

SOLARIZACION DE LA ESCUELA YAPEYU, SAN CARLOS, PROVINCIA DE MENDOZA. PRIMEROS RESULTADOS

C.de Rosa, A. Esteves, M. Basso, J.L.Cortegoso, A.Cantón, A.Pattini
Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda (LAHV)
Casilla de Correo 131 - 5500 Mendoza

Miguel Guisasola
Ministerio de Obras y Servicios Públicos (MOSP)
Gobierno de Mendoza

RESUMEN

La refuncionalización energético-ambiental de la Escuela Provincial N° 1-593 "Yapeyú", ubicada en la localidad de la Jaula, en el Departamento de San Carlos en la provincia de Mendoza, constituye la primera concretada dentro de un proyecto de Investigación y Desarrollo, financiado por el Gobierno de la Provincia.

En este trabajo se presentan los primeros resultados obtenidos luego de que la obra fuera terminada el 20 de Junio de 1993. Además se indica la modificación que debió efectuarse en el proyecto original al comenzar la ejecución de los trabajos, motivada por el crecimiento no previsto de la matrícula.

Los resultados de las mediciones efectuadas en el mes de Julio, indican valores de mas de 17 °C en las aulas durante los días claros, y no menor de 15 °C luego de dos días nublados consecutivos. Este resultado es satisfactorio, teniendo en cuenta que se trata de un reciclaje y por lo tanto, partiendo de un diseño básico no optimizado en cuanto a distribución y orientación.

INTRODUCCION

Las escuelas rurales aisladas constituyen un excelente ejemplo para la utilización de energías alternativas, especialmente en zonas del oeste argentino, donde el nivel de radiación solar es abundante y por lo tanto apropiado para los requerimientos.

El proyecto "Refuncionalización Energético-Ambiental de Escuelas Rurales Aisladas en la Provincia de Mendoza", financiado por el Gobierno de la Provincia de Mendoza, se trata de un proyecto neto de transferencia de tecnología y da lugar a un convenio de colaboración que vincula a dos organismos oficiales, el Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda (encargado del desarrollo del proyecto en lo que hace al acondicionamiento térmico bioclimático e implementación de sistemas de iluminación natural del partido arquitectónico y al aprovechamiento de la energía solar en los servicios de agua y electricidad) y la Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras y Servicios Públicos (encargada de dar los lineamientos de arquitectura escolar, necesidades y todo lo que hace a las instalaciones

convencionales, como así también de preparar los documentos necesarios para el llamado a licitación y el financiamiento de la obra).

Durante la ejecución del citado proyecto de transferencia se han realizado hasta el momento cinco proyectos, de los cuales la refuncionalización de la escuela Yapeyú constituye el primero en el cual se concreta la obra, por este motivo resulta de especial interés como experiencia piloto.

La localidad de La Jaula, se encuentra a 223 km al Sur de la Ciudad de Mendoza, a orillas del Río Diamante y sobre el pedemonte cordillerano a una altura de 1500 m.s.n.m. Los valores anuales indicativos del clima frío y seco del lugar se indican en la Tabla N°1.

LOCALIDAD: LA JAULA (Malargüe)													
Latitud: -34.4		Longitud: 69.9				Altitud: 1500 msnm 0							
HGLO	25.60	23.40	18.20	13.40	9.10	7.20	7.90	11.70	15.80	20.50	25.00	26.70	17.04
HDIF	10.20	8.80	7.00	5.00	3.50	2.95	3.12	4.30	6.10	8.10	9.80	10.60	6.62
TMAA	34.90	33.70	32.40	29.20	29.60	25.60	23.10	26.10	28.70	29.80	32.60	35.20	35.20
TMAM	29.10	27.60	25.00	19.50	16.30	12.60	12.40	15.00	17.70	20.50	23.80	27.60	20.60
TM	20.30	19.00	16.60	11.70	8.60	5.10	4.40	7.00	10.00	12.60	15.60	19.00	12.50
TMIM	11.70	10.90	9.30	4.90	2.50	-0.40	-1.50	-0.30	1.40	4.50	7.00	10.10	5.00
TMIA	4.50	2.00	0.50	-4.20	-5.20	-9.20	-10.50	-8.70	-6.70	-3.10	-1.40	-0.30	-10.50
HREL	48.00	49.00	57.00	57.00	59.00	62.00	63.00	59.00	56.00	52.00	47.00	45.00	54.50
KT	0.60	0.61	0.56	0.54	0.48	0.45	0.46	0.53	0.54	0.57	0.60	0.61	0.00
PREC	37.00	31.00	19.00	11.00	5.00	5.00	1.00	2.00	8.00	15.00	15.00	27.00	176.00
GD18	16.00	27.00	73.00	193.00	294.00	388.00	423.00	341.00	243.00	174.00	91.00	33.00	2298.00
GD16	5.00	10.00	41.00	139.00	234.00	329.00	362.00	280.00	186.00	121.00	55.00	12.00	1773.00
GD14	2.00	3.00	17.00	92.00	176.00	270.00	301.00	221.00	133.00	78.00	27.00	4.00	1323.00
VELV	11.00	10.00	10.00	9.00	9.00	9.00	9.00	10.00	9.00	10.00	11.00	10.00	9.75
DIRV	12.34	34.12	34.30	34.12	34.12	34.30	34.12	34.12	34.12	34.12	34.12	12.34	34.12
HGCC	29.80	26.60	21.80	16.00	11.40	9.30	10.20	13.90	19.30	24.90	28.80	30.50	20.20

Referencias:

HGLO: Radiación Solar Global sobre sup. horizontal [Mj/m2] *
 HDIF: Radiación Solar Difusa sobre sup. horizontal [Mj/m2] **
 TMAA: Temperatura Maxima Absoluta [C]
 TMAM: Temperatura Maxima Media [C]
 TMIM: Temperatura Minima Media [C]
 TMIA: Temperatura Minima Absoluta [C]
 TM : Temperatura Media [C]
 HREL: Humedad Relativa [%]
 KT : Indice de Claridad [%]
 PREC: Precipitaciones [mm]
 GDXX: Grados-dia de calefaccion para temperatura base XX ***
 VELV: Velocidad de viento media [Km/hr]
 DIRV: Dirección de viento (1-Norte, 2-Este, 3-Sur y 4-Oeste, p.ej. 12.34(NE-SW)
 HGCC: Radiación solar de cielo claro [Mj/m2] ****

* Deducido a partir de registros corregidos de piranógrafos.
 ** Calculada con el método de Liu y Jordan, 1976.
 *** Calculado con el método de Erbs et al, 1981.
 **** Calculado por el método de Hottel et al (1976).

Como puede observarse, la rigurosidad del clima es mayor en los meses de invierno, que es justamente cuando se dictan las clases en el lugar. Sin embargo, el edificio debe estar preparado para ser utilizado también en la época estival, ya que podría suceder un cambio de temporada de clases.

REFUNCIONALIZACION

En la campaña realizada en 1989 a la zona, se determinó que la escuela Yapeyú, era la mas alta prioridad. Había estado cerrada durante 8 años, luego de lo cual, en enero de ese año fue nuevamente puesta en funcionamiento y en ese momento contaba con muy pocos recursos.

El proyecto de la refuncionalización y acondicionamiento energético-ambiental se ha discutido en un trabajo previo (1). El mismo consistía en:

- Reasignación de funciones de los espacios, para mejorar la distribución de locales y considerar la construcción de otro local destinado a dormitorio de niñas.
- Incrementar la conservación de energía del edificio aplicando aislación térmica en muros y fundaciones e incrementar la existente en techos. Mejorar la resistencia térmica de aberturas vidriadas adicionando otro vidrio al existente.
- Incorporación de sistemas solares pasivos: mediante la aplicación de un vidriado complementario por el exterior, se transforma la fachada existente que era potencialmente colectora de energía solar, en muros acumuladores combinados con ganancia directa. Se incorpora además, un invernadero adosado para calefaccionar el dormitorio adicional
- Provisión de un sistema fotovoltaico para atender las necesidades de iluminación y comunicación.
- Incorporación de un sistema solar para el calentamiento de agua.

Con respecto a la racionalización de los espacios, en la Figura N° 1, se puede observar el plano de la planta del edificio luego de la refuncionalización. El dormitorio de las niñas no estaba previsto originalmente en ese lugar, ya que se debía realizar la obra de mejoramiento sin aumentar la superficie cubierta, por razones de costo. En ese momento la matrícula de la escuela era de 18 alumnos. En el momento en que se licitó, tres años más tarde, la matrícula había aumentado a cerca del doble, 31 alumnos, razón por la cual, se debió considerar la construcción del dormitorio adicional y rediseñar el invernadero que se había pensado para calefaccionarlo.

El coeficiente neto de pérdidas que originalmente era de 1625 W/C, luego de la refuncionalización se redujo a 630 W/C y la fracción de ahorro solar (FAS) lograda, alcanza al 42 % . Por lo tanto, el ahorro de energía solamente en calefacción alcanza el 75% . Considerando el uso por 24 horas por tratarse de una escuela albergue.

RESULTADOS

En las Figuras N° 2 a la 6, se indican las temperaturas registradas en la campaña invernal.

Un resumen de las temperaturas medidas se muestra en la Tabla N° II, donde se puede apreciar que las temperaturas medias en los ambientes con la mejor orientación se mantienen entre 15.8 °C y 19.3 °C. El patio, que es la zona mas sombría se mantiene entre 15,7 y 19,1. El invernadero, por ser la zona más expuesta y a la vez la que más ganancia posee alcanza una temperatura máxima de 21,7 °C, mientras que, en horas de la noche, cuando se da la mínima, se obtienen 13,9 °C. Estos resultados se logran cuando la temperatura exterior se encuentra entre 4,6*(como mínima media de los diez días considerados) y 17,3 (como máxima media).

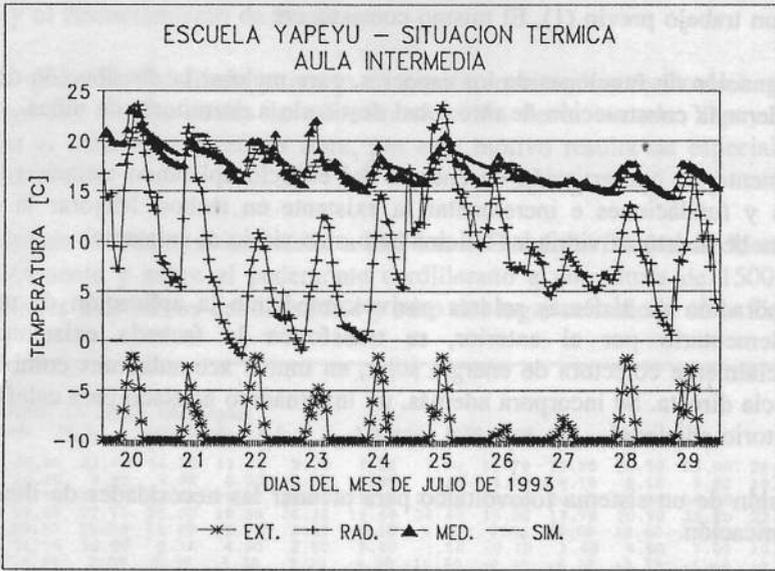


Figura Nº 1

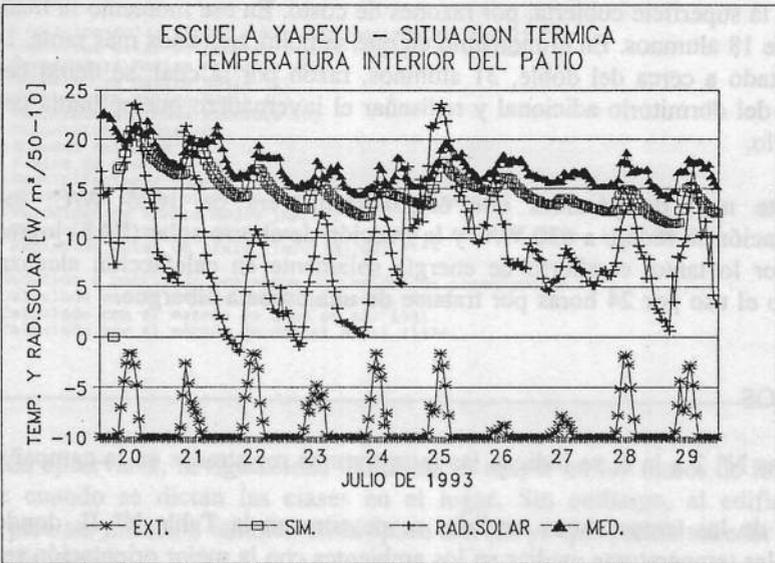


Figura Nº 3

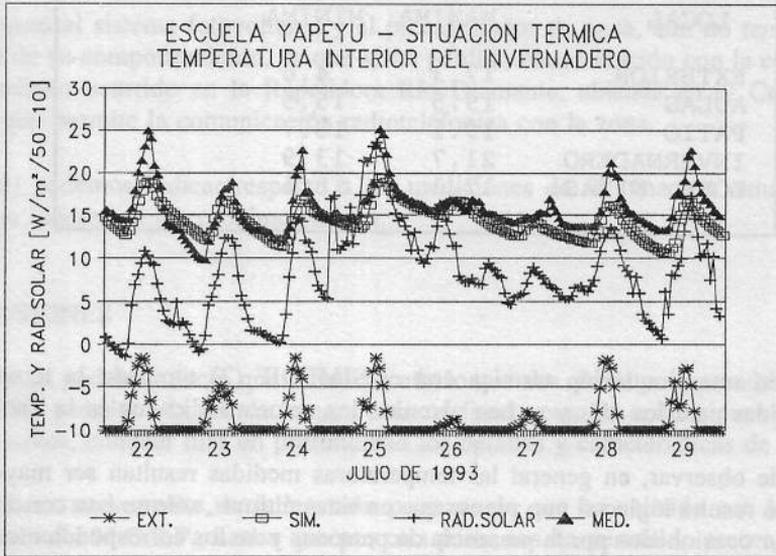


Figura N° 2

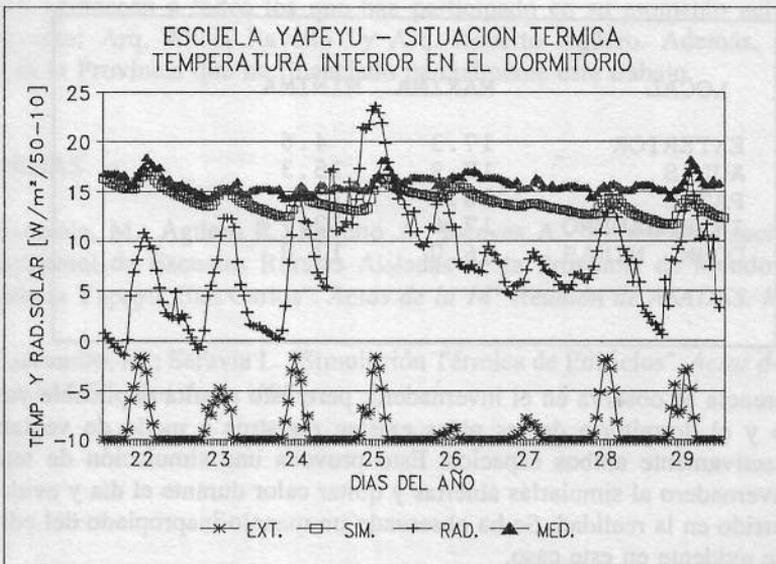


Figura N° 4

Tabla II: Temperatura medias correspondientes a los días medidos.

LOCAL	MAXIMA	MINIMA
EXTERIOR	17.3	4.6
AULAS	19.5	15.5
PATIO	19.1	15.7
INVERNADERO	21.7	13.9
DORM. NIÑAS	17.3	15.1

Se ha realizado una simulación térmica con el SIMEDIF (2) tomando la temperatura y radiación medidas para los días y se han obtenido los valores indicados en la Tabla N° III.

Como se puede observar, en general las temperaturas medidas resultan ser mayores a las simuladas. Esto resulta lógico si uno piensa que en estas últimas, sólo se han considerado los aportes de calor ocasionados por la presencia de personas y no los correspondientes al aporte de calor auxiliar ni el correspondiente a la cocción de alimentos ni por el uso de equipamiento.

Tabla III: Temperaturas medias correspondientes a la simulación de los días medidos.

LOCAL	MAXIMA	MINIMA
EXTERIOR	17.3	4.6
AULAS	17.9	15.3
PATIO	16.5	13.5
INVERNADERO	17.6	12.7
DORM. NIÑAS	16.0	13.8

La mayor diferencia se observa en el invernadero; pero esto resulta explicable ya que entre el invernadero y el dormitorio de las niñas existen registros a modo de ventanillas para conectar convectivamente ambos espacios. Esto provoca una simulación de temperaturas menor en el invernadero al simularlas abiertas y quitar calor durante el día y evidentemente, esto no ha ocurrido en la realidad. Se ha observado un manejo inapropiado del edificio, y es particularmente evidente en este caso.

Se pretende realizar una campaña de mediciones en una época en que no se hagan aportes de calor auxiliar ni tampoco, se ventile el edificio. De este modo, podremos comparar los resultados del modelo de simulación utilizado que, como se puede observar, tiene un grado de confiabilidad importante y aún brinda una información que en este caso se encuentra

alejada entre un 8 y un 12 % del valor real medido.

Con respecto al sistema fotovoltaico y al precalentador de agua, aún no tenemos datos del resultado de su comportamiento, ya que se ha perdido comunicación con la escuela a raíz de un desperfecto ocurrido en la Repetidora Río Diamante, ubicada en el Cerro del mismo nombre, que permite la comunicación radioteléfonica con la zona.

Lo mismo podemos indicar respecto a las mediciones de iluminación natural. Esperamos contar con valores en los próximos meses.

CONCLUSIONES

Para concluir, podemos decir, que es mucho aún lo que nos queda por aprender. Esta obra nos alienta y nos permite a la vez de tomar contacto directo con las aplicaciones de los sistemas solares pasivos, conocer más en profundidad los detalles y características de su utilización.

Cabe destacar nuevamente, la interacción permanente que ha existido con la Dirección de Arquitectura del M.O.S.P., hecho que por otra parte nos ha permitido crecer, si bien, no en el sentido estrictamente solar, si en el sentido de la profundización acerca de la transferencia y sus fases.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a todos los que han participado en su momento activamente en el citado proyecto: Arq. Alicia Ravetto y Arq. Roberto Agüero. Además, se agradece al Gobierno de la Provincia que ha financiado parcialmente este trabajo.

REFERENCIAS

- (1) Guisasola, M.; Agüero R., Ravetto A., Esteves A. "Refuncionalización Energético-Ambiental de Escuelas Rurales Aisladas de la Provincia de Mendoza. Caso de la Escuela Yapeyú. San Carlos". *Actas de la 14° Reunión de ASADES. Mendoza, 1990.*
- (2) Casermeiro, M.; Saravia L. "Simulación Térmica de Edificios". *Actas de la 9° Reunión de ASADES. San Juan. 1984.*