Análisis comparativo de la demanda de energía en 3 jardines de infantes en neuquén y su mejoramiento

Comparative analysis of energy demand in 3 kindergardens in neuquen and its improvement

CZAJKOWSKI, Jorge
GÓMEZ, Analía
BIRCHE, Belén
BASUALDO, Julián
FERNÁNDEZ, Matías

Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Universidad Nacional de La Plata / CIC / CONICET.

RESUMEN
Con financiamiento europeo se realizaron auditorías energéticas en edificios municipales en la ciudad de Neuquén con el objetivo de determinar su nivel de eficiencia energética y factibilidad de mejora mediante su rehabilitación energética. Se realizó su relevamiento, toma de consumos energéticos en invierno y verano, registro del confort higrotérmico y se elaboraron indicadores energéticos. Se exponen resultados obtenidos en una muestra de tres jardines de infantes construidos entre 1970 y el presente.

PALABRAS CLAVES: eficiencia energética, edificios municipales, educación.

ABSTRACT
With European financing, energy audits were carried out in municipal buildings in the city of Neuquén with the objective of determining their level of energy efficiency and feasibility of improvement through their energy rehabilitation. Its survey was carried out, taking energy consumption in winter and summer, registering hygrothermal comfort and energy indicators were elaborated. Results obtained in a sample of three kindergartens built between 1970 and the present are presented.

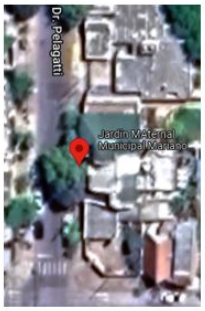
KEY WORDS: energy efficiency, municipal buildings, education.

INTRODUCCIÓN

En el marco de los proyectos I+D 183 Gestión y certificación de edificios sustentables y energéticamente eficientes y Euroclima+: Edificios Municipales Energéticamente Eficientes y Sustentables permitieron financiar las auditorías energéticas en varios municipios del país. En este caso se auditaron 6 edificios en la Ciudad de Neuquén de gestión municipal de los cuales en este trabajo analizaremos tres de ellos. En todos los casos jardines maternales de tres momentos históricos diferentes de las décadas del `60, `70 y `90 que poseen características diversas en imagen y materialidad y similitudes en el uso de la energía.

Así se monitorearon los Jardines maternales "Eva Perón" en calle Candelaria 300, "Mariano Moreno" en calle Dr Pelagatti y Domuyo y "Eluney" en calle Belgrano 1600; localizados en el área urbana de la ciudad.

Tabla 1: Vista de satélite y de una fachada de los edificios. Fuente: Google maps y propia.

Jardín Maternal Municipal "Eva Perón"	Jardín Maternal Municipal "Mariano Moreno"	Jardín Maternal Municipal "Eluney"
		

M E T O D O L O G Í A

Se realizan sendas visitas en verano (febrero) e invierno (julio) de 2022 a fin de instalar el instrumental que se deja operando durante una semana a fin de monitorear el comportamiento higrotérmico interior y exterior junto a los consumos de energía eléctrica y gas natural. Se utilizaron micro adquisidores de datos HOBO U23-001 con resguardo meteorológico; modelo U12-012; modelo U10-003 y modelo UX100-003. Una cámara termográfica marca Testo modelo 815. Un distanciómetro, una cinta métrica de 10m y herramientas varias. El equipo auditor recorrió los edificios relevando sus principales características acompañados de un funcionario municipal y en cada edificio por sus directoras. Se realizaron encuestas de percepción ambiental y del confort a las docentes y empleadas presentes. El procedimiento es una evolución de los que se vienen haciendo desde 1986, en lo que era el IDEHAB FAU UNLP para el Proyecto Audibaires de Secretaría de Energía de la Nación y proyectos sucesivos hasta el presente. Con documentación gráfica provista por el municipio se realizó un análisis térmico y energético mediante una aplicación desarrollada ad-hoc en Excel y que usa las Normas IRAM 11601, 11605, 11604, 11659 y 11900 como referencia (CBF, 2023). Se usan los datos bioclimáticos de la localidad que se toman de la Norma IRAM 11900/18 que muestra datos mensuales de temperaturas medias (°C) y radiación solar media (W/m2), se complementan con datos del SMN. Además, se completa la información requerida para las auditorías (Encuestas de percepción, verificación de plani-altimetría, mediciones de consumo, relevamiento de materialidad de la envolvente, relevamiento de equipos de calefacción, refrigeración y cantidad de personas, termografía, etc.).

Tabla 2: Datos mensuales de temperaturas medias y radiación solar por orientación.

Municipio	Neuquén, Provincia de Neuquén
Edificio	Jardín Maternal Eva Perón
Localidad más cercana en la base de datos:	Neuquen - Prov. Neuquen

Mes	Días	Tm	Tdc-Tm	Tm-Tdf	HR	Radiación solar media mensual								
						Norte	Noreste	Este	Sureste	Sur	Suroeste	Oeste	Noroeste	Horizontal
(-)	(-)	(°C)	(°C)	(°C)	(%)	(W/m²)								
Enero	31	23,9	0	3,9	36	128	179	196	147	88	148	194	174	343
Febrero	28	23,5	0	3,5	41	157	182	176	119	68	124	183	187	300
Marzo	31	20,3	0	0,3	50	182	174	139	80	49	83	144	177	227
Abril	30	16,2	3,8	0	59	205	173	112	51	37	52	109	168	170
Mayo	31	10,1	9,9	0	64	187	141	75	32	29	33	79	147	112
Junio	30	7,9	12,1	0	67	134	98	48	23	20	22	54	108	78
Julio	31	8,5	11,5	0	69	165	126	64	26	24	27	85	126	93
Agosto	31	8,8	11,2	0	56	184	141	82	37	30	40	92	153	129
Septiembre	30	12,4	7,6	0	49	210	185	133	69	45	71	137	189	211
Octubre	31	16,4	3,6	0	46	175	179	155	97	57	107	172	193	267
Noviembre	30	22,1	0	2,1	40	149	189	198	148	82	149	209	199	353
Diciembre	31	23,5	0	3,5	36	127	178	202	156	101	176	226	192	380
Anual	365	16,1	59,7	13,3	51	2003	1945	1580	978	630	1032	1664	2011	2658

Fuente: propia

DESARROLLO

Se muestran resultados de cada caso auditado para luego discutirlos y contrastarlos en orden temporal. Iniciando con el "Eva Perón", luego el "Mariano Moreno" y finalizando con el "Eluney".

Jardín Maternal Municipal "Eva Perón":

Su construcción es de los ´50. Está implantado en la mitad de una manzana en un entorno mixto residencial/comercial. El frente de acceso da al sudeste y tiene aulas que orientan al sur, norte, oeste y este. El edificio es exento en el centro de un predio parquizado. Se compone de 4 oficinas pequeñas, 5 aulas, cocina, SUM octogonal y refectorio más 4 núcleos sanitarios y

anexos. Tiene una superficie habitable de 522,68 m^2 y un volumen a climatizar de 1374,65 m^3 con una altura media de locales de 2,63m. Salvo el SUM que tiene una altura media de 4 m. Está materializado con muros de ladrillos comunes revocado en ambas caras (R= 0.53 m^2K/W y K= 1,88 W/m^2K), el techo es de chapa acanalada metálica sobre entablonado y tirantería a la vista en SUM (R= 0,80 m^2K/W y K= 1,26 W/m^2K) y las aulas con cielorraso suspendido de yeso. Las carpinterías de ventanas y puertas son amplias de madera (R= 0.17 m^2K/W y K= 5.86 W/m^2K). Los solados son de baldosas calcáreas (R= 0.72 m^2K/W y K= 1.38 W/m^2K). Hay techos de aulas que se rehabilitaron, pero empeorando su aislamiento térmico al usar 3 mm de polietileno expandido pintado de color aluminio.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gcal (IRAM 11604) de 1,86 W/m^3K y un Coeficiente de pérdidas unitarias 3,04 W/m^2K que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de 37289,48 kWh/año y **71,34 kWh/m²año**, para una temperatura base de calefacción de 20°C. A fin de definir estrategias de rehabilitación se analizan las pérdidas y se encuentra que es factible intervenir los techos (3,8%), muros (31,9%) y vidriados (16,2%, ventanas y puertas), según Fig. 1, a fin de lograr mejoras en la demanda de energía, ver Fig. 2.

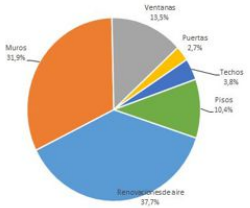


Fig. 1: Pérdidas térmicas discriminadas situación original. Fuente: propia.

Fig. 2: Demanda de energía en calefacción en kWh/mes calculado para TBcal= 20°C, situación original. Fuente: propia.

Se proponen las siguientes mejoras para reducir la demanda de energía en invierno: a. Aislamiento en muros con EIFS/SATE de 50mm. (Km_1= 0.63 W/m^2K); b. En techos agregar 10cm de lana de vidrio con foil de aluminio sobre el cielorraso o bajo chapa y reemplacar. (Kt_2= 0.36 W/m^2K); c. La intervención más costosa es en vidriados, sea en aislamiento. Una variante costosa es el cambio de todas las aberturas o al menos hojas móviles que permitan usar DVH y algo menos costoso, agregar un nuevo vidrio pegado con sellador y un perfil S de aluminio. En los vidriados fijos reemplazarlos por DVH. Similar situación en los grandes vidriados de los ingresos al edificio cambiando el cristal templado con marcos que soporten DVH. (Kv_1= 2.86 W/m^2K); d. Es posible agregar un piso flotante sobre 25mm de panel de fibra de vidrio. (Kp= 0,52 W/m^2K) y e. Cambiar la calefacción con tiros balanceados por piso radiante con agua caliente y calderas a gas natural de condensación con captadores solares.

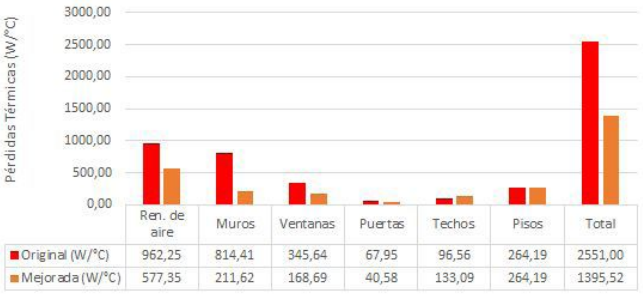
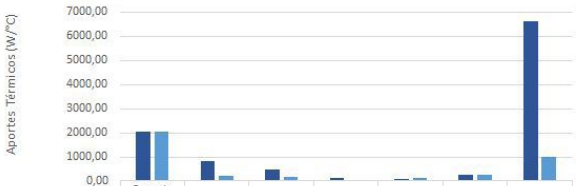


Fig. 3: Jardín "Eva Perón", comparación entre versión original y mejorada. Fuente: propia.

La implementación de las mejoras en muros, techos y vidriados permitirá reducir la demanda de energía en calefacción en un 45,30 %. El edificio tendrá un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gcal (IRAM 11604) de 1.31 W/m^3K, que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de 20399,15 kWh/año y 39,03 kWh/m^2año, para una temperatura base de calefacción de 20°C. El edificio posee aire acondicionado en todos los ambientes e implica que se haya analizado la demanda de energía eléctrica en su refrigeración. La discriminación de aportes térmicos en el edificio. Se destacan el asoleamiento con el 57,4%, los techos con el 0.6%, los muros con un 7,0%, y las ventanas con un 4,1%. En la condición de invierno se propuso mejoras en estos, pero es importante la protección solar. Del diagnóstico surge que el edificio tiene una Demanda anual energía eléctrica en refrigeración de 37039,53 kWh/año y 70,86 kWh/m^2año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C. Se mantienen las mejoras propuestas para el invierno solo agregando una protección solar en las aberturas que lo requieran, ver Fig. 4. Se busca que los vidriados tengan un FES = 0.13 en ventanas.



	Ren. de aire	Muros	Ventanas	Puertas	Techos	Pisos	Total
Original (W/°C)	2049,95	814,41	472,42	116,20	72,72	264,19	6648,02
Mejorada (W/°C)	2049,95	211,62	168,69	40,58	133,13	264,19	1021,07

Fig. 4: Jardín "Eva Perón", comparación de edificio original y mejorado. Situación verano. Fuente: propia.

La figura 5 muestra que la reducción total anual de energía en climatización con las medidas de mejora propuestas podría ser de un 50,90% para mantener el edificio en una temperatura constante de 20°C a lo largo de 8hs de lunes a viernes todo el año. Reduciendo de los 142,21 kWh/m²año a 69,83 kWh/m²año.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Calefacción original	0,00	0,00	0,00	2376,51	6263,21	7408,10	7275,45	7085,65	4653,02	2277,55	0,00	0,00
Calefacción mejorada	0,00	0,00	0,00	1272,71	3426,28	4062,59	3980,02	3876,30	2545,43	1245,92	0,00	0,00
Refrigeración original	11503,60	9081,50	661,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5838,10	10054,51
Refrigeración mejorada	4868,71	3947,32	874,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2537,57	4370,25

Fig. 5: Comparación anual caso: Jardín maternal "Eva Perón", Neuquén. Neuquén. Fuente: propia.

Esto muestra la necesidad de implementar soluciones de fondo en especial en protección solar de superficies vidriadas y techos. Luego queda planificar un sistema termo mecánico de climatización sustentable adecuado al edificio por su implantación urbana.

Jardín Maternal Municipal "Mariano Moreno":

Su construcción es de los ´70. Está implantado en una gran parcela de una manzana en un entorno mixto residencial/comercial. El frente de acceso da al oeste y tiene aulas que orientan al norte, oeste y este. El edificio es parcialmente exento en un predio parquizado. Se compone de 1 oficina pequeña, 5 aulas, cocina, SUM central y refectorio más 5 núcleos sanitarios y anexos. Tiene una superficie habitable de 372,4 m² y un volumen a climatizar de 1034,27 m³ con una altura media de locales de 2,78m. Está materializado con muros de 0.30m de ladrillos comunes revocado en ambas caras (R= 0.53 m²K/W y K= 1,88 W/m²K), el techo es de losa de H°A° (R= 0,34 m²K/W y K= 2,92 W/m²K) con cielorraso aplicado de yeso. Las carpinterías de ventanas y puertas son amplias de chapa doblada (R= 0.17 m²K/W y K= 5.86 W/m²K). Los solados son de baldosas calcáreas (R= 0.72 m²K/W y K= 1.38 W/m²K). El estado de conservación es muy bueno.

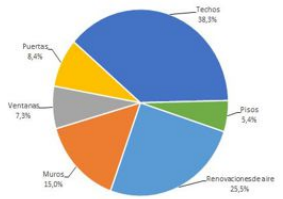


Fig. 6: Pérdidas térmicas discriminadas situación original. Fuente: propia.

Fig. 7: Demanda de energía en calefacción en kWh/mes calculado para TBcal= 20°C, situación original. Fuente: propia.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gcal (IRAM 11604) de 2,74 W/m³K y un Coeficiente de pérdidas unitarias 5,67 W/m²K que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de 41435,69 kWh/año y 111,37 kWh/m²año, para una temperatura base de calefacción de 20°C. A fin de definir estrategias de rehabilitación se analizan las pérdidas y se encuentra que es factible intervenir los techos (38,3%), muros (15,0%) y vidriados (15,7%, ventanas y puertas), según Fig. 6, a fin de lograr mejoras en la demanda de energía, ver Fig. 7. Se proponen las siguientes mejoras para reducir la demanda de energía en invierno: a. Aislamiento en muros tipo EIFS/SATE (***External Insulation Finish System***) con 5 cm de EPS de 30kg/m³ y base coat reforzado con malla Fibra Vidrio 10x10mm de 110g/m² en los muros con terminación exterior revocada. (Km1= 0.50 W/m²K); b. En techos de losa de H°A° implementar un "techo invertido" con placas tipo "Mastroplac TI" y terminación con arcilla expandida de 50/70 mm espesor. (Kt_2= 0.30 W/m²K); c. La intervención más costosa es en vidriados, sea en aislamiento. Una variante costosa es el cambio de todas las aberturas o al menos hojas móviles que permitan usar DVH y algo menos costoso, agregar un nuevo vidrio pegado con sellador y un perfil S de aluminio. En los vidriados fijos reemplazarlos por DVH. Similar situación en los grandes vidriados de los ingresos al edificio cambiando el cristal templado con marcos que soporten DVH. (Kv_1= 2.86 W/m²K); d. Es posible agregar un piso flotante sobre 25mm de panel de fibra de vidrio, cubierto con una carpeta de concreto

de 40 mm. (Kp= 0,52 W/m²K) y e. Cambiar la calefacción con tiros balanceados por piso radiante con agua caliente y calderas a gas natural de condensación con captadores solares.

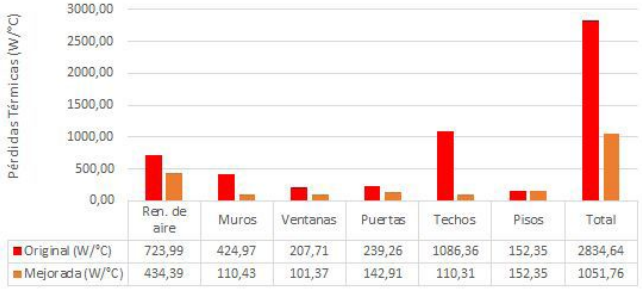


Fig. 8: Jardín "Mariano Moreno", comparación entre versión original y mejorada. Invierno. Fuente: propia.

El edificio posee aire acondicionado en todos los ambientes e implica que se haya analizado la demanda de energía eléctrica en su refrigeración. La fig. 8 muestra la discriminación de aportes térmicos en el edificio. Se destacan el asoleamiento con el 67,7%, los techos con el 6,4%, los muros con un 3,4%, y las ventanas con un 1,7%. En la condición de invierno se propuso mejoras en estos, pero es importante la protección solar. Del diagnóstico surge que el edificio tiene una Demanda anual energía eléctrica en refrigeración de 39894,63 kWh/año y 107,23 kWh/m²año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C. Luego de simular las mejoras propuestas para calefacción se agrega la protección solar en vidriados con un FES= 0.13 quedando del diagnóstico que el edificio tiene una demanda anual energía eléctrica en refrigeración, ver Fig 9, de 21673,57 kWh/año y 58,26 kWh/m²año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C.

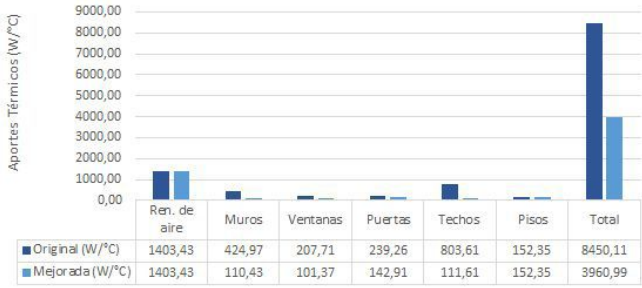


Figura 9: Jardín "Mariano Moreno", comparación de edificio original y mejorado. Verano. Fuente: propia.

La fig. 10 a modo de conclusión muestra que la reducción total anual de energía en climatización con las medidas de mejora propuestas podría ser de un 54,45% para mantener el edificio en una temperatura constante de 20°C a lo largo de 8hs de lunes a viernes todo el año. Reduciendo de los 218,61 kWh/m²año a 99,58 kWh/m²año.

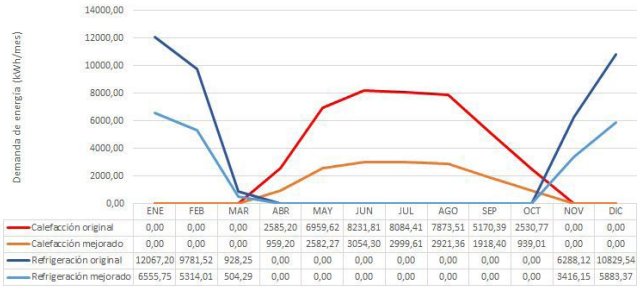


Fig. 10: Comparación climatización anual caso: Jardín "Mariano Moreno", Neuquén. Fuente: propia.

Jardín Maternal Municipal "Eluney":

Su construcción es de los ´80. Está implantado en la mitad de una manzana rectangular en un entorno residencial. El frente de acceso da al oeste y tiene aulas que orientan al sur, norte y este. El edificio es exento y sobre elevado desde la calle Belgrano. Se compone de una oficina pequeña, 5 aulas, cocina y refectorio más 4 núcleos sanitarios en torno a un patio central cubierto. Este es iluminado por ventanas altas al norte. Tiene una superficie habitable de 506,45 m² y un volumen a climatizar de 1761,15 m³ con una altura media de locales de 3,41m. Salvo el patio interior que tiene una altura media de 6 m. Está materializado con muros de ladrillos huecos revocado en ambas caras (R= 0.45 m²K/W y K= 2,21 W/m²K), el techo es de chapa acanalada metálica sobre entablonado y tirantería a la vista (R= 0,39 m²K/W y K= 2,58 W/m²K). Las carpinterías de ventanas y puertas son amplias de chapa doblada con parasoles metálicos verticales (R= 0.17 m²K/W y K= 5.86 W/m²K). Los solados son de baldosas calcáreas (R= 0.72 m²K/W y K= 1.38 W/m²K). Posee buena iluminación natural y el sistema de alumbrado interior es tipo LED y fluorescentes bajo consumo. El sistema de climatización es mediante calefactores a gas natural tipo TB y equipos de AA de 3400W

Del diagnóstico surge que el edificio tiene un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gcal (IRAM 11604) de 1,68 W/m³K y un Coeficiente de pérdidas unitarias 3,41 W/m²K que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción

de 43263,53 kWh/año y 85,44 kWh/m²año, para una temperatura base de calefacción de 20°C. A fin de definir estrategias de rehabilitación se analizan las pérdidas y se encuentra que es factible intervenir los techos (27,0%), muros (13,2%) y vidriados (7,3%, ventanas), según fig. 11, a fin de lograr mejoras en la demanda de energía, ver fig. 12.

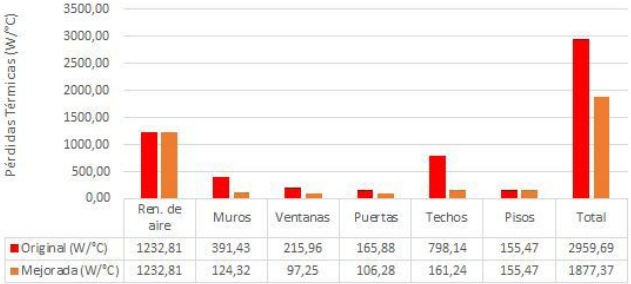


Fig. 13: Jardín maternal "Eluney". Comparación de versión original y mejorada. Invierno. Fuente: propia.

Se proponen las siguientes mejoras para reducir la demanda de energía en invierno: a. Aislamiento en muros con EIFS/SATE de 50mm. (Km1= 0.63 W/m²K); b. En techos agregar 10cm de lana de vidrio con foil de aluminio sobre el cielorraso entre cabios y reemplacar. (Kt2= 0.36 W/m²K); c. La intervención más costosa es en vidriados, sea en aislamiento. Una variante costosa es el cambio de todas las aberturas o al menos hojas móviles que permitan usar DVH y algo menos costoso, agregar un nuevo vidrio pegado con sellador y un perfil S de aluminio. En los vidriados fijos reemplazarlos por DVH. Similar situación en los grandes vidriados de los ingresos al edificio cambiando el cristal templado con marcos que soporten DVH. (Kv_1= 2.86 W/m²K); d. Es posible agregar un piso flotante sobre 25mm de panel de fibra de vidrio. (Kp= 0,52 W/m²K) y e. Cambiar la calefacción con tiros balanceados por piso radiante con agua caliente y calderas a gas natural de condensación con captadores solares.
La implementación de las mejoras en muros, techos y vidriados permitirá reducir la demanda de energía en calefacción en un 36,51 %. El edificio tendrá un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gcal (IRAM 11604) de 1.06 W/m³K, que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de 27442,58 kWh/año y 54,20 kWh/m²año, para una temperatura base de calefacción de 20°C, fig. 13.

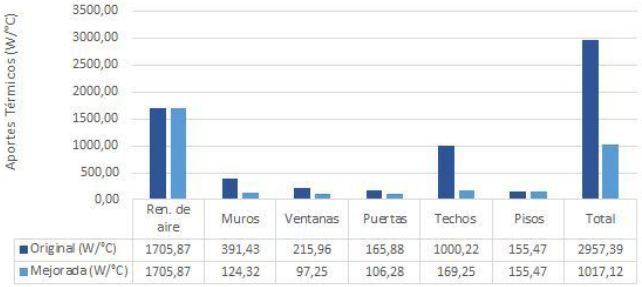


Fig.14: Jardín maternal "Eluney". Comparación de edificio original y mejorado. Verano. Fuente: propia.

Así la propuesta mejorada implica una reducción del 40,92% en la demanda de energía eléctrica en refrigeración, sin considerar la eficiencia energética de los equipos de aire acondicionado. En la fig. 14 se comparan el edificio original con el que resulta de las propuestas de mejoras. Destacan las reducciones en muros, ventanas, techos y en asoleamiento. Del diagnóstico surge que el edificio tiene una demanda anual energía eléctrica en refrigeración de 14892,15 kWh/año y 29,41 kWh/m²año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C. La fig 15 muestra que la reducción total anual de energía en climatización con las medidas de mejora propuestas podría ser de un 38,17% para mantener el edificio en una temperatura constante de 20°C a lo largo de 8hs de lunes a viernes todo el año. Reduciendo de los 135,22 kWh/m²año a 83,61 kWh/m²año.

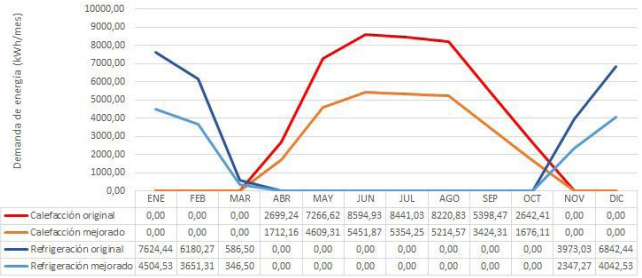


Fig. 15: Comparación climatización anual caso: Jardín maternal Eluney, Neuquén. Fuente: propia.

CONCLUSIONES

El trabajo muestra la gran ineficiencia energética de los edificios que solo pueden funcionar climatizándolos gracias a los grandes subsidios a las energías mayormente en la región pa-

tagónica. Su construcción tradicional con sistemas pesados sin aislamiento térmico adicional genera importantes demandas de energía que varían entre 135,92 a 218,61 kWh/m²año (TBC 20°C) pero que podrían reducirse significativamente entre 69,83 y 99,58 kWh/m²año implementando medidas pasivas de rehabilitación energética. Que no implica mucho más que aislar térmicamente la envolvente y proteger del sol las superficies vidriadas. Como se ha mencionado podría reducirse mucho más la demanda usando sistemas de climatización sustentables energizados con renovables y alcanzar los 15 kWh/m²año y convertirlos en edificios de baja energía. Quizá solo hay que redefinir las políticas ambientales relacionadas con la edificación y la mitigación y adaptación al cambio climático.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Filippín, C., & Follari, J. (2003). Comportamiento termico de un proyecto demostrativo bioclimático en San Luis. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente , 13*, 5.69-5.76. http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php

Czajkowski, J., Birche, B. & Fernandez, M. (2023). Programa para determinación de la eficiencia energética de edificios [http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/148275]

Gelardi, D., & Esteves, A. (2010). Relación entre la ganancia solar y la calefacción auxiliar para dos tipos de envolvente formal edilicia. *Avances en energías renovables y medio ambiente, 14*. http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php

Olgyay, V. (1963). Design with climate. Princeton: Princeton University Press.

Stazi, F., Di Perna, C., & Munafó, P. (2009). Durability of 20-year-old external insulation and assessment of various types of retrofitting to meet new energy regulations. *Energy and Buildings*(41), 721-731.

Verbeek, G., & Hens, H. (2005). Energy savings in retrofitted dwellings: economically viable? *Energy and Buildings* (37), 747-754.

Norma IRAM 11601 (2002). Métodos de cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y materiales de construcción en régimen estacionario. Norma IRAM 11603. (2012). ***Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la Republica Argentina.*** Norma IRAM 11604 (2001). Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico G_{cal} de pérdidas de calor. Cálculo y valores límite. Norma IRAM 11605 (1996). Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos. Norma IRAM 11659-1/2 (2004/7). Ahorro de energía en refrigeración. Parte 1: vocabulario, definiciones, tablas y datos para determinar la carga térmica de refrigeración. Y Parte 2: edificios para viviendas. Valores admisibles G_{ref}. Norma IRAM 11900 (2017). Prestaciones energéticas en viviendas. Método de cálculo y etiquetado de eficiencia energética.

Prieto, R., & GIL, S. (2014). Regulación del termostato: un modo simple y racional de ahorrar energía en calefacción y refrigeración. Petrotecnia , 102-109.

Stazi, F., Di Perna, C., & Munafó, P. (2009). Durability of 20-year-old external insulation and assessment of various types of retrofitting to meet new energy regulations. Energy and Buildings (41), 721-731. doi:10.1016/j.enbuild.2009.02.008 http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778809000279

Verbeek, G., & Hens, H. (2005). Energy savings in retrofitted dwellings: economically viable? Energy and Buildings (37), 747-754. doi:10.1016/j.enbuild.2004.10.003 http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778804003366.