



COMPORTAMIENTO ENERGETICO Y SOCIO AMBIENTAL DE ESCUELAS DE BAJO CONSUMO DE ENERGIA EN ECOSISTEMAS DIFERENTES DE ARGENTINA.

Celina Filippín¹ y Alicia Beascochea²

(1) CONICET Spinetto 785, Santa Rosa, La Pampa (6300) ARGENTINA -

TelFax 54 2954 434222 E-mail: cfilippin@cpenet.com.ar

(2) Universidad Nacional de La Pampa- Dirección de Arquitectura -Gil 353, Santa Rosa, La Pampa (6300), ARGENTINA- Tel 54 2954 451600 E-mail: arquitectura@unlpam.edu.ar

RESUMEN

En el total de energía consumida por los edificios escolares en la provincia de La Pampa (en la región central de Argentina, entre 35 y 39° de latitud sur) la calefacción absorbe el 90%. El parque educacional tiene valores de coeficientes globales de pérdida 'G' que superan los establecidos por la Norma IRAM correspondiente. La energía medida es superior al valor estimado para mantener en 18°C la temperatura media en el interior, situación que indica que los alumnos y maestros trabajan con temperaturas superiores a aquél valor. El costo de la energía consumida corresponde al 17% del total gastado por alumno. En este contexto se construyeron dos escuelas de bajo consumo de energía en regiones diferentes, una de gran potencial agrícola – ganadero (Este); la otra, semiárida, con baja densidad de población (Oeste). Ambos edificios se diseñaron con pautas de climatización e iluminación natural: ganancia solar y refrescamiento pasivo se combinan con una envolvente energéticamente eficiente. Las escuelas fueron evaluadas térmicamente en períodos invernales. Simultáneamente se realizaron encuestas socio – ambientales. En la escuela ubicada en el Oeste de la provincia los ocupantes, en su mayoría con dos y tres prendas dentro del aula, estuvieron en confort con temperaturas medias de 17°C, la calefacción prácticamente no se enciende durante el día y se apaga a la noche. El ahorro de energía en calefacción es del 90%. En la escuela solar ubicada en el Este de la provincia la temperatura promedio diaria en las aulas es de 21°C en el invierno. Los alumnos permanecen en el interior sólo con dos prendas o sólo con guardapolvo. La calefacción permanece encendida durante la noche y el ahorro de energía es del 50%. Los resultados muestran que la zona de confort no tiene límites reales, está definida por aquellas condiciones en la cuales no se produce un sentimiento de incomodidad.

1. INTRODUCCION

Distintos autores han estudiado y evaluado el consumo de energía en edificios escolares en varias localizaciones geográficas de Argentina. 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 – a, b, c y d). 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 disconfort 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 indican tímidamente una variación latitudinal de los consumos. Los resultados se observan en la Tabla 1. Del total de energía consumida por los edificios escolares la calefacción absorbe el 90%. El parque educacional tiene valores de coeficientes globales de pérdida

‘G’ que superan los establecidos por la Norma IRAM 11604 correspondiente (2001). La energía medida es superior al valor estimado para mantener en 18°C la temperatura media en el interior, situación que indica que los alumnos y maestros trabajan con temperaturas superiores a aquél valor. El costo de la energía consumida corresponde al 17% del total gastado por alumno. Los resultados formaron parte del proyecto ‘Análisis Tipológico, Tecnológico y Energético del Parque Educacional en la Provincia de La Pampa’ (Aprobado por Resolución Ministerial N° 139).

En la década del 90 la Subsecretaría de Planeamiento Educativo de la provincia apoyó y financió la construcción de edificios escolares energéticamente eficientes, en ecosistemas diferentes de la provincia de La Pampa que se localiza en la región central de Argentina, entre los 35 y 39° de latitud sur y 64 y 68° de longitud. Uno de los edificios se ubica en la región Este (Escuela EGB 3 en Catrileo) y el otro en el Oeste (Escuela en Algarrobo del Aguila) (Ver Figura 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 (Buenos Aires)	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 (Neuquén)	1630	132.8



Fig.1: Localización de las Escuelas Energéticamente Eficientes en La Pampa

El Este es una región de planicies y lomas, con buena capacidad de recarga de acuíferos por precipitación pluvial y por tanto, con buenas posibilidades de extracción de agua subterránea. Posee una altimetría que oscila entre los 100 y 300 metros sobre el nivel del mar y una precipitación media anual superior a los 600mm. Corresponde a un área ecológica de bosque, pastizal natural y cultivos que otorgan a esta región un buen potencial de desarrollo agrícola – ganadero. La región Oeste cubre un área más extensa de terrazas basálticas, suelos de elevada dureza, con serias limitaciones para la

extracción de agua subterránea. Es un área de elevados albedos, con una altimetría creciente hacia el N.O. (300 a 1.000 metros s/el nivel del mar). Su régimen pluviométrico responde a un ambiente típicamente desértico, con precipitaciones que, desde los 500mm al Este, bajan abruptamente a menos de 200 mm hacia el Sudoeste. Su vegetación es también típicamente desértica con predominio del monte bajo, achaparrado y arbustos xerófilos. Es una región que sólo admite una ganadería de restringida escala económica. Las dos regiones resultantes concentran una variación latitudinal de su régimen térmico y energético solar. Es posible realizar también, desde el punto de vista poblacional, económico y energético una regionalización simplificada de la provincia. La variable determinante de la distribución de la población en una región, es su condición socio - económica. Demográficamente, la provincia presenta un 88,5 y un 11,5% de población urbana y rural respectivamente y un esquema de distribución altamente desparejo. El Oeste pertenece a la denominada región dispersa, con una desigual distribución espacial, con bajo crecimiento poblacional, y pérdida aún de población. La distancia significativa entre porcentuales de población urbana y rural de la provincia, se diluye espacialmente en una dirección Este Oeste. Es probable, que en la zona Oeste, la diferencia entre la población urbana y rural no es tan significativa debido a que, la zona urbana no ofrece salida socio - económica importante.

En este contexto 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 un periodo invernal. Con el fin de confrontar los resultados del comportamiento térmico y evaluar la respuesta socio - ambiental de los usuarios se realizaron encuestas con un modelo que se adaptó del desarrollado por San Juan, Hoses, Rojas y Moreno (1999). Fueron entrevistados alumnos en los dos turnos, mañana y tarde. La encuesta fue acompañada por una rigurosa observación directa respaldada con imágenes en cada caso particular.

2. RESULTADOS y ANALISIS

Escuela solar en Catrilo



Fachada Norte



Sector aulas



Interior del salón de usos múltiples

Fig. 2: Vistas de la escuela solar en Catrilo

Una descripción detallada del diseño y la tecnología del edificio se puede observar en Filippín y Beascochea (1999, 2000); Filippín, Beascochea y Gorozurreta (2002) y Filippín (2005). La figura 2 muestra algunas vistas del edificio. Los días en que se realizó la encuesta fueron muy fríos con permanencia de vientos fríos del SO (26 de junio al 3 de julio de 2002). Los resultados que se analizaron mostraron que, 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.

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

Turno	Temperatura			HR	Met	clo	PMV	PPD
	Media	Máxima	Mínima					
Mañana	22.5	23.7	21.0	42.4	1.2	1.6	0.92	6.89
						1.3	0.71	5.37
						0.8	-	-
Tarde	22.4	23.8	20.7	42.4	1.2	1.6	0.70	5.36
						1.3	0.46	5.03
						0.8	-	-

Referencias: HR=humedad relativa Met=velocidad de metabolismo Clo= nivel de vestimenta



Fig. 3 : Vistas interiores, REFERENCIAS: 1: Aula, 2: Taller de tecnología, 3: Aula de recursos pedagógicos, 4: Laboratorio de cocina

La foto 2 de la Figura 3 muestra la vestimenta de los alumnos en una de las aulas durante la mañana. Se observa con claridad la ausencia de la cuarta prenda en los alumnos a primera hora de la tarde, y el uso de remeras y guardapolvo. En la foto 1 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. (la ubicación del taller en el extremo SO del edificio, y su menor área de ganancia directa, condicionaron el comportamiento térmico, la temperatura promedio estuvo 1°C por debajo de las aulas orientadas al Norte). La foto 4 muestra el interior del aula de recursos pedagógicos durante la tarde donde el mayor porcentaje de los alumnos tiene dos prendas. La disposición del área 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.

El mayor o menor porcentaje de alumnos que estuvo conforme se acopló a la vestimenta. Durante la tarde el mayor porcentaje (63%) usó dos prendas. En función de los datos obtenidos se calculó el PMV, Valor Medio Predicho (Norma ISO 7730, 1994). En la Tabla 2 se observan los resultados para cada situación. 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 de 22.5°C a la mañana 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 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. Si se toman los valores que corresponden, por ejemplo, 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. El aumento de usuarios con sensación de calor se acentúa por el mantenimiento innecesario de la calefacción según la evaluación realizada por Filippín y Marek (2004). Respecto a la iluminación natural en la escuela, la situación desfavorable sólo se da a la mañana con un 29% de los alumnos que la consideran insuficiente.

Escuela en Algarrobo del Aguila

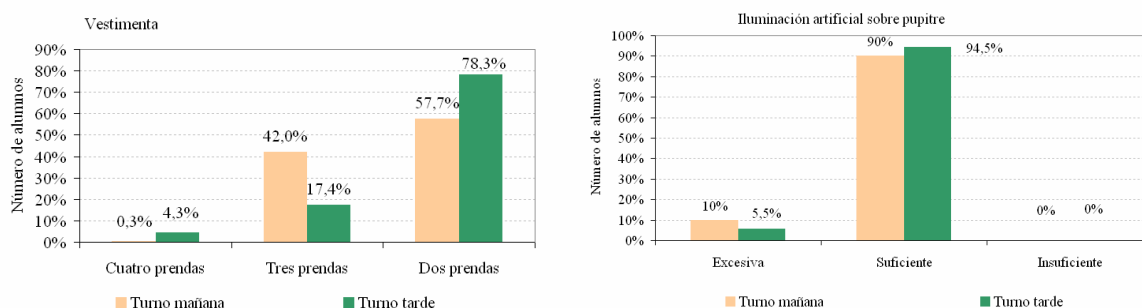


Fig. 4: Vista Norte del edificio

El diseño y la tecnología del edificio se puede ver en Filippín et. al (2005). En la Figura 4 se observa la vista Norte de la escuela. Durante los últimos días de agosto de 2003 hasta el 7 de septiembre del mismo año se realizó el monitoreo térmico y energético y una encuesta socio – ambiental en la escuela solar de Algarrobo del Aguila en el Oeste de la provincia de La Pampa. Los resultados muestran que las aulas orientadas al Norte con días de cielo claro alcanzaron una temperatura promedio de 16.5°C y valores máximos y mínimos de 19.3 y 14.4°C, respectivamente. Esta situación corresponde a un período frío con una temperatura promedio mínima y máxima de -7.2°C y 19°C, respectivamente. El edificio tiene 5 calefactores, 1 de 3000 calorías, el resto de 6000. A través de las actividades de recolección de información desarrolladas en el área de Ciencia y Tecnología se observa que sólo el calefactor de la oficina (en el sector Sur) se encendió todos los días de 8 a 11h. Durante el mismo horario se prende el calefactor ubicado en el pasillo en el extremo Oeste. El consumo diario osciló entre 2 y 5 m³ de gas natural. En este contexto térmico y energético los alumnos debieron responder

sobre la vestimenta personal y aspectos térmicos y lumínicos del aula. Nuevamente en este caso se usa como base de la encuesta la desarrollada por San Juan et. al (1999). Para una temperatura promedio en el aula de 16.3°C, el 76% de los alumnos durante la mañana tiene calor sin calefacción y sólo el 24% restante tiene frío. Durante la tarde aumenta el porcentaje de alumnos que tiene calor (86%) y disminuye el que tiene frío con una temperatura promedio de 16.5°C. Para estas sensaciones de los niños es importante analizar entre otros aspectos la vestimenta. A la mañana el 42% de los alumnos usan tres prendas (camisa ó camiseta + pullover + campera). El 57.7% de los alumnos se saca la campera (quedan con dos prendas). Hacia la tarde disminuye el porcentaje de alumnos con tres prendas al 17.4% y aumenta el número de alumnos con dos prendas (78.3%). Asociando temperatura en el aula y vestimenta se observa que el 67% de los alumnos que contestaron que tienen calor a la mañana, permanecen con sus camperas puestas. Para una temperatura interior de 17°C y una humedad relativa del 27%, con un valor de arropamiento de 1.6 clo (alto con abrigo) y una dispersión metabólica de 1.8 met (actividad manual sentado con ligeros desplazamientos) el VMP (valor medio predicho) es de 0.52 y el PPD (porcentaje de personas en disconfort) es 5.04. Aún bajando el arropamiento a 1.25 clo (arropamiento medio) el PPMV es de 0.13 y el PPD no supera el 5%.

Respecto a la iluminación natural sobre el pupitre de cada alumno en particular tanto a la mañana como a la tarde alrededor del 90% responden que es suficiente. El 10% restante opina que es excesiva. A la mañana quienes dicen que la iluminación es excesiva, contestan además que produce reflejos molestos. Del 90% de los alumnos que consideran a la iluminación como suficiente, el 29% dice que es pareja y un 24% considera que es pareja pero que mirando a la ventana encandila y hay ciertos reflejos molestos. Un 14% dice que es suficiente, pareja pero encandila cuando se mira hacia las ventanas.



3. CONCLUSIONES

Para tres localizaciones, La Plata (GD=994°C_(b=18)), Neuquén (GD=1630°C_(b=18)) y Santa Rosa (GD=1545 °C_(b=18)) el consumo promedio de energía en calefacción es 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 edificio sin subestimar la clara influencia de los aspectos subjetivos. Es por ello que el objetivo de las encuestas y auditorías ambientales apuntó a analizar los aspectos subjetivos.

Las dos escuelas solares monitoreadas térmicamente y auditadas energéticamente fueron acompañadas por entrevistas a sus alumnos, encuestas y observación directa de actitudes y procedimientos, hábitos y costumbres.

En el primer caso analizado (escuela solar en la localidad de Catriló en el Este) y a través de visitas periódicas y los resultados de las encuestas realizadas se observa que, la calefacción se mantiene encendida durante la noche y las primeras horas de la mañana, la temperatura promedio trepa más allá

de los 22°C. Para esta situación la cuarta parte de los alumnos a la mañana siente calor, cifra que se eleva aún más durante la tarde. En ambos turnos los alumnos en su mayoría permanecen con dos prendas. Los resultados muestran 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, discomfort. 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.

Respecto a la escuela de Algarrobo del Aguila (en el Oeste), en un ambiente árido de extrema pobreza, los alumnos, que en su mayoría pertenecen a familias de puesteros, viven en un albergue (cercano a la escuela). El edificio se terminó de construir en el año 1995 y fue inmediatamente ocupado. Ya en ese año se hicieron las primeras evaluaciones térmicas y, además se midió el combustible usado para calefaccionar los espacios. El volumen usado de kerosene no superó el estimado en la etapa de prediseño logrando una fracción de ahorro solar del 70% con temperaturas medias de 16°C. En el año 1996 el edificio se conectó a la red de gas natural que desde ese año abastecía a la comunidad de 200 habitantes. Se instalaron 5 calefactores. Su uso en los años subsiguientes siempre fue restringido, no por problemas económicos sino por decisión del personal directivo que prefirió que los niños estén más abrigados y no trabajar con temperaturas más altas. El edificio para toda la comunidad educativa es confortable. Con una temperatura media exterior de 7.6°C y una mínima de -7°C (período del 25 al 29 de agosto de 2003) en condiciones reales de uso las aulas alcanzaron una temperatura media de 16.5°C, y una máxima y mínima de 19.3 y 14.4°C, respectivamente, valores que son similares a las evaluaciones realizadas en 1995 y 1998. La forma de uso de la escuela solar la convierte en un ejemplo claro de arquitectura sostenible. Hay un compromiso por parte del ocupante. Los resultados térmico y energéticos logrados ratifica la gama de observaciones y opiniones de diferentes autores quienes consideran que no existe un criterio único para poder realizar una evaluación precisa del confort, la franja de confort no tiene límites reales, más bien es una zona en la cual no se produce un sentimiento de incomodidad (Olgyay, V., 1998). Es posible que los niños, que provienen de ambientes mucho más agresivos, trabajen en la escuela muy cómodos aún con temperaturas más bajas.

En relación al consumo de energía en calefacción e integrando las dos situaciones se observa que la escuela en Algarrobo del Aguila, en el Oeste de La Pampa, en el período frío consume diariamente 0.009 m³/m² para mantener una temperatura promedio de alrededor de 16.5°C y sólo un 5% de los usuarios están en discomfort. La escuela de Catrileo en el Este de la provincia consumió en el período frío 6.4 m³/m²/ día para mantener una temperatura promedio de 22°C. Anualmente, la primera escuela consume en promedio 15 kWh/m² para un área de ganancia directa que equivale al 11% del área útil del edificio para 1646 grados-día (b=18°C) y predominancia de días con cielo claro. La segunda, consumió 66.4 kWh/m² (50% del promedio consumido por una escuela convencional en la región) con un área de ganancia directa que equivale al 14% del área útil para 1620 grados-día de calefacción (b=18°C) con un porcentaje menor de días con cielo claro. Los resultados muestran que ciertos aspectos, tales como las actitudes y los procedimientos del usuario que no se pueden predecir en la etapa de prediseño, condicionan el comportamiento térmico. El ocupante define evidentemente una parte importante de la performance energética de un edificio solar.

La escuela solar en el Oeste, con un diseño que tiene un porcentaje menor de área de ganancia solar directa respecto al área útil, pero con un compromiso ambiental fuerte de la comunidad educativa, logra trabajar en condiciones de confort, según la opinión de los usuarios, con un importante ahorro de energía. A pesar de disponer de gas natural a partir del año 1996, el ocupante mantiene un compromiso ambiental y contribuye durante casi 8 años a afianzar el concepto de sostenibilidad en la arquitectura, término que se asocia a criterios netamente ecológicos y que incorpora la dimensión ambiental, considerada como una totalidad, con criterios económicos, sociales y culturales (relación entre contexto cultural – el hombre- y el natural – los seres vivos, el agua, la tierra, el aire). La escuela solar en el Este, con mayor superficie de ganancia solar directa en relación al área útil, alcanza una temperatura promedio más alta que, bajo ciertas condiciones produce incomodidad en el ocupante. El mantenimiento de la calefacción encendida en horarios inapropiados provoca un aumento del consumo de gas impidiendo optimizar el ahorro que, sin perjudicar el bienestar, podría superar el 50%.

4. REFERENCIAS

- FILIPPIN, C., (a-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., (b-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., (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., (d-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 Catiló en la provincia de La Pampa, Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol.4, N°1, 05.93-05.98.
- FILIPPIN, C., EASCOCHEA, 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.
- FILIPPIN, C. y MAREK, L., (2004), Comparación del comportamiento higrotérmico, energético y ambiental de edificios escolares en La Pampa, Argentina, Revista Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol.14, pp.13-22. ISSN 0328-9322X.
- FILIPPIN, C., (2005), Thermal response of solar and conventional school buildings to design – and human – driven factors. Renewable Energy 30, 333 – 376.
- FILIPPIN, C., FLORES LARSEN, S., MAREK, L. y LESINO, G. (2005), Monitoreo higrotérmico, energético y socio ambiental de una escuela solar en la provincia de La Pampa. Revista Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol.16, pp.1-8. 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.
- IRAM 11604 (2001), Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en calefacción- Coeficiente volumétrico de pérdidas de calor G. Cálculo y valores límites.
- ISO7730, (1994), Moderate thermal environments-Determination of the PMV and PPd indices and specification of the conditions for thermal comfort.
- OLGYAY, V., (1998), Arquitectura y clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas (Título original: Design with climate, bioclimatic approach to architectural regionalism), Editorial Gustavo Gili, S.A., Barcelona.
- 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.