

# INFORME TÉCNICO

Caso: Centro Salud

Municipio: Soldini

Provincia: Santa Fe



La Plata, Junio 2022

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
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 de Salud. Soldini. Prov de Santa Fe

#### Descripción:

El edificio se encuentra localizado en calle San Martín 1250 de Soldini (Lat -33.20; Long -60.75) en clima templado cálido en Zona IIIb (IRAM 11603). Se adopta la estación meteorológica de Rosario (SF). Este Centro cumple una gran función social en una población de nivel de ingresos medios y bajos rural. Se construyó sobre una vivienda unifamiliar de los '60 que fue reacondicionada para ser centro de salud en 2018. Tiene una superficie habitable de 145.35 m<sup>2</sup> y un volumen a climatizar de 377.91 m<sup>3</sup> con una altura media de locales de 2.60 m.

Está materializado con muros de ladrillos comunes revocados en ambas caras ( $R= 0.49 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$  y  $K= 2.04 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ ), el techo es de chapa zincada apoyado sobre una capa de papel alquitranado 0.01m y entablonado de madera sobre cabios a la vista ( $R= 1.02 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$  y  $K= 0.98 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ ). Las carpinterías de ventanas y puertas son de aluminio línea herrero con un vidrio de 3+3 mm de espesor sin protección adicional ( $R= 0.17 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$  y  $K= 5.86 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ ). Los solados son de baldosas cerámicas sobre contrapiso de hormigón pobre ( $R= 0.75 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$  y  $K= 1.34 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ ).

Posee buena iluminación natural y el sistema de alumbrado interior es tipo LED. El sistema de climatización frío calor es mediante 6 equipos de aire acondicionado tipo Split de 3200 frigorías y 3 estufas tiro balanceado de 3200 kcal/h cada una. Hay instaladas 200 W de luminarias LED.

#### Diagnóstico:

El edificio es de construcción convencional de mediados del S.XX, reacondicionado y rehabilitado en 2018 pero de baja eficiencia energética. El personal manifiesta que es muy caliente en los meses de verano y templado en los meses de invierno. Estaban satisfechos con la ventilación cruzada en temporadas no tan calurosas. Esto producto de la inercia térmica de los muros. El reporte de auditoría de invierno del 28/09/2021 al 12/10/2021 muestra un consumo de energía de 227.6 kWh en energía eléctrica y gas natural 61.5 m<sup>3</sup>. El reporte de auditoría de verano del 22/03/2022 al 29/03/2022 muestra un consumo de 155.3 kWh en energía eléctrica y 11.6 m<sup>3</sup> en gas natural. No hay registros históricos de consumos de EE y GN.

#### Recomendaciones rehabilitación:

La medida más importante es trabajar sobre la envolvente: a. agregar 10 cm de lana de vidrio con foil de aluminio inferior en el espacio entre cielorraso y entablonado (Tipo: Isover Rolac Plata cubierta hidro-repelente 100) y emplacar con tableros de yeso el cielorraso; cubrir los muros exteriores con 0.04m de EPS de 30kg/m<sup>3</sup> con la técnica EIFS (SATE) y c. colocar DVH en ventanas fijas y móviles. Cubrir la cubierta con pintura térmica (tipo: Rockryl coating).

De pensarse en energías renovables la mejor opción es una bomba geotérmica frío/calor accionado por un generador FV. Además, brindaría ACS al office. Un generador fotovoltaico "on grid" de 1500Wp, podría alimentar además la iluminación LED (200W) y las computadoras del sector administrativo.

**FICHA RESUMEN N° 1**

MUNICIPIO Soldini, Provincia de Santa Fé

EDIFICIO Centro de salud Soldini

DIRECCIÓN San Martín 1250

FECHA VISITA 1 28/9/2021

FECHA VISITA 2 12/10/2021

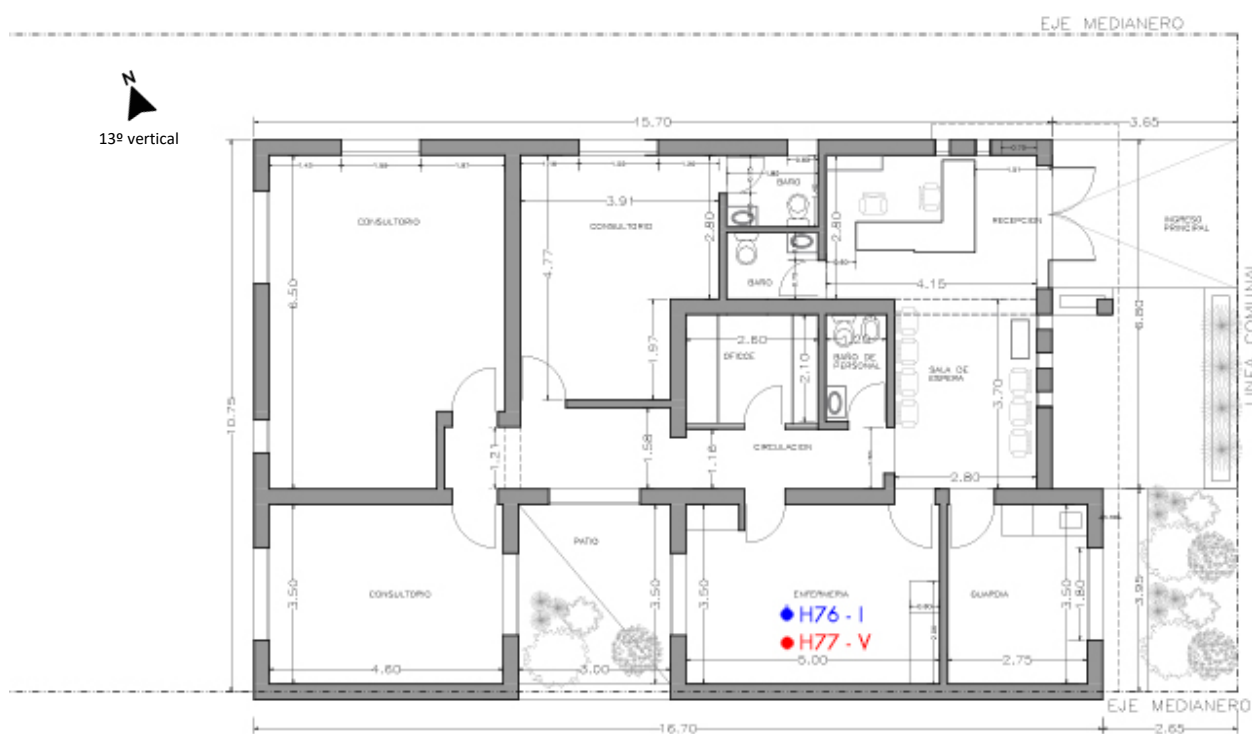
**Implantación**


-33.02 latitud sur

-60.75 longitud oeste

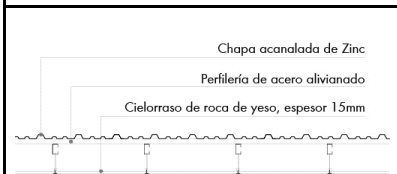
**PLANO DEL EDIFICIO CON UBICACIÓN DE HOBOS**

## CENTRO DE SALUD COMUNAL SOLDINI

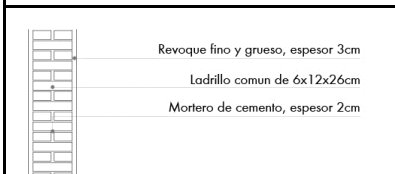


**FICHA RESUMEN N° 1**

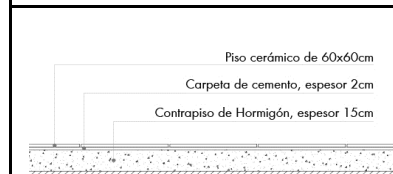
MUNICIPIO Soldini, Provincia de Santa Fé  
EDIFICIO Centro de salud Soldini

**RESEÑA CONSTRUCTIVA****Cubierta**

Techo de chapa. Cielorraso  
suspendido de yeso de roca

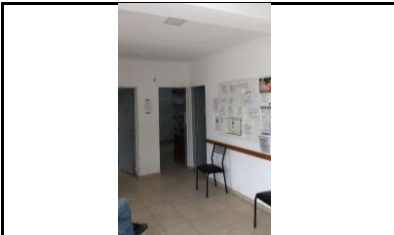
**Muros**

Ladrillo macizo de 25 cm de espesor  
con revoque en ambos lados

**Piso**

Piso cerámico

Carpintería	Ventanas de vidrio simple y marco de aluminio con cierre hermético de burlete
Instalaciones térmicas	Aire acondicionado frio/calor y estufa de tiro balanceado 3000 kcal
Instalaciones lumínicas	Iluminación LED

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

Superficie habitable	145.35 m <sup>2</sup>
Volumen habitable	377.91 m <sup>3</sup>
Compacidad -Co-	0.50 -
Factor de forma -f-	0.76 -
Factor de exposición -fe-	0.89 -
Altura media de locales -h-	2.6 m

**ASPECTOS ENERGÉTICOS**

Consumo sem / de electricidad	227.6 kWh/sem	
Consumo sem / de gas natural	61.5 m <sup>3</sup> /sem	
Coefficiente global de pérdidas	2.26 W/m <sup>3</sup> K	
Coefficiente de pérdidas P/m <sup>2</sup>	4.06 W/m <sup>2</sup>	
Pérdidas por envolvente	Techos	142.44 W/°C
	Muros	245.23 W/°C
	Aberturas	132.01 W/°C
	Pisos	70.75 W/°C
	Renov. Aire	264.54 W/°C

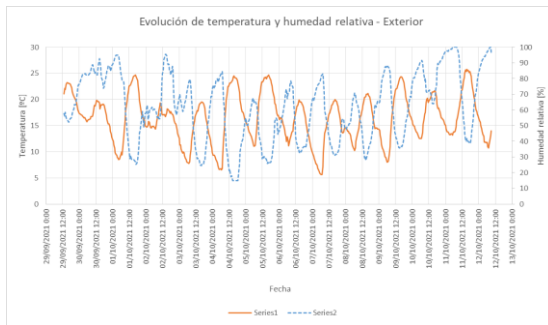
**FICHA RESUMEN N° 1**

MUNICIPIO Soldini, Provincia de Santa Fé  
 EDIFICIO Centro de salud Soldini

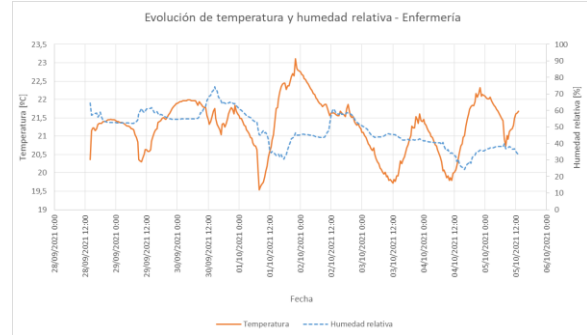
**SITUACIÓN DE CONFORT EN INVIERNO**

Exterior: H03

Interior: H76

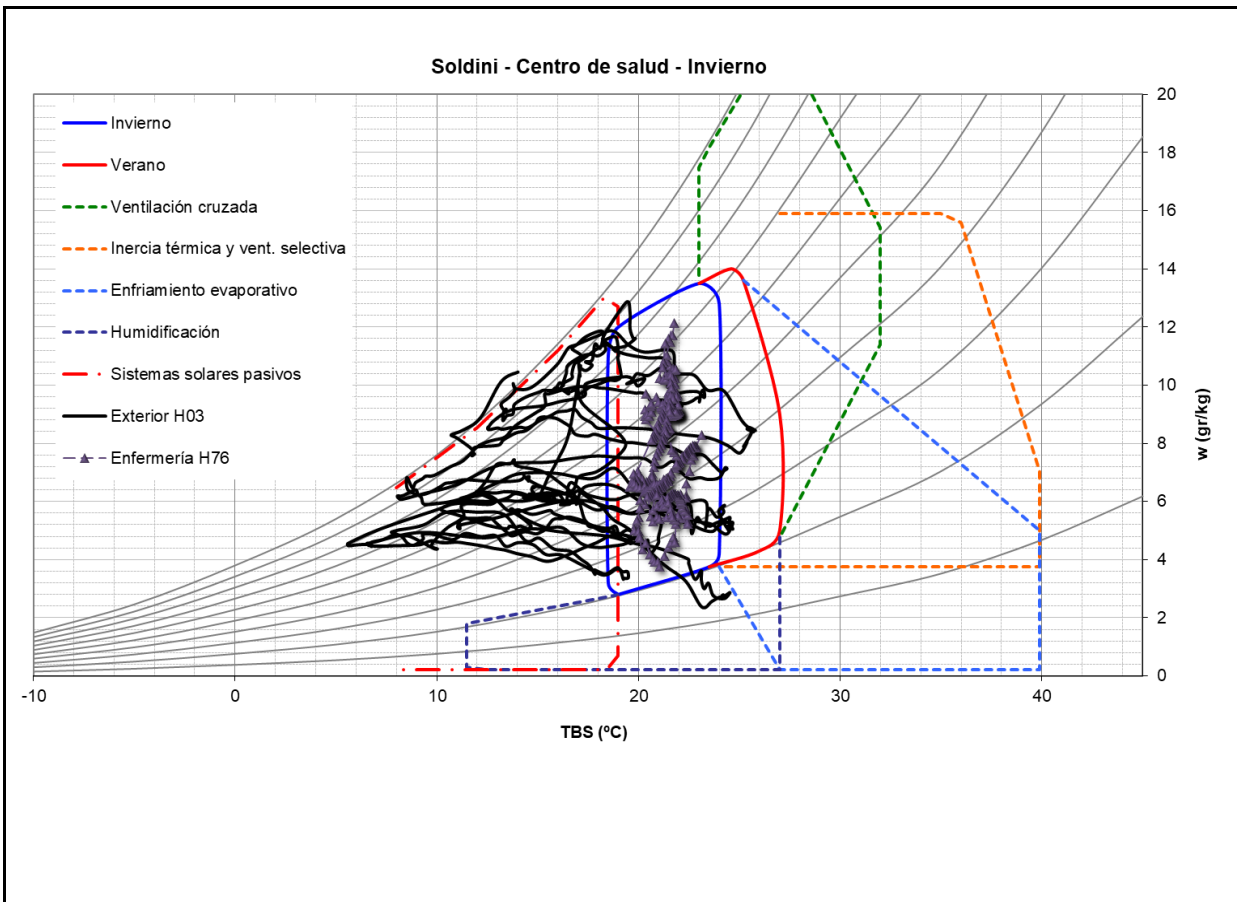


Lectura: 29/9/2021 13:00  
 12/10/2021 09:00  
 T [°C] Prom: 16.47  
 HR [%] Prom: 61.85



Lectura: 28/9/2021 14:00  
 5/10/2021 13:00  
 T [°C] Prom: 21.30  
 HR [%] Prom: 48.28

**SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN INVIERNO**



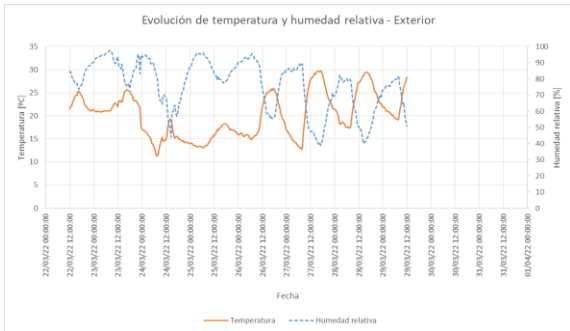
**FICHA RESUMEN N° 1**

MUNICIPIO Soldini, Provincia de Santa Fé  
EDIFICIO Centro de salud Soldini

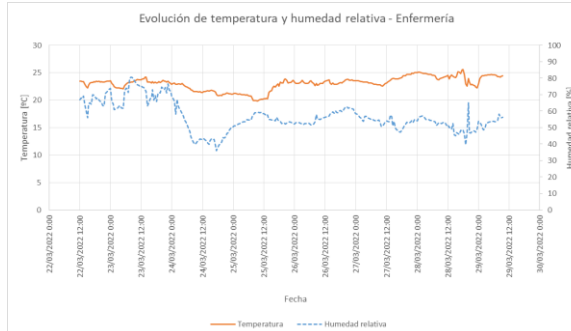
**SITUACIÓN DE CONFORT EN VERANO**

Exterior: H03

Interior: H77

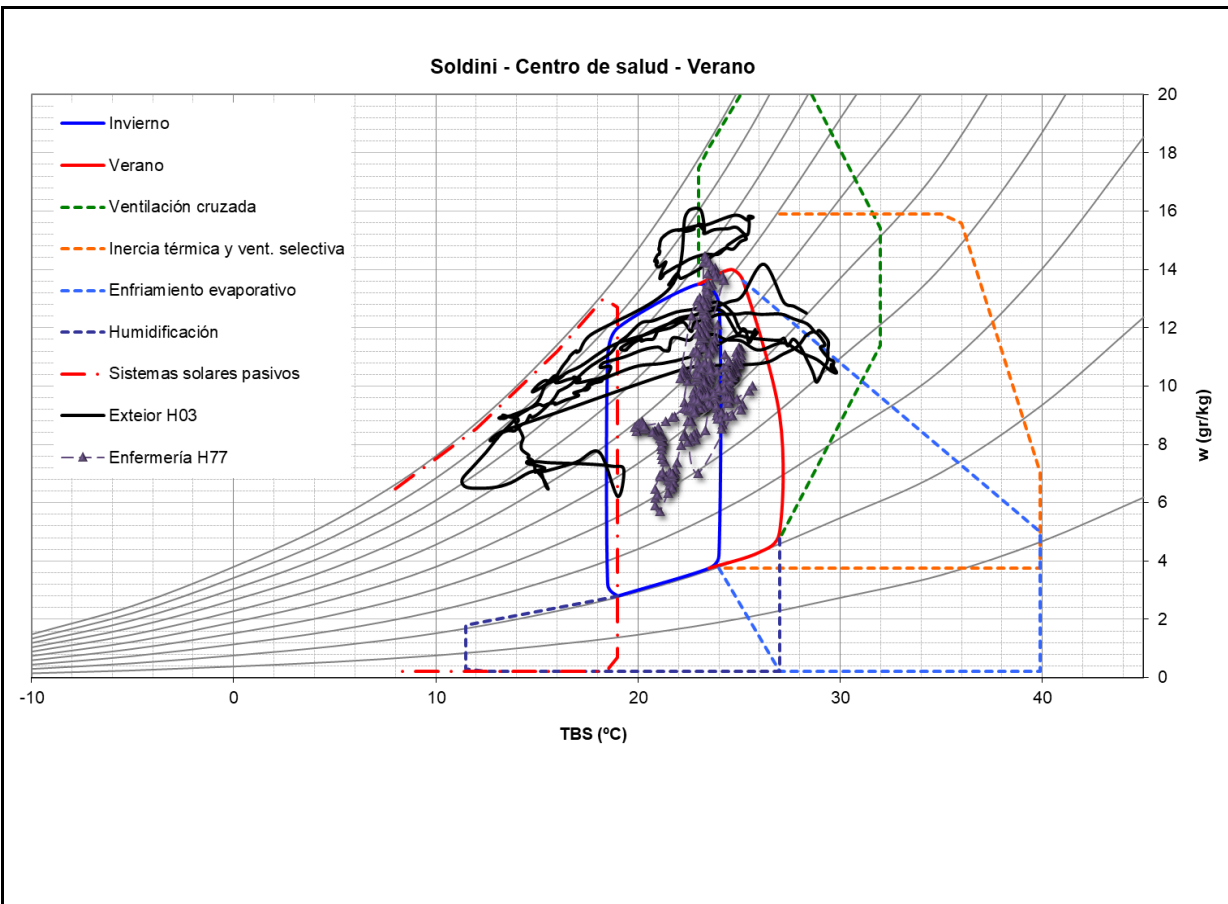


Lectura: 22/3/2022 12:00  
29/3/2022 12:00  
T [°C] Prom: 20.08  
HR [%] Prom: 76.58



Lectura: 22/3/2022 12:00  
29/3/2022 09:30  
T [°C] Prom: 23.06  
HR [%] Prom: 56.46

**SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN VERANO**



# REPORTE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO ORIGINAL Y MEJORADO

Caso: Centro Salud

Localidad: Soldini, Santa Fe.

El Centro de Salud es de construcción de mediados del siglo XIX, con materialidad tradicional e inercia térmica sobre la base de una vivienda unifamiliar remodelada. Compuesto por cerramientos opacos en ladrillos comunes de 30 cm revocados en ambas caras y un  $K= 2.04 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Los techos son a un agua de tipo liviano compuesto por estructura de madera de pino sobre los que materializa un entablonado machihembrado de  $\frac{3}{4}$ ", cartón embreado y chapa ondulada aluminizada al exterior. El cielorraso es visto y tiene un  $K= 0.98 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Todas las carpinterías de puertas y ventanas son de aluminio línea herrero con vidriado sencillo de 3+3 mm y un  $K= 5.86 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Las renovaciones de aire se fijan en 2 (IRAM 11604).

**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 más próxima que resulta ser la Ciudad de Rosario (Santa Fe) distante 18 km entre centros urbanos. Los datos fueron tomados de la Norma IRAM 11900/18 que muestra datos mensuales de temperaturas medias ( $^{\circ}\text{C}$ ) y radiación solar media ( $\text{W/m}^2$ )

Mes	TBS $^{\circ}\text{C}$	O $^{\circ}$	Radiación solar media mensual ( $\text{W/m}^2$ )							
			NORTE	ESTE	OESTE	SUR	NE	NO	SE	SO
Enero	28,4	335	106	203	181	95	170	154	162	147
Febrero	25,3	271	123	151	155	66	150	152	108	113
Marzo	23,6	208	146	112	131	51	135	152	72	82
Abril	18,3	169	176	97	116	40	141	161	52	58
Mayo	14	112	156	67	75	29	118	128	33	34
Junio	12,7	81	120	46	56	22	86	100	23	24
Julio	14,8	118	179	73	83	28	133	145	32	33
Agosto	15,9	169	209	101	116	37	162	179	48	51
Septiembre	16,3	195	162	107	133	45	137	165	63	73
Octubre	19,6	265	140	149	158	58	157	164	100	105
Noviembre	23,1	322	115	179	175	81	162	158	137	135
Diciembre	28,1	347	99	193	193	102	159	156	159	160
<b>TOTAL anual</b>	<b>20,0</b>	<b>2592</b>	<b>1731</b>	<b>1478</b>	<b>1572</b>	<b>654</b>	<b>1710</b>	<b>1814</b>	<b>989</b>	<b>1015</b>

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

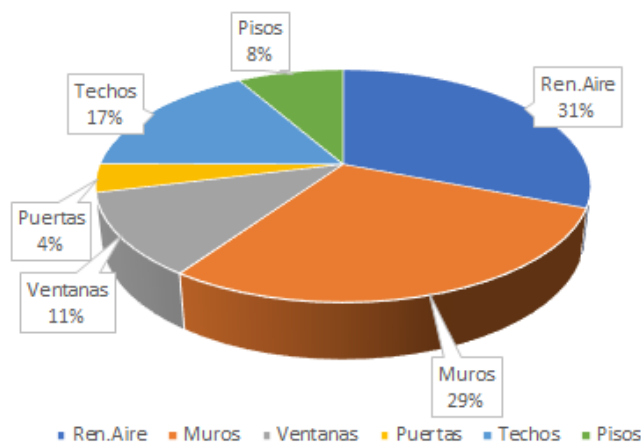


Figura 1: Pérdidas térmicas discriminadas situación original



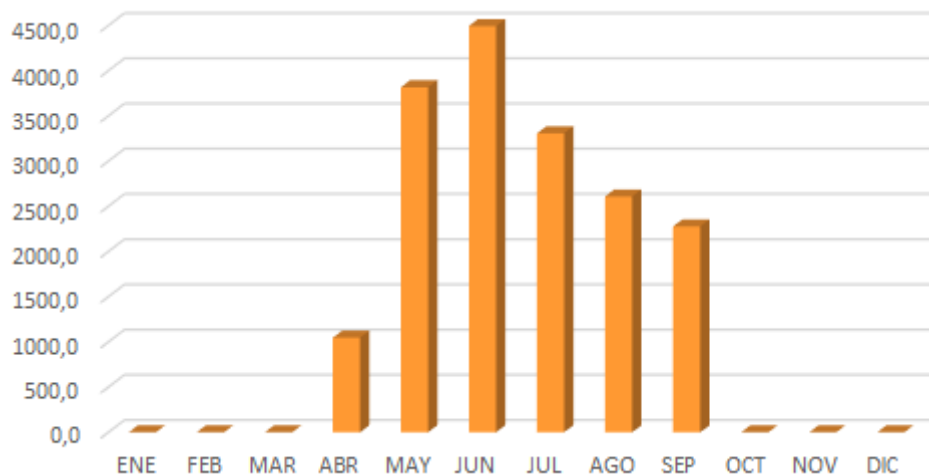


Figura 2: Demanda de energía en calefacción en kWh/mes calculado para TBcal= 20°C, situación original

ASPECTOS DIMENSIONALES		
Superficie habitable	145,35	m2
Volumen habitable	377,91	m3
Indice Compacidad Co	0,50	adim
Factor de forma f	0,76	adim
Factor de exposición Fe	1,08	adim
Altura media de locales	2,60	m
Superficie envolvente	288,09	m2
Superficie expuesta	266,38	m2

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 2,26 W/m<sup>3</sup>K y un Coeficiente de pérdidas unitarias 4.06 W/m<sup>2</sup> que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **17550,32 kWh/año** y 12.75 kWh/m<sup>2</sup>año, para una temperatura base de calefacción de 20°C.

Demanda calefacción (kWh/año)	D <sub>Acal</sub> (kWh/m <sup>2</sup> )
<b>17550,32</b>	<b>120,75</b>

A fin de definir estrategias de rehabilitación se analizan las pérdidas y se encuentra que es factible intervenir los techos (17%), muros (29%) y vidriados (11%), según Figura 1, a fin de lograr mejoras en la demanda de energía.

## 2. INVIERNO - PROPUESTA MEJORADA:

- Aislamiento en muros tipo EIFS (External Insulation Finish System) con 5 cm de EPS de 30kg/m<sup>3</sup> y base coat reforzado con doble malla Fibra Vidrio 10x10 de 110g/m<sup>2</sup> hasta 1,5 m de altura.
- En techo desmontar el cielorraso a fin de colocar 10cm de lana de vidrio Rolac plata. Reinstalar

cielorraso de yeso de roca y luminarias.

- c. 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.
- d. Por la complejidad no se prevé mejoras en pisos.

La implementación de las mejoras en muros, techos y vidriados permitirá reducir la demanda de energía en calefacción en un 34,91%. El edificio tendrá un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gcal (IRAM 11604) de 1.47 W/m<sup>3</sup>K y un Coeficiente de pérdidas unitarias 2.01 W/m<sup>2</sup> que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **11424.34kWh/año** y 78.60 kWh/m<sup>2</sup>año, para una temperatura base de calefacción de 20°C.

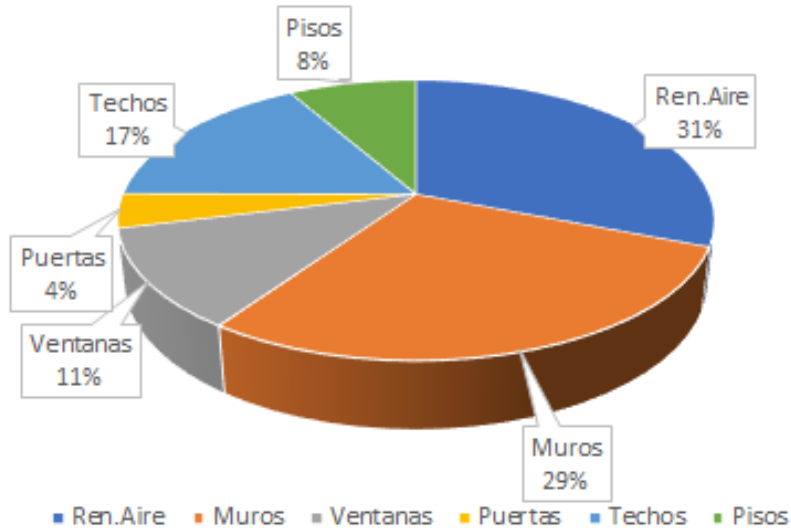


Figura 3: Pérdidas térmicas discriminadas situación mejorada

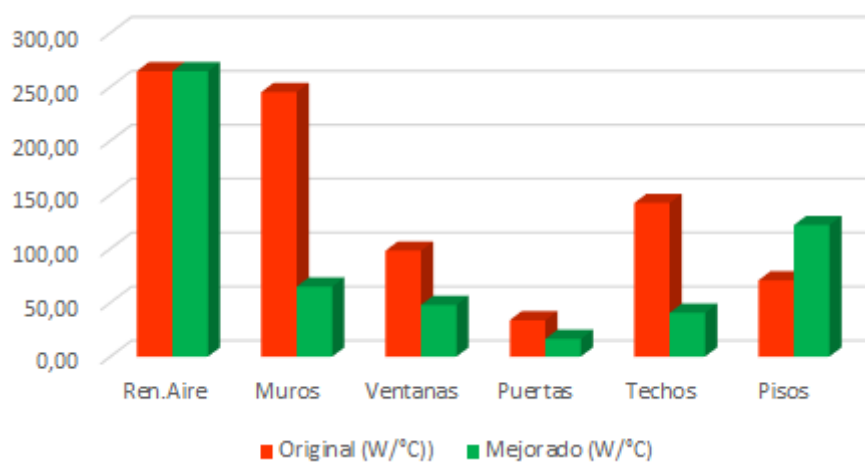


Figura 4: Comparación entre versión original y mejorada

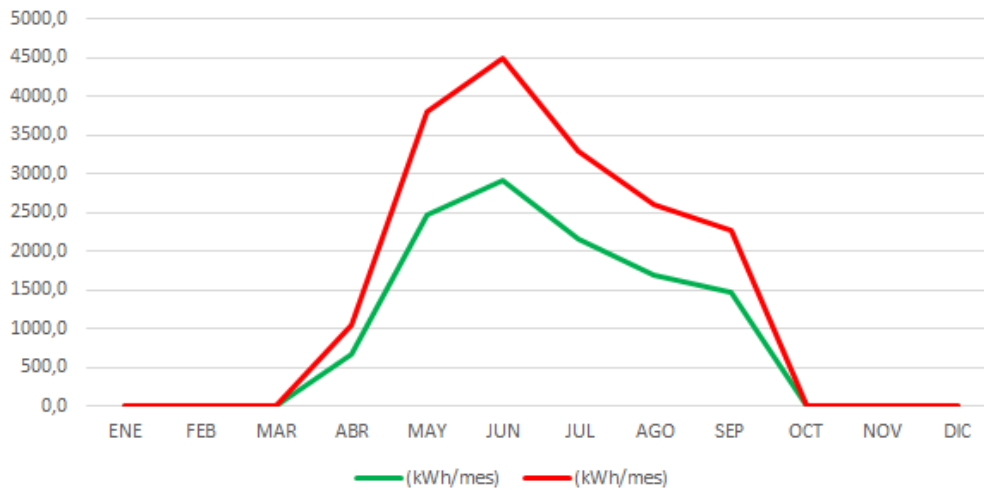


Figura 5: Comparación entre versión original y mejorada mensual

### 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 fluorescente de bajo consumo y debe cambiarse a LED. Las principales medidas de diseño eficiente que restan son las propuestas a fin de lograr reducir la demanda en un 34.91%. Los valores son en energía secundaria y no contemplan la eficiencia energética de equipos climatización.

### 4. VERANO - VERSIÓN ORIGINAL:

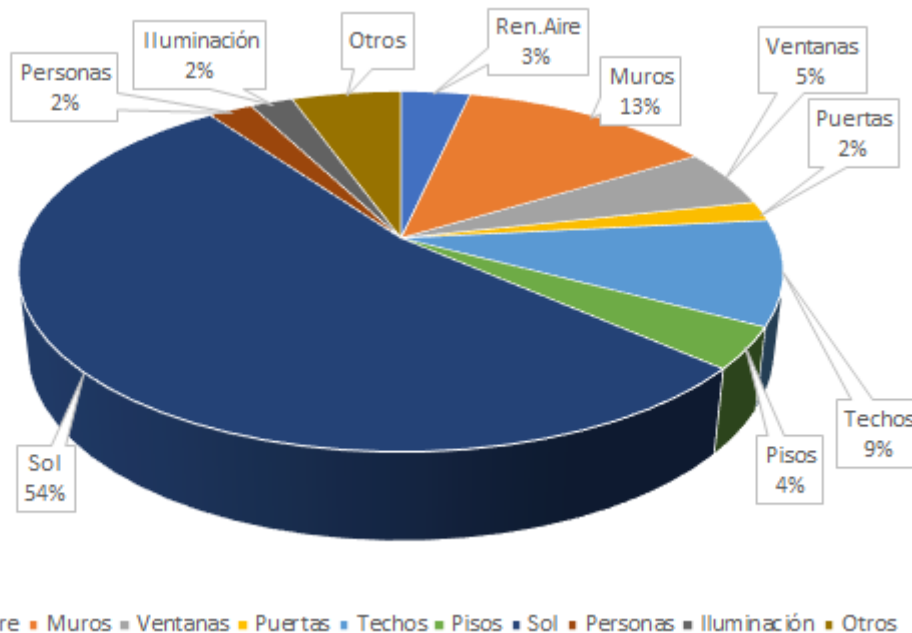


Figura 6: Aportes térmicos discriminados. Situación original verano.

La figura 6 muestra la discriminación de aportes térmicos en el edificio. Se destacan el asoleamiento con el 54%, los techos con el 9%, los muros con un 13%, y las ventanas con un 5%. 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 de apoyo a jóvenes.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gref (IRAM 11659) de 174,47 W/m<sup>3</sup> que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en refrigeración de **50057,79 kWh/año** y 16318,78 kWh/m<sup>2</sup>año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C.

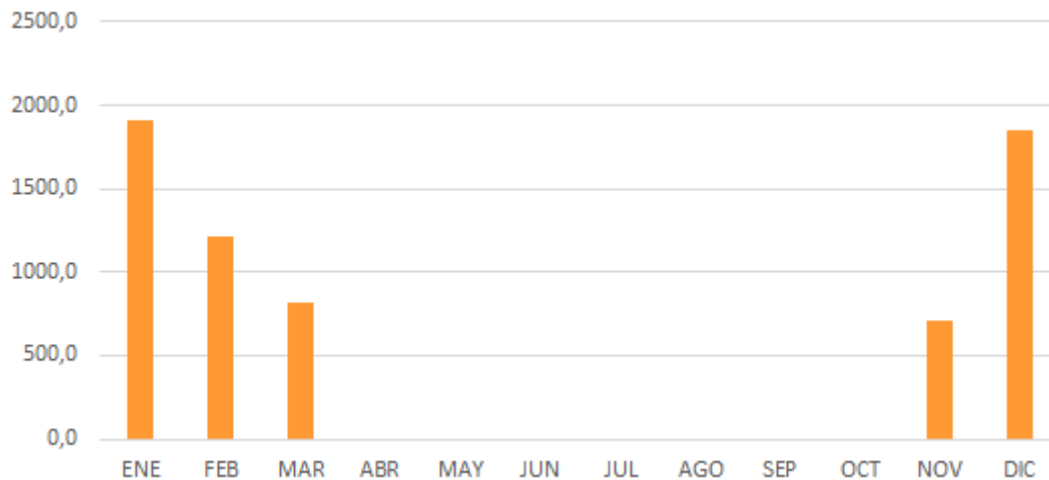


Figura 7: Variación mensual de la demanda de energía en refrigeración.

## 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 = 0.18.

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 **69,25%** 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.

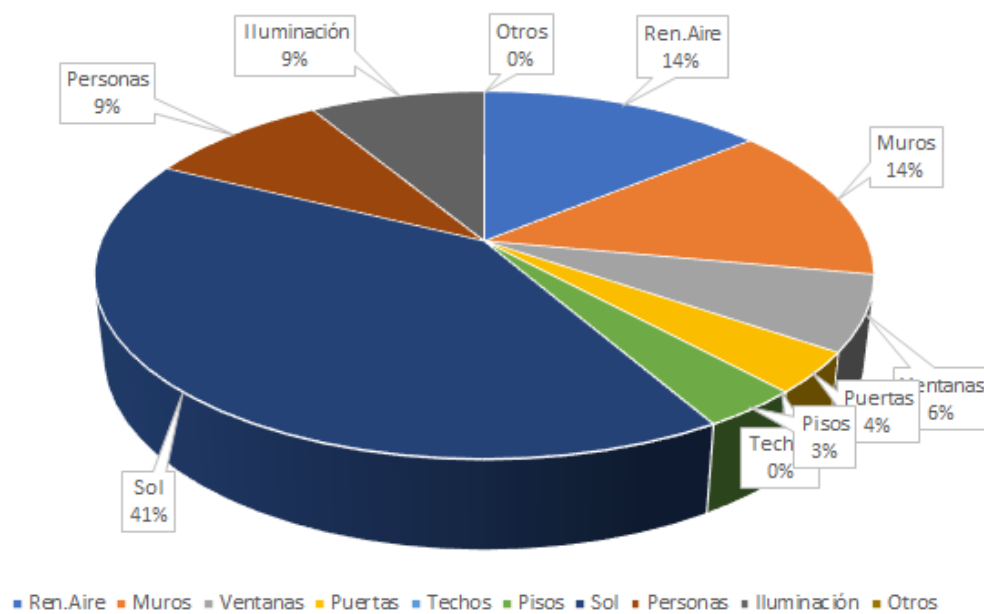


Figura 8: Aportes térmicos discriminados. Situación mejorada verano.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gref (IRAM 11659) de  $44,07 \text{ W/m}^3$  que resulta en una demanda anual energía eléctrica en refrigeración de **9407,58 kWh/año** y  $64,7 \text{ kWh/m}^2\text{año}$ , para una temperatura base de refrigeración de  $20^\circ\text{C}$ .

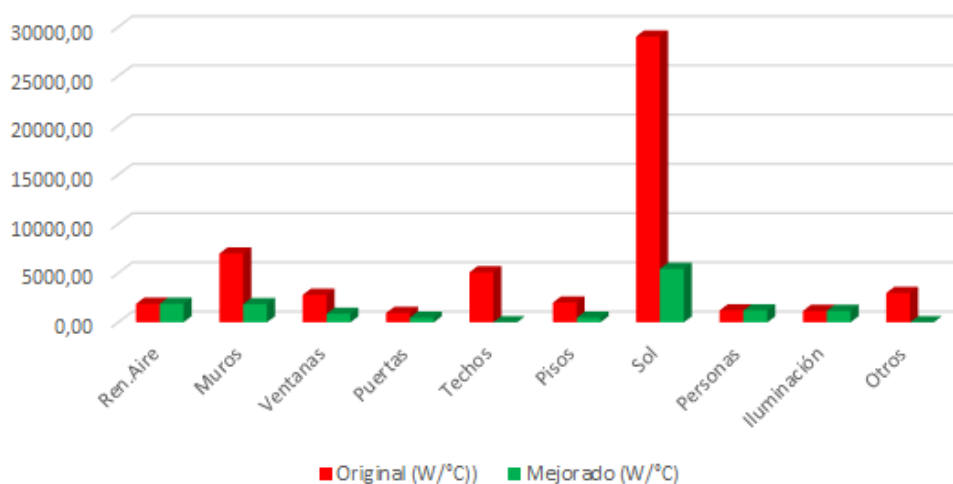


Figura 9: Comparación de edificio original y mejorado. Situación verano.

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.

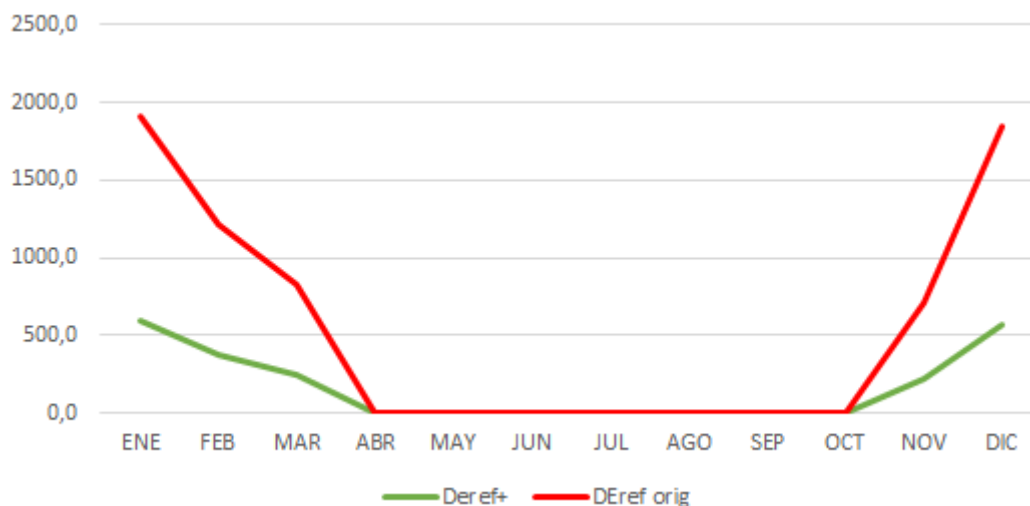


Figura 10: Comparación de la demanda de energía en refrigeración mensual del edificio original y mejorado. Situación verano.

## 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 unos 55,81% 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 165,46 kWh/m<sup>2</sup>año a 92,35 kWh/m<sup>2</sup>año.

Mes	0 DMEcal (Wh/mes)	DAEcal+ (kWh/mes)	DEcal orig (kWh/mes)	DMEref (Wh/mes)	Deref+ (kWh/mes)	Deref orig (kWh/mes)
ENE	0,0	0,0	0,0	589010,7	589,0	1915,6
FEB	0,0	0,0	0,0	371637,7	371,6	1208,7
MAR	0,0	0,0	0,0	252433,1	252,4	821,0
ABR	681212,7	681,2	1046,5	0,0	0,0	0,0
MAY	2484423,0	2484,4	3816,6	0,0	0,0	0,0
JUN	2925207,7	2925,2	4493,8	0,0	0,0	0,0
JUL	2153166,6	2153,2	3307,7	0,0	0,0	0,0
AGO	1697689,0	1697,7	2608,0	0,0	0,0	0,0
SEP	1482639,5	1482,6	2277,7	0,0	0,0	0,0
OCT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NOV	0,0	0,0	0,0	217373,0	217,4	706,9
DIC	0,0	0,0	0,0	567974,6	568,0	1847,2
ANUAL	11424338,4	11424,3	17550,3	1998429,1	1998,4	6499,4
Reducción demanda EE		34,91 %			69,25 %	
Total climatización anual sin mejoras			24049,68 kWh/año			165,46 kWh/m2año
Total climatización anual con mejoras			13422,77 kWh/año			92,35 kWh/m2año
			55,81 %			

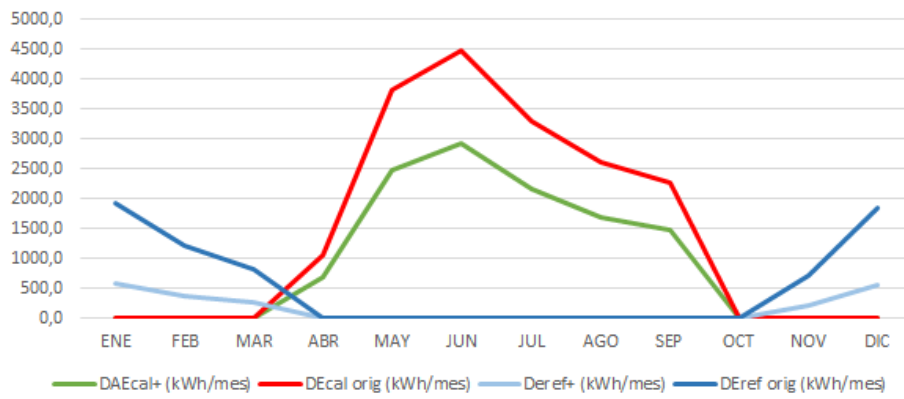


Figura 11: Comparación anual caso Centro Salud en Soldini, Santa Fe.

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