



# AUDITORÍA ENERGÉTICA DE PALACIO MUNICIPAL DE CAMILO ALDAO, CÓRDOBA

Dr. Arq. Czajkowski, Jorge (Inv. CONICET);  
Prof. Arq. Gómez, Analía (Inv. CONICET);  
Ing. Birche, Belén (Doctoranda FAU);  
Esp. Arq. Berardi, Roberto (Maestrando AyHS);  
Esp. Arq. Basualdo, David (Doctorando FAU)  
Sr. Basualdo, Julián (estudiante FAU)

# Entidades participantes

El proyecto “*Edificios Municipales Energéticamente Sustentables*”, cuenta con la financiación de la Unión Europea, a través del programa EUROCLIMA+, y se ejecuta por medio de la Agencia Francesa de Desarrollo en la Argentina y el auspicio de la Embajada de Francia en Argentina.

La **Universidad Nacional de La Plata** es la entidad responsable y líder del proyecto, como representante del Consorcio que integran:

- la Red Argentina de Municipios frente al Cambio Climático (RAMCC) y
- el Copenhagen Centre on Energy Efficiency (C2E2).



AMBASSADE DE FRANCE EN ARGENTINE



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



RED ARGENTINA DE  
MUNICIPIOS FRENTE AL  
CAMBIO CLIMÁTICO



## Objetivo general

Propiciar políticas públicas y capacidades de gestión sobre eficiencia energética (EE) a través del desarrollo de cinco componentes clave:

- a) Capacitaciones;
- b) Transferencia de conocimientos en Eficiencia Energética;
- c) Metodología de autoevaluación energética;
- d) Diagnóstico, formulación y ejecución de proyectos de EE;
- e) Plan de Visibilidad y Comunicación del proyecto, con miras a su replicabilidad y escalabilidad a nivel nacional y regional.

El proyecto tiene un alcance nacional, con acciones concretas en 32 municipios situados en 10 provincias de la República Argentina: Buenos Aires, Entre Ríos, Santa Fe, Mendoza, Córdoba, Salta, Corrientes, Tucumán, Neuquén y San Luis.

El producto 6: **Auditorías Energéticas** pudo auditar **47** edificios en **15** municipios de las provincias de: Buenos Aires, Santa Fe, Mendoza, Córdoba, Neuquén y Misiones.

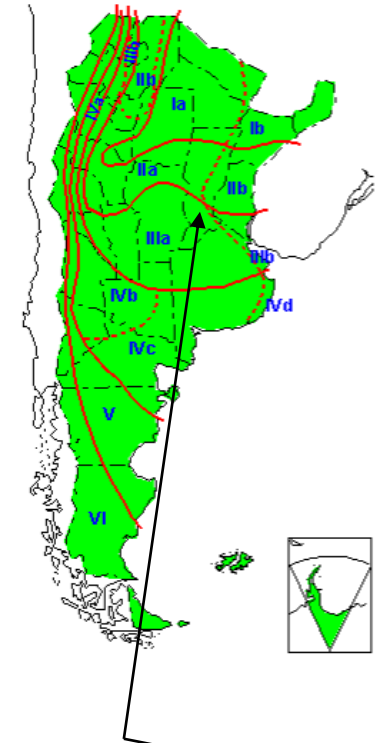
# Implantación del edificio



Figura 1: Imagen del edificio previo a la primera rehabilitación. Fuente: Eficiencia energética y ure en edificio municipal de camilo Aldao, de: Abate, Rastelli y Renzi. 2019.



Figura 2: Localización de Camilo Aldao, Córdoba. Fuente: OpenStreetMap, 2022.



Camilo Aldao  
Zona Bioclimática  
IIIa templada cálida  
seca

## Metodología e instrumental utilizado

- El procedimiento consiste en la visita del edificio y su relevamiento en lo formal, constructivo, equipamiento de climatización, puestos de trabajo, sistema iluminación y estado de conservación.
- Se planifica la instalación de instrumental automático durante una semana a fin de registrar su comportamiento higrotérmico y lumínico a fin de obtener un comportamiento térmico medio ponderado.
- Se instala un resguardo meteorológico en el exterior a fin de registrar la variación de temperaturas y HR con una frecuencia de 15 minutos. Para esto se usa un microadquisidor de datos Hobo.
- En el interior en cada zona térmica se instala un Hobo con programación similar al exterior. Se toman temperaturas superficiales interiores y termografía en caso de requerirse
- Se realiza una encuesta de percepción ambiental y del confort a funcionarios y empleados municipales.
- Se registran los consumos iniciales y finales de gas y electricidad.

# Fichado

|                           |                                    |
|---------------------------|------------------------------------|
| <b>FICHA RESUMEN N° 1</b> |                                    |
| <b>MUNICIPIO</b>          | Camilo Aldao, Provincia de Córdoba |
| <b>EDIFICIO</b>           | Palacio Comunal                    |

|  |   |
|--|---|
| <b>RESEÑA CONSTRUCTIVA</b>   |   |
| <b>Cubierta</b><br><br>Membrana asfáltica, espesor 2cm<br>Contrapiso de Hormigón, espesor 3cm pendiente 2%<br>Losa de Hormigón armado, espesor 13cm<br>Calentador de agua, espesor 1.5cm | <b>Muros</b><br><br>Revoque fino y grueso, espesor 3cm<br>Ladrillo común de 6x12x6cm<br>Mortero de cemento, espesor 2cm |
| <b>Losa de Hormigón Armado</b>   | <b>Ladrillo macizo, espesor 30cm</b>  |
| <b>Carpintería</b>   | <b>Marcos de aluminio con vidrios simples</b>   |
| <b>Instalaciones térmicas</b>  | <b>2 estufas convectoras de 5000 kcal</b>   |
| <b>Instalaciones lumínicas</b>   | <b>Lámparas LED</b>   |

|                           |                                    |
|---------------------------|------------------------------------|
| <b>FICHA RESUMEN N° 1</b> |                                    |
| <b>MUNICIPIO</b>          | Camilo Aldao, Provincia de Córdoba |
| <b>EDIFICIO</b>           | Palacio Comunal                    |
| <b>DIRECCIÓN</b>          | Belgrano 901                       |
| <b>FECHA VISITA 1</b>     | 29/09/2021                         |
| <b>FECHA VISITA 2</b>     | 13/10/2021                         |



|                               |                       |  |  |        |             |       |             |           |             |       |             |             |             |  |
|-------------------------------|-----------------------|--|--|--------|-------------|-------|-------------|-----------|-------------|-------|-------------|-------------|-------------|--|
| <b>ASPECTOS DIMENSIONALES</b> |                       | <b>ASPECTOS ENERGÉTICOS</b>  |  |        |             |       |             |           |             |       |             |             |             |  |
| Superficie habitable          | 297.05 m <sup>2</sup> | Consumo anual /m <sup>2</sup> de electricidad  | 52.11 kWh/m <sup>2</sup> año             |        |             |       |             |           |             |       |             |             |             |  |
| Volumen habitable             | 831.74 m <sup>3</sup> | Consumo anual /m <sup>3</sup> gas natural  | ----- m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> año |        |             |       |             |           |             |       |             |             |             |  |
| Índice compacidad -Co-        | 0.58 -                | Coefficiente global de pérdidas  | 2.18 W/m <sup>2</sup> K                  |        |             |       |             |           |             |       |             |             |             |  |
| Factor de forma -f-           | 0.62 -                | Coefficiente de pérdidas P/m <sup>2</sup>  | 4.13 W/m <sup>2</sup>                    |        |             |       |             |           |             |       |             |             |             |  |
| Factor de exposición -fe-     | 0.97 -                |  |  |        |             |       |             |           |             |       |             |             |             |  |
| Altura media de locales -h-   | 2.80 m                |  |  |        |             |       |             |           |             |       |             |             |             |  |
|                               |                       | <table border="0"> <tr> <td rowspan="5">Pérdidas por envolvente</td> <td>Techos</td> <td>481.95 W/°C</td> </tr> <tr> <td>Muros</td> <td>296.91 W/°C</td> </tr> <tr> <td>Aberturas</td> <td>299.26 W/°C</td> </tr> <tr> <td>Pisos</td> <td>121.97 W/°C</td> </tr> <tr> <td>Renov. Aire</td> <td>569.09 W/°C</td> </tr> </table> | Pérdidas por envolvente                  | Techos | 481.95 W/°C | Muros | 296.91 W/°C | Aberturas | 299.26 W/°C | Pisos | 121.97 W/°C | Renov. Aire | 569.09 W/°C |  |
| Pérdidas por envolvente       | Techos                | 481.95 W/°C  |  |        |             |       |             |           |             |       |             |             |             |  |
|                               | Muros                 | 296.91 W/°C  |  |        |             |       |             |           |             |       |             |             |             |  |
|                               | Aberturas             | 299.26 W/°C  |  |        |             |       |             |           |             |       |             |             |             |  |
|                               | Pisos                 | 121.97 W/°C  |  |        |             |       |             |           |             |       |             |             |             |  |
|                               | Renov. Aire           | 569.09 W/°C  |  |        |             |       |             |           |             |       |             |             |             |  |
|                               |                       | Necesidad anual de energía en calefacción  | 12105.42 kWh/año                         |        |             |       |             |           |             |       |             |             |             |  |

# Fichado

## FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO Camino Aldao, Provincia de Córdoba  
 EDIFICIO Palacio Comunal

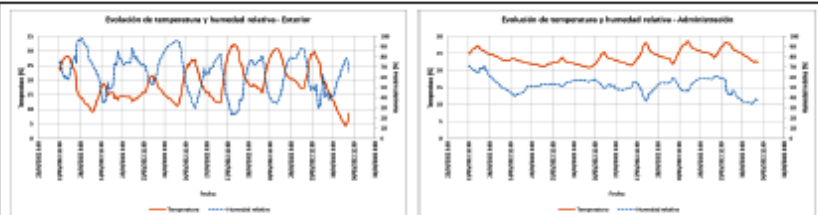
### FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO Camino Aldao, Provincia de Córdoba  
 EDIFICIO Palacio Comunal

### SITUACIÓN DE CONFORT EN VERANO

Hobo exterior: H14

Hobo interior: H68

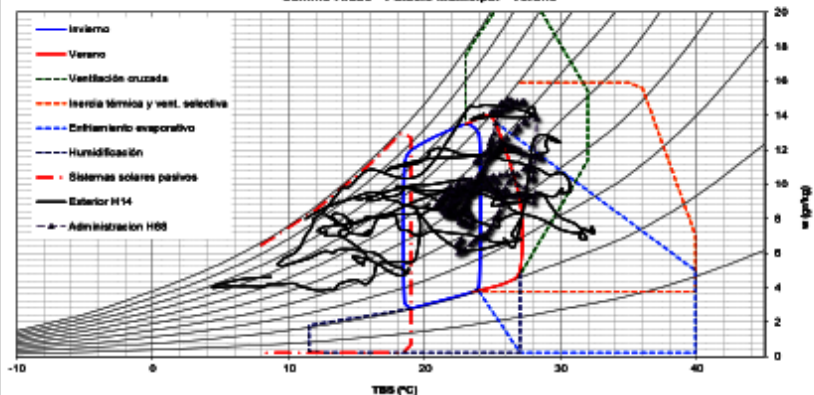


Lectura: 23/03/2022 12:00  
 30/03/2022 9:00  
 T [°C] Prom: 18,81  
 HR [%] Prom: 63,90

Lectura: 23/03/2022 12:00  
 30/03/2022 9:00  
 T [°C] Prom: 23,94  
 HR [%] Prom: 52,07

### SITUACIÓN DE CONFORT HIJROTÉRMICO EN VERANO

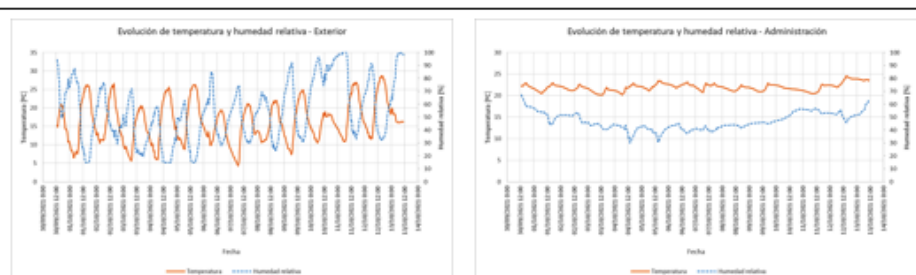
Camino Aldao - Palacio Municipal - Verano



### SITUACIÓN DE CONFORT EN INVIERNO

Hobo exterior: H15

Hobo interior: H68

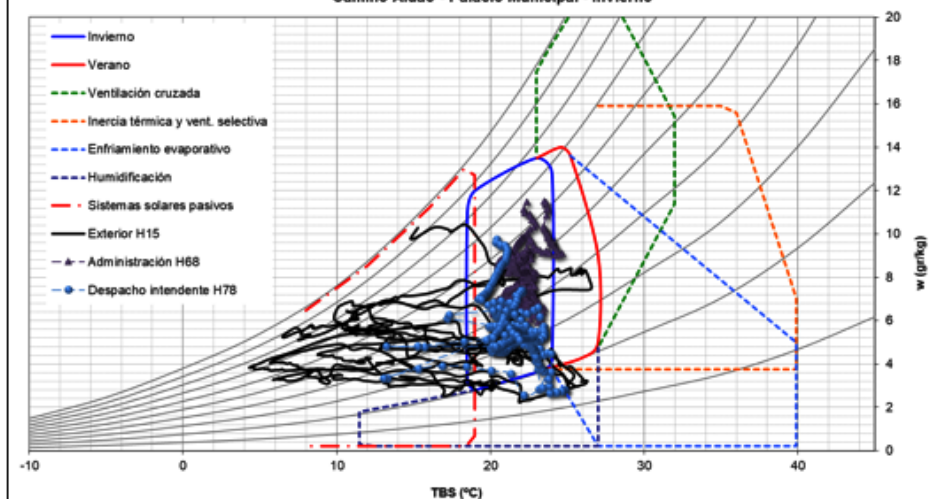


Lectura: 30/9/2021 13:00  
 13/10/2021 11:00  
 T [°C] Prom: 16,28  
 HR [%] Prom: 54,25

Lectura: 30/9/2021 13:00  
 13/10/2021 11:00  
 T [°C] Prom: 21,95  
 HR [%] Prom: 46,91

### SITUACIÓN DE CONFORT HIJROTÉRMICO EN INVIERNO

Camino Aldao - Palacio Municipal - Invierno

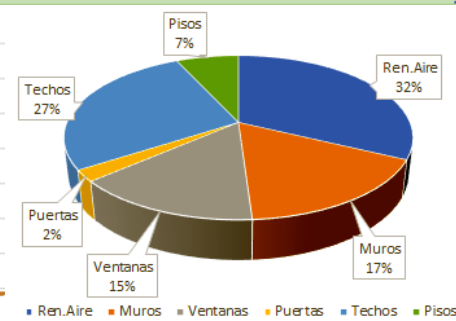
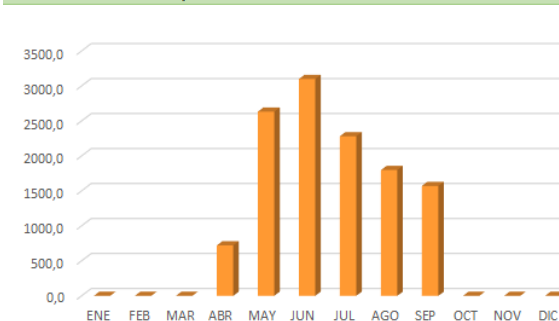


# Diagnóstico energético

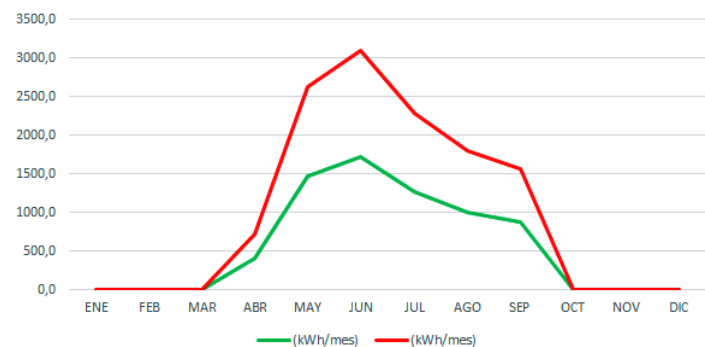
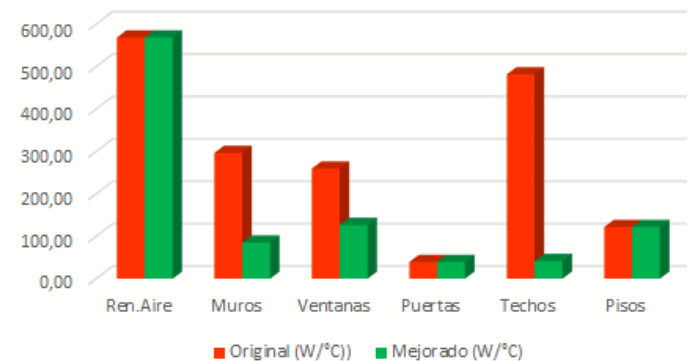
Se realiza un análisis térmico y energético mediante una aplicación desarrollada ad-hoc para el Producto 6 en Excel y que usa las Normas IRAM 11601, 11604, 11605, 11659 y 11900 como referencia.

## Situación de Invierno

| Mes                | TBS°C       | O°          | Radiación solar media mensual (W/m2)<br>90° |             |             |            |             |             |            |             |
|--------------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|
|                    |             |             | 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> |



## Situación mejorada

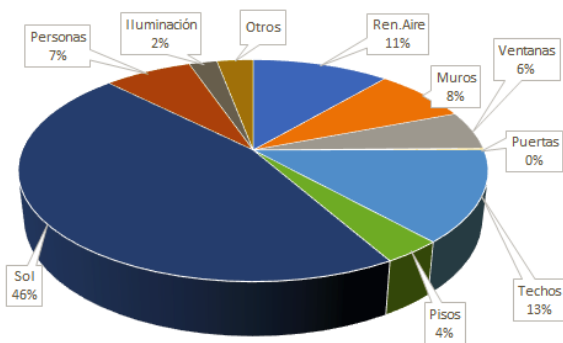




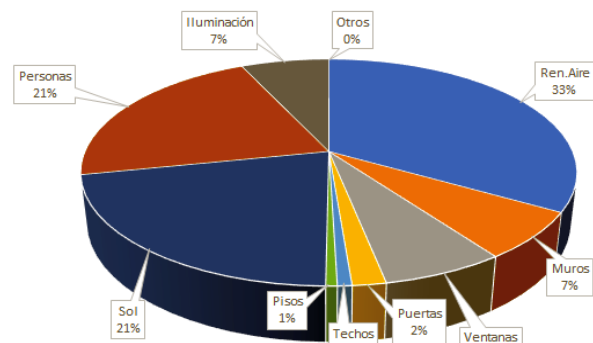
# Diagnóstico energético

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, 11604, 11605, 11659 y 11900 como referencia.

## Situación de Verano

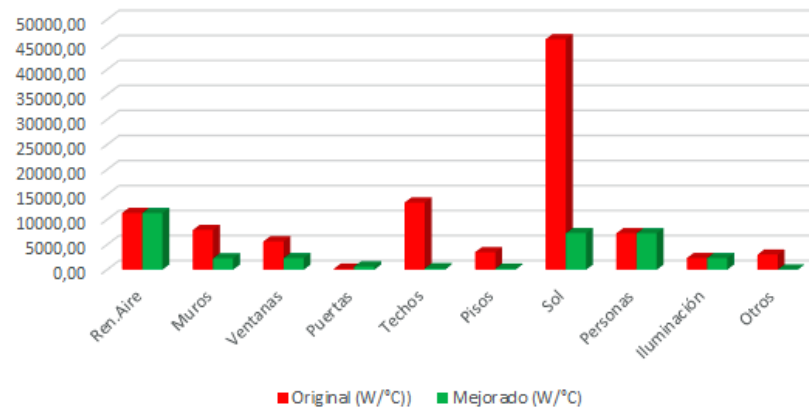


■ Ren.Aire ■ Muros ■ Ventanas ■ Puertas ■ Techos ■ Pisos ■ Sol ■ Personas ■ Iluminación ■ Otros

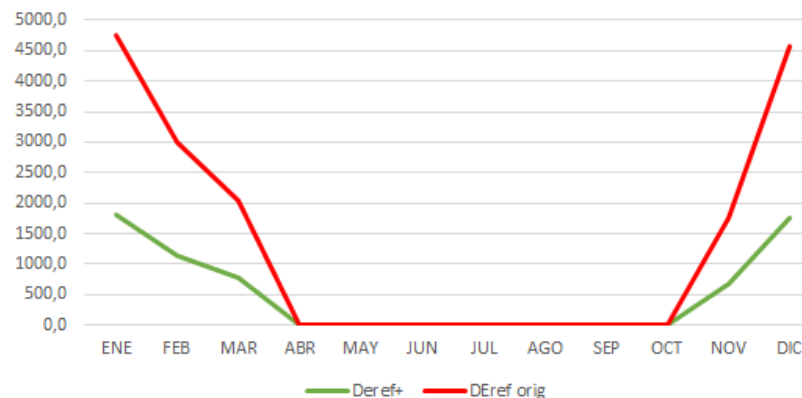


■ Ren.Aire ■ Muros ■ Ventanas ■ Puertas ■ Techos ■ Pisos ■ Sol ■ Personas ■ Iluminación ■ Otros

## Situación mejorada



■ Original (W/°C) ■ Mejorado (W/°C)

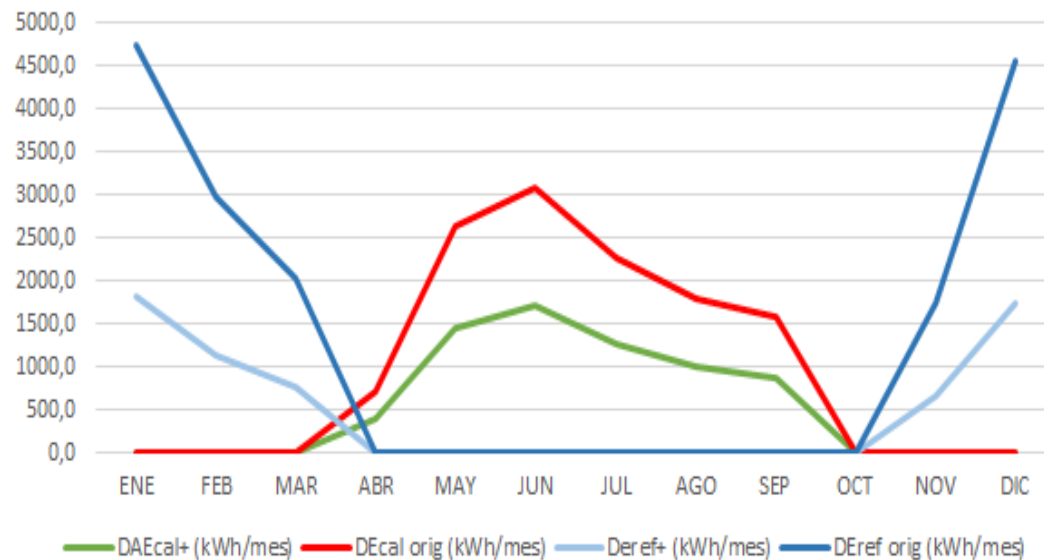


— Deref+ — Deref orig

# Síntesis Diagnóstico

- 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 adopta una temperatura de termostato de 20°C en el interior.
- Con las medidas de diseño eficiente se logra reducir la demanda en un 44.37%.
- Los valores son en energía secundaria y no contemplan la eficiencia energética de equipos climatización.
- Se logra una reducción total anual de energía en climatización del 45,72% 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 97,15 kWh/m<sup>2</sup>año a 44,42 kWh/m<sup>2</sup>año.

| Mes                                   | 0 DMEcal<br>(Wh/mes) | DAEcal+<br>(kWh/mes) | DEcal orig<br>(kWh/mes) | DMEref<br>(Wh/mes) | Deref+<br>(kWh/mes) | Deref orig<br>(kWh/mes)      |
|---------------------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|--------------------|---------------------|------------------------------|
| ENE                                   | 0,0                  | 0,0                  | 0,0                     | 1816275,7          | 1816,3              | 4746,1                       |
| FEB                                   | 0,0                  | 0,0                  | 0,0                     | 1145983,5          | 1146,0              | 2994,6                       |
| MAR                                   | 0,0                  | 0,0                  | 0,0                     | 778403,9           | 778,4               | 2034,0                       |
| ABR                                   | 401578,5             | 401,6                | 721,8                   | 0,0                | 0,0                 | 0,0                          |
| MAY                                   | 1464580,4            | 1464,6               | 2632,5                  | 0,0                | 0,0                 | 0,0                          |
| JUN                                   | 1724425,3            | 1724,4               | 3099,6                  | 0,0                | 0,0                 | 0,0                          |
| JUL                                   | 1269303,0            | 1269,3               | 2281,5                  | 0,0                | 0,0                 | 0,0                          |
| AGO                                   | 1000796,6            | 1000,8               | 1798,9                  | 0,0                | 0,0                 | 0,0                          |
| SEP                                   | 874023,8             | 874,0                | 1571,0                  | 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                     | 670292,2           | 670,3               | 1751,5                       |
| DIC                                   | 0,0                  | 0,0                  | 0,0                     | 1751408,8          | 1751,4              | 4576,6                       |
| ANUAL                                 | 6734707,5            | 6734,7               | 12105,4                 | 6162364,1          | 6162,4              | 16102,8                      |
| Reducción demanda EE                  |                      | 44,37%               |                         |                    | 61,73%              |                              |
| Total climatización anual sin mejoras |                      |                      | 28208,24 kWh/año        |                    |                     | 97,15 kWh/m <sup>2</sup> año |
| Total climatización anual con mejoras |                      |                      | 12897,07 kWh/año        |                    |                     | 44,42 kWh/m <sup>2</sup> año |
|                                       |                      |                      | 45,72 %                 |                    |                     |                              |



# Recomendaciones rehabilitación

La medida más importante es trabajar sobre el techo con dos medidas prioritarias:

- a. agregar 8 cm de EPS de 30 kg/m<sup>3</sup> sobre la losa cubierto (techo invertido) con 6 cm de arcilla expandida.
- b. agregar un EIFS/SATE de 4 o 5 cm de EPS de 30Kg/m<sup>3</sup> en la cara opaca exterior.
- c. La medida más costosa es cambiar las carpinterías de ventanas por otras de PVC con DVH y cortinas exteriores automáticas.

En cuanto a climatización pensar en un sistema frio/calor con bomba de calor y sonda geotérmica accionado por el generador solar. Automatizado con los horarios de funcionamiento del edificio

# A modo de conclusión

- La auditoría energética es una herramienta válida para conocer y diagnosticar las características térmicas y funcionamiento higrotérmico y energético de edificios.
- Permite generar información sea cuantitativa como cualitativa para no solo tener información primaria sino conocer la opinión de sus habitantes. Esto facilita la justificación de donde priorizar las inversiones en rehabilitación.
- El trabajo muestra con claridad las fallas cometidas en la primera rehabilitación donde se priorizó la generación fotovoltaica con la ley de prosumidores de la Provincia de Santa Fe invirtiendo recursos escasos que deberían haberse usado en la envolvente.
- Incluso en un clima con cierta rigurosidad climática en invierno y verano las recomendaciones de quitar la protección solar muestran no ser razonables.
- Se mantiene la necesidad de primero, un criterio bioclimático, seguido de reducción de la carga térmica y por último compensar con renovables para optimizar la eficiencia energética respecto de la inversión económica.

# GRACIAS



[jczajkowski@fau.unlp.edu.ar](mailto:jczajkowski@fau.unlp.edu.ar)

Tel: +54 221 4236587/90 int 255  
Calle 47 N°162 (1900) La Plata, Bs As, Argentina