

ENCUESTA SOCIO AMBIENTAL EN DOS EDIFICIOS ESCOLARES EN LA PAMPA

Marek, L¹ y Filippín, C.²

CC 302, Santa Rosa, La Pampa TE Fax 54 2954 434222 E-mail cfilippin@cpenet.com.ar

RESUMEN En el presente trabajo se muestran los resultados de una encuesta socio-ambiental realizada en una escuela de diseño y construcción convencional (EC) y en una diseño y tecnología solar (ES) en Catrilo, provincia de La Pampa. Se calculó el PMV (ISO 7730). El mayor porcentaje de los alumnos de la EC estuvieron conformes con una temperatura promedio de alrededor de 18°C. En la ES con temperaturas promedio superiores a 22°C la cuarta parte de los alumnos a la mañana sintió calor, cifra que se eleva más aún durante la tarde. Un mal uso del sistema de calefacción originó, por un lado despilfarro de energía, y por otro desconfort en determinadas horas del día.

INTRODUCCION

Distintos autores han estudiado y evaluado el consumo de energía en edificios escolares en distintas localizaciones geográficas del país. San Juan, Hoses y Gonzalez (2000) mostraron cifras que corresponden a la ciudad de La Plata y Neuquén para escuelas con distintas tipologías y tecnologías. En la ciudad de Tucumán Gonzalo (1999) realizó una evaluación del consumo de energía en edificios escolares. En la provincia de La Pampa se mostraron en distintos trabajos los consumos de energía de diferentes edificios escolares (Filippín, 1999). San Juan, Hoses y Gonzalez (2000) apuntan en las consideraciones finales del trabajo que en La Plata y Neuquén hay establecimientos con infra consumo energético o con registros de uso de equipos de calefacción alejados de un uso eficiente de los mismos. Gonzalo (1999) en sus conclusiones estima que una escuela en Tucumán para alcanzar el confort debió consumir 12 kWh/m², valor bastante superior al consumo real anotado. El autor considera que un gran porcentaje de los edificios analizados en el trabajo presentan desconfort provocado por un diseño inadecuado y la falta de recursos para su acondicionamiento artificial mientras que otros tienen consumos excesivos. En la provincia de La Pampa las cifras indicaron tímidamente una variación latitudinal de los consumos. Los resultados se observan en la Tabla 1.

Tabla 1: Consumo de energía para calefacción en distintas escuelas

Localidad	Grados-día (b=18°C) (°C)	Consumo de energía para calefacción (kWh/m ²)
La Plata	994	135.8
Realicó (La Pampa)	1200	67.4
Castex (La Pampa)	1350	208.4
Santa Rosa (La Pampa)	1580	128.6
25 de Mayo (La Pampa)	1600	125.5
Neuquén	1630	132.8

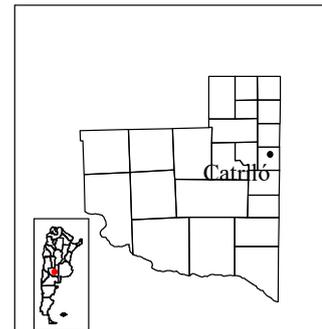


Fig. 1: Localización de Catrilo en la provincia de La Pampa

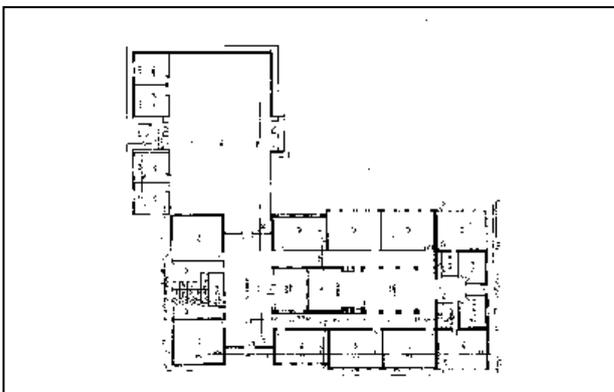


Fig. 2: Escuela convencional



¹ Arquitecto colaborador

² Investigadora de CONICET

A partir de los resultados que formaron parte del proyecto 'Análisis Tipológico, Tecnológico y Energético del Parque Educativo en la Provincia de La Pampa' (Aprobado por Resolución Ministerial N°139) la Subsecretaría de Planeamiento Educativo de la provincia apoyó y financió la construcción de un edificio escolar energéticamente eficiente en la localidad de Catrilo, en la región este de La Pampa. El edificio fue concebido según estrategias de diseño solar. Trabajos anteriores mostraron su diseño, el seguimiento de su construcción y la evaluación higrotérmica y energética (Filippín y Beascochea, 1999; Filippín y Beascochea, 2000).

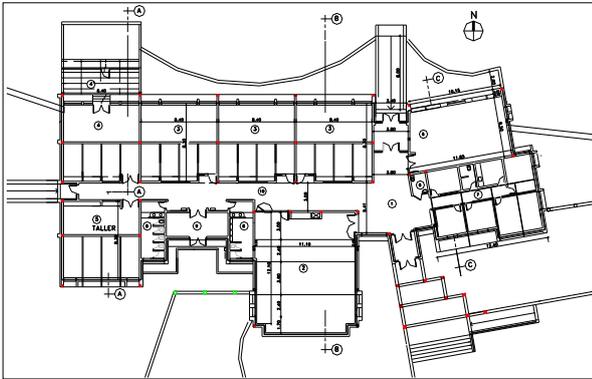


Fig. 3: escuela solar

Tabla 2: Modelo de encuesta

ENCUESTA DE OPINIÓN			Nº :
Escuela	Distrito	Turno	<input type="text"/> <input type="text"/>
Nombre del alumno	Edad	Fecha y hora	
VENTILACIÓN			
Observar si las ventanas están abiertas			
Ventilan ahora ? <input type="radio"/>	Te molesta ? <input type="radio"/>		Marcar la puerta, las ventanas y tu pupitre
VESTIMENTA			
Que esta usando en este momento			
Camiseta <input type="radio"/>	Camisa <input type="radio"/>	Pullover <input type="radio"/>	Campera <input type="radio"/>
ILUMINACIÓN NATURAL (La que de día entra por las ventanas)			
Indicar la iluminación sobre el pupitre			
Excesiva <input type="radio"/>	Suficiente <input type="radio"/>	Insuficiente <input type="radio"/>	Es pareja ? <input type="radio"/>
Indicar que observa en el aula			
Existen reflejos molestos ? <input type="radio"/>	Mirando la ventana Encandila ? <input type="radio"/>	En el aula hay algún lugar oscuro ? <input type="radio"/>	La iluminación general es pareja ? <input type="radio"/>
ILUMINACIÓN ARTIFICIAL (Cuando están prendidos los artefactos de luz)			
Indicar la iluminación sobre el pupitre			
Excesiva <input type="radio"/>	Suficiente <input type="radio"/>	Insuficiente <input type="radio"/>	Es pareja ? <input type="radio"/>
Indicar que observa en el aula			
Existen reflejos molestos ? <input type="radio"/>	Hay encendidas luces ahora ? <input type="radio"/>	En el aula hay algún lugar oscuro ? <input type="radio"/>	La iluminación general es pareja ? <input type="radio"/>
TEMPERATURA			
Indicar que siente en este momento			
Tenes frío ? <input type="radio"/>	Tenes calor ? <input type="radio"/>	Esta la calefacción prendida ? <input type="radio"/>	Hay algún lugar de + o - frío ? <input type="radio"/>
HUMEDAD			
Están transpirando los vidrios ? <input type="radio"/>		Hay humedad en algún lugar ? <input type="radio"/>	

Al comparar el consumo de energía para calefacción de la escuela solar y una de diseño y construcción convencional en la misma localidad los resultados indicaron que había o un derroche de energía en la escuela solar o una situación de discomfort en la escuela convencional (Filippín, Beascochea y Gorozurreta 2002). A partir de aquellos resultados el objetivo del presente trabajo es evaluar y comparar el comportamiento higrotérmico y energético, y la respuesta socio ambiental de los usuarios de las dos escuelas durante junio de 2002. En la Figura 1 se observa la ubicación de Catrilo en la provincia. En la Figura 2 se observa la planta y en la Figura 3 una vista de los edificios en estudio.

Fuente: San Juan, Hoses, Rojas y Moreno, 1999.

RESULTADOS

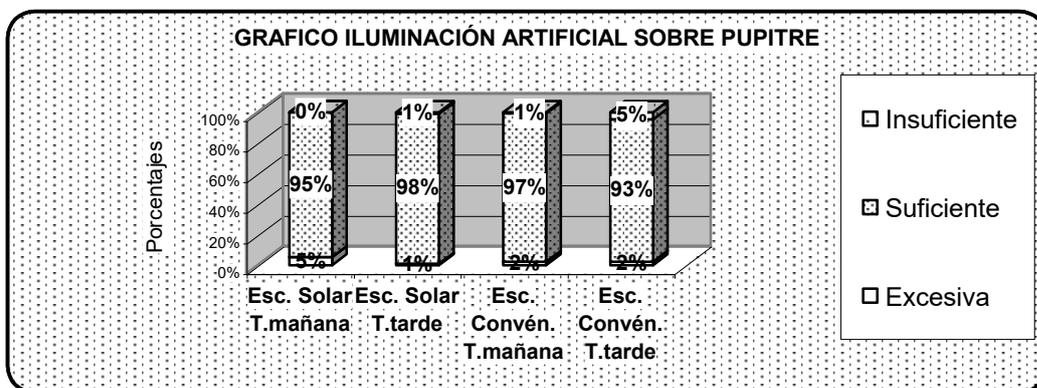
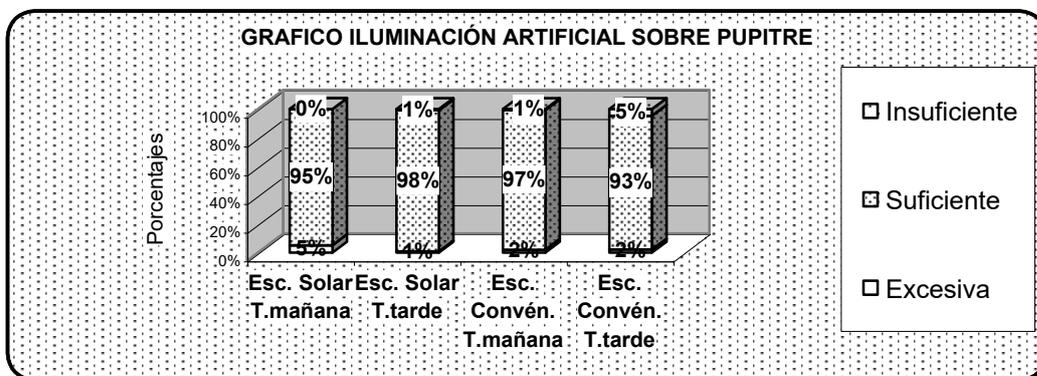
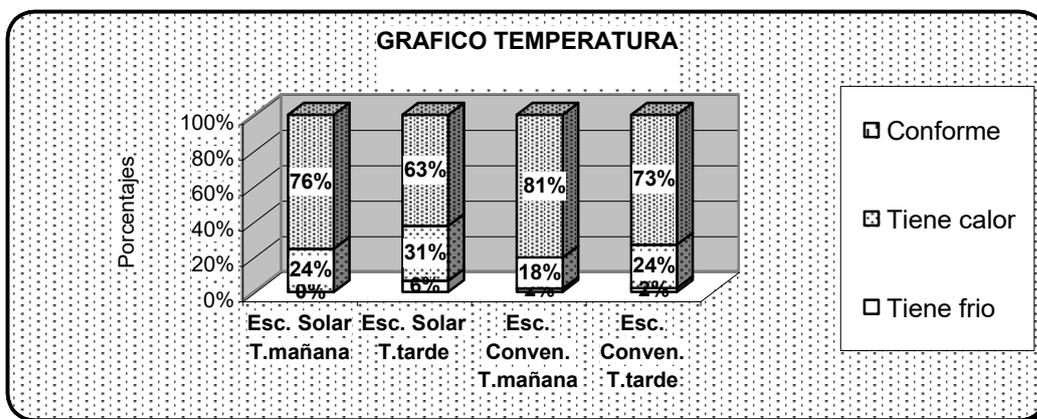
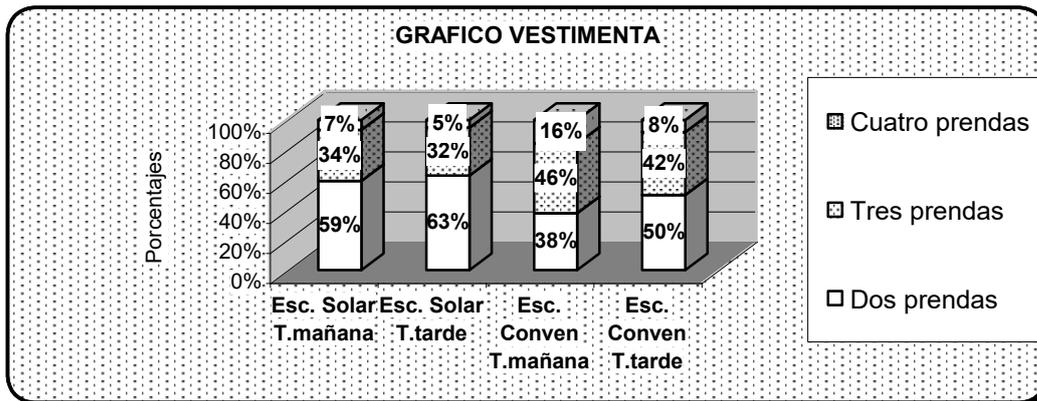


Fig. 4: Resultados de la encuesta

Con el fin de confrontar los resultados del comportamiento térmico y evaluar la respuesta socio-ambiental de los usuarios se realizó una encuesta adaptada de un modelo desarrollado por San Juan, Hoses, Rojas y Moreno (1999). Se desarrolló entre los días 26 de junio y 3 de julio de 2002 y su esquema se observa en la Tabla 2. Fueron entrevistados alumnos en los dos turnos, mañana y tarde. La Figura 4 muestra los resultados. La encuesta fue acompañada por una rigurosa observación directa respaldada con imágenes en cada caso particular (Figura 5).

ANALISIS DE LOS RESULTADOS

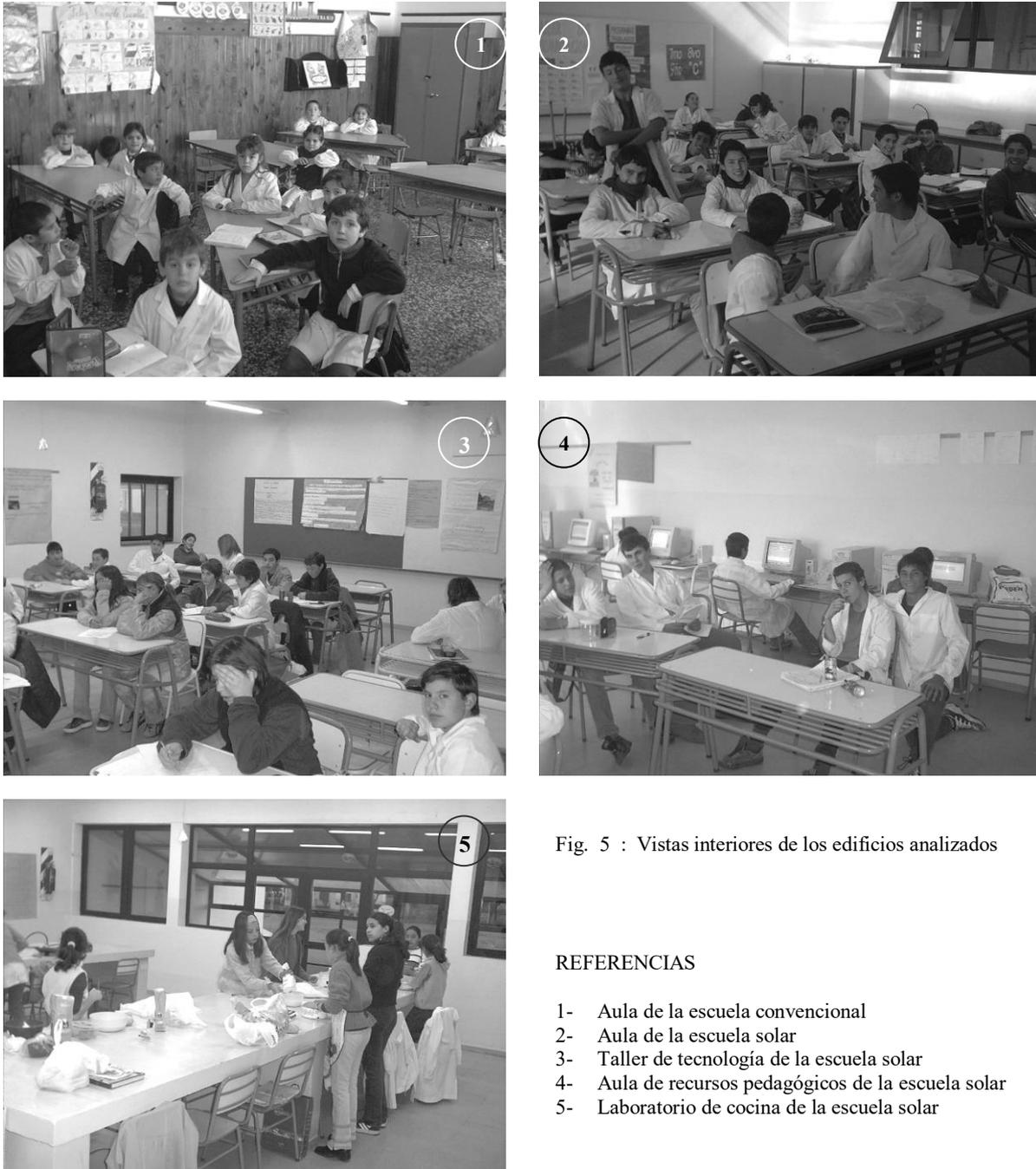


Fig. 5 : Vistas interiores de los edificios analizados

REFERENCIAS

- 1- Aula de la escuela convencional
- 2- Aula de la escuela solar
- 3- Taller de tecnología de la escuela solar
- 4- Aula de recursos pedagógicos de la escuela solar
- 5- Laboratorio de cocina de la escuela solar

Los días en que se realizó la encuesta correspondió a un período muy frío con permanencia de vientos fríos del SW. Los gráficos 'temperatura' y 'vestimenta' de la Figura 4 muestran los resultados que se analizan. En la escuela convencional el 81% de los alumnos se sintió conforme con una temperatura de 18°C promedio, el 18% tuvo calor y sólo el 1% tuvo frío. Para esta situación el 46% de los alumnos se encontraba con tres prendas (camiseta, buzo y guardapolvo), el 38% con dos prendas (remera y guardapolvo) y el 16% estaba con cuatro prendas (3 prendas + campera) (Figura 5, foto1). A la tarde la temperatura media registrada fue de alrededor de 22.1°C. Para esta situación y con una humedad relativa promedio del 50% baja el porcentaje de alumnos conformes al 73% y aumenta al 24% la cantidad de alumnos que tuvieron calor y al 3% los que

tuvieron frío. En correspondencia con esta situación aumenta el porcentaje de alumnos con dos prendas y disminuye la cantidad de alumnos con tres y cuatro prendas. En la misma figura y en los mismos gráficos se observa que en la escuela solar el 59% de los alumnos estaba con dos prendas, el 34% se encontraba con tres prendas y el 7% con cuatro prendas. Para esta situación el 76% de los alumnos del turno mañana estuvo conforme y el 24% tuvo calor para una temperatura media de 22.5°C y una humedad relativa del 40%. Es evidente que los alumnos que mantuvieron la cuarta prenda sintieron calor. En el turno de la tarde, y con una temperatura media que se mantuvo en los 22.4°C, aumenta el porcentaje de alumnos con dos prendas al 63%. A pesar de la disminución del arropamiento el porcentaje de alumnos que se encontraba conforme disminuye al 64% y aumenta al 31% la cifra de alumnos que tienen calor. Sólo un 5% tuvo frío. En un análisis de los datos climáticos del periodo se observa que el día 27 de julio la temperatura máxima en las aulas trepó a 27.5°C en correspondencia con un día de alta radiación, una temperatura externa que alcanzó los 20°C y el sistema de calefacción encendido. En esta situación particular un alto porcentaje de los alumnos respondió que sintió calor elevando el valor promedio resultante en la gráfica. La foto 2 de la Figura 5 muestra la vestimenta de los alumnos en una de las aulas de la escuela solar. Se observa con claridad la ausencia de la cuarta prenda en los alumnos a primer hora de la tarde, y el uso de remera y guardapolvo. En la foto 3 se observa el interior del taller de tecnología en donde el mayor porcentaje de los alumnos se encuentra con campera durante las primeras horas de la mañana. Es evidente que la ubicación del taller en el extremo SO del edificio y su menor área de ganancia directa condicionaron el comportamiento térmico. La foto 4 muestra el interior del aula de recursos pedagógicos durante la tarde donde el mayor porcentaje de los alumnos tienen dos prendas. La disposición del aula hacia el norte, la disponibilidad de dos colectores de aire, algo de ganancia directa y el sistema de calefacción auxiliar en funcionamiento permitió que los alumnos disminuyeran su arropamiento. Comparando las dos escuelas el mayor o menor porcentaje de alumnos que estuvo conforme se acopló a la vestimenta. La escuela convencional con 4.1°C menos a la mañana obligó al 62% de los alumnos a usar tres y cuatro prendas, durante la tarde la diferencia se reduce a 2.7°C y también el porcentaje de alumnos que usó tres y cuatro prendas. Durante la tarde en la escuela solar el mayor porcentaje (63%) usó dos prendas.

En función de los datos obtenidos se calcula el PMV (Norma ISO 7730, 1994). La Figura 6 muestra la salida de los resultados a través del software. En la Tabla 2 se observan los resultados para cada situación.

Tabla 2 : Cálculo del PMV (Valor medio predicho) y PPD (Porcentaje de personas insatisfechas predicho)

Escuela	Turno	Temperatura			HR	Met	clo	PMV	PPD	
		Media	Max	Min						
Convencional	Mañana	18.4	19.9	15.9	52.9	1.2	1.6 1.3 0.8	0.09 0.07 -	5 5 -	Referencias: HR=humedad relativa Met=velocidad de metabolismo Clo= nivel de vestimenta
	Tarde	19.7	20.5	18.5	50.9	1.2	1.6 1.3 0.8	0.30 0.06 -	5 5 -	
Solar	Mañana	22.5	23.7	21.0	42.4	1.2	1.6 1.3 0.8	0.92 0.71 -	6.89 5.37 -	
	Tarde	22.4	23.8	20.7	42.4	1.2	1.6 1.3 0.8	0.70 0.46 -	5.36 5.03 -	

En la escuela convencional para un valor promedio de temperatura de 18.4 °C y un valor máximo alcanzado a la mañana de 20 °C el PPD es del 5% con un nivel de vestimenta de 1.6 y 1.3 clo, grado de arropamiento que absorbe al 62% de los entrevistados. Los resultados del presente modelo se acercan bastante a los obtenidos en el gráfico 'temperatura' de la Figura 5. Para un valor promedio de temperatura de 19.7 °C y una máxima alcanzada de 20.5° a la tarde y para un clo de 1.6 y 1.3, el

PPD es de 5%. Estos valores de clo absorben el 50% de los alumnos entrevistados. En el gráfico 'vestimenta' se observa que a la tarde si bien disminuye el porcentaje de alumnos que estuvo conforme, aumenta el porcentaje de alumnos que tuvo frío y que tuvo calor. Esto es posible ya que para las temperaturas máximas observadas y para un arropamiento de 0.8 clo el PMV se acerca al valor -1 (ligeramente fresco) y para un arropamiento de 1.6 el PMV se acerca al valor 1 (ligeramente cálido). La escuela solar con ganancia directa para su calentamiento natural, y un sistema de calefacción auxiliar que permaneció encendido durante el período en estudio alcanzó una temperatura promedio a la mañana de 22.5°C y una humedad relativa de 42.4%. Para esta situación el valor de PMV comienza a acercarse al valor 1 (ligeramente cálido) y el PPD a superar el 5% para un arropamiento

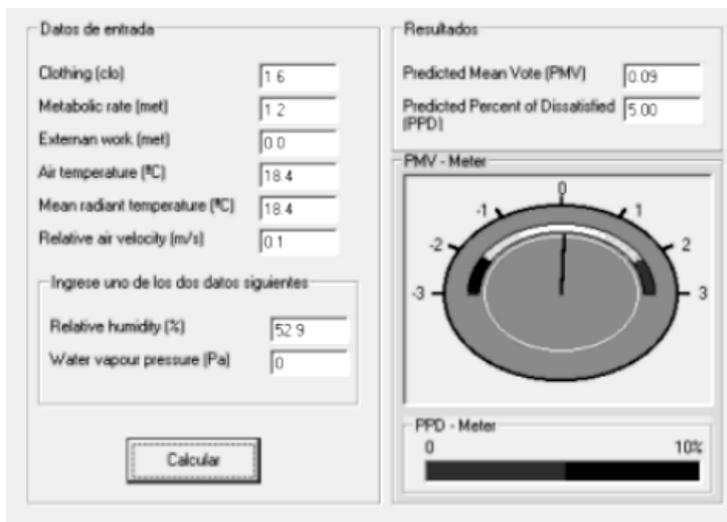


Figura 6: Cálculo de PMV

de 1.6 y 1.3. Para una temperatura máxima alcanzada a la mañana de 23.7°C el valor del PMV es de 0.92 para 1.6 clo disminuyendo a 0.71 con un clo de 1.3. Los resultados del modelo se aproximan a los observado en el gráfico 'temperatura' de la Figura 4 en el cual el 24% de los alumnos tiene calor. Durante la tarde la situación se mantiene similar. Si se toman los valores que corresponden al 27 de julio con condiciones climáticas más benignas, la temperatura interior promedio fue de 26.3°C y la máxima trepó a 27.5°C. Si el alumno mantuvo tres prendas el PMV alcanza el valor 1.21 (cálido-ligeramente cálido) y el PPD llega a 15, superando el valor de la Norma. Se observa una correspondencia del modelo del PMV con el gráfico 'temperatura' de la Figura 4 que muestra que el 31% de los alumnos tuvo calor a la tarde. El aumento de usuarios con sensación de calor se acentúa por el mantenimiento innecesario de la calefacción según la evaluación realizada en otro trabajo que se presenta en este Congreso (Filippín, Marek y Beascochea, 2002). Respecto a la iluminación natural en la escuela convencional el 22% de los alumnos consideran que es insuficiente durante la mañana pero según los resultados la iluminación artificial es suficiente (Figura 4). Durante la tarde y fundamentalmente en las aulas que miran al sur y al este aumenta el porcentaje de alumnos que consideran la iluminación natural insuficiente trepando el valor al 38%. También en este caso la iluminación artificial parece satisfacer los requerimientos lumínicos de los usuarios. En la escuela solar la situación desfavorable respecto a la iluminación natural sólo se da a la mañana con un 29% de los alumnos que la consideran insuficiente.

CONCLUSIONES

En la introducción del trabajo se mostró una serie de valores que representan el consumo de energía en la calefacción de edificios escolares en distintas localizaciones geográficas del país. Para tres localizaciones, La Plata ($GD=994^{\circ}C_{(b=18)}$), Neuquén ($GD=1630^{\circ}C_{(b=18)}$) y Santa Rosa ($GD=1545^{\circ}C_{(b=18)}$) el consumo promedio de energía en calefacción fue de 135.8, 132.8 y 128.6 kWh/m², respectivamente. Los valores a primera vista indican que no hubo una variación del consumo acoplada a la caracterización climática y a la localización geográfica. Los diferentes autores coinciden en que hubo infra consumo o despilfarro de energía. Es evidente que el mayor o menor consumo de energía está acoplado al clima y a los aspectos dimensionales, tipológicos, tecnológicos y morfológicos inherentes al propio del edificio sin subestimar la clara influencia de los aspectos subjetivos. Es por ello que el objetivo de este trabajo apuntó a analizar los aspectos subjetivos. A través de las visitas periódicas y las encuestas realizadas se observó que los alumnos de la escuela convencional, en su mayoría, estuvieron conformes con temperaturas promedios de alrededor de 18°C. En la escuela solar, con temperaturas promedio superiores a 22°C, la cuarta parte de los alumnos a la mañana sintió calor, cifra que se eleva aún más durante la tarde. Esta situación muestra que se podría haber limitado el consumo de energía en calefacción sólo a las primeras horas de la mañana. Un mal uso del sistema originó por un lado, despilfarro de energía, y por otro, desconfort. El malgasto de energía ratifica lo expuesto en el artículo '*El Estado es el sector que menos ahorra en energía eléctrica*', sector en el que el consumo se desplomó un 0.47% frente al 17.71% en las industrias durante el primer semestre del año en relación al 2001 (La Nación, 24/07/2002). El presente trabajo permitió a partir de los resultados, hacer recomendaciones en cuanto al uso integral del edificio e impulsar la puesta a punto de los termostatos programables actualmente desactivados.

ABSTRACT In the present work a social environmental survey carried out in a design and conventional construction school (CS) and a design and solar technology school (SS) in Catrilo, La Pampa is shown. The PMV was calculated. The larger percentage of students from the CS agreed with an average temperature of around 18°C. In the SS with average temperatures higher than 22°C, 25% of the students were hot in the morning. This number became higher in the afternoon. The wrong usage of the heating system originated a waste of energy and a discomfort at determined times.

REFERENCIAS

- FILIPPIN, C., (1999), Análisis energético de una tipología edilicia escolar en diferentes localizaciones geográficas de la provincia de La Pampa, Avances en energías renovables y medio ambiente, ISSN 0329-5184, 2:07.05-0.7.08.
- FILIPPIN, C., (1999), Comportamiento energético de dos tipologías de edificios escolares en distintas localizaciones geográficas y diferentes entornos, Avances en energías renovables y medio ambiente, ISSN 0329-5184, 2: 07.13-0.7.16.
- FILIPPIN, C., (1999), Performance energética de una tipología edilicia escolar en diferentes localizaciones geográficas de la provincia de La Pampa, Avances en energías renovables y medio ambiente, ISSN 0329-5184, 1: 07.09-0.7.010.
- FILIPPIN, C., (1999), Tipologías edilicias escolares en distintas localizaciones geográficas de La Pampa. Un análisis estadístico del consumo energético, Avances en energías renovables y medio ambiente, ISSN 0329-5184, 1: 07.17-0.7.020.
- FILIPPIN, C. y BEASCOCHEA, A., (1999), Escuela solar pasiva para la provincia de La Pampa en el marco de la nueva ley federal de educación. Avances en energías renovables y medio ambiente. Vol.3 N°1, 05.01-0.5.04.
- FILIPPIN, C. y BEASCOCHEA, (2000), Seguimiento y valoración de la construcción de la escuela solar pasiva de Catrilo en la provincia de La Pampa, Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol.4, N°1, 05.93-05.98.
- FILIPPIN, C., BEASCOCHEA, A. y GOROZURRETA, J., (2002), Una escuela solar en la provincia de La Pampa. Diseño y tecnología. Comportamiento higro-térmico y energético en el período invernal. Revista Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol.10, Pp.23-32. ISSN 0328-9322X.
- GONZALO, G. y NOTA, V., (1999), Determinación de índices de consumos de energía para distintas funciones edilicias en el área de San Miguel de Tucumán. Avances en energías renovables y medio ambiente, ISSN 0329-5184, 2: 08.45-0.8.48.
- ISO7730, 1994, Moderate thermal environments-Determination of the PMV and Ppd indices and specification of the conditions for thermal comfort.
- SAN JUAN G., HOSES, S. y GONZALEZ, D., (2000), Sensibilidad de variables edilicias y energéticas de tipologías edilicias escolares en dos situaciones regionales de nuestro país. Avances en energías renovables y medio ambiente, ISSN 0329-5184, 2: 07.29-0.7.33.
- SAN JUAN, G., HOSES, S., ROJAS, D. y MORENO, J., (1999), Integración de la opinión de los usuarios en la evaluación ambiental de aulas escolares. Avances en energías renovables y medio ambiente, ISSN 0329-5184, 2: 08.173-0.8.176.