

# INFORME TÉCNICO

Caso: Biblioteca  
Municipio: Tapalqué  
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](mailto: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: Biblioteca de Tapalqué. Provincia de Buenos Aires

### Descripción:

El edificio se encuentra localizado en calle Gral. Bartolomé Mitre 184 entre Av. 9 de Julio y 25 de Mayo (Lat -36.3571; Long -60.0240) en clima templado cálido de transición en Zona IIIa (IRAM 11603). Este edificio cumple la función de Biblioteca Municipal. Su construcción estimada es de mediados del siglo XX. 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 ocupa el 100% del lote, es lindero con un acceso al corazón de manzana a los fondos del palacio municipal y su frente principal se encuentra al sudeste. Comparte parcialmente medianera con una vivienda vecina. Salvo los grandes ventanales en fachada el resto son ventanucos de servicios. Tiene una superficie habitable de 371,51 m<sup>2</sup> y un volumen a climatizar de 1263,13 m<sup>3</sup> con una altura media de locales de 3,40 m. Posee servicios de energía eléctrica y gas natural por red.

En parte está materializado con paredes de ladrillos comunes de 30cm, revocado en ambas caras en el sector antiguo y de ladrillos huecos de 18cm revocados en ambas caras la ampliación del fondo (R= 0.87 0.37 m<sup>2</sup>K/W y K= 1.25 a 2.67 W/m<sup>2</sup>K), la estructura del techo es de madera y de perfilaría de chapa de acero el fondo y en ambos casos la cubierta es de chapa ondulada. En ambos casos con cielorraso suspendido (R= 1.02 m<sup>2</sup>K/W y K= 0.98 W/m<sup>2</sup>K). Las carpinterías de ventanas y puertas al frente son amplias de madera o metal por sectores, con un vidrio de 6 mm de espesor (R= 0.17 m<sup>2</sup>K/W y K= 5.86 W/m<sup>2</sup>K). La planta baja posee solados de baldosas cerámicas sobre contrapisos de H<sup>2</sup>O<sup>2</sup> (R= 0.72 m<sup>2</sup>K/W y K= 1.38 W/m<sup>2</sup>K).

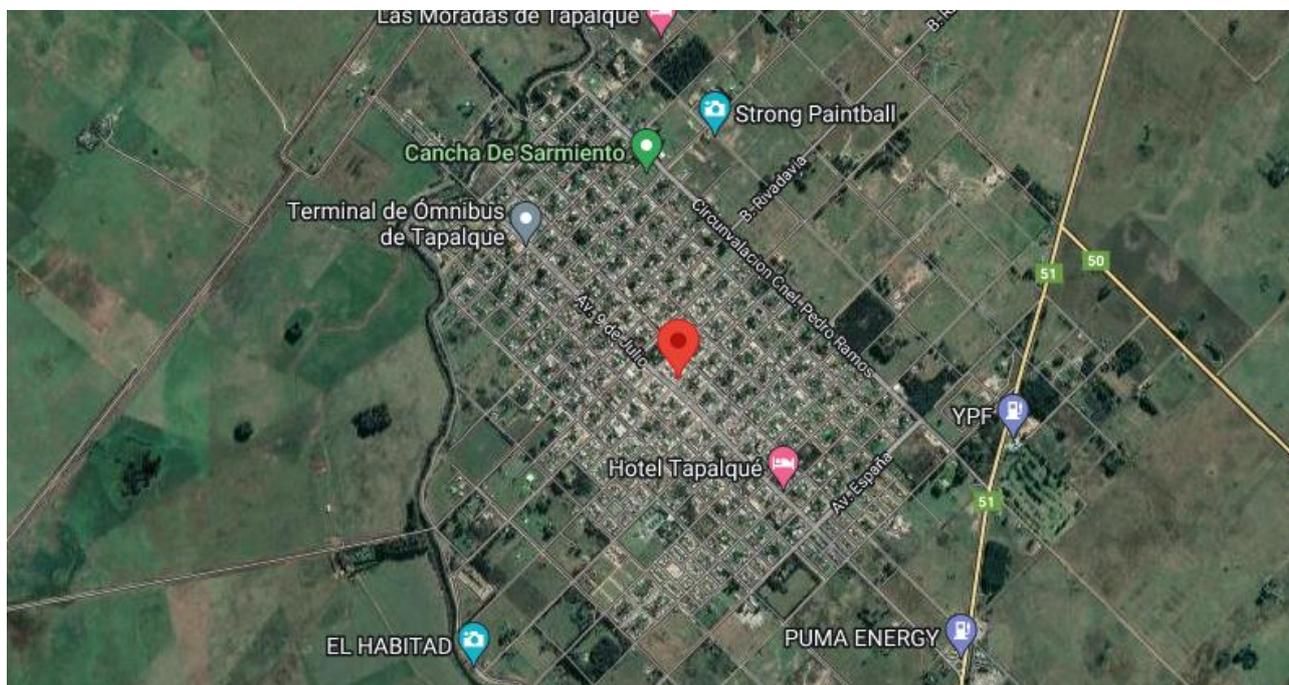


Figura 1: Implantación del edificio en la localidad de Tapalqué. Fuente: Google Maps.

### Diagnóstico:

El edificio pre-existente es de construcción sexagenaria al que se le amplía ocupando el patio del fondo con

un FOS=1.00, siendo ambos de baja eficiencia energética. El personal manifiesta y el monitoreo de verano muestran que es confortable con refrigeración (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. La modelización muestra una demanda potencial de energía en climatización de **38128,76 kWh/año** y 102,63 kWh/m<sup>2</sup>.año que podría reducirse en un 39,80 % con medidas pasivas de rehabilitación energética. Habría una fracción de ahorro en iluminación de finalizarse la actualización a 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 EIFS/SATE con 50mm de EPS de 30 kg/m<sup>3</sup> y triple capa de basecoat reforzado con doble malla de vidrio de 110 g/m<sup>2</sup> y terminación con material de frente de color claro. En ventanas colocar DVH. En techos incorporar 100mm de lana de vidrio sobre cielorrasos suspendidos o PUR proyectado de 30mm espesor y terminación con pintura refractante blanca para techos. Los vidriados del frente requerirían de protección solar móvil en la mañana.

De pensarse en energías renovables la mejor opción es una bomba geotérmica frío/calor accionado por un generador FV ya que puede compartir las perforaciones al acuífero en corazón de manzana libre del palacio municipal. El generador fotovoltaico podría alimentar además la iluminación, hacer funcionar la bomba de calor y bombas recirculadoras y arrojar sombras sobre los techos.

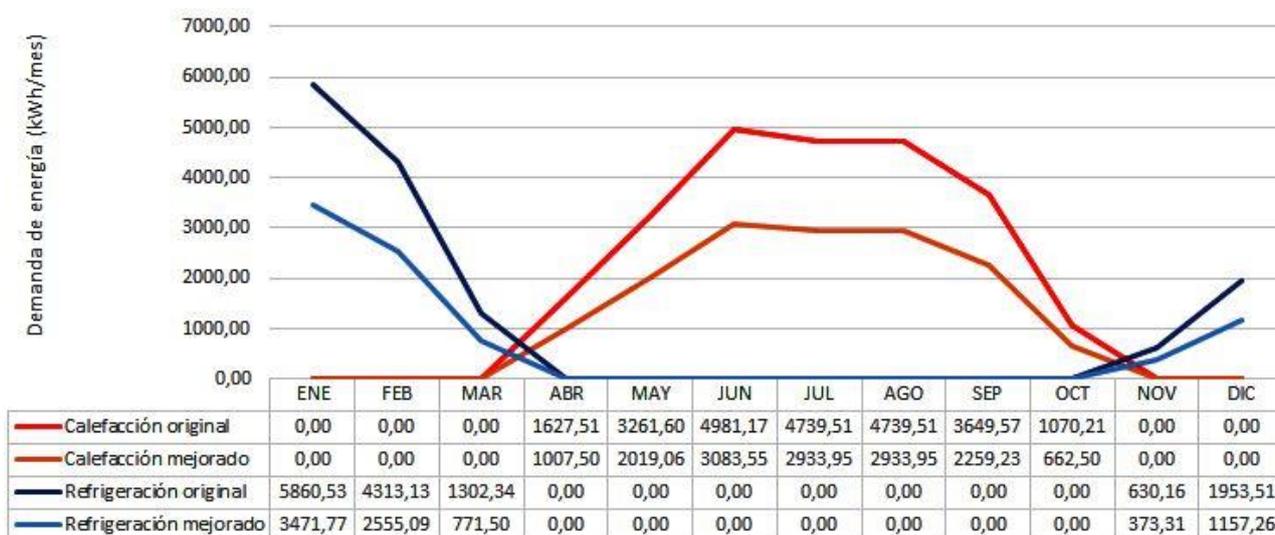


Figura 1: Comparación anual de la variación de demanda de energía simulada del caso original y mejorado.

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

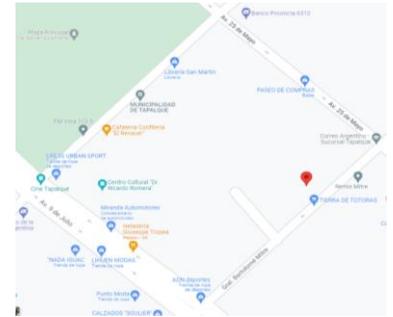
EDIFICIO Biblioteca

DIRECCIÓN Gral. Bartolomé Mitre 184

FECHA VISITA 1 02/09/2021 al 16/09/2021

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

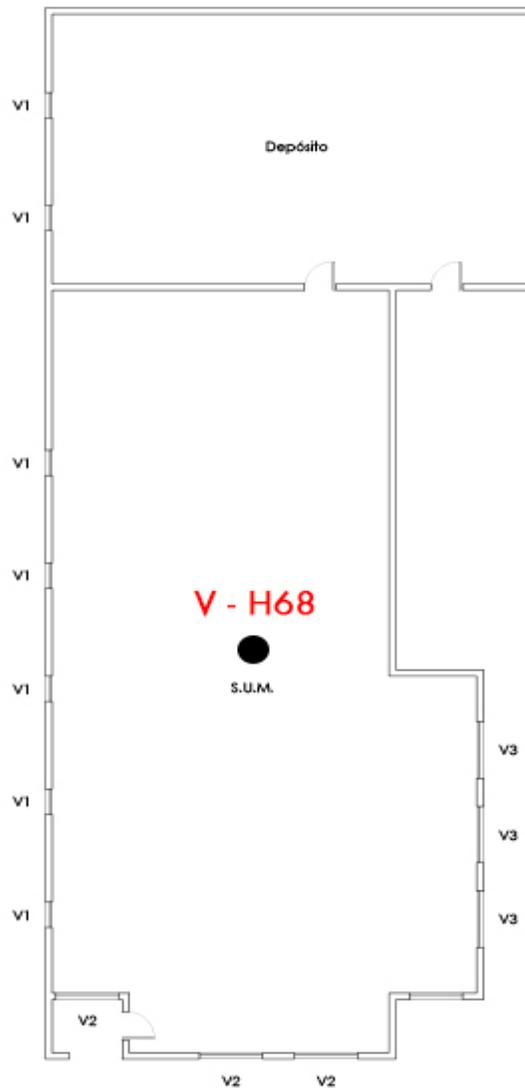
### Implantación

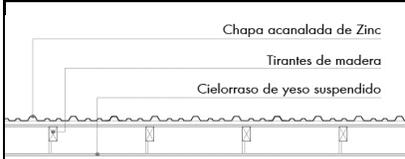
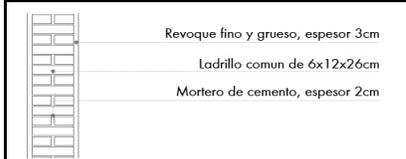


-36,35 latitud sur

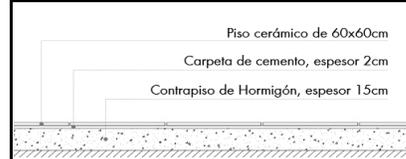
-60,02 longitud oeste

### PLANO DEL EDIFICIO CON UBICACIÓN DE HOBOS



**FICHA RESUMEN N° 1**
 MUNICIPIO Tapalqué, Provincia de Buenos Aires  
 EDIFICIO Biblioteca
**RESEÑA CONSTRUCTIVA****Cubierta**
 Chapa sobre entablonado de madera y  
 cielorraso de yesos suspendido
**Muros**

Ladrillo común doble, espesor 30cm

**Piso**

Piso de baldosas

Carpintería Marcos de aluminio y vidrio simple

Instalaciones térmicas Estufas de tiro balanceado

Instalaciones lumínicas Luces LED

**FOTOGRAFÍAS DEL EDIFICIO****ASPECTOS DIMENSIONALES**

Superficie habitable	371,51 m <sup>2</sup>
Volumen habitable	1263,13 m <sup>3</sup>
Compacidad -Co-	1,09 -
Factor de forma -f-	1,09 -
Factor de exposición -fe-	1,00 -
Altura media de locales -h-	3,40 m

**ASPECTOS ENERGÉTICOS**

Demanda energía calefacción anual /m <sup>2</sup>	64,79 kWh/m <sup>2</sup> año
Demanda energía refrigeración anual /m <sup>2</sup>	37,84 kWh/m <sup>2</sup> año
Coefficiente global de pérdidas Gcal	1,63 w/m <sup>3</sup> .K
Coefficiente de pérdidas Scal	3,15 w/m <sup>2</sup> .K

Pérdidas por envolvente calefacción	Techos	364,08 W/K
	Muros	592,69 W/K
	Aberturas	144,98 W/K
	Pisos	69,00 W/K
	Renovación de aire	884,19 W/K

Necesidad de energía por balance	38128,76 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 Biblioteca

SITUACIÓN DE CONFORT EN INVIERNO

Hobo exterior: H30

Hobo interior:

Lectura:

T [°C] Prom:  
HR [%] Prom:

Lectura:

T [°C] Prom:  
HR [%] Prom:

SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN INVIERNO

No se pudo monitorear por restricciones COVID19

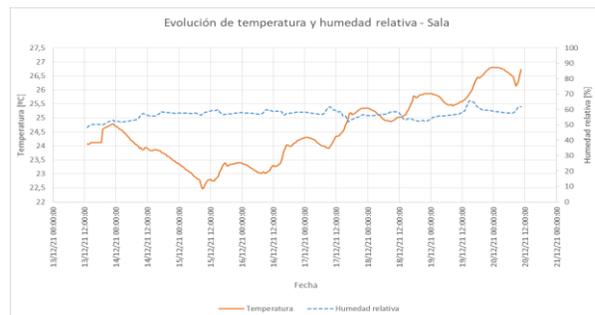
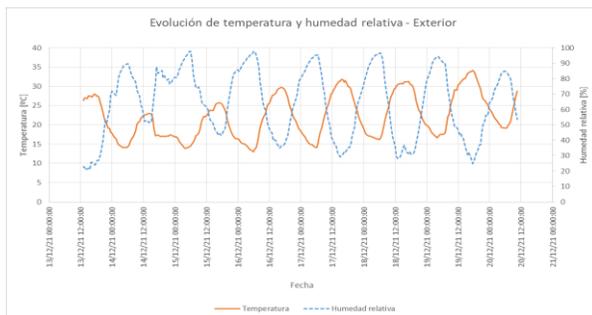
**FICHA RESUMEN N° 1**

MUNICIPIO Tapalqué, Provincia de Buenos Aires  
 EDIFICIO Biblioteca

**SITUACIÓN DE CONFORT EN VERANO**

Hobo exterior: H14

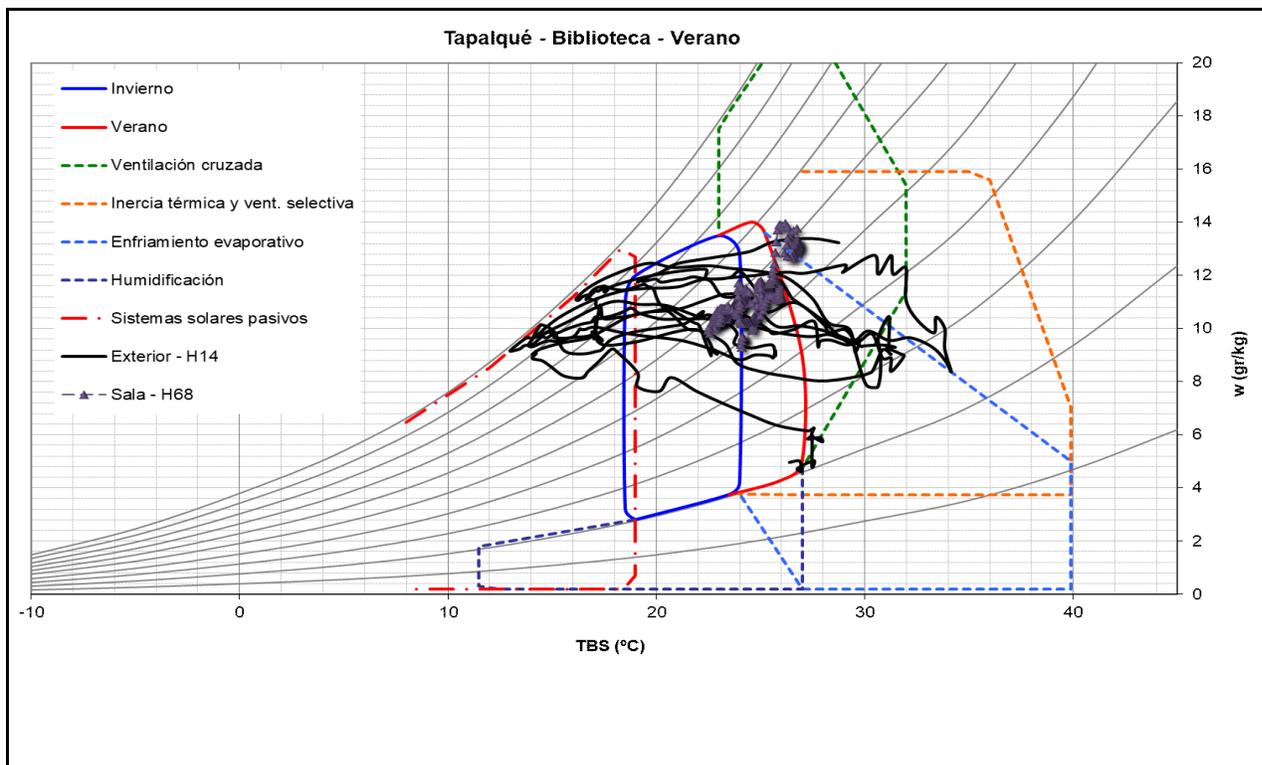
Hobo interior: H68



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 10:30  
 T [°C] Prom: 24,53  
 HR [%] Prom: 56,72

**SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN VERANO**



# REPORTE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO ORIGINAL Y MEJORADO

Caso: Biblioteca Municipal

Localidad: Tapalqué, Prov. de Buenos Aires.

El edificio se encuentra localizado en calle Gral. Bartolomé Mitre 184 entre Av. 9 de Julio y 25 de Mayo (Lat -36.3571; Long -60.0240) en clima templado cálido de transición en Zona IIIa (IRAM 11603). Este edificio cumple la función de Biblioteca Municipal. Su construcción estimada es de mediados del siglo XX. 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 ocupa el 100% del lote, es lindero con un acceso al corazón de manzana a los fondos del palacio municipal y su frente principal se encuentra al sudeste. Comparte parcialmente medianera con una vivienda vecina. Salvo los grandes ventanales en fachada el resto son ventanucos de servicios. Tiene una superficie habitable de 371,51 m<sup>2</sup> y un volumen a climatizar de 1263,13 m<sup>3</sup> con una altura media de locales de 3,40 m. Posee servicios de energía eléctrica y gas natural por red.

En parte está materializado con paredes de ladrillos comunes de 30cm, revocado en ambas caras en el sector antiguo y de ladrillos huecos de 18cm revocados en ambas caras la ampliación del fondo (R= 0.87 0.37 m<sup>2</sup>K/W y K= 1.25 a 2.67 W/m<sup>2</sup>K), la estructura del techo es de madera y de perfilería de chapa de acero el fondo y en ambos casos la cubierta es de chapa ondulada. En ambos casos con cielorraso suspendido (R= 1.02 m<sup>2</sup>K/W y K= 0.98 W/m<sup>2</sup>K). Las carpinterías de ventanas y puertas al frente son amplias de madera o metal por sectores, con un vidrio de 6 mm de espesor (R= 0.17 m<sup>2</sup>K/W y K= 5.86 W/m<sup>2</sup>K). La planta baja posee solados de baldosas cerámicas sobre contrapisos de H<sup>º</sup>P<sup>º</sup> (R= 0.72 m<sup>2</sup>K/W y K= 1.38 W/m<sup>2</sup>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 m<sup>3</sup>/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 en confort en verano con refrigeración. No se pudo monitorizar en invierno por restricciones Covid19 (ver ficha resumen). La envolvente es de mala calidad térmica notándose enmohecimiento en algunos sectores.

**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 296 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/m<sup>2</sup>). 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	Biblioteca
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 <sup>2</sup> )								
						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.

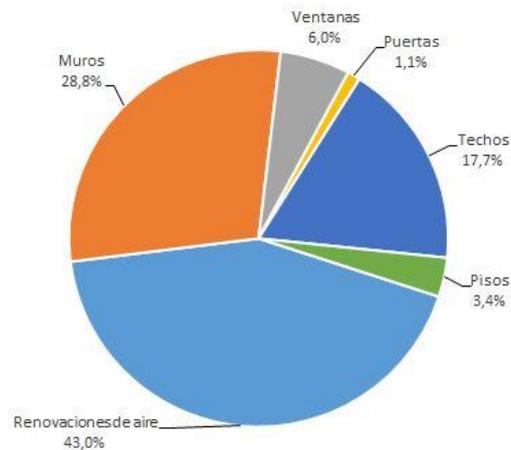


Figura 1: Pérdidas térmicas discriminadas situación original

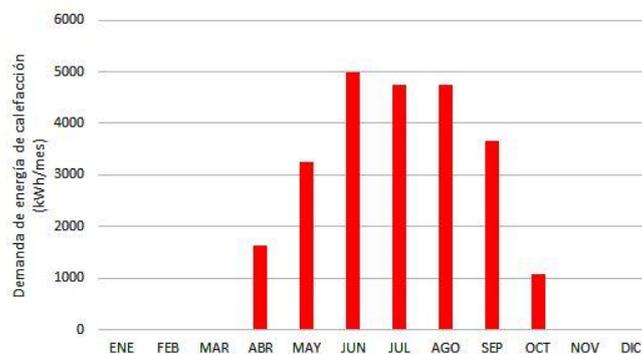


Figura 2: Demanda de energía en calefacción en kWh/mes calculado para T<sub>Bcal</sub>= 20°C, situación original

Aspectos dimensionales	
Superficie habitable	371,51 m <sup>2</sup>
Volumen habitable	1263,13 m <sup>3</sup>
Indice Compacidad Co	1,09 adim
Factor de forma f	0,29 adim
Factor de exposición Fe	0,95 adim
Altura media de locales	3,40 m
Superficie envolvente	340,00 m <sup>2</sup>
Superficie expuesta	322,00 m <sup>2</sup>

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  $1,63 \text{ W/m}^3\text{K}$  y un Coeficiente de pérdidas unitarias  $5.53 \text{ W/m}^2$  que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **24069,09 kWh/año** y  $64,79 \text{ kWh/m}^2\text{año}$ , para una temperatura base de calefacción de  $20^\circ\text{C}$ .

A fin de definir estrategias de rehabilitación se analizan las pérdidas y se encuentra que es factible intervenir los techos (17.7%), muros (28.8%) y vidriados (7.1%, 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 mediante EIF/SATE con 40/50mm de EPS densidad  $30\text{kg/m}^3$  y cobertura con triple capa de basecoat y doble malla de vidrio de  $110 \text{ g/m}^2$  y terminación con material de frente de color claro. ( $K_{m2} = 0.49 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
- 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. ( $K_m = 0.25 \text{ W/m}^2\text{K}$  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. ( $K_p = 1.38 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
- Salvo la inversión en una instalación con bomba de calor y geotermia no se sugiere cambio en el sistema de calefacción.

La implementación de las mejoras en muros, techos y vidriados permitirá reducir la demanda de energía en calefacción en un 38.10 %. El edificio tendrá un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gcal (IRAM 11604) de  $1,01 \text{ W/m}^3\text{K}$  y un Coeficiente de pérdidas unitarias  $3,42 \text{ W/m}^2\text{K}$  que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **14899,73 kWh/año** y  $38.10 \text{ kWh/m}^2\text{año}$ , para una temperatura base de calefacción de  $20^\circ\text{C}$ .

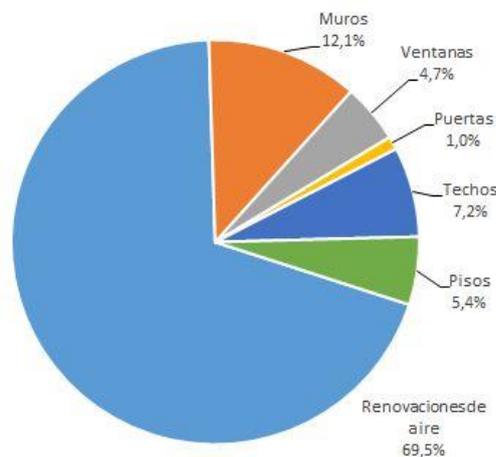


Figura 3: Pérdidas térmicas discriminadas situación mejorada



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 esta siendo migrada a LED y no habría fracción de ahorro. Las principales medidas de diseño eficiente que restan son las propuestas a fin de lograr reducir la demanda en un 38.100%. Los valores son en energía secundaria y no contemplan la eficiencia energética de equipos climatización.

### 4. VERANO - VERSIÓN ORIGINAL:

La figura 6 muestra la discriminación de aportes térmicos en el edificio. Se destacan el asoleamiento con el 43.90%, los techos con el 8.3%, los muros con un 13.5%, y las ventanas con un 2.8%. En la condición de invierno se propuso mejoras en estos. Los vidriados de fachada no cuentan con *protección solar*, aunque las cortinas metálicas para seguridad podrían cumplir esa función. 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 m<sup>2</sup>/persona.

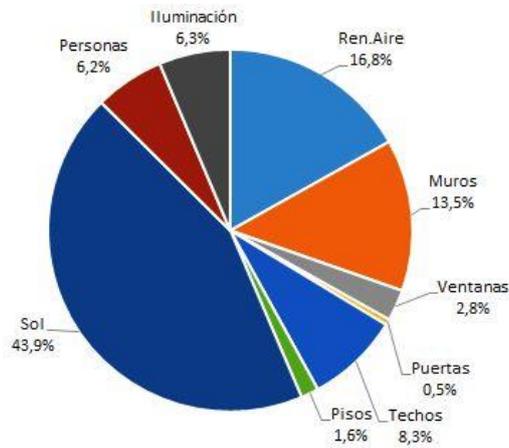


Figura 6: Aportes térmicos discriminados. Situación original verano.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene una Demanda anual energía eléctrica en refrigeración de **14059,67 kWh/año** y 37,84 kWh/m<sup>2</sup>año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C.

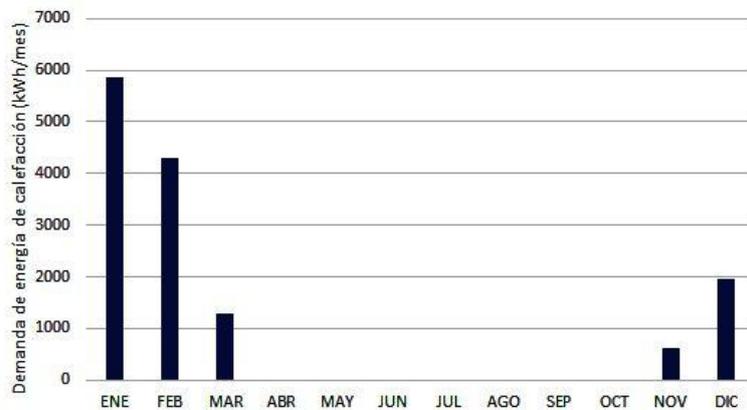


Figura 7: Variación mensual de la demanda de energía en refrigeración actual.

## 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 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 **40,76%** 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.

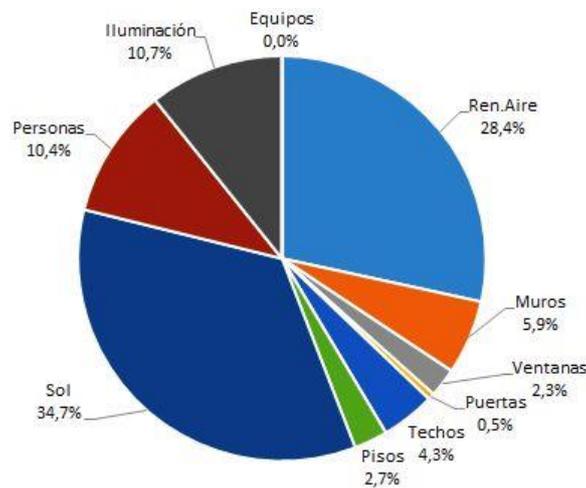


Figura 8: Aportes térmicos discriminados. Situación mejorada verano.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene una demanda anual energía eléctrica en refrigeración de **8328,92 kWh/año** y 22.42 kWh/m<sup>2</sup>año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C.

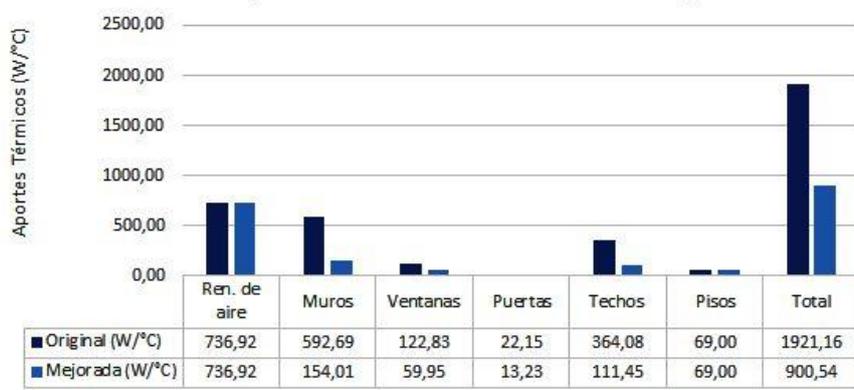


Figura 9: Comparación de edificio original y mejorado. Situación verano.

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.

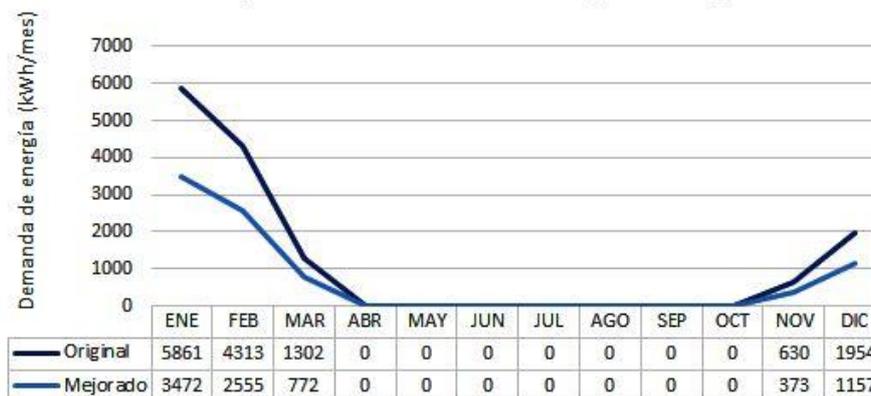


Figura 10: Comparación de la demanda de energía en refrigeración mensual del edificio original y mejorado. Situación verano.

## 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 39,08% 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 102,63 kWh/m<sup>2</sup>año a 62.52 kWh/m<sup>2</sup>año. 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	5860,53	3471,77
FEB	0,00	0,00	4313,13	2555,09
MAR	0,00	0,00	1302,34	771,50
ABR	1627,51	1007,50	0,00	0,00
MAY	3261,60	2019,06	0,00	0,00
JUN	4981,17	3083,55	0,00	0,00
JUL	4739,51	2933,95	0,00	0,00
AGO	4739,51	2933,95	0,00	0,00
SEP	3649,57	2259,23	0,00	0,00
OCT	1070,21	662,50	0,00	0,00
NOV	0,00	0,00	630,16	373,31
DIC	0,00	0,00	1953,51	1157,26
Total	24069,09	14899,73	14059,67	8328,92
Reducción de demanda (%)		38,10		40,76

Total climatización anual original	38128,76	(kWh/año)	102,63	(kWh/m <sup>2</sup> año)
Total climatización anual mejorado	23228,65	(kWh/año)	62,52	(kWh/m <sup>2</sup> año)
Reducción de demanda total (%)				39,08

DECal	DECal+	DERef	DERef+
64,79	40,11	37,84	22,42
kWh/m2año	kWh/m2año	kWh/m2año	kWh/m2año
Reducc (%)	38,10		40,76

Tabla 3: Síntesis de resultados.



Figura 11: Comparación anual. caso: Biblioteca 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 OZAJKOWSKI  
Director LAYHS - FAU - UNLP