

INFORME TÉCNICO

Caso: Palacio Municipal
Municipio: Chacabuco
Provincia: Buenos Aires



Fuente: Google street

La Plata, febrero 2023

LAYHS - Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable / FAU UNLP /CIC

Calle 47 Nro 162 (1900) La Plata - Tel: +54 221 4236587/90 int 255 - Mail: layhs@fau.unlp.edu.ar

EQUIPO DE TRABAJO

Dr. Arq. Jorge Daniel Czajkowski	Director. Profesor Titular FAU UNLP / Investigador CONICET
Prof. Arq. Analía Fernanda Gómez	Profesora Titular FAU UNLP / Investigadora CONICET
Ing. Belén Birche	ACD FI UNLP / Becaria Doctoral CIC / Maestranda y doctoranda FAU UNLP
Esp. Arq. Roberto N. Berardi	ACD FAU UNLP / Maestrando FAU UNLP
Esp. Arq. David Basualdo	ACD FAU UNLP / Maestrando y doctorando FAU UNLP
Sr. Julián Basualdo	Estudiante FAU UNLP
Sr. Matías Fernández	Estudiante Fac. Ing. UNLP
Dra. María de los Angeles Czajkowski	Secretaria técnica
Sr. Gerardo Aníbal Czajkowski	Técnico informático

El Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable pertenece a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de la Plata. Es un centro asociado a la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. Fue creado en 2009 a partir de un grupo de investigación de la Cátedra de Instalaciones Nro 1.

La totalidad del equipamiento e instrumental de monitoreo usado en las campañas de auditorías energéticas pertenecen al LAyHS y fueron adquiridos con fondos públicos mediante subsidios UNLP, ANPCyT, CONICET, CIC y trabajos a terceros.

INFORME EJECUTIVO

Proyecto EUROCLIMA «Edificios municipales energéticamente eficientes y sustentables»

Caso: Palacio Municipal de San Miguel. Provincia de Buenos Aires

Descripción:

El edificio se encuentra localizado en calle Sarmiento 1551, entre Balbín y Belgrano (Lat -34,5435; Long -58,7125) en clima templado cálido húmedo en Zona IIIb (IRAM 11603). Este edificio funge como sede del poder municipal, municipio creado en 1864, y que tiene una población de 157532 habitantes. El partido de 17km² paso de ser rural a totalmente urbanizado siendo parte del área metropolitana de Buenos Aires. El grupo edilicio se compone de un palacio de principios del siglo XX y un anexo posterior de mayor tamaño. Aquí se analiza el edificio histórico. Tiene una superficie habitable de 1320,62 m² y un volumen a climatizar de 6312,07 m³ con una altura media de locales de 4,80 m.

La fachada principal del edificio está orientada al noreste teniendo solo libre el frente a la plaza ya que las otras caras lindan con otros edificios. El anexo es un edificio de departamentos de 4 pisos adaptado a oficinas y atención del público en PB en lo que eran galerías comerciales de construcción de los '70. El conjunto no posee gas natural de red y se encuentra conectado directamente a una subestación transformadora y no posee medidores de energía eléctrica ya que contratan potencia.

El edificio centenario está materializado con cerramientos opacos de ladrillos comunes de 45cm de espesor revocado en ambas caras ($R= 0.53 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K= 1.88 \text{ W/m}^2\text{K}$), el techo es de chapa aluminizada sobre estructura de madera las partes antiguas y metálica y cielorraso suspendido de yeso las ampliaciones modernas ($R= 0.36 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K= 2.48 \text{ W/m}^2\text{K}$). Las carpinterías de ventanas y puertas son amplias de madera con vidrio repartido con un vidrio de 4mm de espesor con protección solar de postigos de madera ($R= 0.17 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K= 5.86 \text{ W/m}^2\text{K}$). Los solados son de baldosas calcáreas sobre contrapiso de H⁹P⁹ ($R= 0.72 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K= 1.38 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Diagnóstico:

El edificio es centenario y se encuentra en buen estado de conservación la fachada, el acceso al consejo deliberante en planta alta y las dependencias del poder ejecutivo. Pero en caso de poseer protección como bien cultural debiera liberarse de todas las ampliaciones y regresarlo a su condición original. Por sus características históricas es de difícil intervención y sus posibilidades de rehabilitación son menores a edificios de menor valor histórico arquitectónico. No posee sistema de climatización centralizado siendo inconfortable según monitoreo y declaraciones del personal. Es de baja eficiencia energética. El municipio no proveyó consumos históricos para analizar. Hay monitoreo higrotérmico de verano e invierno (ver Ficha).

La modelización muestra una demanda potencial de energía en climatización de **279869 kWh/año** y 211,89 kWh/m²año que podría reducirse en un 28,65 % con medidas pasivas de rehabilitación energética. No hay fracción de ahorro en iluminación y podría haber en climatización con equipos más eficientes.

Recomendaciones rehabilitación:

Las medidas más importantes es trabajar sobre la envolvente: a. En muros agregar 50mm de lana de vidrio con foil de aluminio sobre estructura metálica y emplacar con tableros de yeso de roca; b. en ventanas, colocar DVH; c. En techos incorporar 100mm de lana de vidrio sobre cielorrasos suspendidos o 30mm de PUR sobre la chapa y terminación con pintura blanca refractante.

De pensarse en energías renovables la mejor opción es una bomba geotérmica frío/calor accionado por un

generador FV. El generador fotovoltaico puede ubicarse en la azotea del anexo y brindará sombras al mismo.

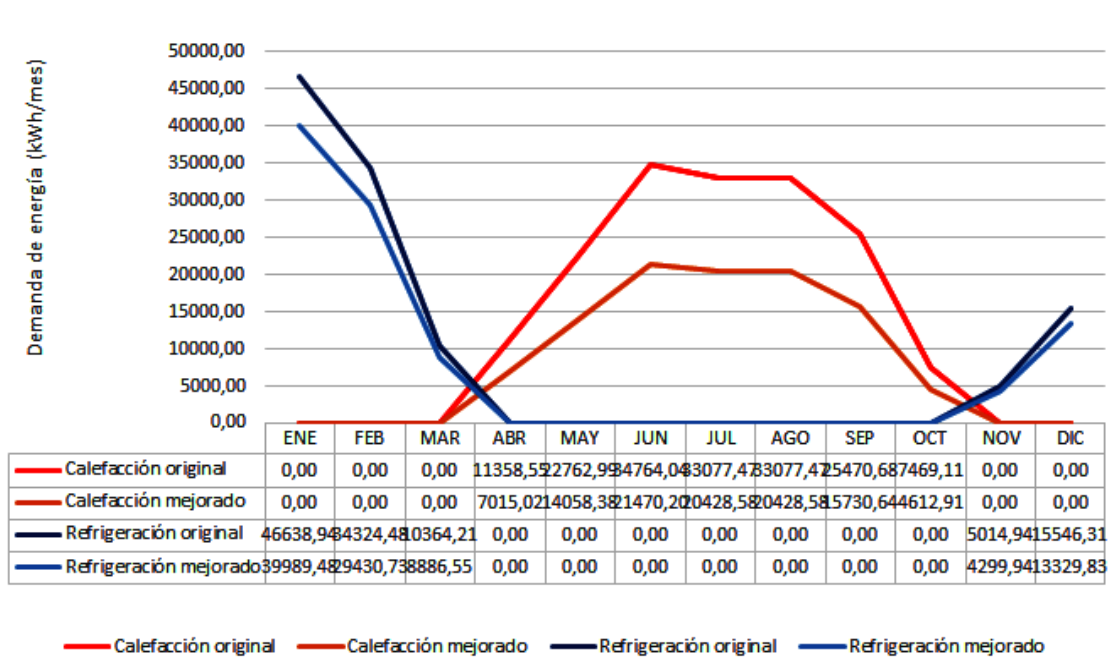


Figura 1: Comparación anual de la variación de demanda de energía simulada del caso original y mejorado.

La figura 1 muestra la fracción de ahorro posible de energía en climatización de implementarse las medidas pasivas de rehabilitación energética. Puede verse que en los meses de marzo y abril y septiembre y octubre no se requeriría climatización mecánica.

Dr. JORGE DANIEL OZAJKOWSKI
 Director LAYHS - FAU - UNLP

FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO San Miguel, Provincia de Buenos Aires

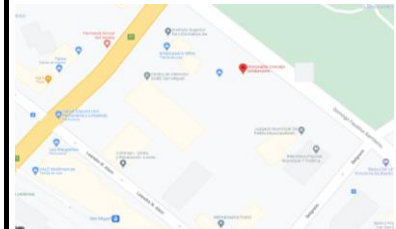
EDIFICIO Palacio Municipal (sector edif. Histórico)

DIRECCIÓN Sarmiento 1551

FECHA VISITA 1 3/12/2021

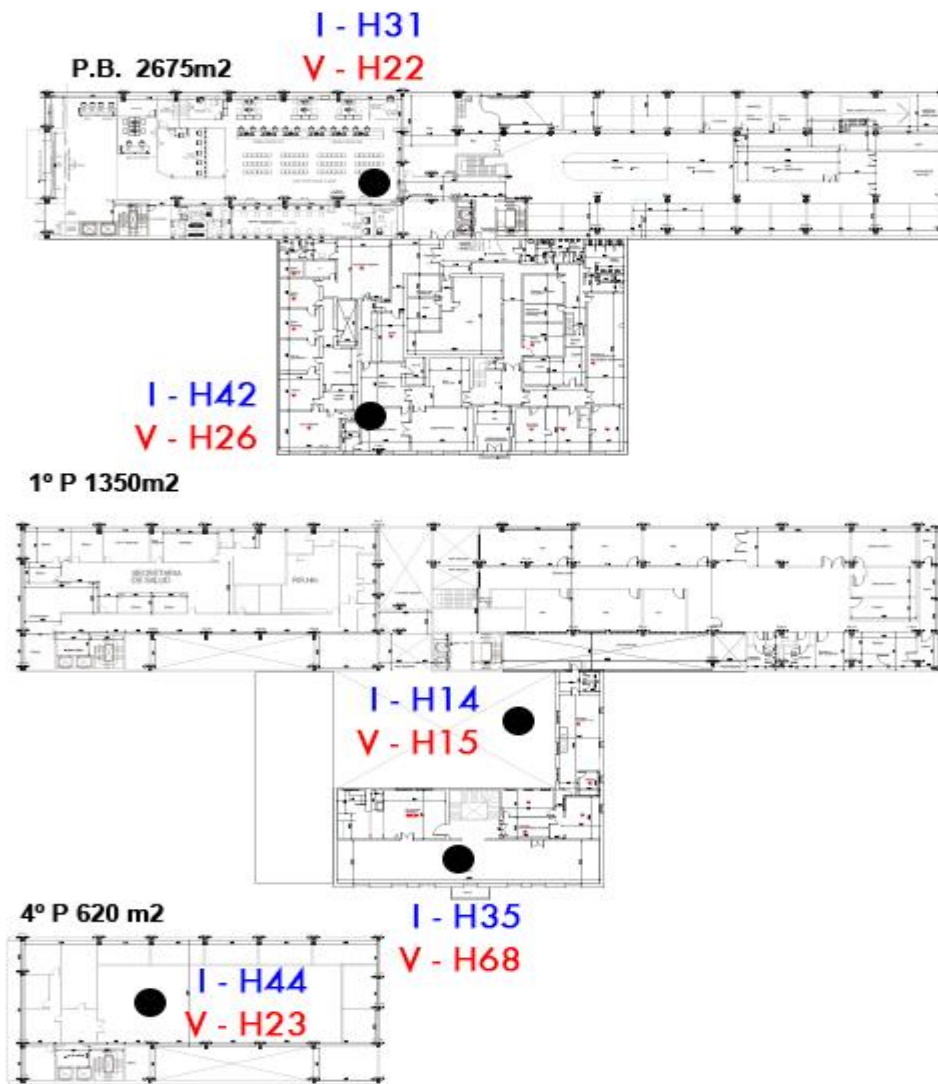
FECHA VISITA 2 10/12/2021

Implantación



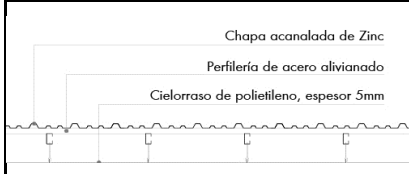
-34,56 latitud sur
-58,76 longitud oeste

PLANO DEL EDIFICIO CON UBICACIÓN DE HOBOS

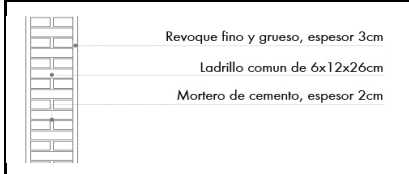


FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO San Miguel, Provincia de Buenos Aires
EDIFICIO Palacio Municipal (sector edif. Histórico)

RESEÑA CONSTRUCTIVA**Cubierta**

Techo de chapa acanalada con
cielorraso suspendido

Muros

en el edificio histórico ladrillo macizo,
espesor 30cm, en el aneño ladrillo
cerámico hueco de 18cm. Todas las
paredes con revoque interior y exterior

Piso

Piso cerámico

Carpintería	Algunas marcos de aluminio y otras de madera, vidrio simple
Instalaciones térmicas	Aires acondicionado
Instalaciones lumínicas	Luces LED

FOTOGRAFÍAS DEL EDIFICIO**ASPECTOS DIMENSIONALES**

Superficie habitable	1320,8 m ²
Volumen habitable	6312,8 m ³
Compacidad -Co-	1,65 -
Factor de forma -f-	0,21 -
Factor de exposición -fe-	1,00 -
Altura media de locales -h-	4,80 m

ASPECTOS ENERGÉTICOS

Demanda anual en calefacción/m2	129,77 kWh/m ² año
Demanda anual en refrigeración/m2	86,44 kWh/m2.año
Coefficiente global de pérdidas	1,14 W/m3K
Coefficiente de pérdidas P/m ²	2,76 W/m2K

Pérdidas por envolvente	Techos	1294,4 W/K
	Muros	887,61 W/K
	Aberturas	452,52 W/K
	Pisos	117,81 W/K
	Renov. Aire	4418,45 W/K

Necesidad anual de energía en climatización	279869,2 kWh/año
Aporte de energía según mediciones	S/D kWh/año
Diferencia porcentual entre las dos últimas	S/D %

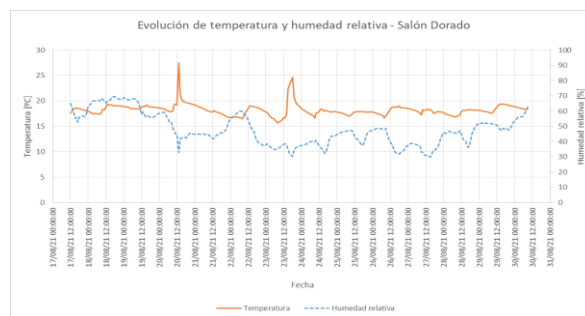
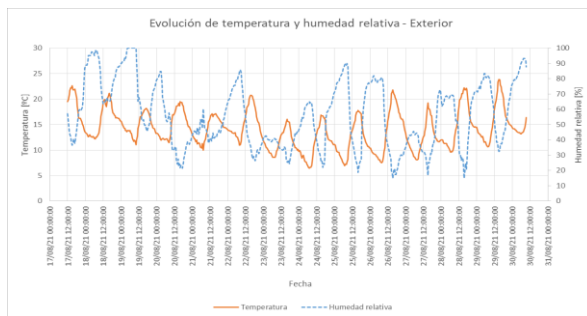
FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO San Miguel, Provincia de Buenos Aires
 EDIFICIO Palacio Municipal (sector edif. Histórico)

SITUACIÓN DE CONFORT EN INVIERNO

Hobo exterior: H14 - Hobo ubicado en el edificio

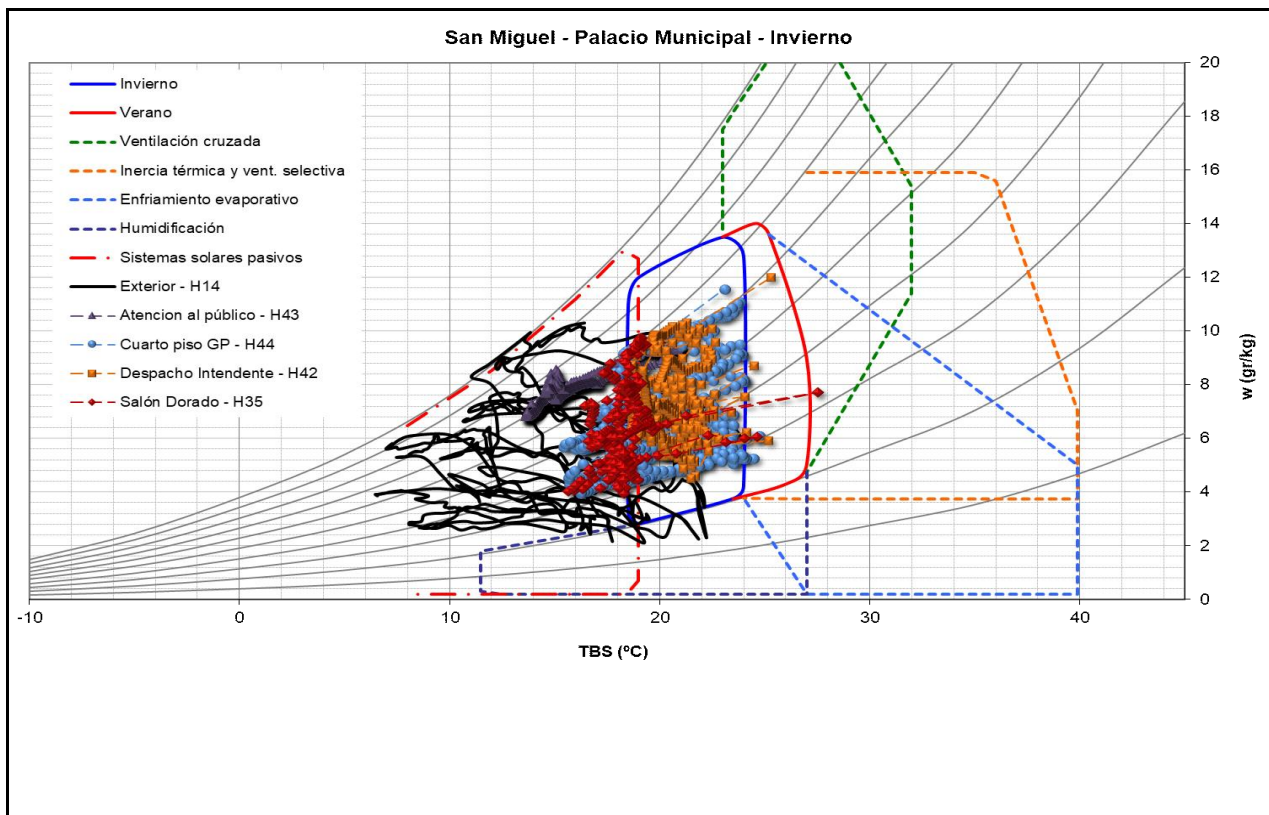
Hobo interior: H35



Lectura: 17/8/2021 12:00
 30/8/2021 09:30
 T [°C] Prom: 14,10
 HR [%] Prom: 56,14

Lectura: 17/8/2021 12:00
 30/8/2021 09:00
 T [°C] Prom: 18,21
 HR [%] Prom: 47,76

SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN INVIERNO



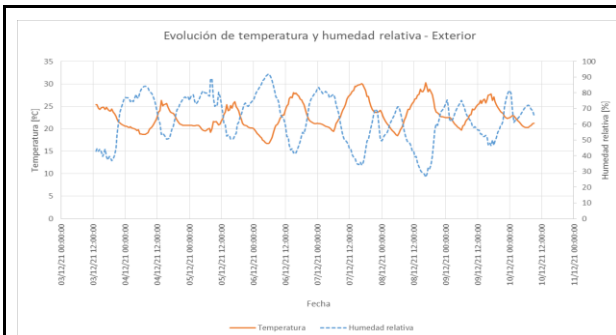
FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO San Miguel, Provincia de Buenos Aires
 EDIFICIO Palacio Municipal (sector edif. Histórico)

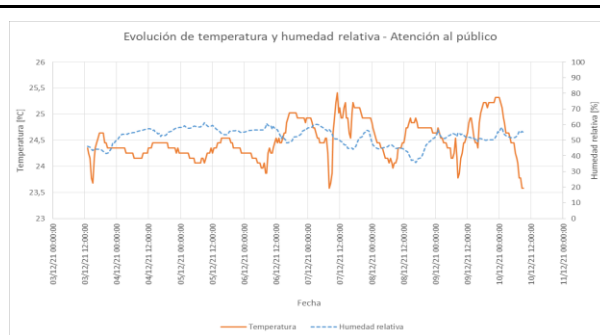
SITUACIÓN DE CONFORT EN VERANO

Hobo exterior: H15 - Hobo ubicado en el edificio

Hobo interior: H22

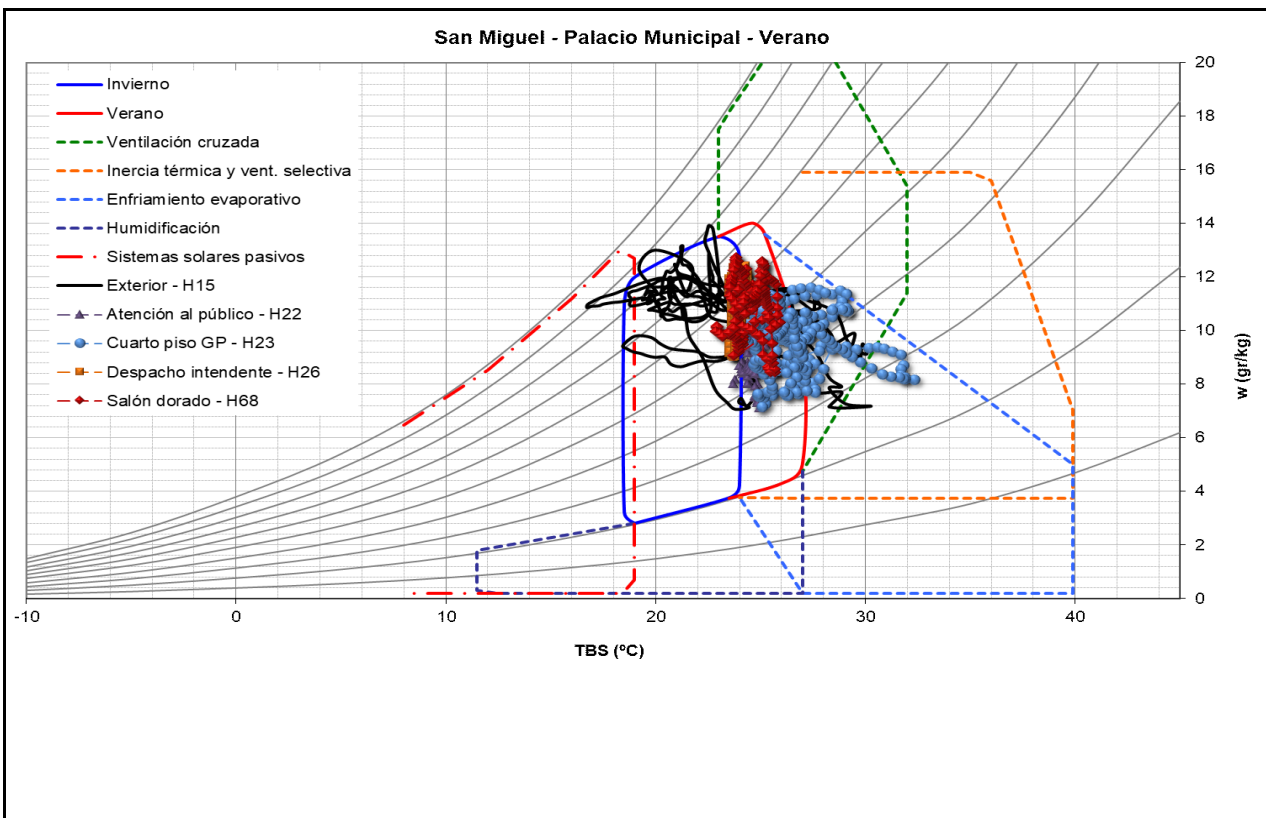


Lectura: 3/12/2021 13:00
 10/12/2021 09:00
 T [°C] Prom: 22,85
 HR [%] Prom: 63,02



Lectura: 3/12/2021 13:00
 10/12/2021 09:00
 T [°C] Prom: 24,50
 HR [%] Prom: 52,30

SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN VERANO



REPORTE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO ORIGINAL Y MEJORADO

Caso: Palacio Municipal

Localidad: San Miguel, Prov. de Buenos Aires.

El edificio se encuentra localizado en calle Sarmiento 1551, entre Balbín y Belgrano (Lat -34,5435; Long -58,7125) en clima templado cálido húmedo en Zona IIIb (IRAM 11603). Este edificio funge como sede del poder municipal, municipio creado en 1864, y que tiene una población de 157532 habitantes. El partido de 17km² paso de ser rural a totalmente urbanizado siendo parte del área metropolitana de Buenos Aires. El grupo edilicio se compone de un palacio de principios del siglo XX y un anexo posterior de mayor tamaño. Aquí se analiza el edificio histórico. Tiene una superficie habitable de 1320,62 m² y un volumen a climatizar de 6312,07 m³ con una altura media de locales de 4,80 m. La fachada principal del edificio está orientada al noreste teniendo solo libre el frente a la plaza ya que las otras caras lindan con otros edificios. El anexo es un edificio de departamentos de 4 pisos adaptado a oficinas y atención del público en PB en lo que eran galerías comerciales de construcción de los '70. El conjunto no posee gas natural de red y se encuentra conectado directamente a una subestación transformadora y no posee medidores de energía eléctrica ya que contratan potencia.

El edificio centenario está materializado con cerramientos opacos de ladrillos comunes de 45cm de espesor revocado en ambas caras ($R= 0.53 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K= 1.88 \text{ W/m}^2\text{K}$), el techo es de chapa aluminizada sobre estructura de madera las partes antiguas y metálica y cielorraso suspendido de yeso las ampliaciones modernas ($R= 0.36 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K= 2.48 \text{ W/m}^2\text{K}$). Las carpinterías de ventanas y puertas son amplias de madera con vidrio repartido con un vidrio de 4mm de espesor con protección solar de postigos de madera ($R= 0.17 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K= 5.86 \text{ W/m}^2\text{K}$). Los solados son de baldosas calcáreas sobre contrapiso de H⁹P⁹ ($R= 0.72 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K= 1.38 \text{ W/m}^2\text{K}$).

A los fines del diagnóstico energético en situación de calefacción las renovaciones de aire se fijan en $N=2$ (IRAM 11604) y en la situación de refrigeración en $Car= 15 \text{ m}^3/\text{h.persona}$ (IRAM 11659-1). No se considera aporte solar o de ocupación en invierno. En verano se considera una ocupación media de personas, el aporte solar y las luminarias encendidas durante 8hs. El monitoreo higrotérmico muestra que se no encuentra en confort en verano (ver ficha resumen). No se pudo instalar instrumental en invierno.

1. INVIERNO - VERSIÓN ORIGINAL: Se realiza un análisis térmico y energético mediante una aplicación desarrollada ad-hoc para el Producto 6 en Excel y que usa las Normas IRAM 11601, 11605, 11604, 11659 y 11900 como referencia. Se usan los datos bioclimáticos del aeropuerto de Ezeiza distante 51 km que es la más cercana en la base de datos y se encuentra casi en la misma latitud. Los datos fueron tomados de la Norma IRAM 11900/18 que muestra datos mensuales de temperaturas medias (°C) y radiación solar media (W/m^2). Los valores medios mensuales de humedad relativa se tomaron de: <http://arquinstal.com.ar/atlas.html> que muestra información del Servicio Meteorológico Nacional.

Municipio	San Miguel, Provincia de Buenos Aires
Edificio	Palacio Municipal

Localidad más cercana en la base de datos:	Ezeiza - Pcia. Buenos Aires
--	-----------------------------

Mes	Días	Tm	Tdc-Tm	Tm-Tdr	HR	Radiación solar media mensual								
						Norte	Noreste	Este	Sureste	Sur	Suroeste	Oeste	Noroeste	Horizontal
enero	31	25,4	0	5,4	66	132	172	186	141	90	153	201	181	339
febrero	28	24,4	0	4,4	68	158	180	171	116	67	123	182	188	300
marzo	31	21,2	0	1,2	73	178	166	133	79	52	84	142	175	221
abril	30	16,7	3,3	0	79	189	149	97	49	37	53	112	167	160
mayo	31	13,6	6,4	0	81	179	136	72	31	28	33	77	142	109
junio	30	9,9	10,1	0	83	145	104	51	23	22	24	61	118	79
julio	31	10,7	9,3	0	82	201	150	74	29	26	30	79	156	108
agosto	31	10,7	9,3	0	78	217	168	97	42	33	44	104	177	151
septiembre	30	12,6	7,4	0	75	186	170	124	65	44	65	116	160	191
octubre	31	17,9	2,1	0	75	185	198	175	110	62	111	176	197	286
noviembre	30	20,6	0	0,6	73	136	175	183	133	81	135	182	172	315
diciembre	31	21,8	0	1,8	67	123	175	200	157	101	168	212	181	359
Total	365	17,1	47,9	13,4	75	2029	1943	1563	975	643	1023	1644	2014	2618

Tabla 1: Datos mensuales de temperaturas medias y radiación solar por orientación del aeropuerto de Ezeiza.

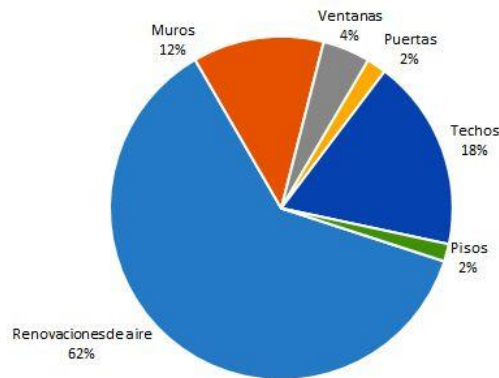


Figura 1: Pérdidas térmicas discriminadas situación original

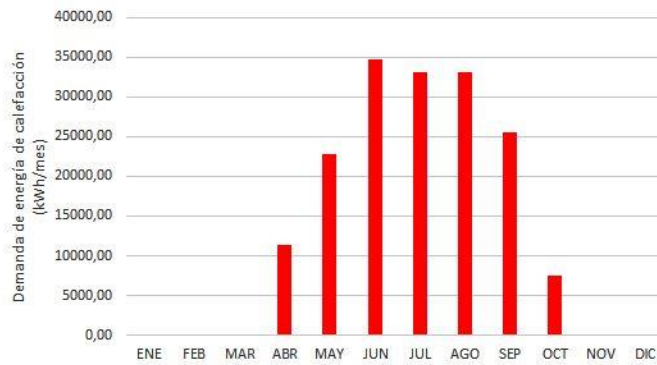


Figura 2: Demanda de energía en calefacción en kWh/mes calculado para TBcal= 20°C, situación original

Aspectos dimensionales	
Superficie habitable	1320,82 m ²
Volumen habitable	6312,07 m ³
Indice Compacidad Co	1,65 adim
Factor de forma f	0,21 adim
Factor de exposición Fe	1,00 adim
Altura media de locales	4,80 m
Superficie envolvente	801,12 m ²
Superficie expuesta	801,12 m ²

Tabla 2: Resumen de aspectos dimensionales del edificio

Del diagnóstico surge que el edificio tiene un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gcal (IRAM 11604) de 1,14 W/m³K y un Coeficiente de pérdidas unitarias 2,76 W/m² que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **167980 kWh/año** y 129,77 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 (18%), muros (12%) y vidriados (4%, ventanas), según Figura 1, a fin de lograr mejoras en la demanda de energía. No es factible intervenir pisos. Las renovaciones de aire pueden reducirse a 1.5 mediante mejoras en estanqueidad de la envolvente.

2. INVIERNO - PROPUESTA MEJORADA:

- Aislamiento térmico interior con 50mm de lana de vidrio con barrera de vapor y emplacado de placas de yeso de roca sobre estructura metálica. ($K_{m_2} = 0.58 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- En techos reforzar con 100 mm de lana de vidrio tipo Rolac plata. ($K_{t_1} = 0.30 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- La intervención más costosa es en vidriados, sea en aislamiento, como en protección solar. En las ventanas usar DVH. ($K_{v_1} = 2.86 \text{ W/m}^2\text{K}$).
- Por la complejidad no se prevé mejoras en pisos. ($K_p = 1.38 \text{ W/m}^2\text{K}$)

La implementación de las mejoras en muros, techos y vidriados permitirá reducir la demanda de energía en calefacción en un 38,24 %. El edificio tendrá una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **103744,31 kWh/año** y 80,15 kWh/m²año, para una temperatura base de calefacción de 20°C.

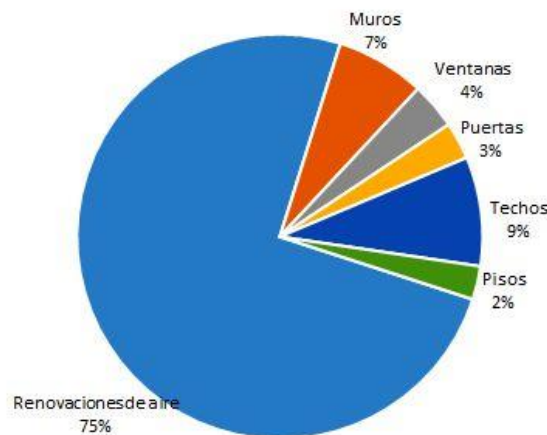


Figura 3: Pérdidas térmicas discriminadas situación mejorada

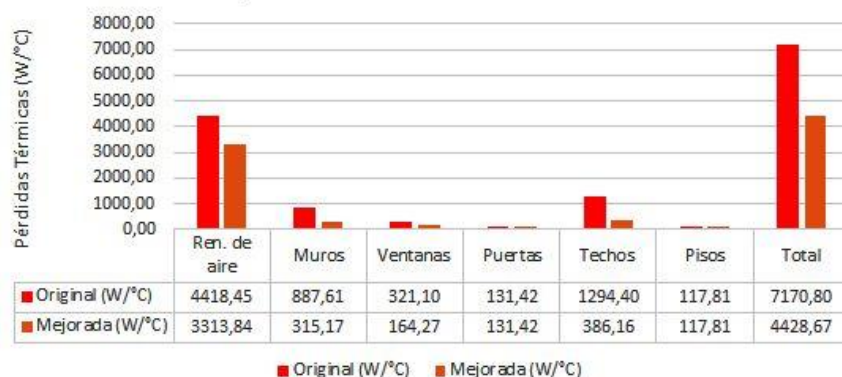


Figura 4: Comparación entre versión original y mejorada

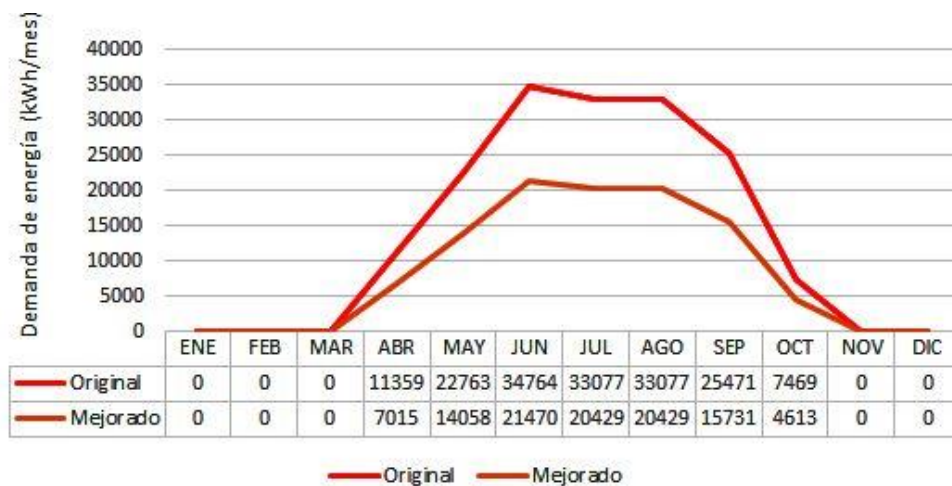


Figura 5: Comparación entre versión original y mejorada mensual

3. CONCLUSIÓN INVIERNO:

Cabe remarcar que es un diagnóstico simplificado en régimen estacionario que no contempla ocupación (personas, iluminación y equipos) y el aporte solar, que reducirían la demanda de energía. Se supone una temperatura de termostato de 20°C en el interior. La iluminación existente fue migrada a LED y no hay fracción de ahorro. Las principales medidas de diseño eficiente que restan son las propuestas a fin de lograr reducir la demanda en un 38,24 %. Los valores son en energía secundaria y no contemplan la eficiencia energética de equipos climatización. En la azotea del anexo hay espacio para instalar un generador FV que cubra la demanda eléctrica. La inversión más costosa es en nuevas carpinterías de mejor calidad térmica y a infiltraciones que además disponga de protección solar exterior junto a DVH.

4. VERANO - VERSIÓN ORIGINAL:

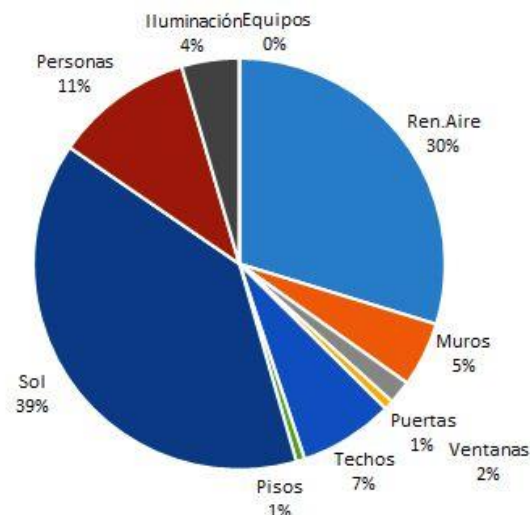


Figura 6: Aportes térmicos discriminados. Situación original verano.

La figura 6 muestra la discriminación de aportes térmicos en el edificio. Se destacan el asoleamiento con el 39%, los techos con el 7%, los muros con un 5%, y las ventanas y puertas vidriadas con un 3%. En la condición de invierno se propuso mejoras en estos. Las ventanas ya cuentan con *protección solar*. Este análisis simplificado no considera el aporte solar mediante temperatura sol/aire o similar ni el efecto de la inercia térmica que quizá modificaría la distribución de aportes. No es posible modificar aporte de personas, iluminación o renovaciones de aire al ser un edificio público. La cantidad de personas se determina por tabla

a razón de 4 m²/persona.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene una Demanda anual energía eléctrica en refrigeración de **111888,88 kWh/año** y 86,44 kWh/m²año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C.

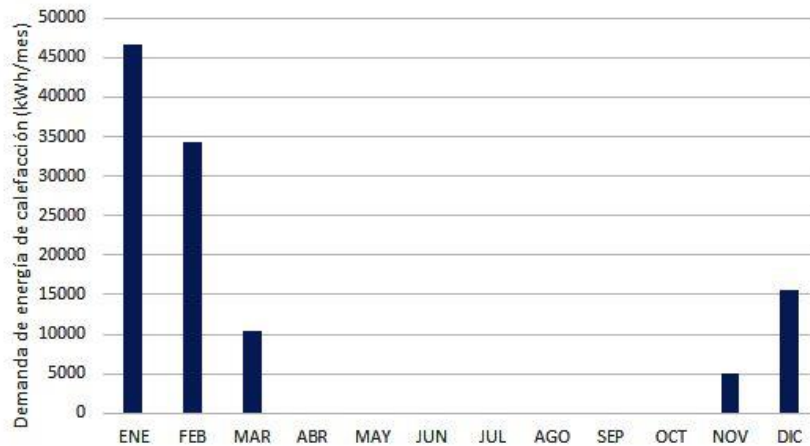


Figura 7: Variación mensual de la demanda de energía en refrigeración actual.

5. VERANO - PROPUESTA MEJORADA:

Se mantienen las mejoras propuestas para el invierno solo agregando una protección solar en las aberturas que lo requieran. Se busca que los vidriados tengan un FES = 0.15 en ventanas.

La figura 8 muestra la importante reducción del aporte solar relativo, con las mejoras propuestas lo mismo que en muros, techos y ventanas. No se consideraron las mejoras en pisos y puertas lo mismo que en renovaciones de aire dado el tipo de función edilicia y costos de intervención.

Así la propuesta mejorada implica una reducción del **14,26 %** en la demanda de energía eléctrica en refrigeración, sin considerar la eficiencia energética de los equipos de aire acondicionado.

En la figura 9 se comparan el edificio original con el que resulta de las propuestas de mejoras. Destacan las reducciones en muros, ventanas, techos y en asoleamiento.

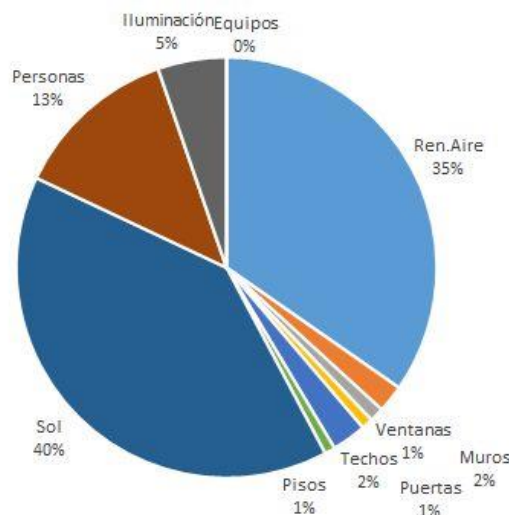


Figura 8: Aportes térmicos discriminados. Situación mejorada verano.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene una demanda anual energía eléctrica en refrigeración de **95936,53 kWh/año** y 74,12 kWh/m²año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C.

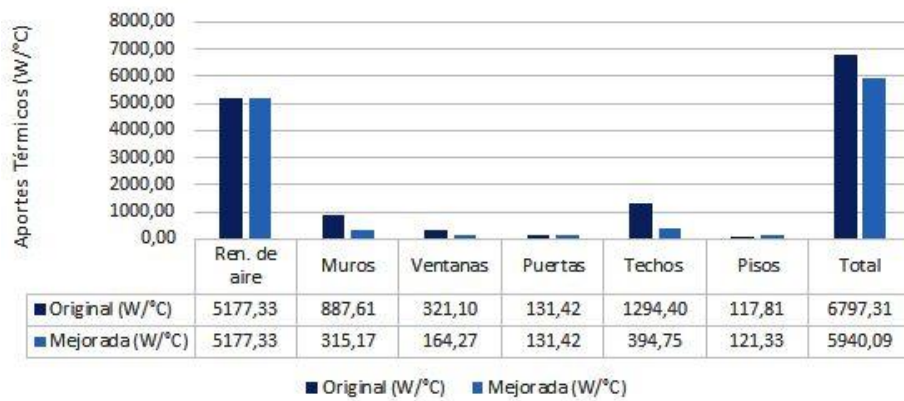


Figura 9: Comparación de edificio original y mejorado. Situación verano.

La figura 9 compara las demandas de energía entre el edificio original y el mejorado. Las reducciones más importantes se dan en, techos y muros, seguido de ventanas por conducción.

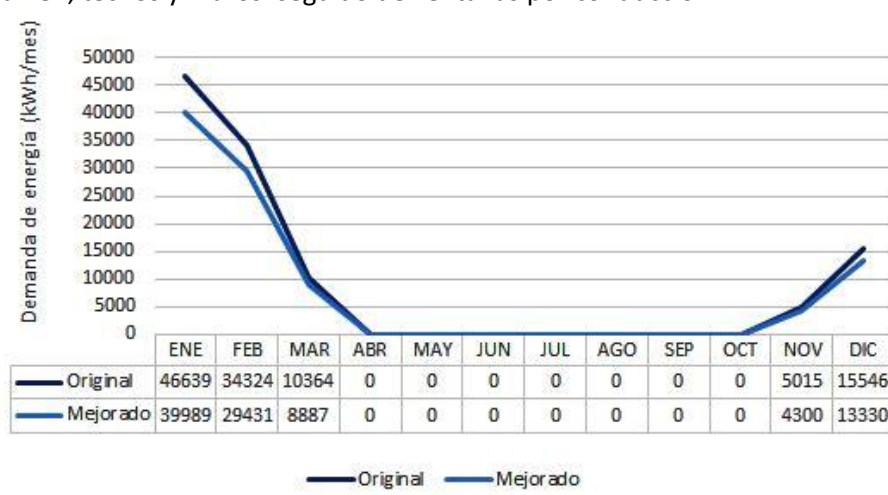


Figura 10: Comparación de la demanda de energía en refrigeración mensual del edificio original y mejorado. Situación verano.

6. CONCLUSIÓN:

Las Tabla 3 y figura 11 a modo de conclusión muestra que la reducción total anual de energía en climatización con las medidas de mejora propuestas podría ser de un 28,65 % 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 211,89 kWh/m²año a 151,18 kWh/m²año. Esto muestra la necesidad de implementar soluciones en superficies vidriadas, muros y techos. Luego queda planificar un sistema termomecánico de climatización sustentable adecuado a su implantación.

Demanda de energía Comparación anual	Calefacción		Refrigeración	
	Original (kWh/mes)	Mejorado (kWh/mes)	Original (kWh/mes)	Mejorado (kWh/mes)
ENE	0,00	0,00	46638,94	39989,48
FEB	0,00	0,00	34324,48	29430,73
MAR	0,00	0,00	10364,21	8886,55
ABR	11358,55	7015,02	0,00	0,00
MAY	22762,99	14058,38	0,00	0,00
JUN	34764,04	21470,20	0,00	0,00
JUL	33077,47	20428,58	0,00	0,00
AGO	33077,47	20428,58	0,00	0,00
SEP	25470,68	15730,64	0,00	0,00
OCT	7469,11	4612,91	0,00	0,00
NOV	0,00	0,00	5014,94	4299,94
DIC	0,00	0,00	15546,31	13329,83
Total	167980,30	103744,31	111888,88	95936,53
Reducción de demanda (%)		38		14

Total climatización anual original	279869,18	(kWh/año)	211,89	(kWh/m ² año)
Total climatización anual mejorado	199680,83	(kWh/año)	151,18	(kWh/m ² año)
Reducción de demanda total (%)				28,65

DECal	DECal+	DERef	DERef+
129,77	80,15	86,44	74,12
kWh/m2año	kWh/m2año	kWh/m2año	kWh/m2año
Reduccion (%)	38,24		14,26

Tabla 3: Síntesis de resultados.

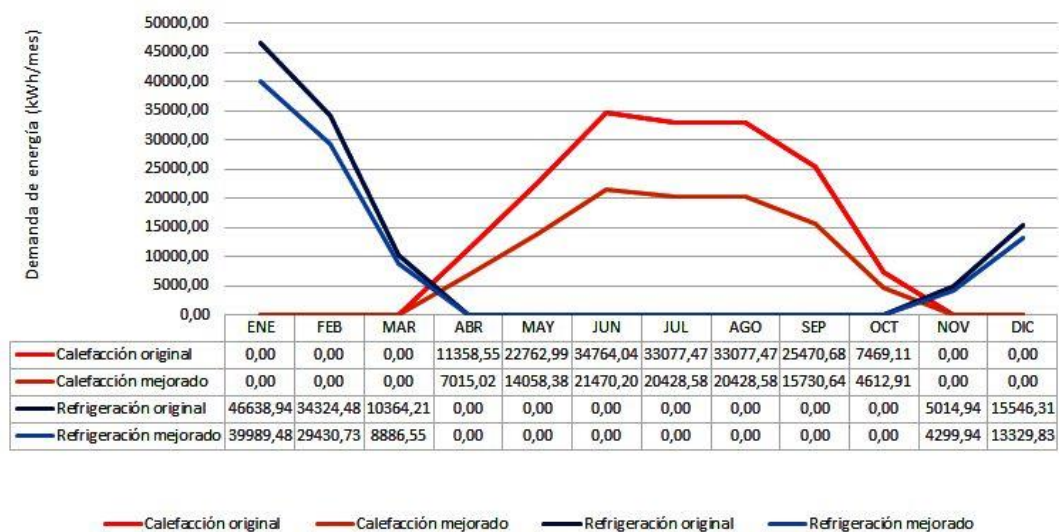


Figura 11: Comparación anual caso: Palacio Municipal de San Miguel, Prov. De Buenos Aires.

Nota: las superficies y volumen usados en el diagnóstico corresponden a lo determinado por la Norma IRAM 11604/01 apartado 3.

Dr. JORGE DANIEL OZAJKOWSKI
Director LAYHS - FAU - UNLP