenitud sus respectivas actividades, en condiciones ambientales interiores favorables. El edificio escolar recupera su función original, en consecuencia se revertirá su conflictivo funcionamiento actual.

Los resultados obtenidos a través de análisis de simulación y cálculos de ahorro energético son claramente alentadores, considerando la simplicidad del diseño y de las soluciones tecnológicas adoptadas. También los resultados económicos muestran que la aplicación de diseño y tecnologías energéticamente eficientes en edificios educacionales<sup>4</sup> es posible en la región, porque ha sido posible su incorporación dentro de los costos establecidos en el presupuesto por unidad de superficie cubierta de obra nueva por la oficina de Recursos Físico del gobierno Escolar Provincial. La fecha de terminación del edificio es el 30 de agosto de 1999; y será ocupado inmediatamente. Mucho hay que aprender sobre su comportamiento ambiental real, su consumo energético y el grado de aceptación y de satisfacción de los usuarios. Se está preparando un programa de monitoreo para tener una visión completa sobre estos aspectos, el cual comenzará cuando el edificio esté regularmente ocupado.

Se espera que los resultados positivos contribuyan a convencer a los funcionarios sobre la factibilidad técnica y económica de los edificios escolares energéticamente eficientes. Si esto ocurre, será posible aplicar estas estrategias en forma masiva en el futuro, lo que representa un gran paso hacia el lejano objetivo de la sustentabilidad ambiental.

## REFERENCIAS

- <sup>1</sup> Esteves, A., et al. "Transferencia de tecnología solar y educación en escuelas. Un desafío hacia la sustentabilidad". Resúmenes de la Conferencia Internacional Medio Ambiente Siglo 21. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Cuba. Junio de 1999. Pp67.
- <sup>2</sup> Mitchell, J., et al, "Escuela Marcelino Blanco. Un Edificio Energéticamente Eficiente en el Este de Mendoza". Presentado en la XXII Reunión de Trabajo, ASADES'99. En evaluación
- <sup>3</sup> Esteves, A., Et Al. "Construcción Edificio Albergue Escuela N° 8-597 Pedro Escalabrini. Acondicionamiento Térmico y Lumínico". Presentado en la XXII Reunión de Trabajo, ASADES'99. En evaluación.
- <sup>4</sup> de Rosa, C., et al. "An Eenergy Efficient Secondary School Project For Central Western Aargentina". Proceedings de la Conferencia Solar 99 de la American Solar Energy Society. Portland, Maine, 1999.