

AUDITORÍA ENERGÉTICA DE PALACIO MUNICIPAL DE CAMILO ALDAO, CÓRDOBA

Czajkowski, Jorge; Gómez, Analía; Birche, Belén; Berardi, Roberto; Basualdo, David y Basualdo, Julián

Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable, FAU, UNLP / CIC / CONICET
czajko@ing.unlp.edu.ar

RESUMEN

Con financiamiento de un proyecto Euroclima+ se auditaron edificios municipales en 17 ciudades del país. El objetivo es aumentar el nivel de conocimientos con fines de capacitar a los actores municipales en el proyecto, mantenimiento y rehabilitación edilicia a fin de mejorar la eficiencia energética de cada red de edificios para diferentes usos. Se muestran resultados de una auditoría energética y propuestas de mejora y rehabilitación de su eficiencia energética y sustentabilidad.

Palabras Claves: Eficiencia energética, Edificios, Sustentabilidad, Municipios, Auditoría.

Área Temática: Arquitectura ambientalmente consciente. Edificación sustentable.

Categoría del Trabajo: Trabajo de docentes y/o investigadores.

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto Euroclima+ “Edificios Municipales Energéticamente Eficientes y Sustentables” es llevado adelante bajo la coordinación de la *Universidad Nacional de La Plata (UNLP)* por la *Red Argentina de Municipios frente al Cambio Climático (RAMCC)* y el *Copenhagen Centre on Energy Efficiency (C2E2)*. Cuenta con el financiamiento de la República de Francia mediante la *Agencia Francesa de Desarrollo (AFD)*.

El Producto 6: auditorías energéticas fue responsabilidad del equipo del LAYHS Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo – UNLP. El LAYHS elaboró la primera encuesta nacional de eficiencia energética en edificios municipales a fin de hacer un primer relevamiento entre noviembre y junio del 2020-21. En agosto del 2021 se inició la campaña de invierno abarcando las provincias de Buenos Aires, Santa fe y Córdoba donde forma parte este caso de estudio. En el municipio de Camilo Aldao se auditaron el Palacio Municipal, el Hospital y el Asilo de ancianos. (Filippin, C.: 2003))

El edificio se encuentra localizado en calle Belgrano 901 de Camilo Aldao (Lat -33.12; Long -62.09) en clima templado cálido en Zona Ila (IRAM 11603). Su construcción es de mediados del siglo pasado y ha sufrido numerosas renovaciones encontrándose en buen estado. Está implantado en un lote de esquina cuyo frente principal mira al NNE. La edificación con forma de L ocupa más del 60% del lote, mientras el resto es ocupado por otras dependencias que no se auditaron.



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.

1.1. Características del edificio

El Palacio Municipal de Camilo Aldao fue construido en los `70 del sXX, remodelado en 1985 y rehabilitado en 2019. La última rehabilitación incorporó mejoras en eficiencia energética como pintura clara en azotea, reparación del lucernario, cambios de luminarias a LED, cambio de equipamiento y climatización a productos etiquetados, mejoras en operación de ofimática entre muchas otras medidas positivas. Pero no se mejoraron vidriados, ni se previeron protecciones solares en aberturas, ni aislamiento en muros ni techos.

La mayor inversión fue en un generador solar fotovoltaico y un calentador solar de agua que prácticamente reducen a un mínimo las facturad de energía la mitad del año. Cuando se encienden los equipos de climatización el consumo supera lo que se genera.

Tiene una superficie habitable de 297.05m² y un volumen a climatizar de 831.74m³ con una altura media de locales de 2,60m. Está materializado con muros de ladrillos macizos de 30cm, revocados en ambas caras (R= 0.53 m²K/W y K= 1.88 W/m²K), el techo es de losa de H°A° con contrapiso de pendiente membrana hidráulica y terminación de ladrillos (R= 0.62 m²K/W y K= 1.62 W/m²K). Las carpinterías de ventanas y puertas son amplias de perfiles de aluminio con un vidrio de seguridad de 3+3mm de espesor sin protección adicional (R= 0.17 m²K/W y K= 5.86 W/m²K). Los solados son mixtos de cerámicas esmaltadas sobre contrapiso de hormigón pobre o baldosas calcáreas (R= 0.83 m²K/W y K= 1.20 W/m²K). Los techos son de losa de bovedillas cerámicas y H°A° con un grueso contrapiso de pendiente y terminación con ladrillos planos pintados de blanco. Una gran masa térmica en esa superficie de cerramiento. El cielorraso aplicado y tiene un K= 1.62 W/m²K. Las renovaciones de aire se fijan en 2 (IRAM 11604). Por cuestiones de salubridad interior no se recomienda reducir este valor.

Posee buena iluminación natural y el sistema de alumbrado interior es tipo LED de reciente rehabilitación. Posee un generador solar fotovoltaico de 6,90 kWp conectado a red urbana mediante un inversor de corriente trifásico y un medidor de doble vía. Este permite reducir la demanda anual unos 4844 kWh/año de los 15000 kWh/año, interanuales. El sistema de climatización es mediante equipos de aire acondicionado frío/calor, ubicados en los ambientes principales. El edificio contaba con protecciones solares en las ventanas y lamentablemente en la rehabilitación se eliminaron y en la actualidad se generan sobrecalentamientos.

1.2. Metodología e instrumental utilizado

El equipo del LAYHS posee más de 30 años de experiencia en la realización de auditorías de edificios y propuestas de rehabilitación energética y ambiental (Rosenfeld, Elías; et Al: 1988)(Czajkowski, J., et Al: 2012). El procedimiento consiste en la visita del edificio y su relevamiento en lo formal, constructivo y estado de conservación. Conocido este se planifica la instalación de instrumental automático durante una semana a fin de registrar su comportamiento higrotérmico y lumínico, si corresponde en zonas térmicas. A fin de obtener un comportamiento térmico 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. El instrumental utilizado pertenece al LAYHS y fue adquirido con trabajos de investigación y de terceros ya que el presente proyecto no contempla adquisición y/o reposición. Lo cual implica un riesgo permanente por posible daño o hurto. Además, se realiza una encuesta de percepción ambiental y del confort a funcionarios y empleados municipales.

Luego se realiza un análisis del comportamiento energético del edificio en régimen estacionario basado en una versión adaptada de las Normas IRAM 11604, 11659 y 11900 a fin de obtener el comportamiento a nivel mensual para determinar la demanda de energía en climatización. Considerando una agenda de ocupación basada en el relevamiento. Para invierno y verano se contrastan la versión original con la mejorada y se concluye una propuesta de mejoras.

1.3. Comportamiento energético:

1.3.1. 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 164 km entre centros urbanos. Están prácticamente en la misma latitud y manteniéndose en la misma región bioambiental templada cálida, solo cambian de subzona B (húmeda) a A (de transición). Los datos fueron tomados de la Norma IRAM 11900/18 que muestra datos mensuales de temperaturas medias (°C) y radiación solar media (W/m²)

| | | Radiación solar media mensual (W/m ²) 90° | | | | | | | | |
|--------------------|-------------|--|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| Mes | TBS°C | O° | 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 |
| TOTAL anual | 20,0 | 2592 | 1731 | 1478 | 1572 | 654 | 1710 | 1814 | 989 | 1015 |

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

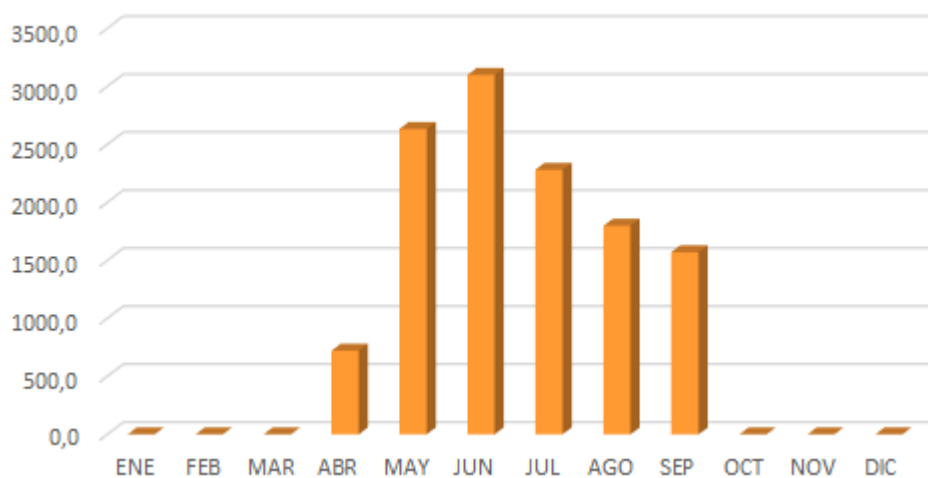


Figura 3: Demanda de energía en calefacción en kWh/mes calculado para TBCal= 20°C, situación original

| ASPECTOS DIMENSIONALES | | |
|-------------------------|--------|----------------|
| Superficie habitable | 297,05 | m ² |
| Volumen habitable | 831,74 | m ³ |
| Indice Compacidad Co | 0,58 | adim |
| Factor de forma f | 0,62 | adim |
| Factor de exposición Fe | 0,97 | adim |
| Altura media de locales | 2,80 | m |
| Superficie envolvente | 501,52 | m ² |
| Superficie protegida | 41,16 | m ² |

Tabla 2: Resumen de aspectos dimensionales del edificio

Del diagnóstico surge que el edificio tiene un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gcal (IRAM 11604) de 2,18 W/m³K y un Coeficiente de pérdidas unitarias 4,13 W/m² que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **12105,42 kWh/año** y 41,69 kWh/m²año, para una temperatura base de calefacción de 20°C. A fin de definir estrategias de rehabilitación se analizan las pérdidas y se encuentra que es factible intervenir los techos (27%), muros (17%) y vidriados (15%), según Figura 1, a fin de lograr mejoras en la demanda de energía.

1.3.2. Invierno - Versión mejorada:

Se propone una serie de mejoras en la envolvente para su rehabilitación, a saber:

- Aislamiento en muros tipo EIFS (External Insulation Finish System) con 4/5 cm de EPS de 30kg/m³ y base coat reforzado con doble malla Fibra Vidrio 10x10 de 110g/m² hasta 1,5 m de altura.

- b. En cubiertas implementar la solución “techo invertido” colocando una capa de 8 cm de EPS de 30kg/m³ sobre la losa recubierto con un geotextil ligero y 6 cm de arcilla expandida. A fin de lograr un K= 0.14 W/m²K.
- 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. Dado que ya se cambiaron las luminarias a LED no se sugieren mejoras adicionales.
- e. Si se desea reducir a casi cero la demanda de energía en climatización, se sugiere el uso de una bomba de calor con sonda geotérmica, accionada por el generador solar.

La implementación de las mejoras en muros, techos y vidriados permitirá reducir la demanda de energía en calefacción en un 44.37%. El edificio tendrá un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gcal (IRAM 11604) de 1.21 W/m³K y un Coeficiente de pérdidas unitarias 1.43 W/m² que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **6734,71 kWh/año** y 23,2 kWh/m²año, para una temperatura base de calefacción de 20°C.

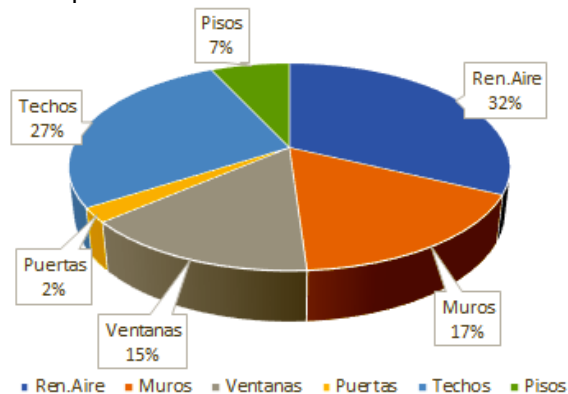


Figura 4: Pérdidas térmicas discriminadas situación mejorada

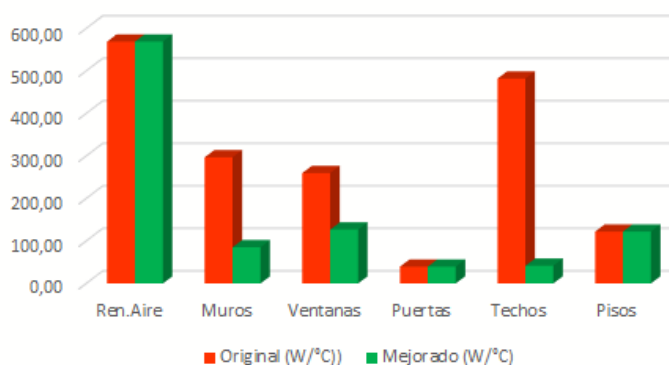


Figura 5: Comparación entre versión original y mejorada

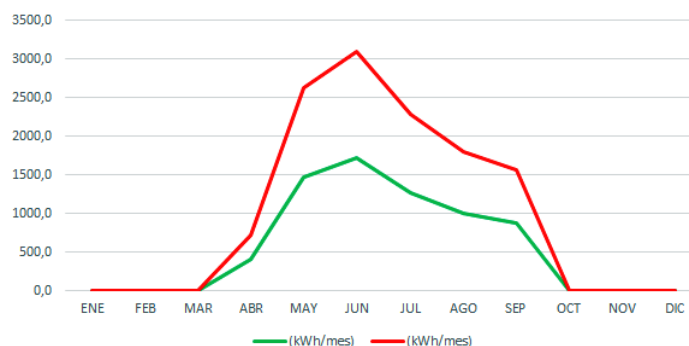


Figura 6: Comparación entre versión original y mejorada mensual

1.3.3. Verano - Versión original:

La figura 7 muestra la discriminación de aportes térmicos en el edificio. Se destacan el asoleamiento con el 46%, los techos con el 13%, los muros con un 8%, y las ventanas con un 6%. En la condición de invierno se propuso mejoras en estos, pero es importante la protección solar.

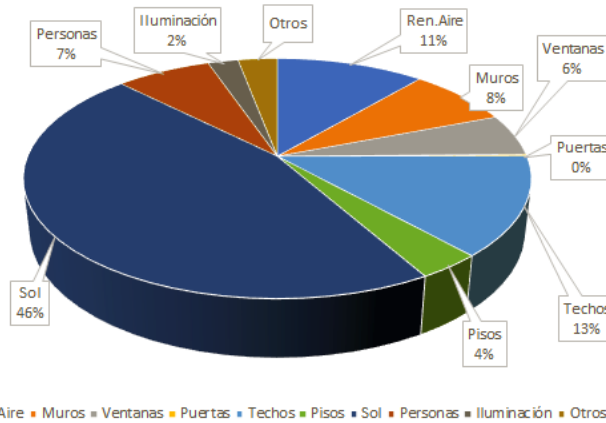


Figura 7: Aportes térmicos discriminados. Situación original verano.

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 123,79 W/m³ que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en refrigeración de **51734,36 kWh/año** y 178,2 kWh/m²año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C.

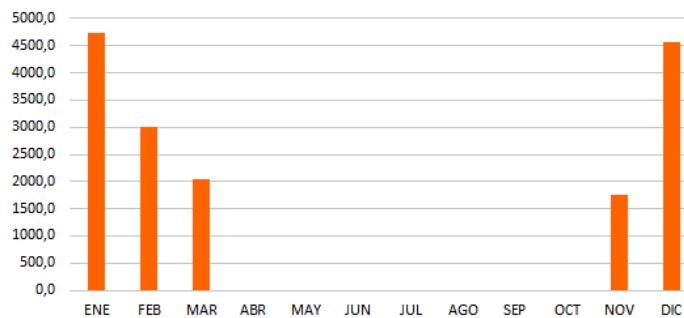
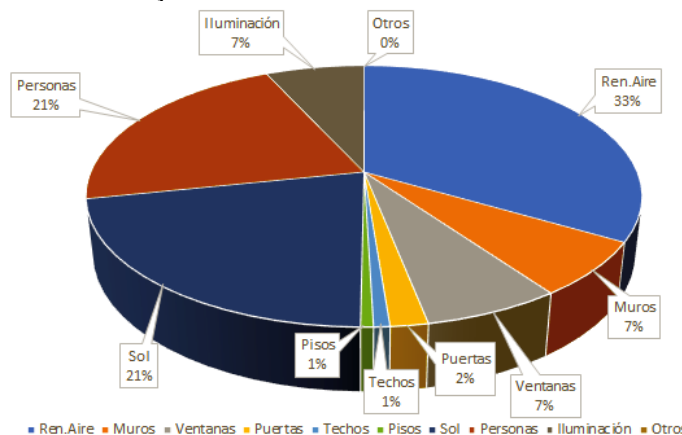


Figura 8: Variación mensual de la demanda de energía en refrigeración.

1.3.3. Verano - Versión mejorada:

Se mantienen las mejoras propuestas para el invierno solo agregando una protección solar en las aberturas que lo requieran. Las que dan al norte y Oeste son las más afectadas y requerirían DVH con vidrio exterior templado coloreado en su masa y cortinas exteriores accionadas eléctricamente por un accionador automático que sense la radiación solar. Se busca que los vidriados tengan un FES = 0.18 (IRAM 11659-1). La figura 9 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 **61,73%** en la demanda de energía eléctrica en refrigeración sin considerar la eficiencia energética de los equipos de aire acondicionado. En la figura 10 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 9: Aportes térmicos discriminados. Situación mejorada verano.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gref (IRAM 11659) de 44,37 W/m³ que resulta en una demanda anual energía eléctrica en refrigeración de **41939,82 kWh/año** y 144,4 kWh/m²año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C.

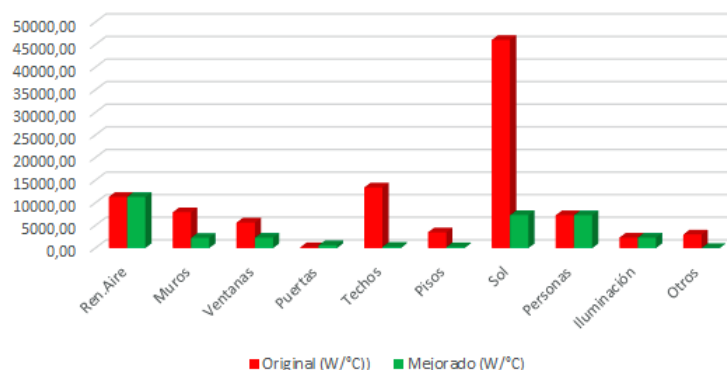


Figura 10: Comparación de edificio original y mejorado. Situación verano.

La figura 11 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.

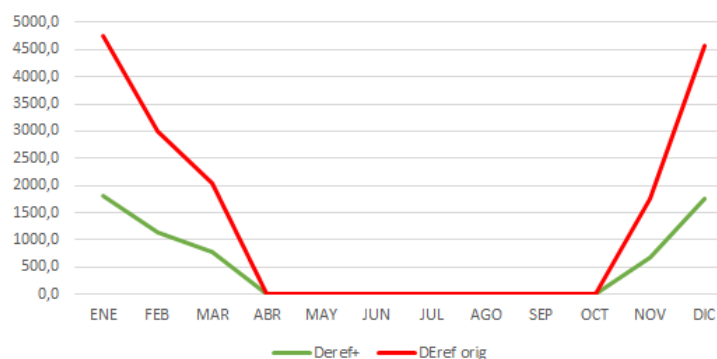


Figura 11: Comparación de la demanda de energía en refrigeración mensual del edificio original y mejorado. Situación verano.

1.3.4. Resultados del comportamiento anual:

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. Las principales medidas de diseño eficiente que restan son las propuestas a fin de lograr reducir la demanda en un 44,37%. Los valores son en energía secundaria y no contemplan la eficiencia energética de equipos climatización. La figura 12 y tabla 3, a modo de conclusión parcial, muestra que la reducción total anual de energía en climatización con las medidas de mejora propuestas podría ser de unos 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/m²año a 44,42 kWh/m²año.

| 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 | 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 ² año | |
| Total climatización anual con mejoras | | | 12897,07 kWh/año | | 44,42 kWh/m ² año | |
| | | | 45,72% | | | |

Tabla 3: Resumen de aspectos dimensionales del edificio

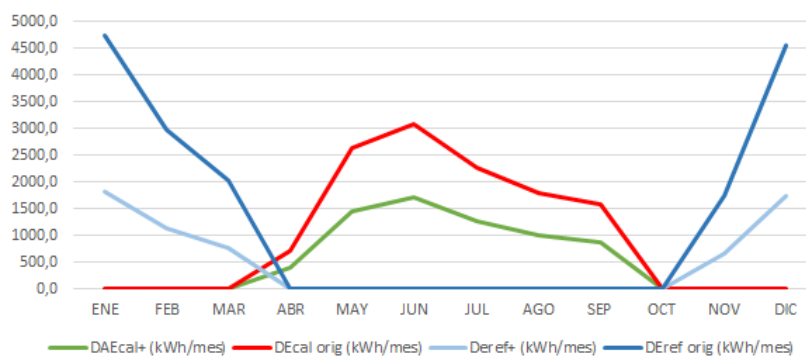


Figura 12: Comparación anual caso «Palacio Municipal» en Camilo Aldao, Córdoba.

1.4. Ficha síntesis:



Figura 13a: Ficha síntesis del caso «Palacio Municipal» en Camilo Aldao, Córdoba (parcial)

Se construyó una ficha tipo que sintetiza las características principales del edificio y su comportamiento energético e higrotérmico. El monitoreo higrotérmico muestra que con calefacción el edificio responde manteniéndose en la zona de confort de invierno del nomograma de B. Givoni mientras que el comportamiento de verano muestra un sobrecalentamiento a pesar de contar con refrigeración. Esto impactará en la propuesta de rehabilitación.

1.5. Diagnóstico y propuesta de rehabilitación energética:

El edificio es de construcción convencional típico en la región y de baja eficiencia energética. El personal manifiesta que es muy caliente en los meses de verano y regular en los meses de invierno. A pesar de contar con sistema de climatización. La medida más importante es trabajar sobre el techo con dos medidas prioritarias: a. agregar 8 cm de EPS de 30 kg/m³ sobre la losa cubierto (techo invertido) con 6 cm de arcilla expandida. Una segunda medida es agregar un EIFS/SATE de 4 o 5 cm de EPS de 30Kg/m³ en la cara opaca exterior (Stazi, F., et Al: 2009). La tercera medida y probablemente la más costosa cambiar las carpinterías de ventanas por otras de PVC con DVH y cortinas exteriores automáticas. En cuanto a climatización pensar en un sistema frío/calor con bomba de calor y sonda geotérmica accionado por el generador solar. Automatizado con los horarios de funcionamiento del edificio.

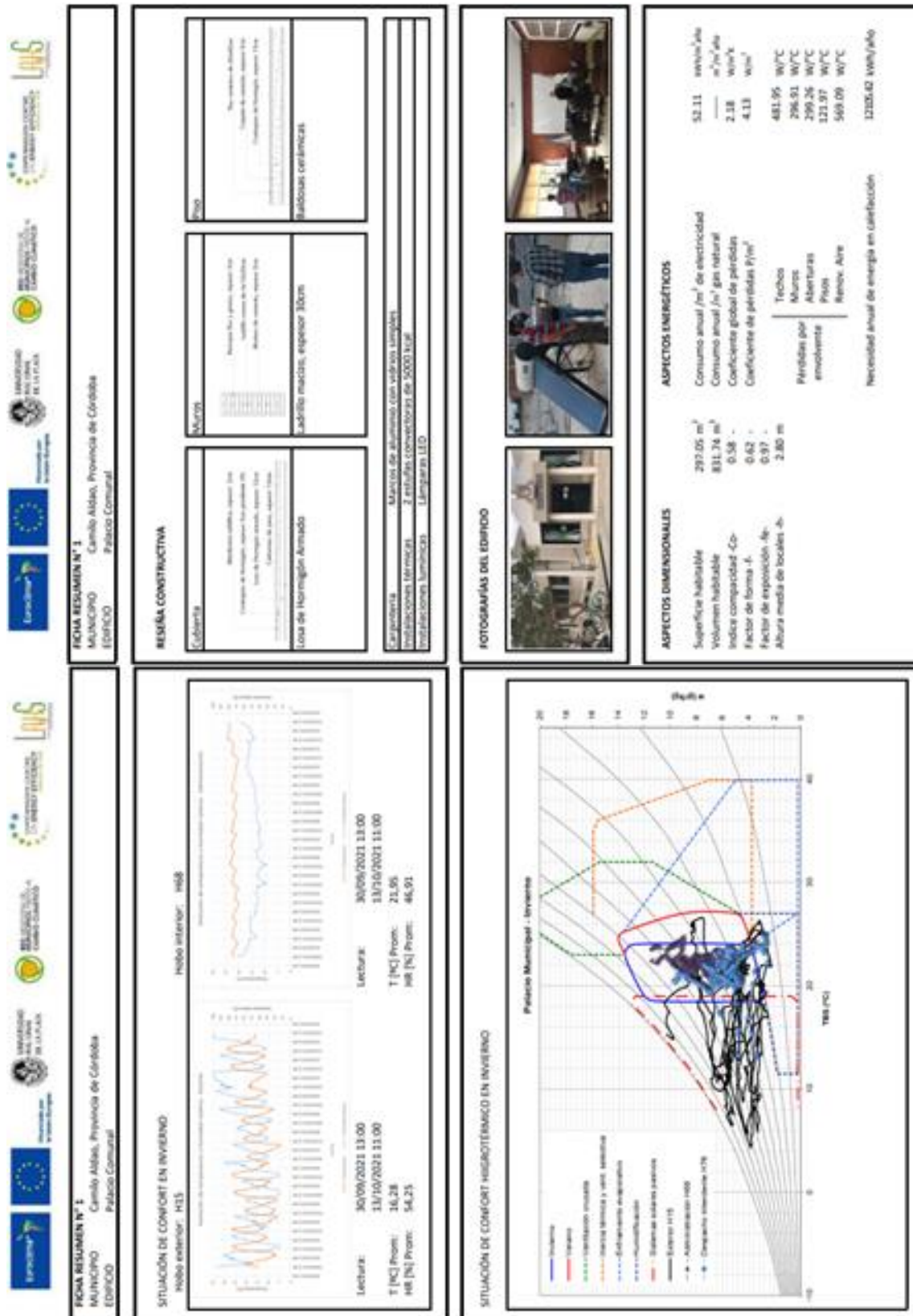


Figura 13b: Ficha síntesis del caso «Palacio Municipal» en Camilo Aldao, Córdoba (parcial)

1.5. Diagnóstico y propuesta de rehabilitación energética:

El edificio es de construcción convencional típico en la región y de baja eficiencia energética. El personal manifiesta que es muy caliente en los meses de verano y regular en los meses de invierno. A pesar de contar con sistema de climatización. La medida más importante es trabajar sobre el techo con dos medidas prioritarias: a. agregar 8 cm de EPS de 30 kg/m³ sobre la losa cubierto (techo invertido) con 6 cm de arcilla expandida. Una segunda medida es agregar un EIFS/SATE de 4 o 5 cm de EPS de 30Kg/m³ en la cara opaca exterior (Stazi, F., et Al: 2009). La

tercera medida y probablemente la más costosa cambiar las carpinterías de ventanas por otras de PVC con DVH y cortinas exteriores automáticas. En cuanto a climatización pensar en un sistema frío/calor con bomba de calor y sonda geotérmica accionado por el generador solar. Automatizado con los horarios de funcionamiento del edificio.

2. CONCLUSIONES.

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.

3. REFERENCIAS.

- Czajkowski, J., Gómez, A., Vagge, C., Salvetti, B., Marcilese, M., Diulio, M. d., y otros. (2012). Evaluación del confort higrotérmico invernal en viviendas unifamiliares del gran La Plata mediante auditorías. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 16, 5.101-5.106. <http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php>
- Czajkowski, J., Basualdo, D., Coronel, A. y Gómez, A. (2019) Evaluación del comportamiento térmico de vivienda social mediante termografía. *Condición de verano*. XXIII Congreso y XXXVIII Encontro Arquisur Belo Horizonte, Brasil. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/82959>
- Filippin, C., & Follari, J. (2003). Comportamiento termico de un proyecto demostrativo bioclimático en San Luis. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 13, 5.69-5.76. <http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php>
- Gonzalo, G., Ledesma, S., Nota, V., & Martínez, C. (2000). Rediseño y actualización del programa computacional para verificación del riesgo de condensación en cerramientos exteriores. *Avances en Energías Revables y Medio Ambiente*, 4. <http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php>
- Salvetti, M. B., Czajkowski, J. D., & Gómez, A. F. (2009). Análisis del comportamiento energético-ambiental en torre de viviendas en La Plata. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 13, 5.127-5.133. <http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php>
- Stazi, F., Di Perna, C., & Munafó, P. (2009). Durability of 20-year-old external insulation and assessment of various types of retrofitting to meet new energy regulations. *Energy and Buildings*(41), 721-731.
- Verbeek, G., & Hens, H. (2005). Energy savings in retrofitted dwellings: economically viable? *Energy and Buildings* (37), 747-754.
- Normas: IRAM 11601 (2002). Métodos de cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y materiales de construcción en régimen estacionario. Norma IRAM 11603. (2012). *Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la Republica Argentina*. Norma IRAM 11604 (2001). Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico G_{cal} de pérdidas de calor. Cálculo y valores límite. Norma IRAM 11605 (1996). Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos. Norma IRAM 11659-1/2 (2004/7). Ahorro de energía en refrigeración. Parte 1: vocabulario, definiciones, tablas y datos para determinar la carga térmica de refrigeración. Y Parte 2: edificios para viviendas. Valores admisibles G_{ref} . Norma IRAM 11900 (2017). Prestaciones energéticas en viviendas. Método de cálculo y etiquetado de eficiencia energética.
- Stazi, F., Di Perna, C., & Munafó, P. (2009). Durability of 20-year-old external insulation and assessment of various types of retrofitting to meet new energy regulations. *Energy and Buildings* (41), 721-731. doi:10.1016/j.enbuild.2009.02.008 <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778809000279>
- Verbeek, G., & Hens, H. (2005). Energy savings in retrofitted dwellings: economically viable? *Energy and Buildings* (37), 747-754. doi:10.1016/j.enbuild.2004.10.003 <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778804003366>.

Agradecimientos: A la Unión Europea y en particular a la República de Francia por el financiamiento de un proyecto que por su complejidad y amplitud no sería posible con los programas nacionales de CyT. A la RAMCC por el apoyo brindado en la gestión de los municipios a auditar. Al Sr Intendente de Camilo Aldao y su equipo por la gran cortesía y calidez brindada al equipo auditor al visitarlos. A la ciudadanía del municipio, empleados y funcionarios del palacio municipal.