

INFORME TÉCNICO

Caso: Museo y Conservatorio
Municipio: Tapalqué
Provincia: Buenos Aires



Fuente: Propia, 2021

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: Museo y Conservatorio de Tapalqué. Provincia de Buenos Aires

Descripción:

El edificio se encuentra localizado en Av. Belgrano 233 (Lat -36.3548; Long -60.0241) en clima templado cálido de transición en Zona IIIa (IRAM 11603). Este edificio cumple la función de Museo y Conservatorio. Su construcción es de 2019. El municipio tiene una población de 6730 hab. (2010) y dista 296 km al sudoeste de la ciudad de La Plata en el centro de la provincia.

El edificio es un gran volumen de dos niveles que incluye la fachada y habitaciones de una antigua casona centenaria en su estructura superponiendo una moderna estructura de acero y vidrio. Estructura el espacio museístico con un gran atrio interior de doble altura armando un recorrido desde los orígenes de una toltería aborigen que visitara Darwin en 1833 hasta el presente. Tiene una superficie habitable de 1271.20 m² y un volumen a climatizar de 6261.80 m³ con una altura media de locales de 7.50 m. La fachada principal del edificio está orientada al noroeste y está entre medianeras de edificios vecinos. Posee servicios de energía eléctrica y gas natural por red.

En parte está materializado con gruesas paredes de ladrillos comunes revocado en ambas caras en unos sectores y las nuevas de ladrillos huecos revocados en ambas caras ($R= 0.87$ 0.37 m²K/W y $K= 1.25$ a 2.67 W/m²K), la estructura es de perfilaría de acero, el techo es chapa sobre un fino aislante térmico de polietileno expandido de 1cm y cielorraso de PVC ($R= 1.02$ m²K/W y $K= 0.98$ W/m²K). Las carpinterías de ventanas y puertas son amplias de madera o metal por sectores, con un vidrio de 4mm de espesor ($R= 0.17$ m²K/W y $K= 5.86$ W/m²K). La planta baja posee solados de baldosas cerámicas sobre contrapisos de H²O² ($R= 0.72$ m²K/W y $K= 1.38$ W/m²K).

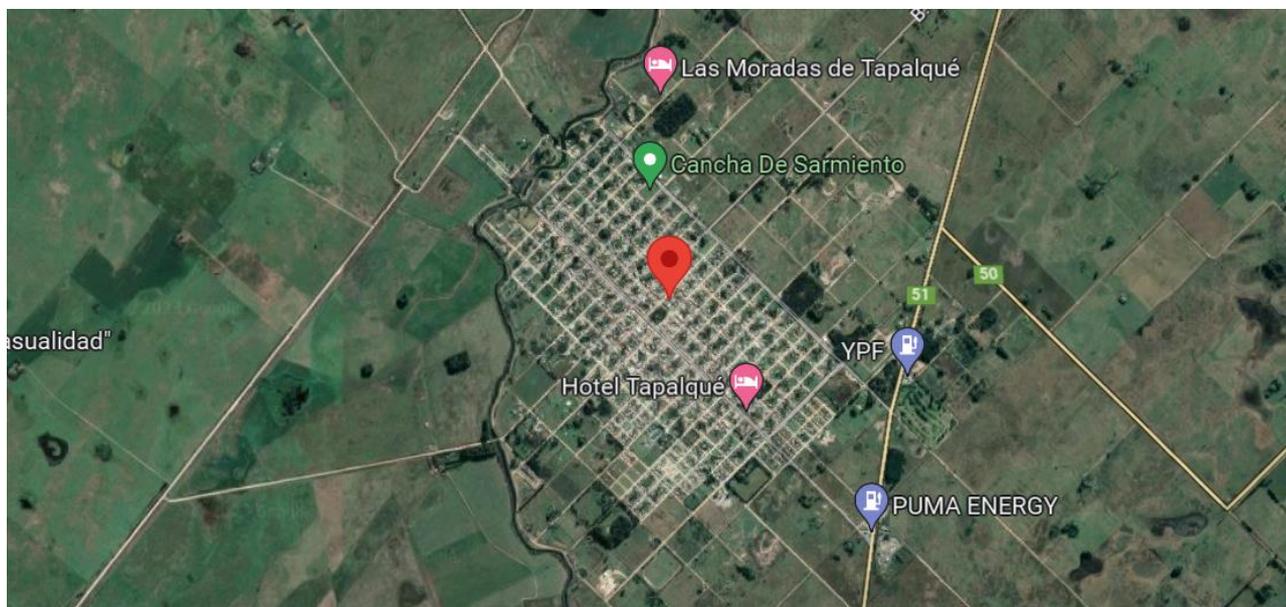


Figura 1: Implantación del edificio en la localidad de Tapalque. Fuente: Google Maps.

Diagnóstico:

El edificio pre-existente es de construcción octogenaria al que se superpone el nuevo de vidrio y acero, siendo ambos de baja eficiencia energética. El personal y el monitoreo muestra que sin climatización es

inconfortable todo el año. (ver ficha). Utiliza energía eléctrica y gas natural en su operación. El sistema de calefacción es por calefactores a gas y con Split según oficinas. El municipio no proveyó consumos históricos para analizar. La modelización muestra una demanda potencial de energía en climatización de **167211,33 kWh/año** y 131,54 kWh/m².año que podría reducirse en un 35,45 % con medidas pasivas de rehabilitación energética. No hay fracción de ahorro en iluminación que es LED y podría haber en climatización con equipos más eficientes. Requiriendo un diagnóstico y propuesta específico.

Recomendaciones rehabilitación:

La medida más importante es trabajar sobre la envolvente: a. En muros aumentar el nivel de aislamiento mediante un emplacado interior con 80mm de lana de vidrio. En ventanas colocar DVH. En techos incorporar 100mm de lana de vidrio sobre cielorrasos suspendidos. Los vidriados templados poseen tonalizado gris que filtra un 40% de la radiación visible pero al calentarse Re irradian calor al interior en el infrarrojo que se percibe y detecta con termografía y termómetros infrarrojos. En verano los techos en día soleado estaban a 45°C y los vidriados insolados estaban a 54°C.

De pensarse en energías renovables la mejor opción es una bomba geotérmica frío/calor accionado por un generador FV ya que existe suficiente espacio para las perforaciones al acuífero en el predio. El generador fotovoltaico podría alimentar además la iluminación, hacer funcionar la bomba de calor y bombas recirculadoras y arrojar sombras sobre los techos o pergolado solar en el patio.

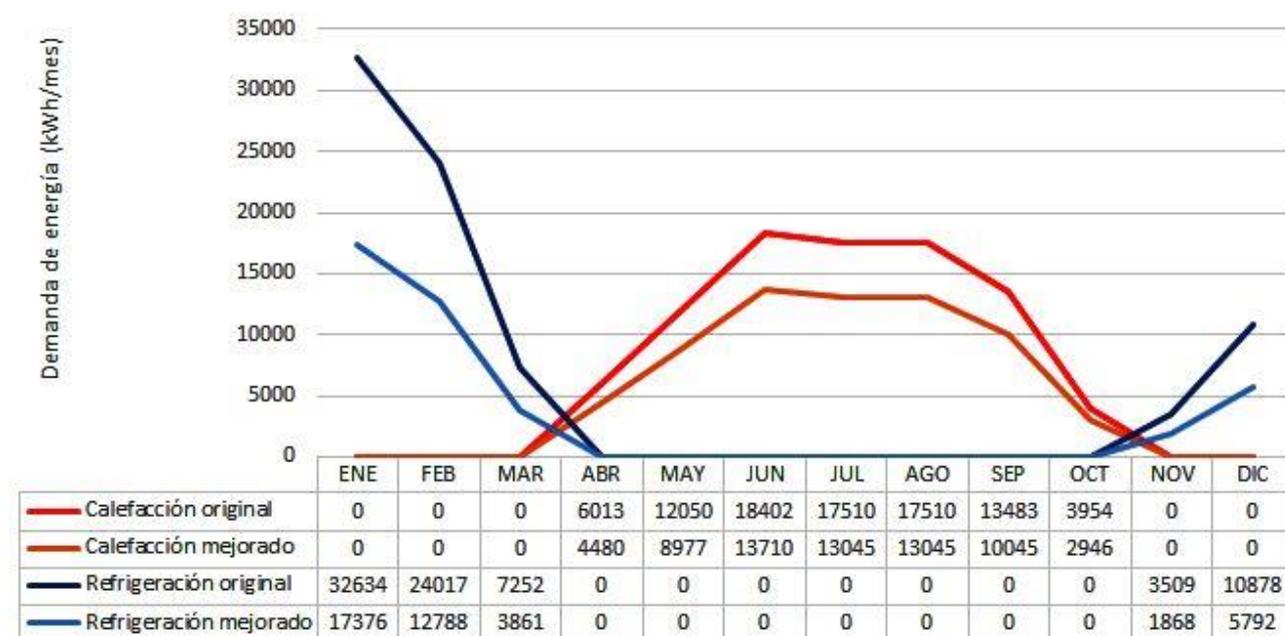


Figura 1: Comparación anual de la variación de demanda de energía simulada del caso original y mejorado.

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 Tapalqué, Provincia de Buenos Aires

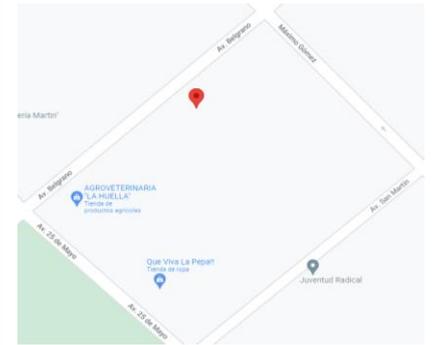
EDIFICIO Museo y Observatorio

DIRECCIÓN Av. Belgrano 233

FECHA VISITA 1 06/09/2021 al 19/09/2021

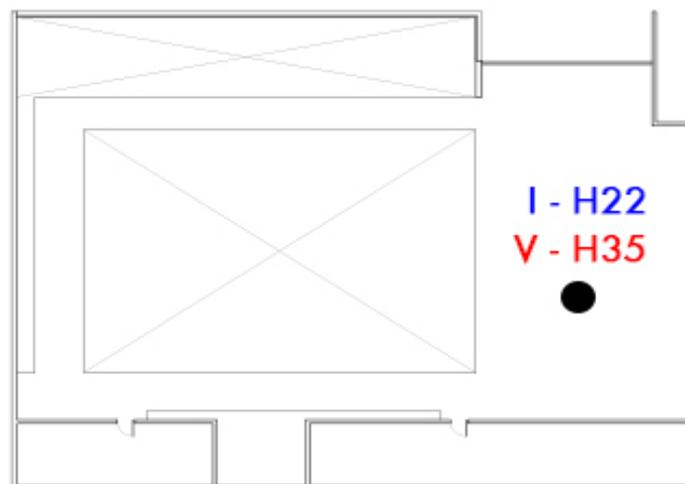
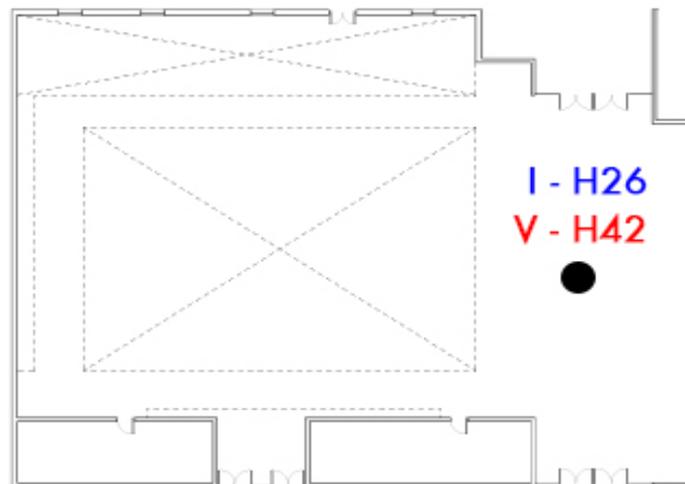
FECHA VISITA 2 13/12/2021 al 20/12/2021

Implantación



-36,35 latitud sur
-60,02 longitud oeste

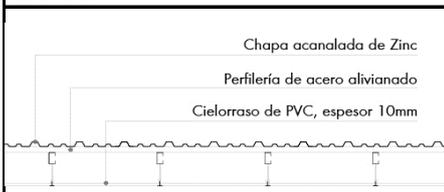
PLANO DEL EDIFICIO CON UBICACIÓN DE HOBOS



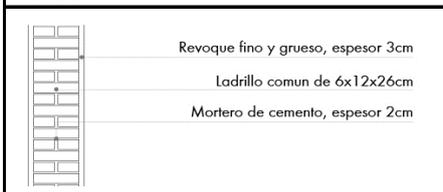
FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO Tapatué, Provincia de Buenos Aires

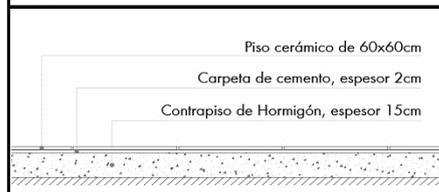
EDIFICIO Museo y Observatorio

RESEÑA CONSTRUCTIVA**Cubierta**

Chapa acanalada con estructura metálica y cielorraso blanco PVC

Muros

Planta baja ladrillo común, espesor 30cm. Planta alta ladrillo cerámico hueco de 18cm con revoque interior y exterior

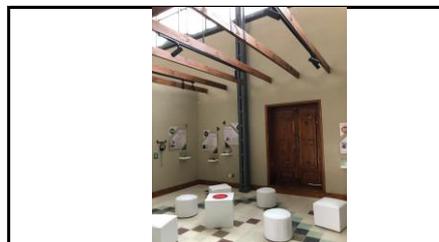
Piso

Piso cerámico blanco

Carpintería Histórica marcos de madera y vidrio simple, nueva marco de aluminio y vidrio simple

Instalaciones térmicas Aires acondicionados

Instalaciones lumínicas Luces LED

FOTOGRAFÍAS DEL EDIFICIO**ASPECTOS DIMENSIONALES**

Superficie habitable	1271,16 m ²
Volumen habitable	6261,75 m ³
Compacidad -Co-	1,38 -
Factor de forma -f-	0,28 -
Factor de exposición -fe-	1,00 -
Altura media de locales -h-	7,50 m

ASPECTOS ENERGÉTICOS

Demanda energía calefacción anual /m ²	69,95 kWh/m ² año
Demanda energía refrigeración anual /m ²	61,59 kWh/m ² año
Coefficiente global de pérdidas Gcal	1,21 W/m ³ .K
Coefficiente de pérdidas Scal	2,52 W/m ² .K

Pérdidas por envolvente calefacción	Techos	818,2 W/K
	Muros	1298,72 W/K
	Aberturas	922,72 W/K
	Pisos	168,91 W/K
	Renovación de aire	4383,23 W/K

Necesidad de energía por balance	167211,32 kWh/año
Aporte de energía según mediciones	kWh/año
Diferencia porcentual entre las dos últimas	%

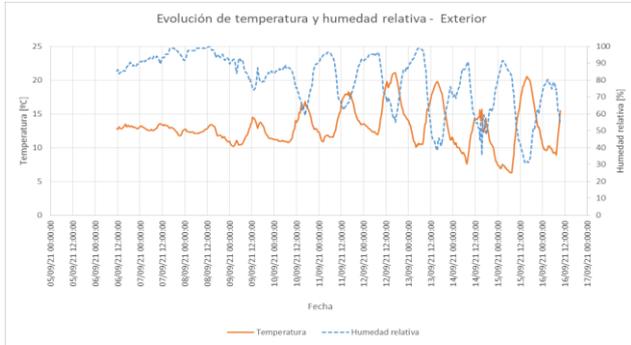
FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO Tapalqué, Provincia de Buenos Aires
 EDIFICIO Museo y Observatorio

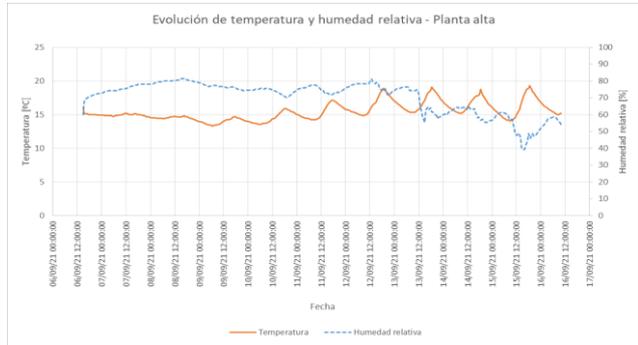
SITUACIÓN DE CONFORT EN INVIERNO

Hobo exterior: H30 - Hobo en el palacio municipal

Hobo interior: H22



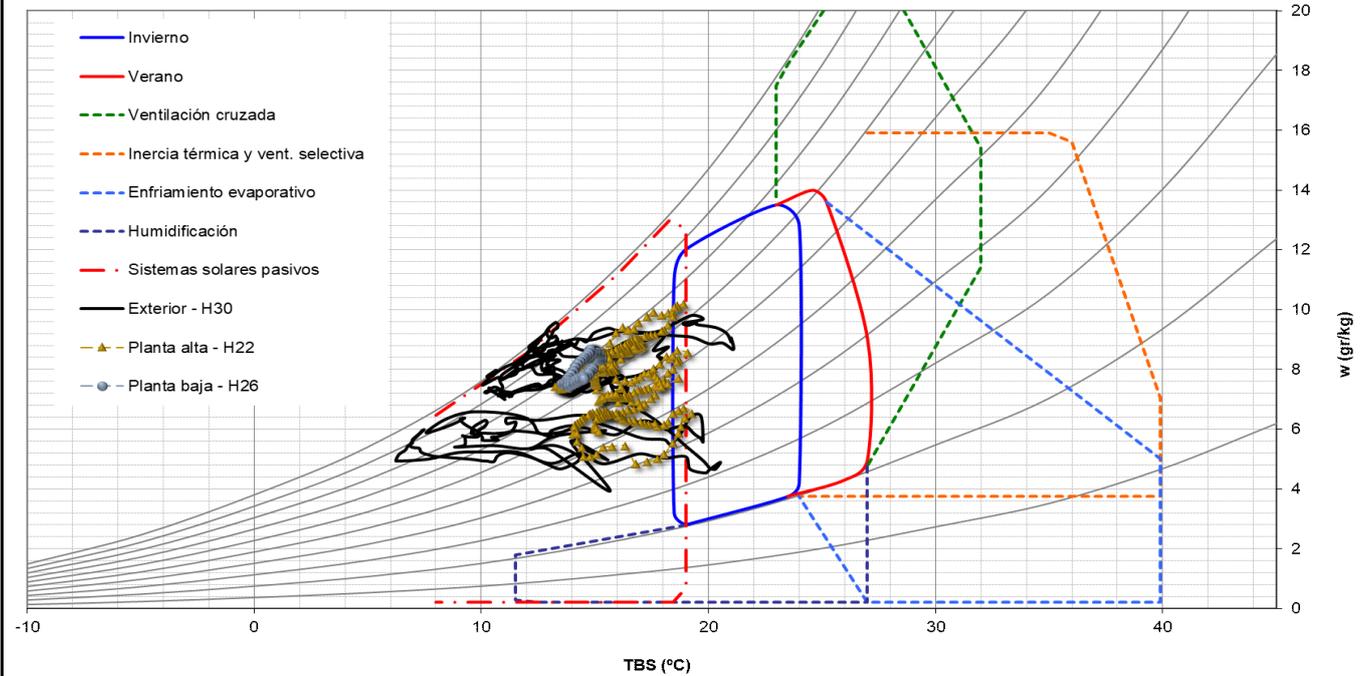
Lectura: 6/9/2021 11:30
 16/9/2021 09:30
 T [°C] Prom: 13,04
 HR [%] Prom: 79,81



Lectura: 6/9/2021 15:00
 16/9/2021 10:00
 T [°C] Prom: 15,44
 HR [%] Prom: 70,24

SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN INVIERNO

Tapalqué - Museo y conservatorio - Municipalidad de Tapalqué - Invierno



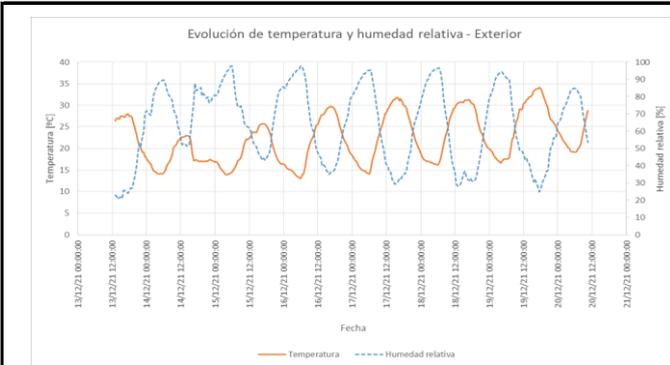
FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO Tapalqué, Provincia de Buenos Aires
 EDIFICIO Museo y Observatorio

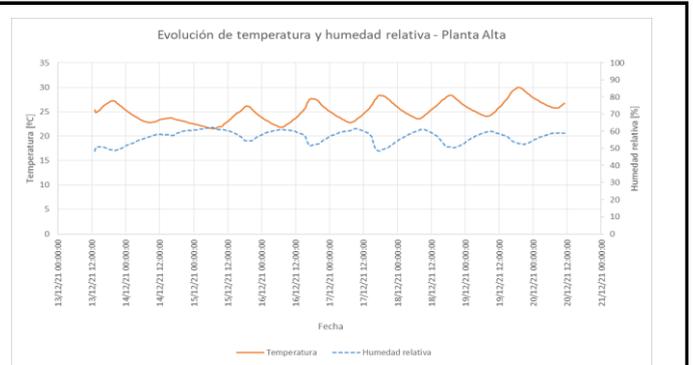
SITUACIÓN DE CONFORT EN VERANO

Hobo exterior: H14 - Hobo en el palacio municipal

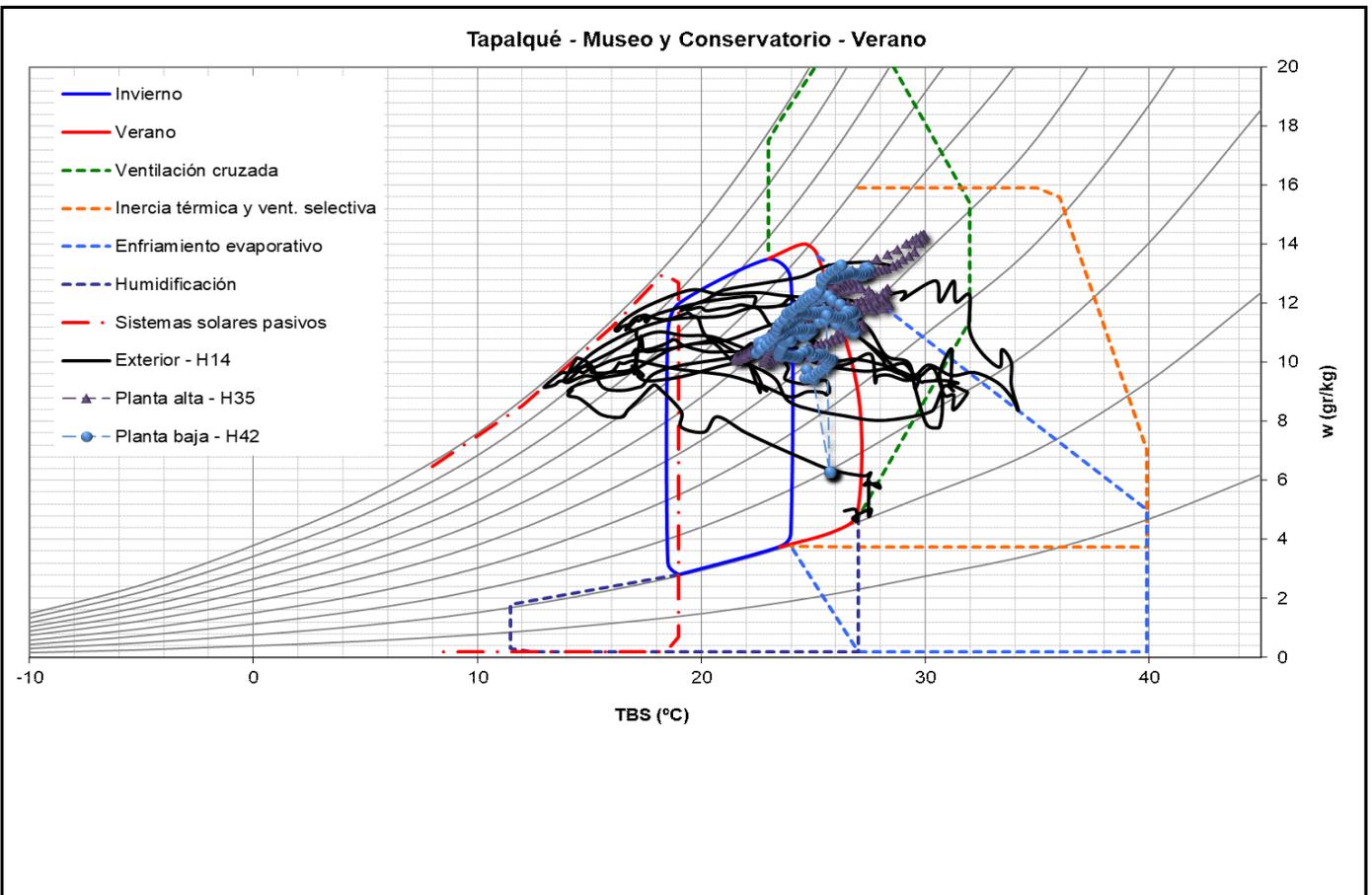
Hobo interior: H35



Lectura: 13/12/2021 13:00
 20/12/2021 10:30
 T [°C] Prom: 22,15
 HR [%] Prom: 63,82



Lectura: 13/12/2021 13:00
 20/12/2021 11:00
 T [°C] Prom: 25,03
 HR [%] Prom: 56,61

SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN VERANO


REPORTE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO ORIGINAL Y MEJORADO

Caso: Museo y Conservatorio Municipal
Localidad: Tapalqué, Prov. de Buenos Aires.

El edificio se encuentra localizado en Av. Belgrano 233 (Lat -36.3548; Long -60.0241) en clima templado cálido de transición en Zona IIIa (IRAM 11603). Este edificio cumple la función de Museo y Conservatorio. Su construcción es de 2019. El municipio tiene una población de 6730 hab. (2010) y dista 296 km al sudoeste de la ciudad de La Plata en el centro de la provincia.

El edificio es un gran volumen de dos niveles que incluye la fachada y habitaciones de una antigua casona centenaria en su estructura superponiendo una moderna estructura de acero y vidrio. Estructura el espacio museístico con un gran atrio interior de doble altura armando un recorrido desde los orígenes de una toldería aborigen que visitara Darwin en 1833 hasta el presente. Tiene una superficie habitable de 1271.20 m² y un volumen a climatizar de 6261.80 m³ con una altura media de locales de 7.50 m. La fachada principal del edificio está orientada al noroeste y está entre medianeras de edificios vecinos. Posee servicios de energía eléctrica y gas natural por red.

En parte está materializado con gruesas paredes de ladrillos comunes revocado en ambas caras en unos sectores y las nuevas de ladrillos huecos revocados en ambas caras ($R= 0.53$ a 0.62 m²K/W y $K= 1.88$ a 1.61 W/m²K), la estructura es de perfilería de acero, el techo es chapa sobre un fino aislante térmico de polietileno expandido de 1cm ($R= 1.02$ m²K/W y $K= 0.98$ W/m²K). Las carpinterías de ventanas y puertas son amplias de madera o metal por sectores con un vidrio de 4mm de espesor ($R= 0.17$ m²K/W y $K= 5.86$ W/m²K). La planta baja posee solados de baldosas cerámicas sobre contrapisos de H⁹P⁹ ($R= 0.72$ m²K/W y $K= 1.38$ W/m²K).

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 $Car= 15$ m³/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 encuentra muy fuera del confort sea en invierno como en verano para seres humanos como para los objetos conservados (ver ficha resumen). La envolvente es de pésima calidad térmica notándose en muchos sectores condensaciones y enmohecimiento de muros de ladrillos huecos. Más teniendo en cuenta que durante la visita, aún en pandemia, el edificio no se había abierto al público. La monitorización es sin funcionamiento del sistema de climatización. De climatizarse solo derrochará energía y dada la alta irradiación de calor por techo y vidriados la sensación de confort en verano no será agradable. Los bienes conservados en especial en planta alta están en serio riesgo de deterioro acelerado (ver fichas)

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 320 km hacia el sudoeste, que es la más cercana en la base de datos. Los datos fueron tomados de la Norma IRAM 11900/18 que muestra datos mensuales de temperaturas medias (°C) y radiación solar media (W/m²). Los valores medios mensuales de humedad relativa se tomaron de: <http://arquinstal.com.ar/atlas.html> que muestra información del Servicio Meteorológico Nacional.

Municipio	Tapalqué, Provincia de Buenos Aires
Edificio	Museo y Conservatorio
Localidad más cercana en la base de datos:	Ezeiza - Pcia. Buenos Aires

Mes ()	Días ()	Tm (°C)	Tdc-Tm (°C)	Tm-Tdr (°C)	HR (%)	Radiación solar media mensual (W/m ²)								
						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
Anual	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.

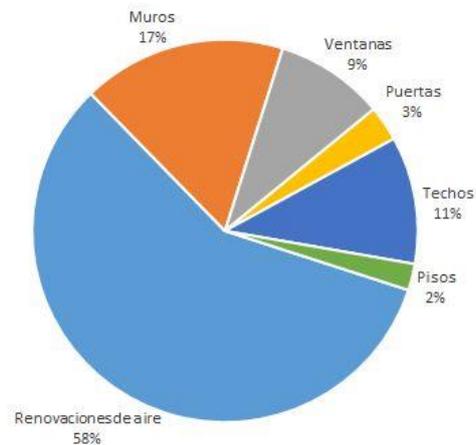


Figura 1: Pérdidas térmicas discriminadas situación original

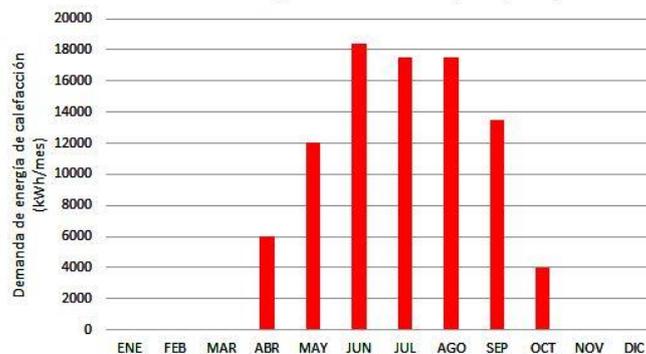


Figura 2: Demanda de energía en calefacción en kWh/mes calculado para TBcal= 20°C, situación original

Aspectos dimensionales	
Superficie habitable	1271,16 m ²
Volumen habitable	6261,75 m ³
Indice Compacidad Co	1,38 adim
Factor de forma f	0,20 adim
Factor de exposición Fe	0,97 adim
Altura media de locales	7,50 m
Superficie envolvente	918,00 m ²
Superficie expuesta	895,00 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 1,21 W/m³K y un Coeficiente de pérdidas unitarias 2.52 W/m² que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **88920,96 kWh/año** y 69,95 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 (11%), muros (17%) y vidriados (12%, ventanas y puertas), 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 o 1.2 mediante mejoras en estanqueidad de la envolvente.

2. INVIERNO - PROPUESTA MEJORADA:

- Aislamiento térmico en muros del interior con estructura metálica, lana de vidrio con foil de aluminio de 80mm y terminación con tableros de yeso de roca y sustrato de OSB de 15mm cuando deban fijarse muebles. ($K_{m2} = 0.58 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- En techos reforzar con 100 mm de lana de vidrio tipo Rolac plata sobre cielorrasos o aplicación de 30mm de PUR terminado con pintura blanca de caucho sintético y velo de vidrio. ($K_m = 0.31$ a $0.28 \text{ W/m}^2\text{K}$ según opción adoptada)
- La intervención más costosa es en vidriados en aislamiento. En las ventanas usar DVH. ($K_{v1} = 2.86 \text{ W/m}^2\text{K}$).
- 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 25,50 %. El edificio tendrá un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gcal (IRAM 11604) de 0,90 W/m³K y un Coeficiente de pérdidas unitarias 4,45 W/m²K que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **66249,14 kWh/año** y 52,12 kWh/m²año, para una temperatura base de calefacción de 20°C.

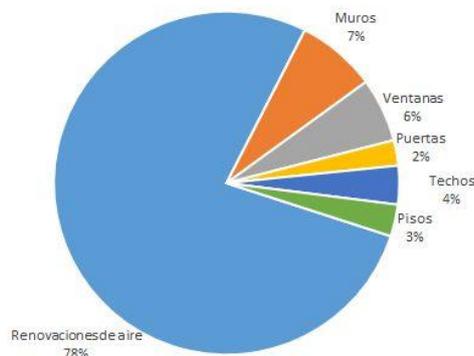


Figura 3: Pérdidas térmicas discriminadas situación mejorada

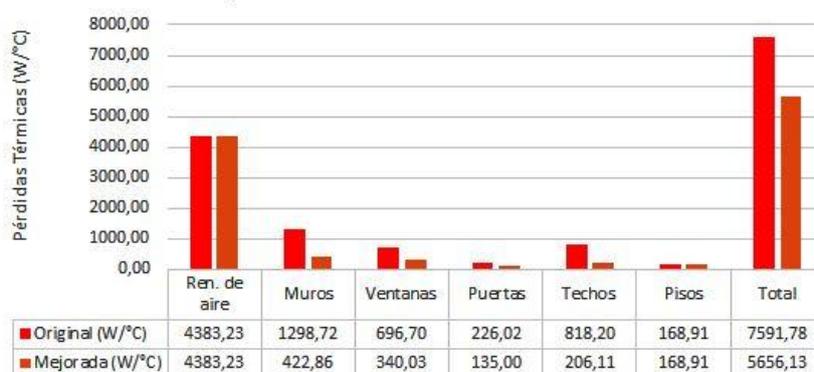


Figura 4: Comparación entre versión original y mejorada

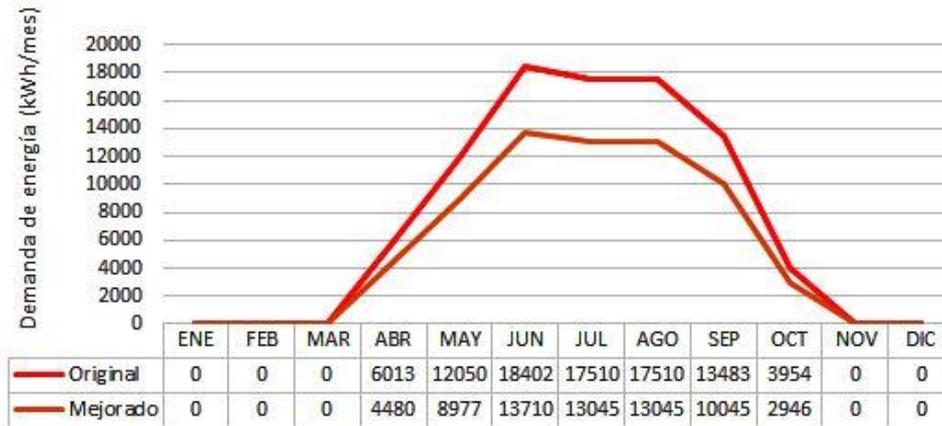


Figura 5: Comparación entre versión original y mejorada mensual

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 es 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 25,50%. Los valores son en energía secundaria y no contemplan la eficiencia energética de equipos climatización. El edificio no ha recibido visitantes en los períodos auditados no pudiendo evaluar el sistema de calefacción.

4. VERANO - VERSIÓN ORIGINAL:

La figura 6 muestra la discriminación de aportes térmicos en el edificio. Se destacan el asoleamiento con el 69.2%, los techos con el 3.4%, los muros con un 6.2%, y las ventanas con un 2.9%. En la condición de invierno se propuso mejoras en estos. Los vidriados no 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.

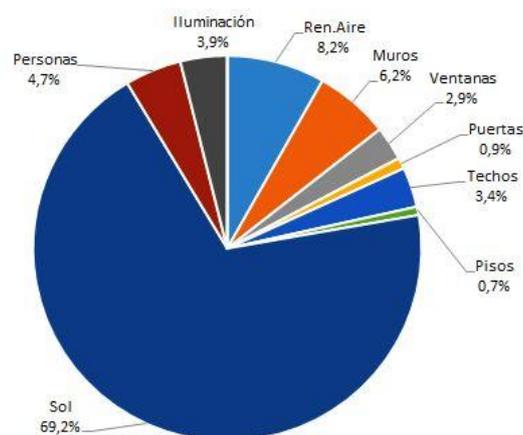


Figura 6: Aportes térmicos discriminados. Situación original verano.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene una Demanda anual energía eléctrica en refrigeración de **78290,36**

kWh/año y 61,59 kWh/m²año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C.

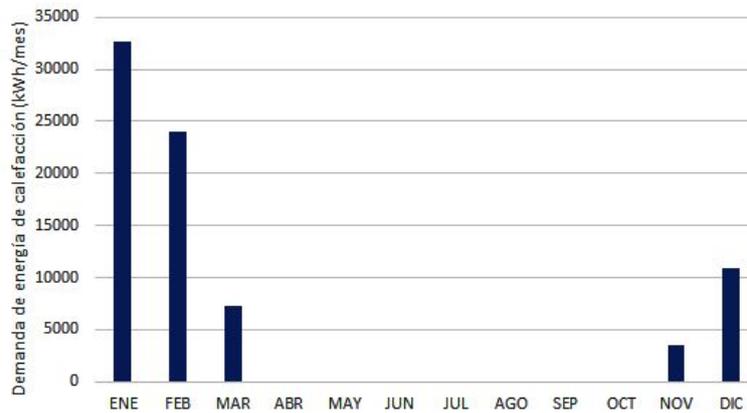


Figura 7: Variación mensual de la demanda de energía en refrigeración actual.

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 = 0.13 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 **46,76%** 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.

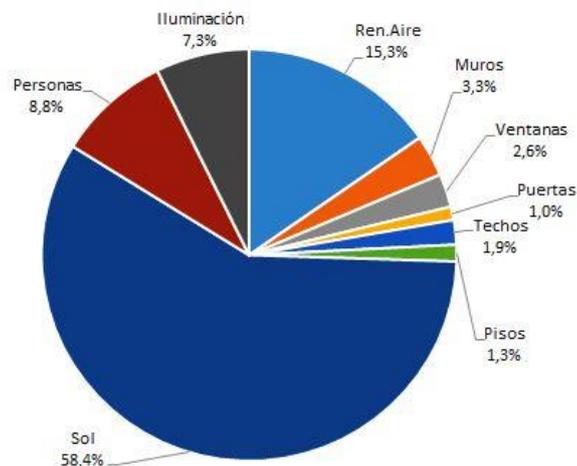


Figura 8: Aportes térmicos discriminados. Situación mejorada verano.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene una demanda anual energía eléctrica en refrigeración de **41685,06 kWh/año** y 32,79 kWh/m²año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C.

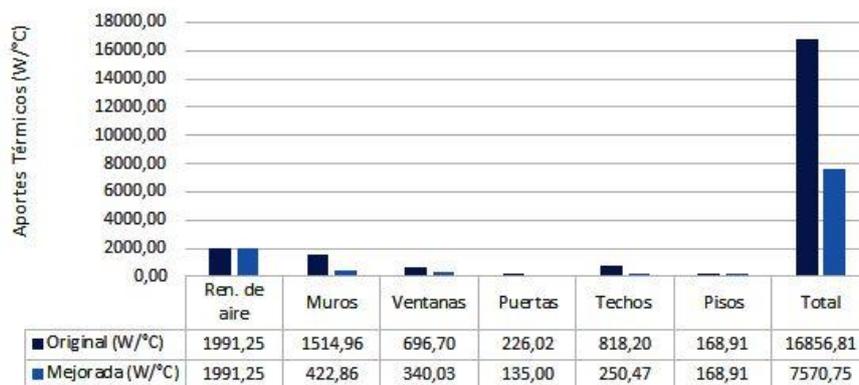


Figura 9: Comparación de edificio original y mejorado. Situación verano.

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

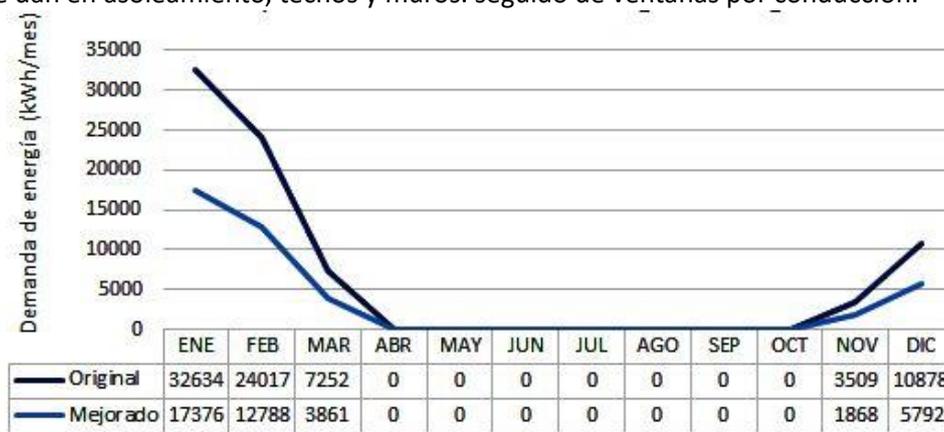


Figura 10: Comparación de la demanda de energía en refrigeración mensual del edificio original y mejorado. Situación verano.

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 35,45% 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 131,54 kWh/m²año a 84,91 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	32633,98	17375,70
FEB	0,00	0,00	24017,36	12787,85
MAR	0,00	0,00	7252,00	3861,27
ABR	6012,69	4479,66	0,00	0,00
MAY	12049,67	8977,41	0,00	0,00
JUN	18402,47	13710,46	0,00	0,00
JUL	17509,67	13045,30	0,00	0,00
AGO	17509,67	13045,30	0,00	0,00
SEP	13483,00	10045,29	0,00	0,00
OCT	3953,80	2945,71	0,00	0,00
NOV	0,00	0,00	3509,03	1868,35
DIC	0,00	0,00	10877,99	5791,90
Total	88920,96	66249,14	78290,36	41685,06
Reducción de demanda (%)		25,50		46,76

Total climatización anual original	167211,33	(kWh/año)	131,54	(kWh/m ² año)
Total climatización anual mejorado	107934,20	(kWh/año)	84,91	(kWh/m ² año)
Reducción de demanda total (%)				35,45

DECal	DECal+	DERef	DERef+
69,95	52,12	61,59	32,79
kWh/m2año	kWh/m2año	kWh/m2año	kWh/m2año
Reducc (%)	25,50		46,76

Tabla 3: Síntesis de resultados.

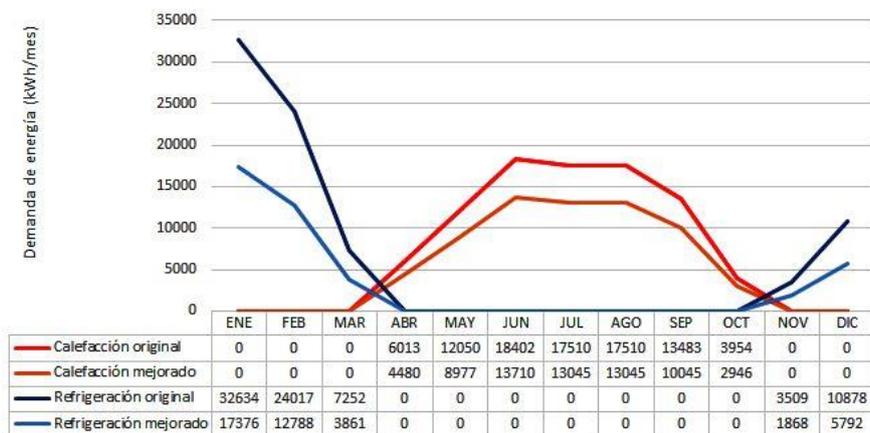


Figura 11: Comparación anual. caso: Museo y Conservatorio Municipal de Tapalqué. Prov. De Buenos Aires.

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

Dr. JORGE DANIEL GZAIKOWSKI
Director LAYHS - FAU - UNLP