

INFORME TÉCNICO

Caso: Centro Multifunción

Municipio: Pérez

Provincia: Santa Fe



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: Centro Multifunción. Pérez, Santa Fe.

Descripción:

El edificio se encuentra localizado en Av. Manuel Belgrano 1462 entre calles Rivadavia y 9 de Julio de la Ciudad de Pérez en la provincia de Santa Fe (Latitud: -32.9965; Longitud: -60.7699). Posee clima cálido húmedo en Zona IIb (IRAM 11603). Este Centro multifunción cumple una gran función social en el área central de la ciudad. Su implantación es próxima a las vías del FFCC y la plaza central. Es un centro social y deportivo construido a fines del siglo XX. Construido con bloques de concreto, carpinterías estándar y cubierta de chapa su eficiencia energética es baja. El sector auditado al frente tiene una superficie habitable de 380,57 m² y un volumen a climatizar de 1131,63 m³ con una altura media de locales de 3.00m. Es un edificio de baja compacidad y alta exposición. Posee una baja superficie vidriada en relación con la envolvente total. Está materializado con muros de bloques de concreto sin revocar ($R= 0.53 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K= 1.88 \text{ W/m}^2\text{K}$). Los techos se dividen en dos sectores: a. losa de H^oA^o llena en terrazas al patio interior ($R= 0.26 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K= 3.82 \text{ W/m}^2\text{K}$), b. techo de chapa ondulada ($R= 0.39 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K= 2.58 \text{ W/m}^2\text{K}$). Un gran techo a dos aguas cubre un atrio abierto semicubierto. Corresponde al área de circulación y espera del público. Las carpinterías de ventanas y puertas son de marcos metálicos de aluminio sin protección solar con hojas de vidrio de 4 mm espesor ($R= 0.17 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K= 5.86 \text{ W/m}^2\text{K}$). Los solados son de baldosas calcáreas sobre contrapiso de hormigón pobre ($R= 0.75 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K= 1.34 \text{ W/m}^2\text{K}$). Posee aceptable iluminación natural y el sistema de alumbrado interior es tipo fluorescente y estaba siendo migrado a LED en la visita. Solo algunas oficinas tienen climatizadores.

Diagnóstico:

El edificio es de construcción convencional en la región, de baja eficiencia energética en su envolvente. El personal manifiesta que es algo caliente en los meses de verano y algo frío en los meses de invierno. El diagnóstico energético muestra que en la condición actual el edificio requiere 29805,58 kWh/año en calefacción y 80730,11 kWh/año en refrigeración y con todas las medidas de rehabilitación podría reducirse a 16825,20 kWh/año y 52872,86 kWh/año respectivamente. Implica una reducción en la demanda de 43,55 % en calefacción y 36,98 % en refrigeración. Así tendríamos como indicador de comparación en calefacción 36,37 kWh/m².año y 109,97 kWh/m².año en refrigeración con un total de 146,34 kWh/m².año. Simple de reducir con medidas pasivas de eficiencia energética. Solo queda apelar a medidas activas combinando energías renovables con sistema de climatización muy eficiente como aerotermia.

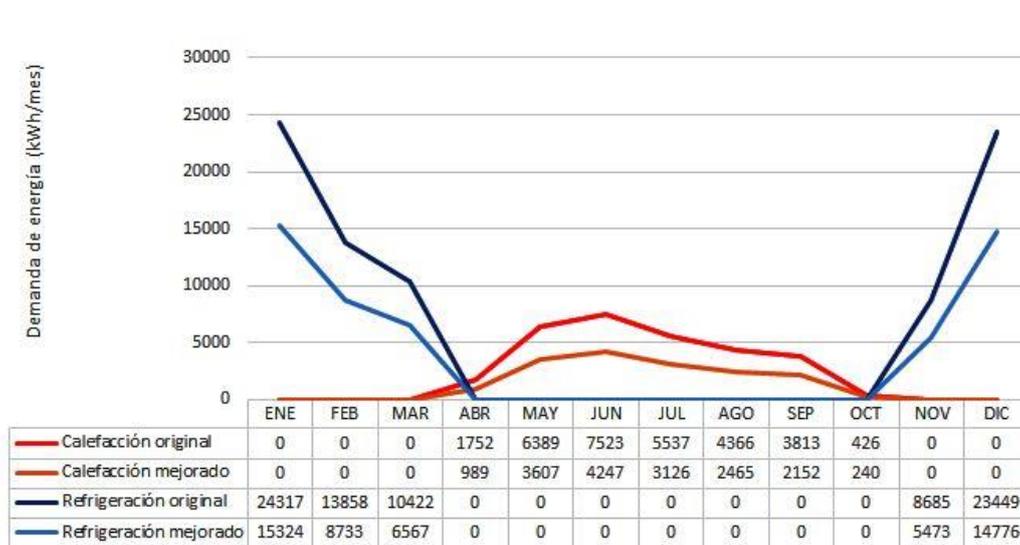


Figura 1: Comparación de demandas de energía en climatización mensual original y con mejoras.

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

Recomendaciones rehabilitación:

La medida más importante es trabajar sobre los techos y muros:

- 1) agregar 10 cm de lana de vidrio con foil de aluminio inferior sea levantando las chapas o bajo el cielorraso;
- 2) instalar un "techo invertido" con placas de EPS extruidas para losas, cubiertas con arcilla expandida;
- 3) En muros aislar con EIFS/SATE de 4 o 5 cm de EPS de 30Kg/m³ en la cara opaca exterior.
- 4) La medida quizá más costosa sea cambiar las carpinterías de ventanas por otras de PVC con DVH junto a persianas metálicas exteriores automatizadas.

Dado que a pesar de estas medidas el edificio seguirá demandando energía se sugiere actualizar los equipos de climatización con un sistema por aerotermia alimentado por un generador fotovoltaico instalado en los techos que además brindará protección solar adicional.



Dr. JORGE DANIEL OZAIKOWSKI
Director LAYHS - FAU - UNLP

FICHA RESUMEN N° 1

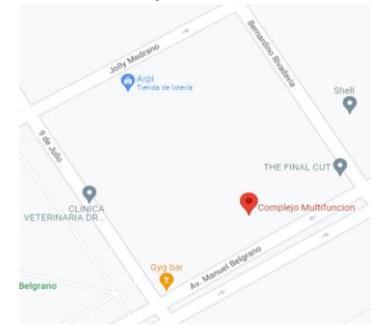
MUNICIPIO Pérez, Provincia de Santa Fé

EDIFICIO Complejo Multifunción

DIRECCIÓN Belgrano 1462

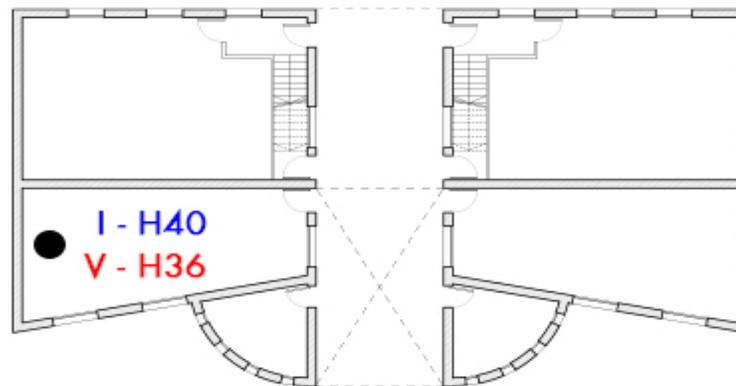
FECHA VISITA 1 28/9/2021

FECHA VISITA 2 12/10/2021

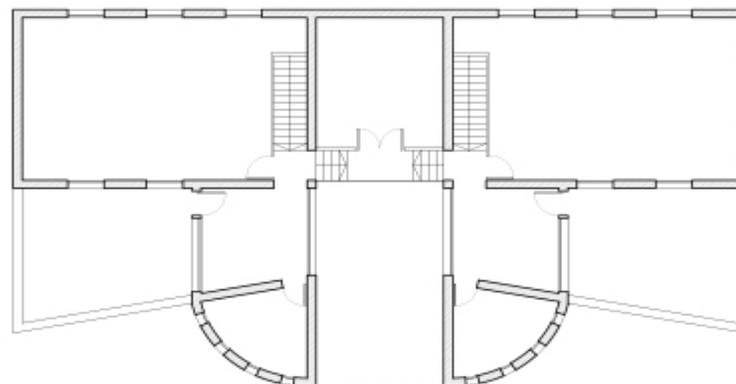
Implantación

-32,99 latitud sur

-60,77 longitud oeste

PLANO DEL EDIFICIO CON UBICACIÓN DE HOBOS

Planta Baja

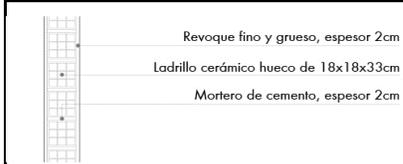
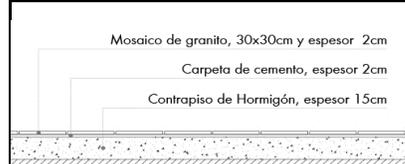


Planta Alta

FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO Pérez, Provincia de Santa Fé

EDIFICIO Complejo Multifunción

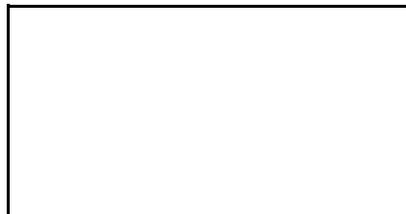
RESEÑA CONSTRUCTIVA**Cubierta**Chapa aluminizada con estructura
metálica**Muros**Ladrillo con revestimiento, espesor
total 25cm**Piso**

Baldosas graníticas grises

Carpintería Marcos de aluminio corredizo, con vidrio simple

Instalaciones térmicas Sin instalación de gas

Instalaciones lumínicas Luces fluorescentes y led

FOTOGRAFÍAS DEL EDIFICIO**ASPECTOS DIMENSIONALES**

Superficie habitable	380,57 m ²
Volumen habitable	1131,6 m ³
Compacidad -Co-	1,28 -
Factor de forma -f-	0,34 -
Factor de exposición -fe-	1,00 -
Altura media de locales -h-	3,00 m

ASPECTOS ENERGÉTICOS

Demanda anual en calefacción/m2	64,43 kWh/m ² año
Demanda anual en refrigeración/m2	174,51 kWh/m ² año
Coefficiente global de pérdidas Gcal	2,33 W/m3K
Coefficiente de pérdidas /m2	8,86 W/m2K

Pérdidas por envolvente	Techos	462,61 W/K
	Muros	888,3 W/K
	Aberturas	279,71 W/K
	Pisos	165,57 W/K
	Renov. Aire	792,14 W/K

Necesidad de energía por balance	178233,8 kWh/año
Aporte de energía según mediciones	0 kWh/año
Diferencia porcentual entre las dos últimas	0 %

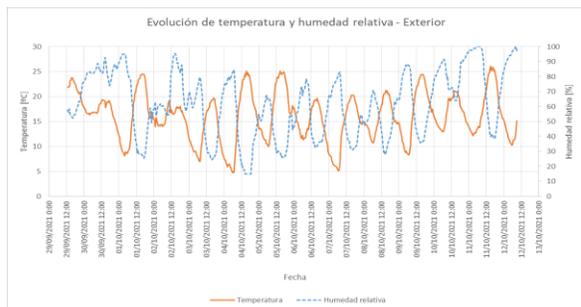
FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO Pérez, Provincia de Santa Fé
 EDIFICIO Complejo Multifunción

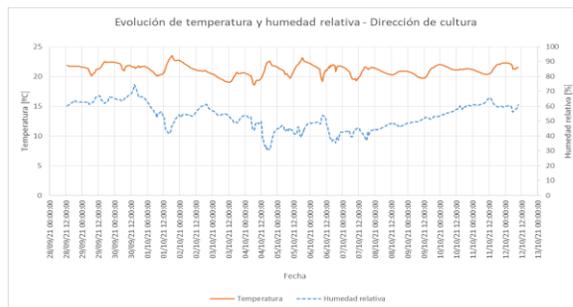
SITUACIÓN DE CONFORT EN INVIERNO

Hobo exterior: H14 - Hobo en Perez, palacio municipal

Hobo interior: H40

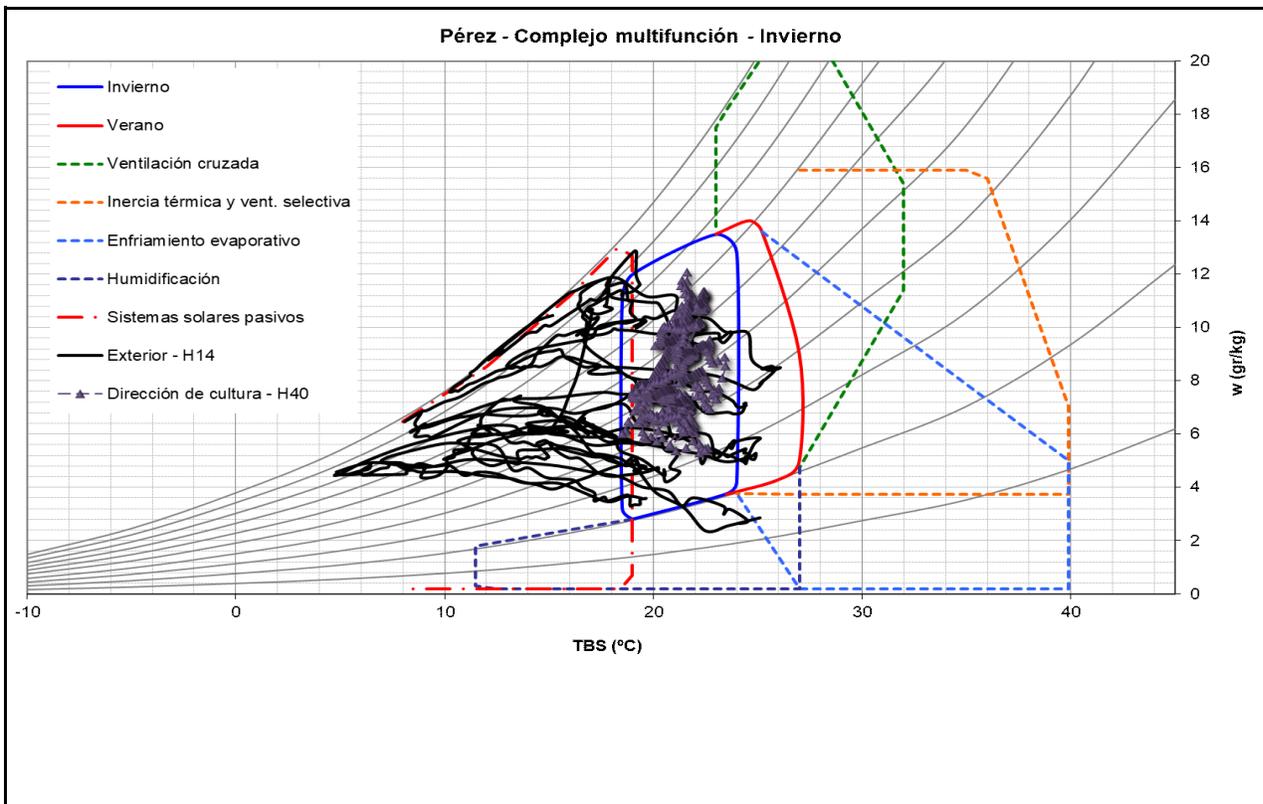


Lectura: 29/9/2021 13:00
 12/10/2021 09:00
 T [°C] Prom: 16,08
 HR [%] Prom: 61,85



Lectura: 28/9/2021 13:00
 12/10/2021 09:30
 T [°C] Prom: 21,11
 HR [%] Prom: 53,11

SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN INVIERNO



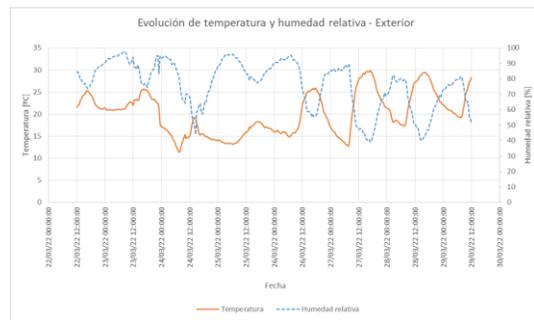
FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO Pérez, Provincia de Santa Fé
EDIFICIO Complejo Multifunción

SITUACIÓN DE CONFORT EN VERANO

Hobo exterior: H03 - Palacio Municipal de Soldini

Hobo interior: H36

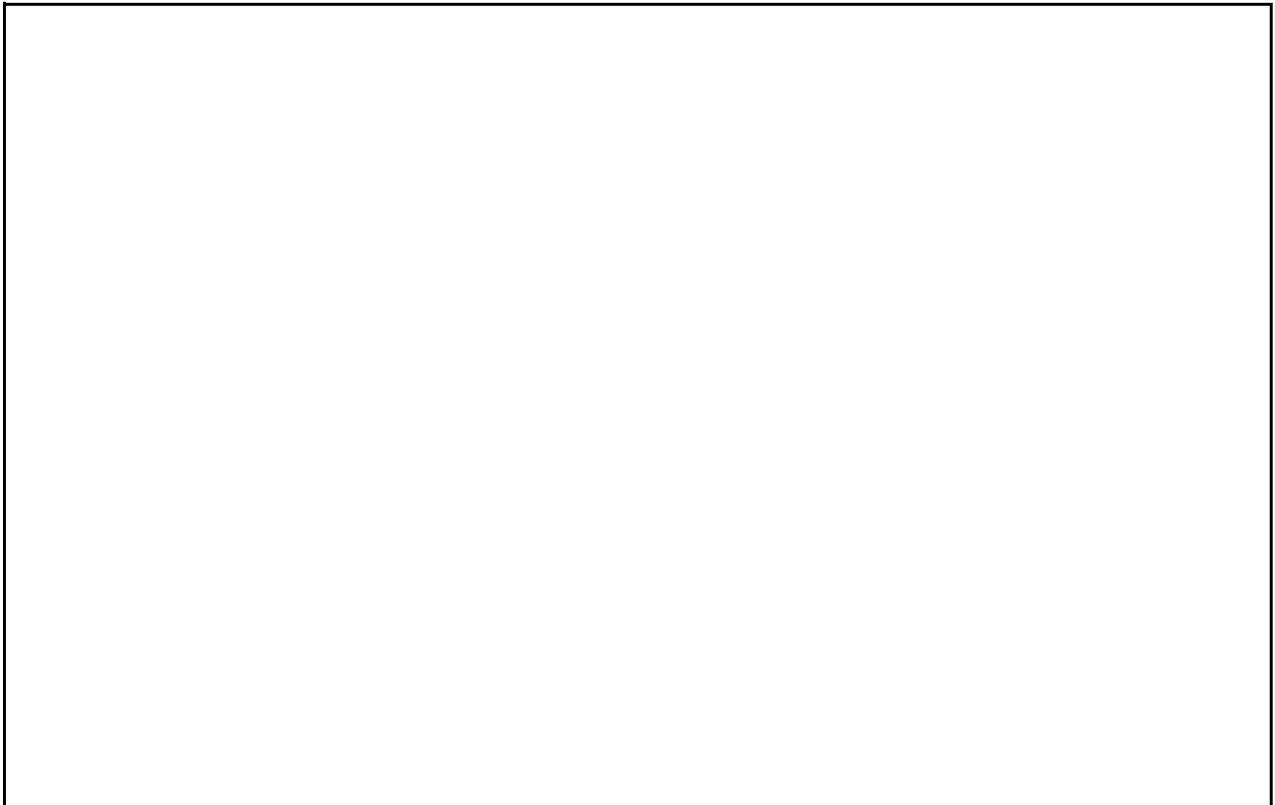


Instrumental dañado durante la medición

Lectura: 22/3/2022 12:00
29/3/2022 12:00
T [°C] Prom: 20,08
HR [%] Prom: 76,58

Lectura:
T [°C] Prom:
HR [%] Prom:

SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN VERANO



REPORTE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO ORIGINAL Y MEJORADO

Caso: Centro Multifunción.

Localidad: Pérez, Santa Fe.

El edificio se encuentra localizado en Av. Manuel Belgrano 1462 entre calles Rivadavia y 9 de Julio de la Ciudad de Pérez en la provincia de Santa Fe (Latitud: -32.9965; Longitud: -60.7699). Posee clima cálido húmedo en Zona IIb (IRAM 11603). Este Centro multifunción cumple una gran función social en el área central de la ciudad. Su implantación es próxima a las vías del FFCC y la plaza central. Es un centro social y deportivo construido a fines del siglo XX. Construido con bloques de concreto, carpinterías estándar y cubierta de chapa su eficiencia energética es baja. El sector auditado al frente tiene una superficie habitable de 380,57 m² y un volumen a climatizar de 1131,63 m³ con una altura media de locales de 3.00m. Es un edificio de baja compacidad y alta exposición. Posee una baja superficie vidriada en relación a la envolvente total. Está materializado con muros de bloques de concreto sin revocar ($R = 0.53 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K = 1.88 \text{ W/m}^2\text{K}$). Los techos se dividen en dos sectores: a. losa de H°A° llena en terrazas al patio interior ($R = 0.26 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K = 3.82 \text{ W/m}^2\text{K}$), b. techo de chapa ondulada ($R = 0.39 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K = 2.58 \text{ W/m}^2\text{K}$). Un gran techo a dos aguas cubre un atrio abierto semicubierto. Corresponde al área de circulación y espera del público. Las carpinterías de ventanas y puertas son de marcos metálicos de aluminio sin protección solar con hojas de vidrio de 4 mm espesor ($R = 0.17 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K = 5.86 \text{ W/m}^2\text{K}$). Los solados son de baldosas calcáreas sobre contrapiso de hormigón pobre ($R = 0.75 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K = 1.34 \text{ W/m}^2\text{K}$). Posee aceptable iluminación natural y el sistema de alumbrado interior es tipo fluorescente y estaba siendo migrado a LED en la visita. Solo algunas oficinas tienen climatizadores.

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.

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 de la localidad que resulta ser la Ciudad de Rosario (Santa Fe). 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	Pérez, Provincia de Santa Fe
Edificio	Complejo Multifunción
Localidad más cercana en la base de datos:	Rosario - Prov. Santa Fe

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	28,4	0	8,4	68	106	170	203	162	95	147	181	154	335
Febrero	28	25,3	0	5,3	70	123	150	151	108	66	113	155	152	271
Marzo	31	23,6	0	3,6	76	146	135	112	72	51	82	131	152	208
Abril	30	18,3	1,7	0	80	176	141	97	52	40	58	116	161	169
Mayo	31	14	6	0	82	156	118	67	33	29	34	75	128	112
Junio	30	12,7	7,3	0	83	120	86	46	23	22	24	56	100	81
Julio	31	14,8	5,2	0	82	179	133	73	32	28	33	83	145	118
Agosto	31	15,9	4,1	0	78	209	162	101	48	37	51	116	179	169
Septiembre	30	16,3	3,7	0	74	162	137	107	63	45	73	133	165	195
Octubre	31	19,6	0,4	0	74	140	157	149	100	58	105	158	164	265
Noviembre	30	23,1	0	3,1	72	115	162	179	137	81	135	175	158	322
Diciembre	31	28,1	0	8,1	68	99	159	193	159	102	160	193	156	347
Anual	365	20,0	28,4	28,5	76	1731	1710	1478	989	654	1015	1572	1814	2592

Tabla 1: Datos mensuales de temp medias y radiación solar por orientación de la Ciudad de Rosario (Santa Fe). Lat: -32.982, Long: -60.730

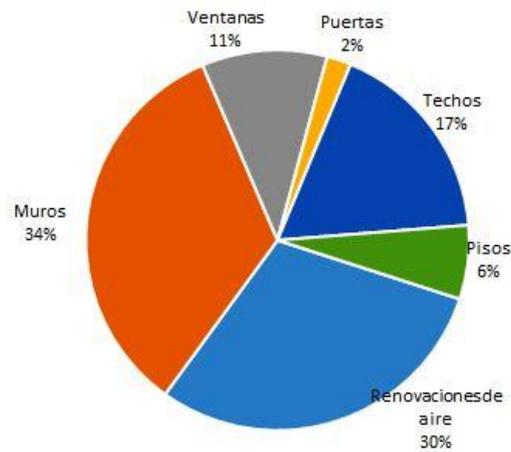


Figura 1: Pérdidas térmicas discriminadas situación original

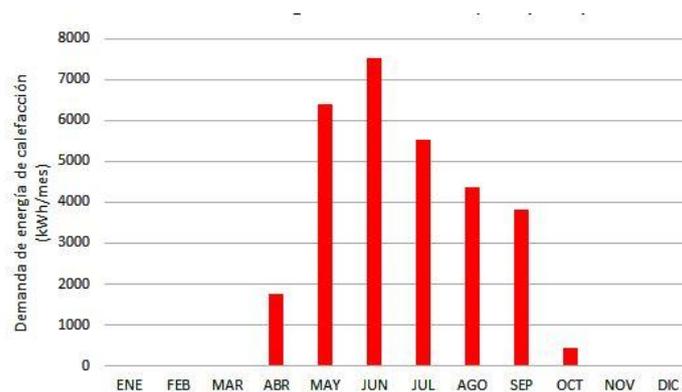


Figura 2: Demanda de energía en calefacción en kWh/mes calculado para $T_{bcal} = 20^{\circ}\text{C}$, situación original

Aspectos dimensionales	
Superficie habitable	380,57 m ²
Volumen habitable	1131,63 m ³
Indice Compacidad Co	1,28 adim
Factor de forma f	0,34 adim
Factor de exposición Fe	1,00 adim
Altura media de locales	3,00 m
Superficie envolvente	298,20 m ²
Superficie expuesta	298,20 m ²

Tabla 2: Resumen de aspectos dimensionales del edificio

Del diagnóstico surge que el edificio tiene un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas G_{cal} (IRAM 11604) de $2,33 \text{ W/m}^3\text{K}$ y un Coeficiente de pérdidas unitarias $8,86 \text{ W/m}^2\text{K}$ que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **29805,58 kWh/año** y $64,43 \text{ kWh/m}^2\text{año}$, 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 (17%), muros (34%) y vidriados (13%, ventanas y puertas), según Figura 1, a fin de lograr mejoras en la demanda de energía.

2. INVIERNO - PROPUESTA MEJORADA:

- a. Aislamiento en muros tipo EIFS/SATE (External Insulation Finish System) con 5 cm de EPS de 30kg/m^3 y

base coat reforzado con malla Fibra Vidrio 10x10mm de 110g/m² en los muros con terminación exterior revocada. ($K_{m1} = 0.51 \text{ W/m}^2\text{K}$)

- b. En techos de chapa, dos opciones: a. aplicar un rociado de 50mm de PUR en el exterior y terminarlo con pintura blanca refractante de base acrílica o b. incorporar un nuevo cielorraso con 100 mm de lana de vidrio tipo Rolac plata. ($K_{t1} = 0.26 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- c. En techos de losa de H°A° implementar un “techo invertido” con placas tipo “Mastriplacti” y terminación con arcilla expandida de 50/70 mm espesor. ($K_{t2} = 0.56 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- d. La intervención más costosa es en vidriados, sea en aislamiento, como en protección solar. 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. ($K_{v1} = 2.86 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- e. Por la complejidad no se prevé mejoras en pisos. ($K_p = 1.34 \text{ W/m}^2\text{K}$)

La implementación de las mejoras en muros, techos y vidriados permitirá reducir la demanda de energía en calefacción en un 43,55 %. El edificio tendrá un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gcal (IRAM 11604) de 1.32 W/m³K y un Coeficiente de pérdidas unitarias 5.00 W/m² que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **16825,20 kWh/año** y 36,37 kWh/m²año, para una temperatura base de calefacción de 20°C.

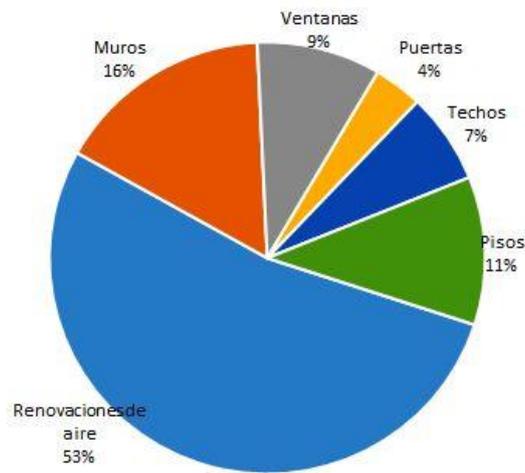


Figura 3: Pérdidas térmicas discriminadas situación mejorada



Figura 4: Comparación entre versión original y mejorada

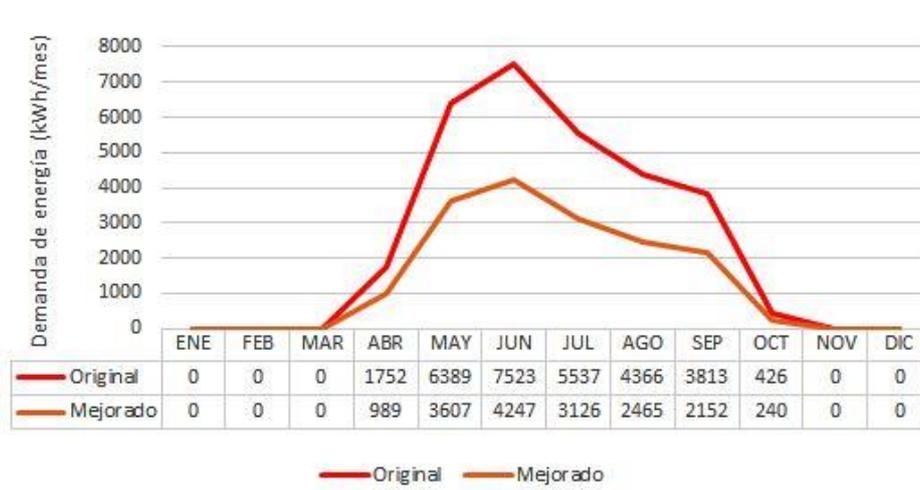


Figura 5: Comparación entre versión original y mejorada mensual

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 viene siendo cambiada de fluorescente a LED. Las principales medidas de diseño eficiente que restan son las propuestas a fin de lograr reducir la demanda en un 43,55%. Los valores son en energía secundaria y no contemplan la eficiencia energética de equipos climatización.

4. VERANO - VERSIÓN ORIGINAL:

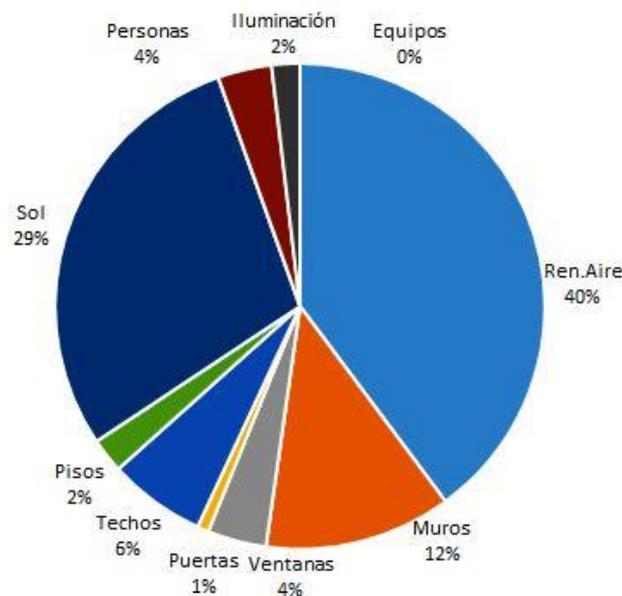


Figura 6: Aportes térmicos discriminados. Situación original verano.

La figura 6 muestra la discriminación de aportes térmicos en el edificio. Se destacan el asoleamiento con el 29%, los techos con el 6%, los muros con un 12%, y las ventanas con un 4%. En la condición de invierno se propuso mejoras en estos, pero es importante la *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.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene una Demanda anual energía eléctrica en refrigeración de **80730,11 kWh/año** y 174,51 kWh/m²año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C.

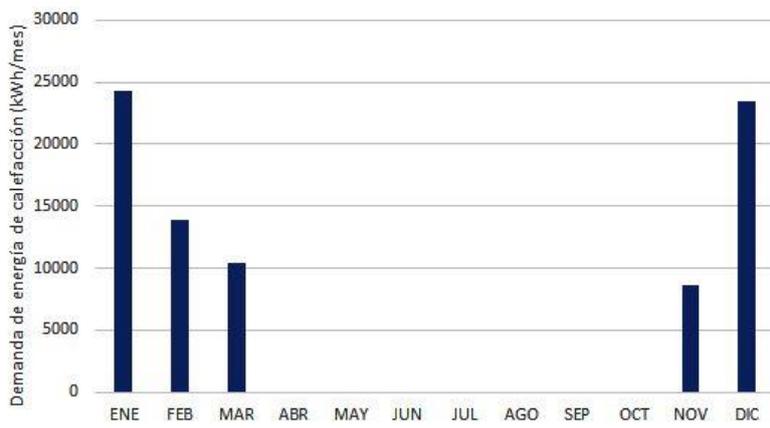


Figura 7: Variación mensual de la demanda de energía en refrigeración actual.

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 = 0.12 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 **36,98%** 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.

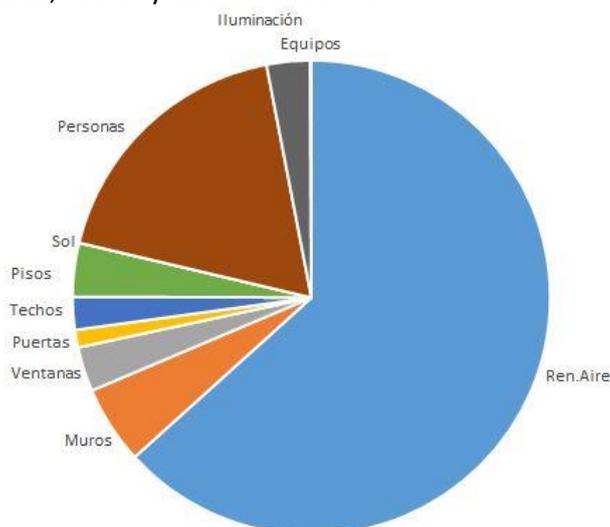


Figura 8: Aportes térmicos discriminados. Situación mejorada verano.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene una demanda anual energía eléctrica en refrigeración de **50872,86 kWh/año** y 109,97 kWh/m²año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C.

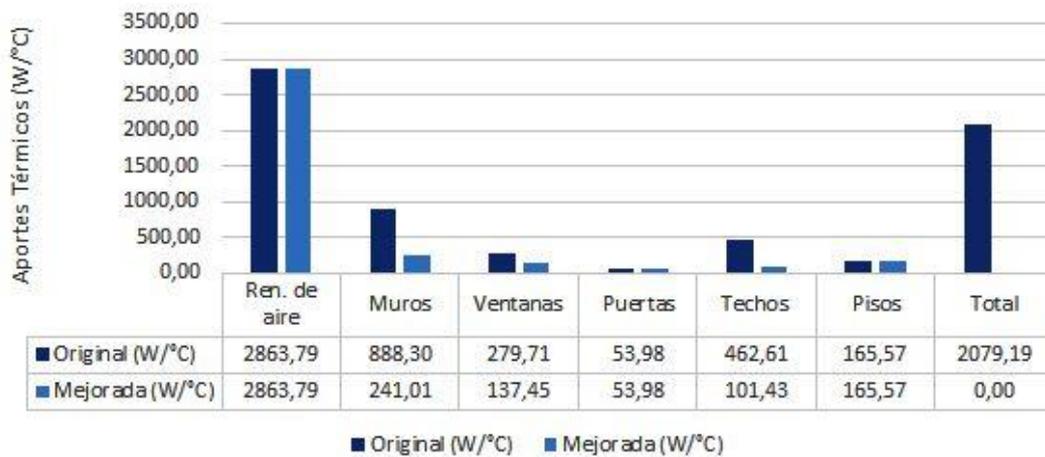


Figura 9: Comparación de edificio original y mejorado. Situación verano.

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 e iluminación.

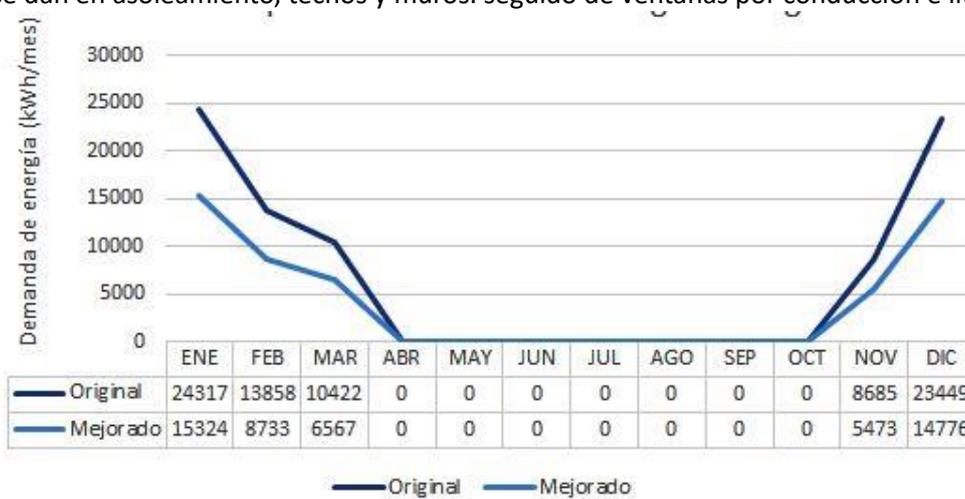


Figura 10: Comparación de la demanda de energía en refrigeración mensual del edificio original y mejorado. Situación verano.

6. CONCLUSIÓN:

La 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 38,75% 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 290,45 kWh/m²año a 177,89 kWh/m²año.

Esto muestra la necesidad de implementar soluciones de fondo en especial en protección solar de superficies vidriadas y techos. Luego queda planificar un sistema termomecánico de climatización sustentable adecuado al edificio por su especial 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	24317,09	15323,65
FEB	0,00	0,00	13858,12	8732,83
MAR	0,00	0,00	10421,61	6567,28
ABR	1751,86	988,92	0,00	0,00
MAY	6389,12	3606,65	0,00	0,00
JUN	7522,67	4246,54	0,00	0,00
JUL	5537,24	3125,76	0,00	0,00
AGO	4365,90	2464,54	0,00	0,00
SEP	3812,86	2152,35	0,00	0,00
OCT	425,94	240,44	0,00	0,00
NOV	0,00	0,00	8684,67	5472,73
DIC	0,00	0,00	23448,62	14776,37
Total	29805,58	16825,20	80730,11	50872,86
Reducción de demanda (%)		43,55		36,98

Total climatización anual original	110535,69	(kWh/año)	290,45	(kWh/m ² año)
Total climatización anual mejorado	67698,07	(kWh/año)	177,89	(kWh/m ² año)
Reducción de demanda total (%)				38,75

DECal	DECal+	DERef	DERef+
64,43	36,37	174,51	109,97
kWh/m2año	kWh/m2año	kWh/m2año	kWh/m2año
Reduccion (%)	43,55		36,98

Tabla 3: Síntesis de resultados de diagnóstico energético.

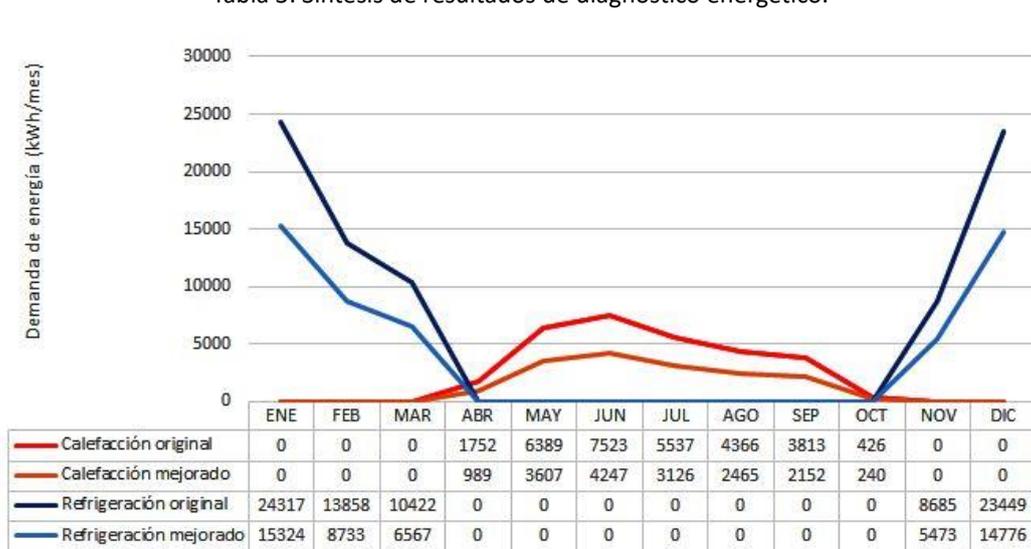


Figura 11: Comparación anual caso: Centro Multifunción. Pérez, Santa Fe.

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