

## **EVALUACIÓN DE CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS DE DOS ESCUELAS UBICADAS EN ALTE. BROWN, PROVINCIA DE BUENOS AIRES, UTILIZANDO PROGRAMAS SENCILLOS DESARROLLADOS EN EL CIHE**

Casabianca Gabriela<sup>1</sup>, Castellano Juan P.<sup>2</sup>  
Centro de Investigación Hábitat y Energía – SI – FADU - UBA  
Pabellón III – 4º Piso – Ciudad Universitaria – Capital Federal  
Tel. (011) 4789-6274 - e-mail: [gacasabianca@yahoo.com.ar](mailto:gacasabianca@yahoo.com.ar)

**RESUMEN:** Este artículo presenta un estudio de las características térmicas de dos edificios educacionales ubicados en la zona sur del Gran Buenos Aires. El trabajo realizado tuvo dos objetivos: evaluar aspectos vinculados al comportamiento térmico de los edificios, proponiendo los cambios necesarios para mejorarlos, y además verificar la aptitud de las planillas de cálculo E-Clim, Evaluador Energético, Cal-K y E-Temp, desarrolladas en el CIHE, para su uso como herramienta auxiliar durante el desarrollo del proyecto. Dichas planillas se utilizaron para realizar las distintas etapas del análisis, mostrando de manera clara los problemas a corregir para mejorar el confort y la habitabilidad del edificio una vez construido. Se constató también la factibilidad de uso de las planillas para evaluar las características térmicas de los edificios, resultando herramientas prácticas en el proceso de elección de materiales y disposiciones constructivas de los cerramientos.

**Palabras clave:** características térmicas, escuelas, cálculo transmitancia, materiales.

### **INTRODUCCIÓN**

En el contexto energético actual de la Argentina, es cada vez más importante proyectar edificios que tiendan a mejorar sus condiciones de uso y conservación de energía, requiriendo de menos energía para su acondicionamiento. En el marco de referencia del Proyecto Ubacyt A 404: Desarrollo de pautas de eficiencia energética para edificios escolares, se analizaron los proyectos de dos escuelas públicas a construirse en el Partido de Almirante Brown, en la zona sur del Gran Buenos Aires, que constituyen una muestra del tipo de construcción escolar que está siendo llevada a cabo en la Provincia de Buenos Aires, con el fin de evaluar sus características constructivas y comportamiento térmico, teniendo en cuenta que en el planteo de los proyectos no se consideraron pautas de eficiencia energética. Si bien el anteproyecto de Criterios y Normativa Básica de Arquitectura Escolar (1997) promueve entre sus objetivos la obtención de adecuadas condiciones de confort mediante técnicas de acondicionamiento natural y recomienda la aplicación de varias normas IRAM con referencia a condiciones de transmitancia térmica, iluminación natural, orientación y asoleamiento, no incluye pautas o métodos de verificación que relacionen directamente estas condiciones con el comportamiento térmico y energético del edificio.

Considerando que este análisis se desarrolló con una pasantía académica de grado, era importante contar con herramientas de evaluación sencillas, que pudieran ser manejadas por un profesional arquitecto con conocimiento en la temática aunque sin la práctica y el mayor conocimiento que tiene un profesional investigador, que en sus estudios suele recurrir a programas computarizados más complejos para llevar a cabo estudios más completos y exhaustivos. Por esta razón, se utilizaron para realizar el análisis las planillas elaboradas con el programa EXCEL, desarrolladas en el CIHE, y que son utilizadas en la materia Energía en Edificios como herramientas didácticas para evaluar el comportamiento térmico de edificios (Casabianca, Evans, 2007). Estas planillas y las técnicas de análisis y métodos fueron desarrolladas para las condiciones de Argentina, con base en las Normas IRAM.

Los objetivos del estudio fueron: evaluar aspectos vinculados al comportamiento térmico en una pequeña muestra de nuevos edificios de uso educacional, a las cuales se tenía acceso por el vínculo directo con el estudio profesional encargado de su construcción, para proponer los cambios necesarios para mejorarlos, y relacionarlos posteriormente con la posibilidad de incorporar pautas de eficiencia energética en el diseño; en una segunda instancia, verificar la aptitud de las planillas de cálculo desarrolladas para su uso como herramienta profesional durante el desarrollo del proyecto.

### **DESARROLLO DEL ESTUDIO**

Para llevar a cabo el análisis se eligieron los proyectos de 2 escuelas públicas ubicadas en el partido de Almirante Brown, en la zona sur del Gran Buenos Aires. Estos casos fueron elegidos debido a que existían buenas posibilidades de aportar información en la etapa de proyecto mediante el contacto con el estudio a cargo del proyecto y su ejecución, para tratar de subsanar los posibles problemas que se detectaran en el análisis.

<sup>1</sup> Directora Proyecto UBACyT A404 – Adjunta de la materia Energía en Edificios.

<sup>2</sup> Pasante con crédito académico FADU – UBA

En la primera etapa se estudiaron las características climáticas y las condiciones de confort emergentes, con el fin de determinar las pautas o lineamientos generales de diseño que contribuyeran a lograr mejores condiciones de confort en los espacios interiores. Para llevar a cabo este análisis se utilizó la planilla de Excel denominada E-clima, a partir de la cual se graficaron los datos de temperatura, humedad, exposición a vientos y condiciones de confort según hora del día y mes del año, además del correspondiente diagrama psicrométrico. También se verificaron las condiciones de exposición a la radiación solar para las distintas orientaciones del edificio, en las distintas épocas del año.

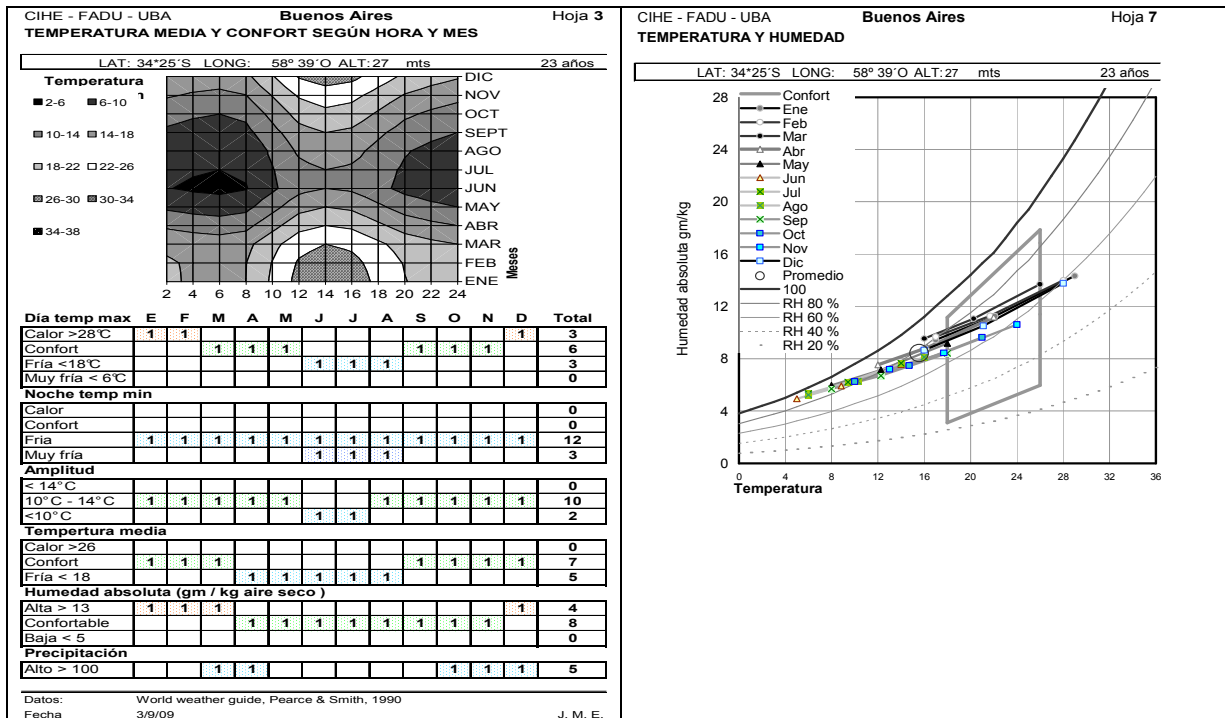


Figura 1: Condiciones de confort para Buenos Aires.

Las recomendaciones generales de diseño, sugeridas según el análisis climático son: conjunto abierto para permitir ventilación en épocas cálidas, formas edilicias compactas para reducir pérdidas; diseño que permita ventilación cruzada; paredes interiores que incorporen algo de masa térmica; paredes exteriores de colores claros y con un K menor de 0,7; techo de color claro y bien aislados (K sugerido por programa de 0,39); orientaciones para captar sol invernal y necesidad de aberturas con protección solar estival.

El siguiente paso fue el análisis de las características térmicas mediante las planillas de EXCEL Cal-K, Evaluador Energético y E-Temp. Con la primera planilla se puede calcular el coeficiente de transmitancia térmica según los materiales propuestos y la Normas IRAM 11.601, y el cumplimiento de las Normas IRAM 11.605, 11.625 y 11.630. El *Evaluador energético* permite analizar el comportamiento térmico global, basado en la Norma IRAM 11.604 y las pérdidas de energía por los cerramientos y con la planilla *E-Temp* se pueden analizar temperaturas internas y evaluar problemas de sobrecalentamiento en verano (Evans, de Schiller, 2001) en cada local según su orientación y superficie de aberturas. Con estas planillas se pueden cambiar materiales, aislaciones, proponer mejoras y verificar rápidamente los resultados de los cambios realizados.

#### Caso 1: Escuela de Educación Especial N° 507

El edificio se ubica en un lote de mitad de cuadra, con la línea municipal orientada al NO. Se conforma con un partido en tira con patios, orientando un paquete de 6 aulas al NE. El programa comprende dicho paquete de aulas, más 3 talleres anexos a la cara SO de la tira que ventilan a través de patios. Sobre el frente NO se encuentra el patio cubierto, un aula adicional y el sector administrativo.

La construcción está ejecutada con materiales tradicionales: mampostería de ladrillos huecos cerámicos simple de 0.18m al exterior y de 0.12/0.08 en el interior, asentadas sobre mortero hidráulico reforzado (MHR). Los muros están cubiertos con revoques grueso + fino + azotado hidrófugo al exterior y grueso + fino al interior. En los locales sanitarios se añade un revestimiento cerámico en paredes. Las cubiertas planas se materializaron con losas Hormigón Armado de 12cm de espesor con contrapiso de arcilla expandida y membrana geotextil como terminación final sobre una carpeta. Las cubiertas inclinadas son de chapa acanalada de cinc aluminizadas, construidas sobre estructura de perfiles de acero conformado en frío y un

emplacado de madera terciada fenólica. Tienen una aislación de poliestireno expandido de alta densidad de 5cm de espesor entre clavaderas. Las carpinterías son de chapa doblada bwg n° 18, de baja tecnología de cierre y escasa hermeticidad. Los vidrios son laminados 3+3 transparentes en los paños de mayor tamaño y triples transparentes de 4mm en los paños de menor tamaño.

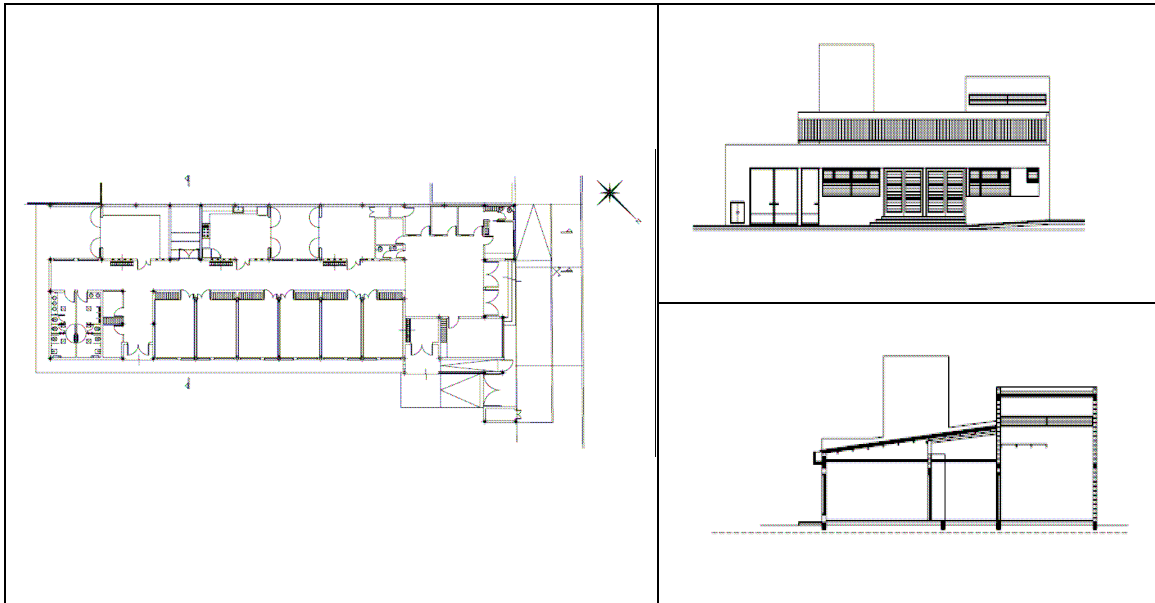


Figura 2: Planta, corte y vista de la E.E.E. N° 507

Como el establecimiento esta orientado a niños hipoacúsicos, las 7 aulas fueron revestidas en placas de terciado fenólico enchapado en guatambú. Entre esta terminación y los muros se colocó aislamiento de lana de vidrio de 25mm de espesor, con fines acústicos. El piso se materializó con entarugado de madera dura sobre alfajías, creando una cámara de aire entre la madera de terminación y el contrapiso. Todas estas soluciones constructivas, ejecutadas con fines acústicos, colaboran con el confort térmico de las aulas, aumentando la aislación de todos los muros. En el exterior se destaca la presencia de un alero de hormigón que provee cierta protección a las carpinterías de las aulas orientadas al NE, permitiendo controlar la incidencia solar en los meses de verano, aunque es poco probable que haya sido diseñado para tal fin.

PLANILLA 2		K según IRAM 11.601, Cumplimiento IRAM 11.605									
Descripción de cerramiento:		E.E.E. N° 507 - Muro									
Ubicación		015 Ezeiza - 2 Buenos Aires (A-M)									
N°	Codigo	Material	Densida kg/m3	Conduc W/mk	Cap ten metros	Espeso metros	Espeso kg/m2	Peso	Resistencia		
									Verano	Invierno	
-	1	Resistencia sup ext IRAM 11601	-	-	-	-	-	-	0,040	0,040	
1	284	284 Pintura esmalte sobre enlucido	1200	0,30	1000	0,000	-	0,12	-	-	
2	41	041 Morteros de revoque y juntas exte	1900	1,16	669	0,030	0,030	57	0,026	0,026	
3	302	302 Ladrillos ceram macizos d=1800	1800	0,91	1000	0,180	0,180	324	0,198	0,198	
4	42	042 Morteros de revoque y juntas inter	1900	0,93	669	0,020	0,020	38	0,022	0,022	
5	224	224 Lana de vidrio d=25	25	0,04	666	0,025	0,025	0,625	0,676	0,676	
6	178	178 Madera terciada	600	0,11	1000	0,018	0,018	10,8	0,164	0,164	
7	0	000 Capa vacia	0	0,00	0	0,000	-	0	-	-	
8	0	000 Capa vacia	0	0,00	0	0,000	-	0	-	-	
9	0	000 Capa vacia	0	0,00	0	0,000	-	0	-	-	
10	0	000 Capa vacia	0	0,00	0	0,000	-	0	-	-	
-	-	Resistencia sup int. IRAM 11.601	-	-	-	-	-	-	0,130	0,130	
<b>Totales</b>					0,273	430,545	1,254	1,254			
N°	15	Elemento		Muro		Verano		Invierno			
		Flujo de calor		Horizontal		0,797		0,797			
		K maximo		Zona 3		1,250		1,000			
		Temp de diseño de invierno		0,7		1,250		-			
		Nivel según IRAM 11.605: A, B o C		B		Si		Si			
		Coficiente absorcion radiación solar %		0,7		Cumple según estación		Cumple IRAM 11.605		Cumple	
Atras		Factor de calor solar %		0,0		Categoria de capacidad termica		Pesado			

PLANILLA 2		K según IRAM 11.601, Cumplimiento IRAM 11.605									
Descripción de cerramiento:		E.E.E. N° 507 - Techo									
Ubicación		2 Buenos Aires (A-M)									
N°	Codigo	Material	Densida kg/m3	Conduc W/mk	Cap ten metros	Espeso metros	Espeso kg/m2	Peso	Resistencia		
									Verano	Invierno	
-	1	Resistencia sup ext IRAM 11601	-	-	-	-	-	-	0,040	0,040	
1	150	150 Chapa sobre camara ventilada	7800	58,00	1000	0,002	-	15,6	-	-	
2	363	363 Camara normal 20mm flujo horiz	0	0,00	0	0,000	-	0	0,160	0,160	
3	243	243 Poliestireno expand planchas d=2	25	0,03	1675	0,050	0,050	1,25	1,515	1,515	
4	356	356 Fieltro alquitranado	960	0,50	1000	0,000	-	0,144	-	-	
5	195	195 Tablero fibras madera aglom d=2	200	0,05	1000	0,020	0,020	4	0,426	0,426	
6	0	000 Capa vacia	0	0,00	0	0,000	-	0	-	-	
7	0	000 Capa vacia	0	0,00	0	0,000	-	0	-	-	
8	0	000 Capa vacia	0	0,00	0	0,000	-	0	-	-	
9	0	000 Capa vacia	0	0,00	0	0,000	-	0	-	-	
10	0	000 Capa vacia	0	0,00	0	0,000	-	0	-	-	
-	-	Resistencia sup int. IRAM 11.601	-	-	-	-	-	-	0,170	0,100	
<b>Totales</b>					0,092	20,994	2,311	2,241			
N°	138	Elemento		Techo		Verano		Invierno			
		Flujo de calor		Vertical		0,433		0,446			
		K maximo		Zona 4		0,480		0,830			
		Temp de diseño de invierno		0,0		0,460		-			
		Nivel según IRAM 11.605: A, B o C		B		Si		Si			
		Coficiente absorcion radiación solar %		0,7		Cumple según estación		Cumple IRAM 11.605		Cumple	
Atras		Factor de calor solar %		0,0		Categoria de capacidad termica		Liviano			

Figura 3: Salida de la planilla Cal-K para muros y techos

**PLANILLA DE DATOS 3 - VERIFICACION, CUMPLIMIENTO DE NORMAS IRAM 11.605, 11.625 Y 11.630**

Descripción de cerramiento:	E.E. N° 507 - Muro	
Ubicación:	015 Ezeiza - 2 Buenos Aires (A-M)	
<b>Cálculo de condensación superficial Norma IRAM 11.625 / 11.630</b>		
	K transmitancia	Resistencia
Transmitancia termica 'K' en invierno según Norma IRAM 11.605	0,80	1,25
Transmitancia termica 'K' en invierno según Norma IRAM 11.625	0,77	1,29
Temperatura interior	20,0	
Humedad relativa interior	70,0	
Temperatura de rocío	14,1	
<b>Temperatura superficial, Norma IRAM 11.625: Paños centrales</b>		
Resistencia superficial 0.17	21,8	Sin condensación
<b>Temperatura superficial, Norma IRAM 11.625: Puntos singulares</b>		
Aristas superiores y verticales: Resistencia superficial 0.25	22,5	Sin condensación
Aristas inferiores: Resistencia superficial 0.34	23,3	Sin condensación
Interior de placares y/o detrás de muebles: Resistencia superficial 0.50	24,3	Sin condensación

El elemento es Muro y la situación crítica es:  
La temperatura de rocío en este punto es 23,2

Arista inferior  
Sin condensación

Figura 5: Salida de la planilla Cal-K: verificación de Normas IRAM 11.605, 11.625 y 11.630

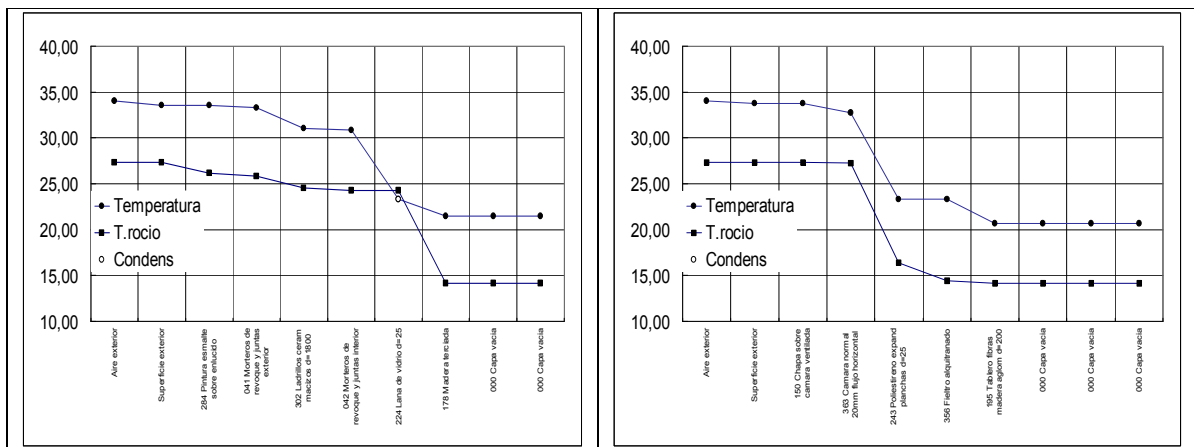


Figura 5: Temperatura por capas y temperatura de rocío (cerramientos y techo)

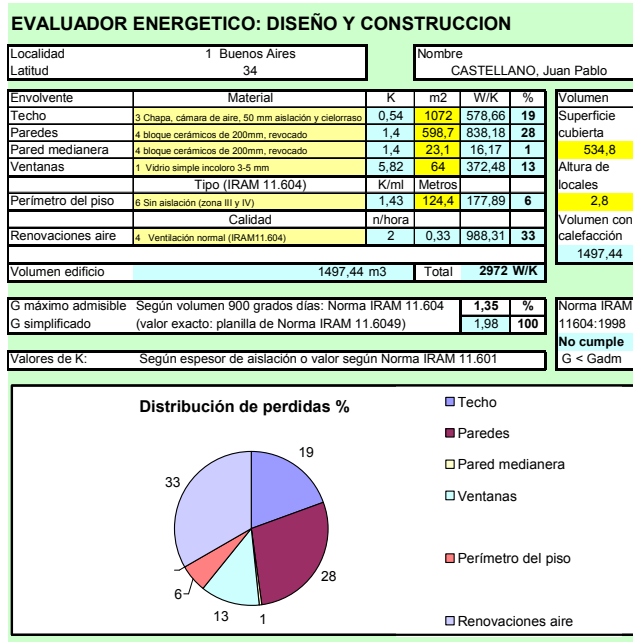


Figura 6: Salida de la planilla Evaluador Energético. Coeficiente G y distribución de pérdidas.

El edificio presenta aislaciones en cubierta inclinada y en los muros de las aulas, resolviendo con una misma solución constructiva el confort acústico y el térmico. Los muros del resto del edificio tienen la falta de aislación presente en la mayoría de los edificios escolares de la zona. La mampostería de ladrillos huecos cerámicos de 0.18 no ofrece aislamiento suficiente. La falta de mayor aislación en las losas de H° A° hace que resulten una importante superficie de pérdida, mas aún considerando que en el sector de sanitarios se resuelve la iluminación natural con 6 claraboyas de escasa hermeticidad, cuando se podrían haber ejecutado carpinterías en los muros. Al usar cielorrasos en la mayoría de los ambientes se reduce el volumen calefaccionado, aunque dichos cielorrasos carecen de aislación, y los áticos resultantes de su construcción son tan grandes que permiten que se generen corrientes convectivas que reducen su posible capacidad aislante.

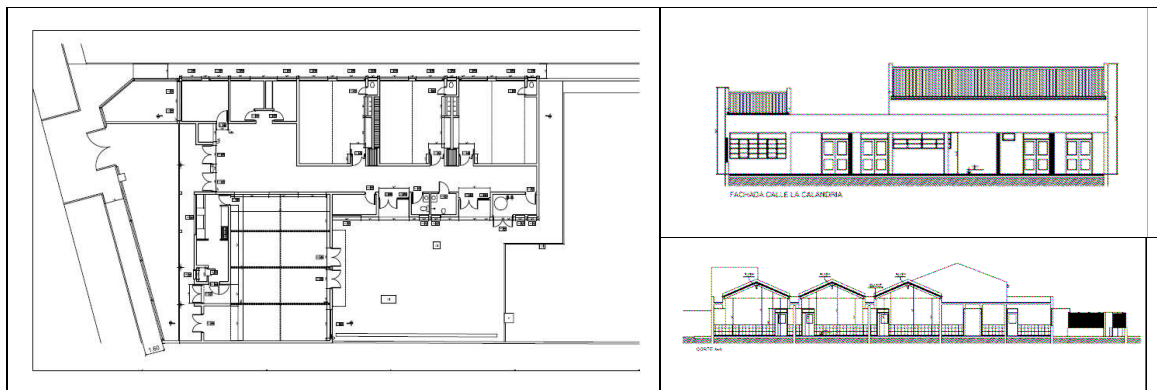
El planteo se considera correcto considerando las limitaciones del terreno, que define accesos y las orientaciones de los espacios más significativos del programa. Se privilegió la orientación de las 6 aulas principales, que tienen sus aberturas orientadas al NE. El aula adicional podría estar orientada igual que las otras 6, pero ventila a través de un semicubierto muy profundo, haciendo dudosa la iluminación natural. Se detectan deficiencias similares con respecto a la iluminación natural en el patio cubierto, que podrían haberse solucionado fácilmente con una resolución diferente de la cubierta. Además, los talleres están mal orientados; la reducida superficie de los patios por los cuales ventilan y la altura de los muros que los limitan reducen la iluminación natural de esos espacios.

De acuerdo al estudio realizado, la calidad térmica del muro según la Norma IRAM 11.605 es de Nivel B, medio y, en general, la construcción cumple con las exigencias de la Norma con una transmitancia máxima de 1.25 W/m<sup>2</sup>K. No alcanza para obtener niveles óptimos de ahorro de energía, ya que el nivel A presenta mejor comportamiento térmico. La capa con mejor comportamiento aislante es la 5 comenzando desde el exterior; su conductividad corresponde a un aislante con una densidad de 25 kg/m<sup>3</sup> y un espesor de 0.025m. Con respecto a las recomendaciones de absorción, un color más claro sería más favorable. El elemento constructivo especificado es pesado, con un peso de 430 kg/m<sup>2</sup>: no es favorable para la zona bioclimática. El factor de calor solar (0.03) es calificado como insuficiente. Es aconsejable ventilar las cámaras próximas al exterior debido al riesgo de condensación intersticial (Norma IRAM 11.625).

Con respecto al techo, según la Norma 11.605 su calidad es también de Nivel B, medio, y si bien cumple con la Norma, con una transmitancia máxima de 0.48 W/m<sup>2</sup>K, tampoco alcanza para obtener niveles óptimos de ahorro de energía. La capa con mejores características aislantes es la 3, con una densidad de 25 kg/m<sup>3</sup> y un espesor de 0.05m. El elemento constructivo es liviano, con un peso de 20 kg/m<sup>2</sup>. El factor de calor solar es insuficiente y se aconseja un color más claro de terminación superficial

*Caso 2: Escuela de Educación Inicial, Barrio San José.*

El edificio se ubica en un lote de esquina, orientado uno de sus frentes al NO y el otro al SO. Se conforma con un partido en "L", paralelo a ambos frentes, reconstituyendo la esquina, aislando los espacios exteriores de la calle. El programa se compone, principalmente, de dos alas. Una compuesta de 3 aulas orientadas al NO, servidas por una circulación con apoyos al SE, y la otra, con el SUM / Comedor al NE y la cocina al SO.



*Figura 7: Planta, corte y vistas E. I. Barrio San José.*

La construcción esta ejecutada con materiales tradicionales. Mampostería de ladrillos huecos cerámicos simple de 0.18m al exterior y de 0.12/0.08 en el interior, asentadas sobre mortero hidráulico reforzado (MHR). Los muros están cubiertos con revoques grueso + fino + azotado hidrófugo al exterior y grueso + fino al interior. En los locales sanitarios se añade un revestimiento cerámico en paredes. Las cubiertas planas se materializaron con losetas pretensadas con alma de poliestireno expandido, cubiertas por una capa de compresión de H° A° y contrapiso de cascotes. Se terminaron con carpeta de nivelación y membrana pegada con foil de aluminio no transitable. Las cubiertas inclinadas son de chapa acanalada de cinc aluminizadas, construidas sobre estructura de madera. Tienen una aislación de poliestireno expandido de alta densidad de 5cm de espesor entre las clavaduras. Las carpinterías son de chapa doblada bwg n° 18, de baja tecnología de cierre y escasa hermeticidad. Los vidrios son triples transparentes de 4 o 6mm dependiendo del tamaño de la carpintería.

PLANILLA 2 K según IRAM 11.601, Cumplimiento IRAM 11.605									
Descripción de cerramiento:		J. I. Barrio San José - Muro							
Ubicación:		015 Ezeiza - 2 Buenos Aires (A-M)							
N°	Codigo	Material	Densidad	Conduc	Cap ten	Espeso	Espeso	Peso	Resistencia
			kg/m3	W/mk	metros	metros	kg/m2		Verano Invierno
-	1	Resistencia sup ext IRAM 11601	-	-	-	-	-	-	0,040 0,040
1	284	284 Pintura esmalte sobre enlucido	1200	0,30	1000	0,000		0,12	
2	41	041 Morteros de revoque y juntas exte	1900	1,16	669	0,030	0,030	57	0,026 0,026
3	302	302 Ladrillos ceram macizos d=1800	1800	0,91	1000	0,180	0,180	324	0,198 0,198
4	42	042 Morteros de revoque y juntas inter	1900	0,93	669	0,020	0,020	38	0,022 0,022
5	284	284 Pintura esmalte sobre enlucido	1200	0,30	1000	0,000		0,12	
6	0	000 Capa vacia	0	0,00	0	0,000		0	
7	0	000 Capa vacia	0	0,00	0	0,000		0	
8	0	000 Capa vacia	0	0,00	0	0,000		0	
9	0	000 Capa vacia	0	0,00	0	0,000		0	
10	0	000 Capa vacia	0	0,00	0	0,000		0	
-	-	Resistencia sup int, IRAM 11.601	-	-	-	-	-	-	0,130 0,130
<b>Totales</b>					0,230	419,24	0,415	0,415	
Elemento		Muro							Verano Invierno
Flujo de calor		Horizontal							K transmitancia térmica 2,409 2,409
N° 15 Ezeiza		Zona 3							K maximo 1,250 1,000
Temp de diseño de invierno		0,7							K max verano según cold 1,250 -
Nivel según IRAM 11.605: A, B o C		B							Cumple según estación No No
Coeficiente absorcion radiación solar %		0,7							Cumple IRAM 11.605 No cumple
Atrás		Factor de calor solar %	0,1					Categoria de capacidad termica Pesado	

PLANILLA 2 K según IRAM 11.601, Cumplimiento IRAM 11.605									
Descripción de cerramiento:		J. I. Barrio San José - Techo							
Ubicación:		2 Buenos Aires (A-M)							
N°	Codigo	Material	Densidad	Conduc	Cap ten	Espeso	Espeso	Peso	Resistencia
			kg/m3	W/mk	metros	metros	kg/m2		Verano Invierno
-	1	Resistencia sup ext IRAM 11601	-	-	-	-	-	-	0,040 0,040
1	150	150 Chapa sobre camara ventilada	7800	58,00	1000	0,002		15,6	
2	363	363 Camara normal 20mm flujo horiz	0	0,00	0	0,020		0	0,160 0,160
3	243	243 Poliestireno expand planchas d=2	25	0,03	1675	0,050	0,050	1,25	1,515 1,515
4	356	356 Fieltro alquitranado	960	0,50	1000	0,000		0,144	
5	174	174 Pino spruce abeto, paralela a fibra	500	0,28	2512	0,013	0,013	6,25	0,045 0,045
6	285	285 Resina acrilica de vinyltolueno	1200	0,30	1000	0,000		0,24	
7	0	000 Capa vacia	0	0,00	0	0,000		0	
8	0	000 Capa vacia	0	0,00	0	0,000		0	
9	0	000 Capa vacia	0	0,00	0	0,000		0	
10	0	000 Capa vacia	0	0,00	0	0,000		0	
-	-	Resistencia sup int, IRAM 11.601	-	-	-	-	-	-	0,170 0,100
<b>Totales</b>					0,085	23,484	1,930	1,860	
Elemento		Techo							Verano Invierno
Flujo de calor		Vertical							K transmitancia térmica 0,518 0,538
N° 138 Viedma		Zona 4							K maximo 0,480 0,830
Temp de diseño de invierno		0,0							K max verano según cold 0,480 -
Nivel según IRAM 11.605: A, B o C		B							Cumple según estación No Si
Coeficiente absorcion radiación solar %		0,7							Cumple IRAM 11.605 No cumple
Atrás		Factor de calor solar %	0,0					Categoria de capacidad termica Liviano	

Figura 8: Salida de la planilla Cal-K para muros y techos

**PLANILLA DE DATOS 3 - VERIFICACION, CUMPLIMIENTO DE NORMAS IRAM 11.605, 11.625 Y 11.630**

Descripción de cerramiento:		J. I. Barrio San José - Muro	
Ubicación:		015 Ezeiza - 2 Buenos Aires (A-M)	

**Cálculo de condensación superficial Norma IRAM 11.625 / 11.630**

	K transmitancia	Resistencia
Transmitancia termica 'K' en invierno según Norma IRAM 11.605	2,41	0,42
Transmitancia termica 'K' en invierno según Norma IRAM 11.625	2,20	0,46
Temperatura interior	20,0	
Humedad relativa interior	70,0	
Temperatura de rocío	14,1	

Temperatura superficial, Norma IRAM 11.625: Paños centrales		
Resistencia superficial 0.17	25,2	Sin condensación

Temperatura superficial, Norma IRAM 11.625: Puntos singulares		
Aristas superiores y verticales: Resistencia superficial 0.25	26,5	Sin condensación
Aristas inferiores: Resistencia superficial 0.34	27,6	Sin condensación
Interior de placares y/o detrás de muebles: Resistencia superficial 0.50	28,9	Sin condensación

El elemento es Muro y la situación crítica es: Arista inferior  
 La temperatura de rocío en este punto es 27,6 Sin condensación

Figura 9: Salida de la planilla Cal-K: verificación de Normas IRAM 11.605, 11.625 y 11.630

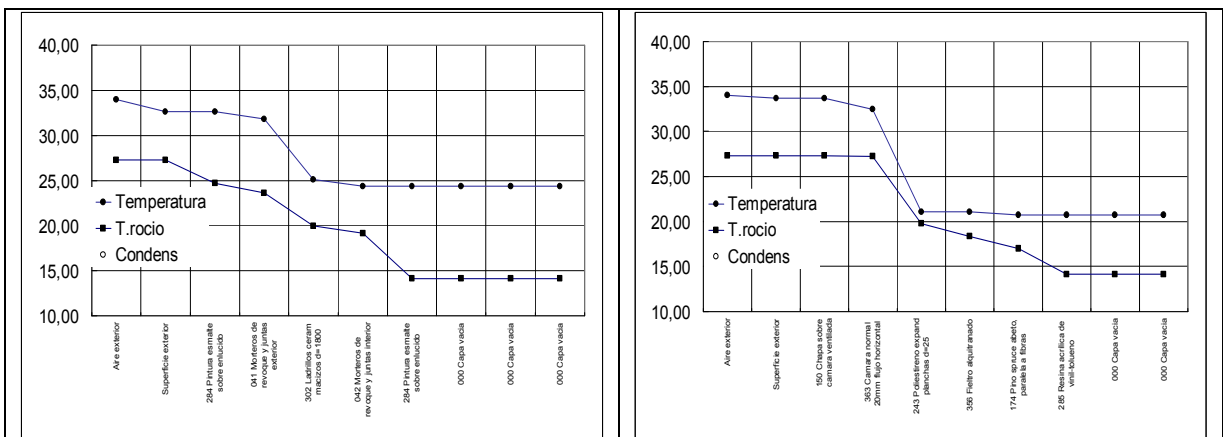


Figura 10: Temperatura por capas y temperatura de rocío (cerramientos y techo)

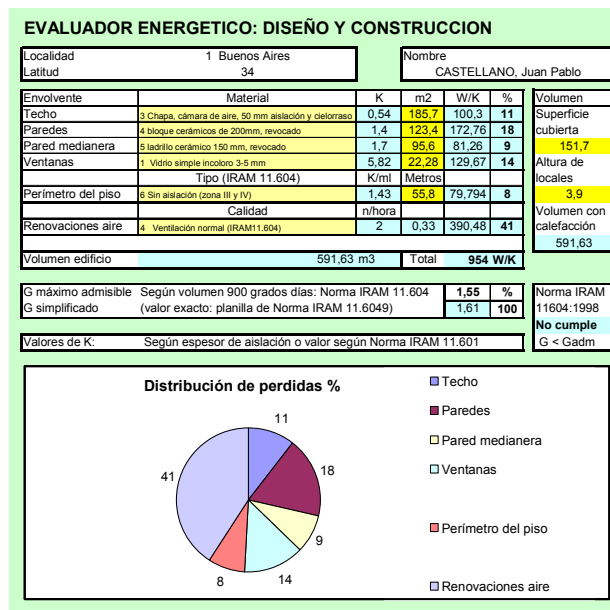


Figura 11: Salida de la planilla Evaluador Energético. Coeficiente G y distribución de pérdidas.

El planteo se considera correcto desde el punto de vista arquitectónico y urbano, por la decisión de reconstituir la manzana y aislar los espacios exteriores de la calle. Se privilegia la orientación del SUM / Comedor, ubicándose la cocina en la orientación más desfavorable (SO). Por estar el SUM / Comedor ubicado al NE, no arroja sombra sobre el patio durante el horario de clases, aspecto favorable considerando que es el volumen del conjunto con mayor altura. Dentro de este planteo, se considera acertada la ubicación de las aulas, orientando sus carpinterías al NO, lo que le permite varias horas de asoleamiento, aunque no sea la mejor iluminación natural para lectura. La exposición solar de las aulas puede ser excesiva durante las horas de la tarde en los meses de primavera y en los primeros del otoño. La circulación se utiliza como espacio intermedio entre las aulas y el exterior, ubicándose en la orientación más fría (SE); además, por ser de baja altura, arroja relativamente poca sombra sobre el patio.

Excepto por la aislación en las cubiertas, que presenta serias deficiencias por puentes térmicos, el edificio carece de materiales aislantes. Si bien el espesor de los muros es mayor en los que están en contacto con el exterior, la mampostería de ladrillos huecos cerámicos de 0.18 no ofrece aislamiento suficiente y presenta fallas de continuidad en las cámaras de aire que conforman los huecos de los mampuestos. La baja tecnología de cierre de las carpinterías favorece las pérdidas por infiltración, y la falta de aislación en los vidrios da como resultado pérdidas en invierno y ganancias excesivas en primavera y primeros meses de otoño. Asimismo, la falta de dispositivos fijos de protección de las carpinterías (parasoles / aleros) no regula la exposición de los vidrios a la luz solar, quedando ventanas de las aulas excesivamente expuestas al sol de la tarde.

Respecto a la evaluación de los muros, la calidad del elemento es de Nivel B, medio, según la Norma IRAM 11605 y el tipo de construcción no cumple con las exigencias de la Norma, con una transmitancia térmica máxima de 1 W/m<sup>2</sup>K. No alcanza niveles óptimos de ahorro de energía. La capa con mejor comportamiento aislante es la 3 comenzando desde el exterior; su conductividad corresponde a un material no-aislante con una densidad de 1800 kg/m<sup>3</sup> y un espesor de 0.18m. Con respecto a las recomendaciones de absorción, un color más claro sería más favorable. El elemento constructivo especificado es pesado, con un peso de 419 kg/m<sup>2</sup>: no es favorable para la zona bioclimática. El factor de calor solar (0.08) es calificado como insuficiente.

Con respecto al techo, según la Norma 11.605 su calidad es también de Nivel B, medio, y si bien cumple con la Norma, con una transmitancia máxima de 0.48 W/m<sup>2</sup>K, tampoco alcanza para obtener niveles óptimos de ahorro de energía. La capa con mejores características aislantes es la 3, con una densidad de 25 kg/m<sup>3</sup> y un espesor de 0.05m. El elemento constructivo es liviano, con un peso de 23 kg/m<sup>2</sup>. El factor de calor solar (0.02) es insuficiente y se aconseja un color más claro de terminación superficial

## CONCLUSIONES

El estudio presentado permitió, en primera instancia, aportar información a los proyectistas y ejecutores de la construcción de los edificios para poder mejorar y hacer cambios (al menos de aislantes y materiales de la envolvente edilicia) para subsanar algunos de los problemas detectados, que indudablemente afectarán el confort y la habitabilidad del edificio una vez construido. Los elementos de la envolvente edilicia de ambos edificios no responden a los niveles óptimos de transmitancia térmica y en uno de los casos se presentan problemas de condensación intersticial que deben ser corregidos para no empeorar el comportamiento térmico del muro debido a la presencia de agua en su interior. Como ya ha sido claramente expuesto en

otros casos de estudio del comportamiento térmico de edificios escolares (Gonzalo *et al*, 2007), es fundamental garantizar condiciones mínimas de habitabilidad en estos edificios para poder desarrollar el proceso enseñanza – aprendizaje eficazmente, y los cambios necesarios no implican variaciones demasiado significativas en términos de inversión económica, considerando los beneficios resultantes.

Con respecto al objetivo propuesto en segunda instancia, se verificó la factibilidad de uso de las planillas Excel desarrolladas en el CIHE para evaluar las características térmicas de los edificios estudiados como auxiliares en las tareas de proyecto, resultando herramientas prácticas para ir definiendo la elección de materiales y disposiciones constructivas de los cerramientos. Teniendo en cuenta la importancia del análisis de las características y el comportamiento térmico de un edificio desde la etapa de anteproyecto, es fundamental poder ir haciendo los cambios necesarios para mejorarlo y subsanar posibles problemas, controlando adecuadamente los aspectos directamente vinculados al proyecto que influyen de forma directa en el comportamiento energético y en el confort térmico del edificio; por esta razón es importante contar con herramientas de fácil aplicación para poder verificar esas características.

## REFERENCIAS

- Casabianca G., Evans J. (2007) Aplicación de programas de evaluación de características térmicas en obras de maestros de la arquitectura como herramienta didáctica en el dictado de la materia Energía en Edificios. Anais do IX Encontro Nacional y V Encontro Latinoamericano Sobre Conforto No Ambiente Construido (Encac), Antac. Fortaleza, Brasil.
- Casabianca G., Snoj M. (2008) Desarrollo de pautas de eficiencia energética para edificios escolares. Comunicaciones al XXXI Congreso de ASADES - Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISSN 0329-5184, Vol. 12, págs. 5.29-5.31. INENCO-UNSa, Salta.
- Evans J, de Schiller S (2001) Evaluador Energético: método de verificación del comportamiento energético y ambiental de viviendas. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISSN 0329-5184, Vol. 5, No. 2, págs. 7.44-7.49. INENCO-UNSa.
- Gonzalo G., Quiñones G., Llabra C., Márquez Vega G. Evaluación del comportamiento térmico y propuesta de mejoras para una escuela en Hualinchay, Tucumán. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISSN 0329-5184, Vol. 11, págs. 5.105-5.112. INENCO-UNSa, Salta.
- Filippín C. (2005) Uso eficiente de la energía en edificios. Amerindia. La Pampa, Argentina.
- Normas IRAM: 11.601(1996), 11.605 (1991), 11.625, 11.630.

## ABSTRACT

**Evaluation of thermal characteristics of the envelopes of two schools located in Alte. Brown, province of Buenos Aires, using simple programs developed in the CIHE**

This article provides a study of the thermal characteristics of the envelope in two schools located in the southern area of Buenos Aires' suburbs. The study carried out has two objectives: to evaluate the thermal behaviour of the buildings, proposing changes if necessary, and to verify the aptitude of the calculation software E-Clim, Energy Evaluator, Cal-K and E-Temp, developed in the CIHE, as these programs could be used as a helpful tool in the design process of a building. The software mentioned was used in the different stages from the analysis, showing clearly the problems in need of correction, in order to improve comfort and habitability of the building. This software can be used to evaluate the thermal characteristics of building enveloping materials and constructive dispositions.

**Keywords:** thermal characteristics, schools, transmittances calculation, materials.