

INFORME TÉCNICO

Caso: Palacio Municipal
Municipio: Puerto Esperanza
Provincia: Misiones



Fuente: JDC, 2021

La Plata, mayo 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 |
| 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: Palacio municipal, Puerto Esperanza, Misiones.

Descripción:

El edificio se encuentra localizado en la calle Misiones 50 entre San Luis y San Juan (Lat -26.0220; Long -54.6149) en clima muy cálido húmedo Zona Ib (IRAM 11603). Se encuentra en el centro de la ciudad y de la ciudad de Posadas se toman los datos climáticos. Su construcción es de 2018. Está implantado en la localidad en un entorno mixto/residencial. El frente de acceso da al norte y posee un gran atrio central de doble altura, oficinas de las secretarías y la privada del intendente cerradas el resto de las dependencias son abiertas al atrio, más sanitarios y anexos. El edificio está en esquina exento. Tiene una superficie habitable de 1272,64 m² y un volumen a climatizar de 3563,39 m³ con una altura media de locales de 2,80m; salvo el atrio que tiene 5,60m.

Está materializado con estructura de H°A°, muros de ladrillos de la zona vistos al exterior y revocado en interior ($R= 0.53 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K= 1,88 \text{ W/m}^2\text{K}$), el techo es de tinglado a dos aguas de chapa acanalada metálica sobre membrana de polietileno expandido y cielorraso suspendido ($R= 0,80 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K= 1,26 \text{ W/m}^2\text{K}$). Las carpinterías de ventanas y puertas son amplias de aluminio ($R= 0.17 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K= 5.86 \text{ W/m}^2\text{K}$). Los solados son de baldosas calcáreas y/o alisado de cemento ($R= 0.72 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K= 1.38 \text{ W/m}^2\text{K}$).

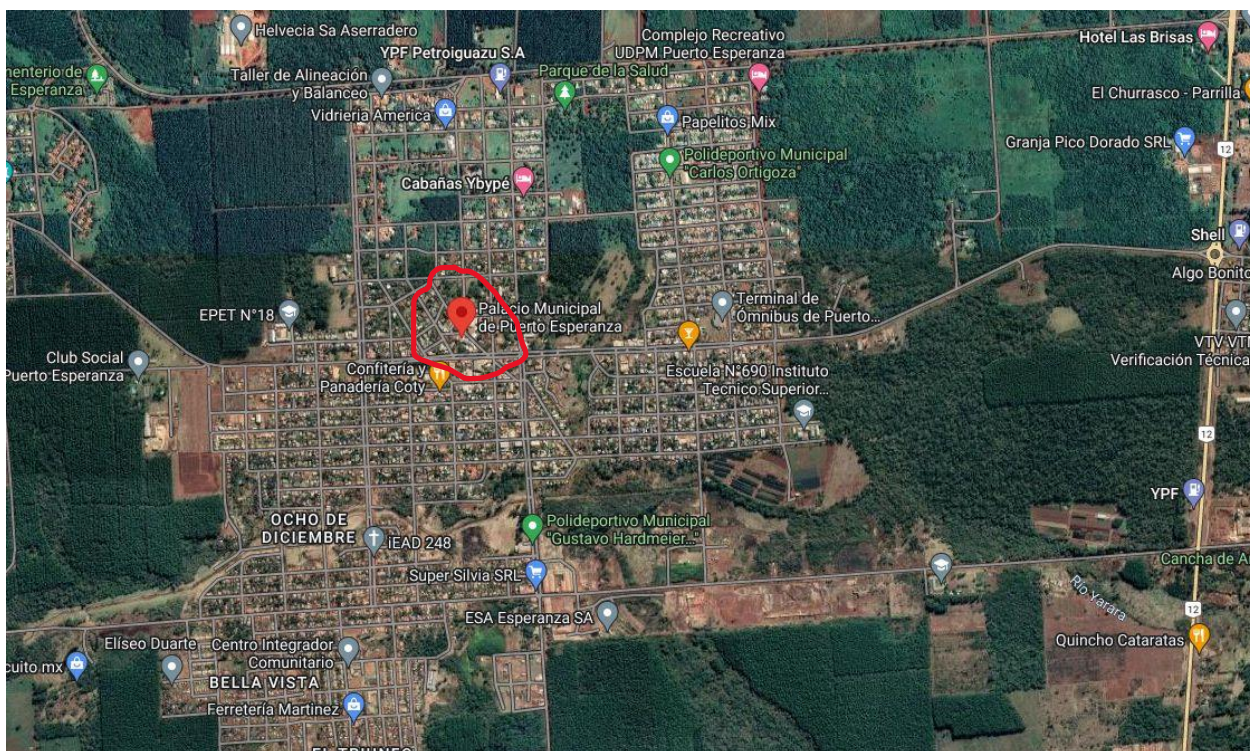


Figura 1: Implantación del Palacio Municipal en la estructura urbana. Fuente: Google Maps.

Posee buena iluminación natural y el sistema de alumbrado interior es tipo LED. El sistema de climatización es sistema centralizado de AA.

Diagnóstico:

El edificio es de construcción convencional en la región, de baja eficiencia energética en su envolvente. El personal y los auditores manifiestan que es muy caluroso en los meses de verano y confortable en los escasos

días fríos de invierno. El diagnóstico energético muestra que en la condición actual el edificio requiere 5507,57 kWh/año en calefacción y 71000,92 kWh/año en refrigeración y con todas las medidas de rehabilitación podría reducirse a 2631,59 kWh/año y 48776,32 kWh/año respectivamente. Implica una reducción en la demanda de 52,22 % en calefacción y 31,30 % en refrigeración. Así tendríamos como indicador de comparación en calefacción 2,07 kWh/m².año y 38,33 kWh/m².año en refrigeración con un total de 40,39 kWh/m².año. Relativamente simple de reducir con medidas pasivas de eficiencia energética.

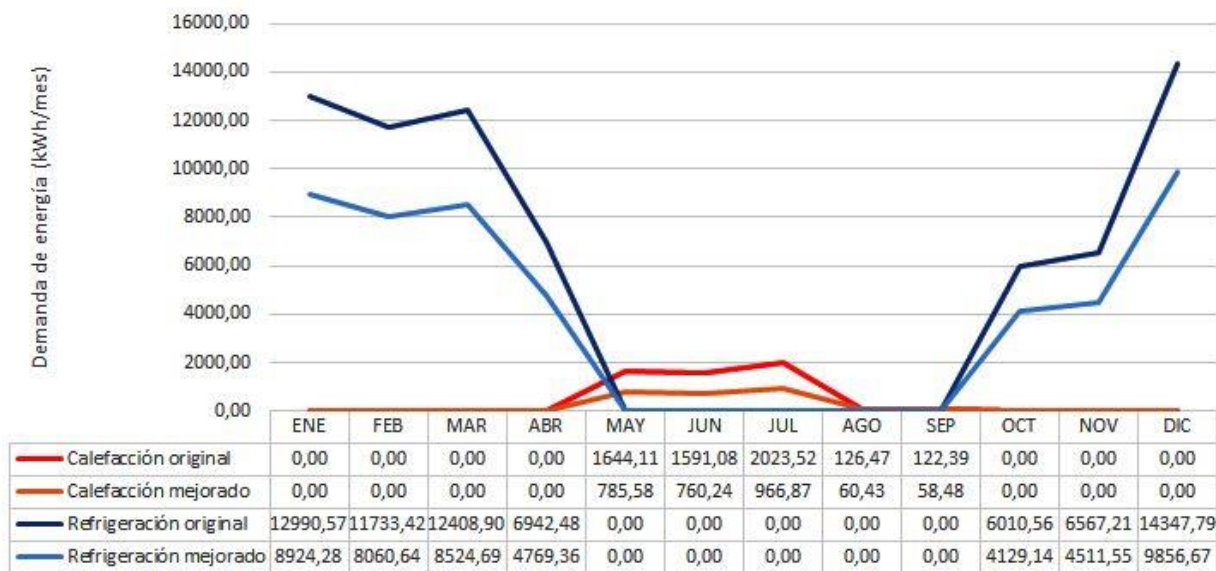


Figura 1: Comparación de demandas de energía en climatización mensual original y con mejoras.

Recomendaciones rehabilitación:

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

- 1) agregar 10 cm de lana de vidrio con foil de aluminio inferior sobre un cielorraso o debajo de la cubierta de chapas;
- 2) En muros realizar un EIFS/SATE con 5cm de EPS de 30kg/m³ y basecoat reforzado con malla de fibra de vidrio.
- 3) La medida quizá más costosa sea cambiar las carpinterías de ventanas por otras con DVH junto a protección solar exterior para el verano en especial al este, norte y oeste. No hay sombras arrojadas por el entorno.

Dado que a pesar de estas medidas el edificio seguirá demandando energía, en la cubierta hay suficiente espacio para instalar un generador solar FV. El edificio cuenta con medidor de energía eléctrica trifásica.



Dr. JORGE DANIEL OZAJKOWSKI
Director LAYHS - FAU - UNLP

FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO Puerto Esperanza, Provincia de Misiones

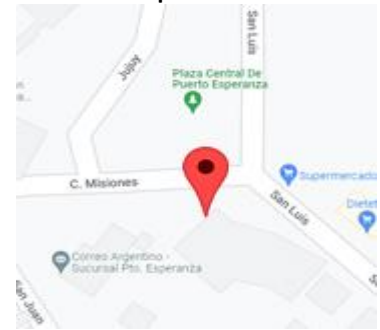
EDIFICIO Palacio Municipal

DIRECCIÓN Misiones 50 e/ San Luis y San Juan

FECHA VISITA 1 04/04/2022 al 18/04/2022

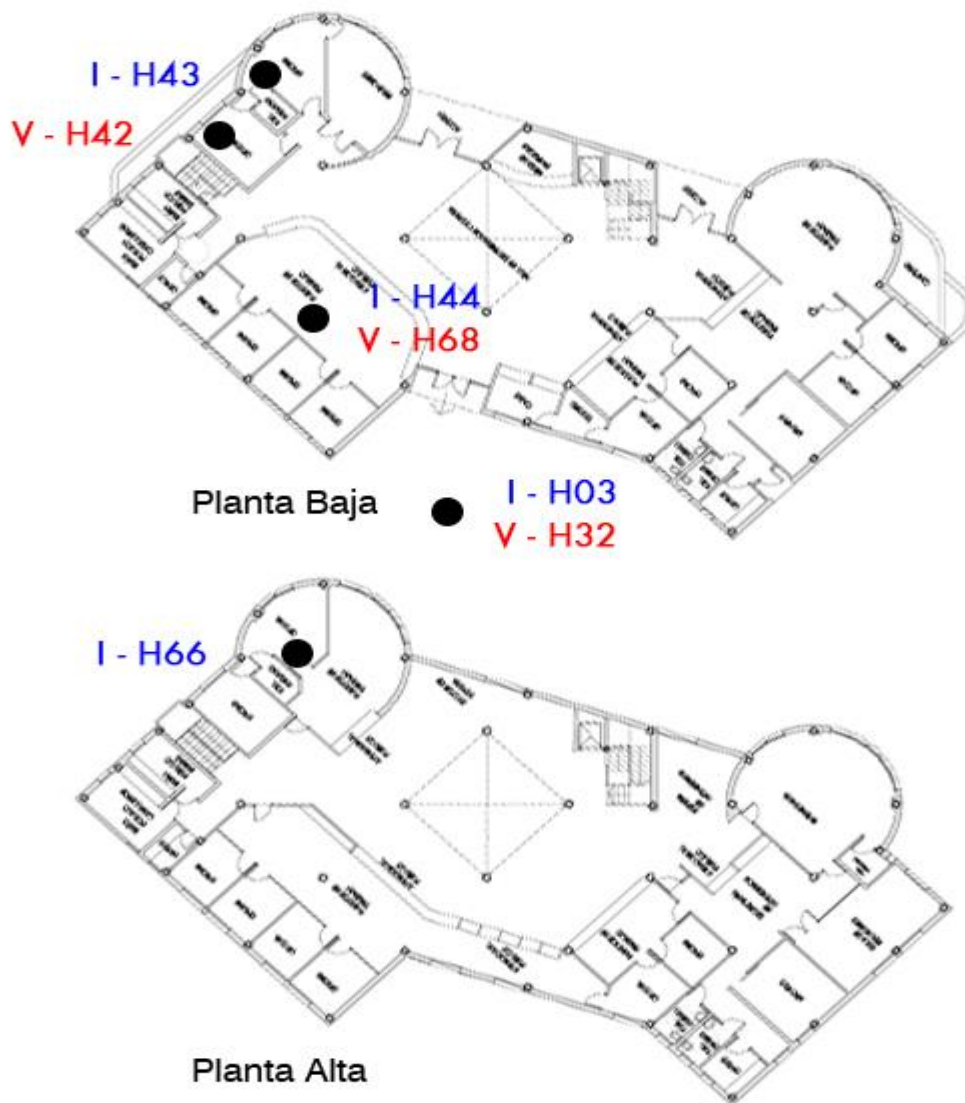
FECHA VISITA 2 08/08/2022 al 16/08/2022

Implantación



-26,02 latitud sur
-54,61 longitud oeste

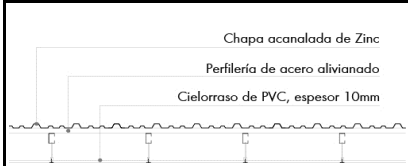
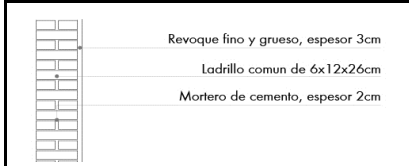
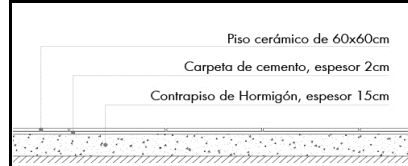
PLANO DEL EDIFICIO CON UBICACIÓN DE HOBOS



FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO Puerto Esperanza, Provincia de Misiones

EDIFICIO Palacio Municipal

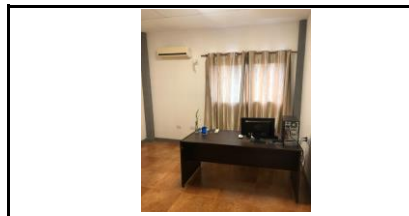
RESEÑA CONSTRUCTIVA**Cubierta**Techo metálico con cielorraso
suspendido de PVC**Muros**Ladrillo comun doble con revoque
solamente interior, espesor 30cm**Piso**

Baldosas cerámicas marrones

Carpintería Aluminio blanco sin ruptor de vacío con vidrio 3+3mm sin burlete

Instalaciones térmicas Aires acondicionados

Instalaciones lumínicas Luces LED

FOTOGRAFÍAS DEL EDIFICIO**ASPECTOS DIMENSIONALES**

| | |
|-----------------------------|------------------------|
| Superficie habitable | 1272,64 m ² |
| Volumen habitable | 3563,39 m ³ |
| Compacidad -Co- | 0,91 - |
| Factor de forma -f- | 0,36 - |
| Factor de exposición -fe- | 1,00 - |
| Altura media de locales -h- | 2,80 m |

ASPECTOS ENERGÉTICOS

| | |
|--------------------------------------|------------------------------|
| Demanda calefacción anual /m2 | 2,72 kWh/m ² año |
| Demanda refrigeración anual /m2 | 38,89 kWh/m ² año |
| Coefficiente global de pérdidas Gcal | 1,43 W/m ³ .K |
| Coefficiente de pérdidas Scal | 2,05 W/m ² .K |

| | | |
|-------------------------------------------|--------------------|-------------|
| Pérdidas por envolvente calefacción | Techos | 655,94 W/K |
| | Muros | 1168,13 W/K |
| | Aberturas | 605,31 W/K |
| | Pisos | 175,85 W/K |
| | Renovación de aire | 2494,37 W/K |

| | |
|---------------------------------------------|------------------|
| Necesidad de energía por balance | 76508,49 kWh/año |
| Aporte de energía según mediciones | kWh/año |
| Diferencia porcentual entre las dos últimas | % |

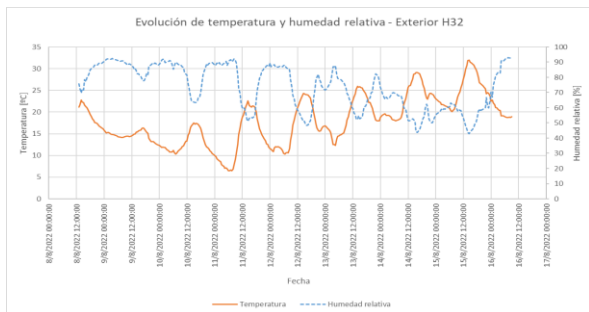
FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO Puerto Esperanza, Provincia de Misiones
 EDIFICIO Palacio Municipal

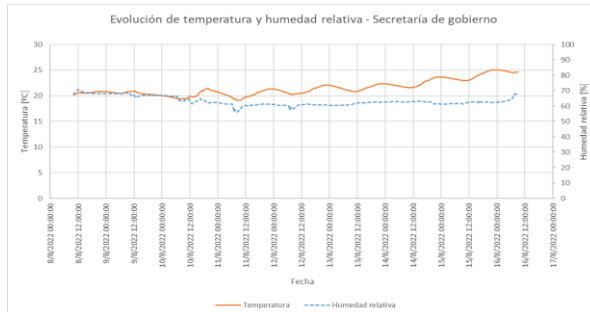
SITUACIÓN DE CONFORT EN INVIERNO

Hobo exterior: H32 - Edificio: PalacioMunicipal

Hobo interior: H43

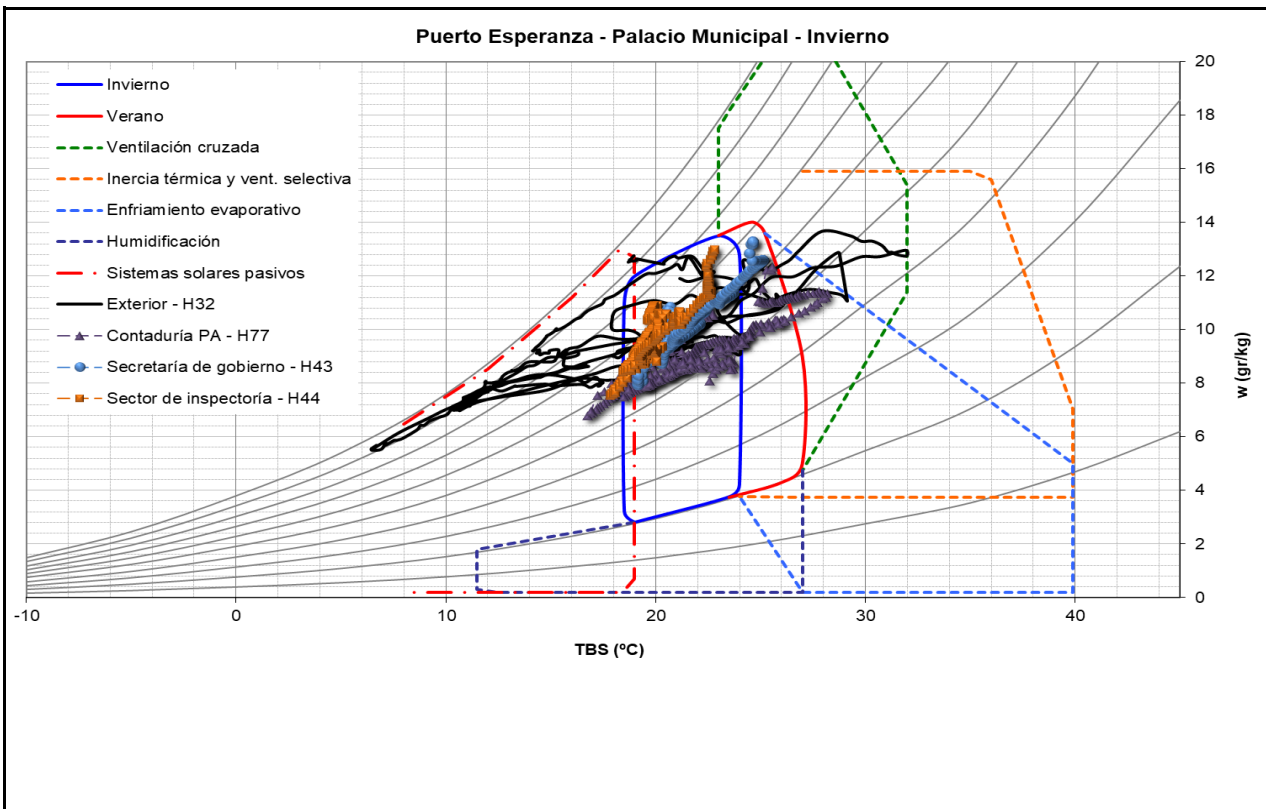


Lectura: 8/8/2022 13:00
 16/8/2022 11:00
 T [°C] Prom: 17,87
 HR [%] Prom: 74,08



Lectura: 8/8/2022 10:00
 16/8/2022 09:00
 T [°C] Prom: 21,48
 HR [%] Prom: 63,15

SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN INVIERNO



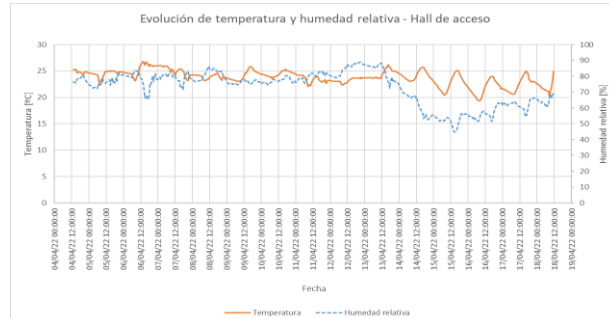
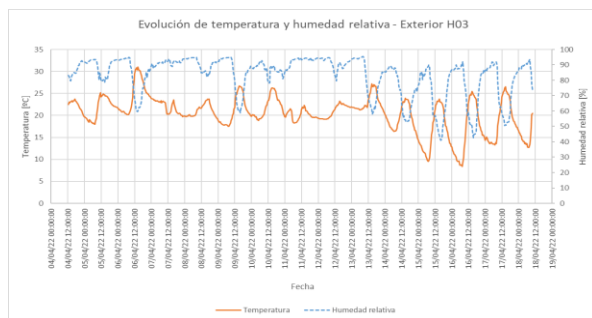
FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO Puerto Esperanza, Provincia de Misiones
 EDIFICIO Palacio Municipal

SITUACIÓN DE CONFORT EN VERANO

Hobo exterior: H03 - Palacio Municipal

Hobo interior: H44

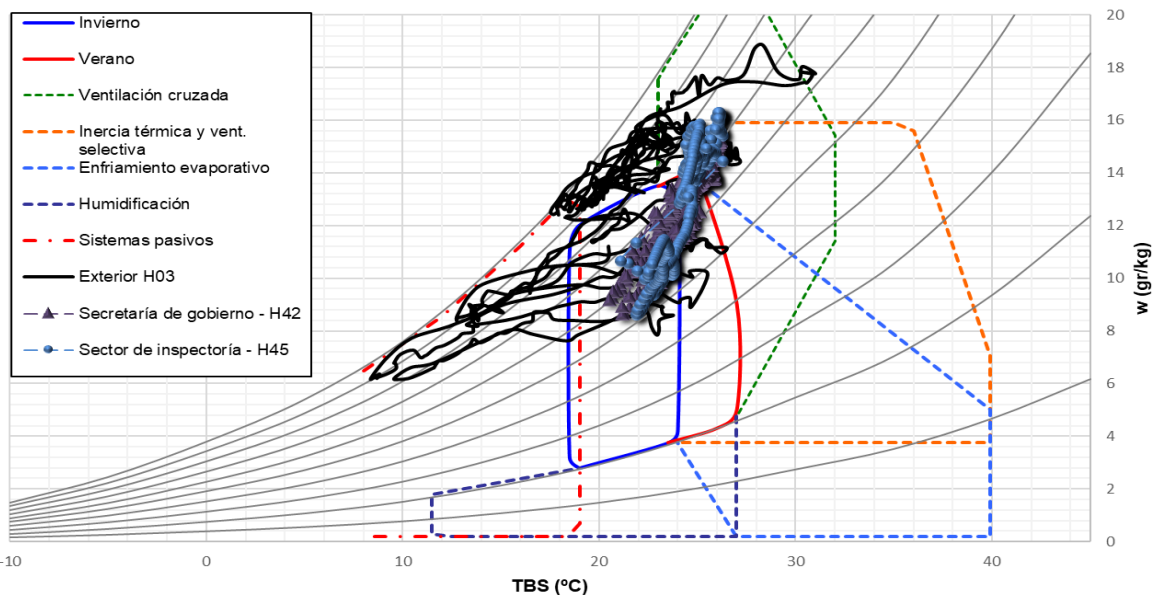


Lectura: 4/4/2022 12:30
 18/4/2022 10:00
 T [°C] Prom: 20,45
 HR [%] Prom: 83,33

Lectura: 4/4/2022 13:00
 18/4/2022 11:30
 T [°C] Prom: 23,77
 HR [%] Prom: 72,84

SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN VERANO

Puerto Esperanza - Palacio Municipal - Verano



REPORTE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO ORIGINAL Y MEJORADO

Caso: Palacio Municipal

Localidad: Puerto Esperanza, Misiones.

El edificio se encuentra localizado en la calle Misiones 50 entre San Luis y San Juan (Lat -26.0220; Long -54.6149) en clima muy cálido húmedo Zona Ib (IRAM 11603). Se encuentra en el centro de la ciudad y de la ciudad de Posadas se toman los datos climáticos. Su construcción es de 2018. Está implantado en la localidad en un entorno mixto/residencial. El frente de acceso da al norte y posee un gran atrio central de doble altura, oficinas de las secretarías y la privada del intendente cerradas el resto de las dependencias son abiertas al atrio, más sanitarios y anexos. El edificio está en esquina exento. Tiene una superficie habitable de 1272,64 m² y un volumen a climatizar de 3563,39 m³ con una altura media de locales de 2,80m; salvo el atrio que tiene 5,60m.

Está materializado con estructura de H[°]A[°], muros de ladrillos de la zona vistos al exterior y revocado en interior (R= 0.53 m²K/W y K= 1,88 W/m²K), el techo es de tinglado a dos aguas de chapa acanalada metálica sobre membrana de polietileno expandido y cielorraso suspendido (R= 0,80 m²K/W y K= 1,26 W/m²K). Las carpinterías de ventanas y puertas son amplias de aluminio (R= 0.17 m²K/W y K= 5.86 W/m²K). Los solados son de baldosas calcáreas y/o alisado de cemento (R= 0.72 m²K/W y K= 1.38 W/m²K).

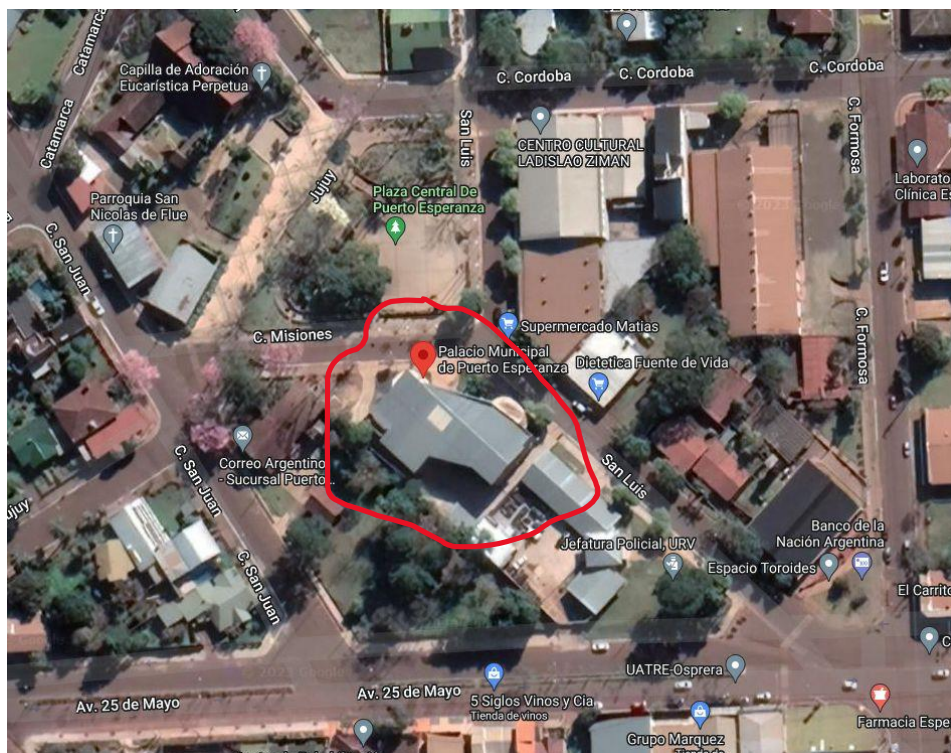


Figura 1: Implantación del Palacio Municipal en la estructura urbana. Fuente: Google Maps.

Posee buena iluminación natural y el sistema de alumbrado interior es tipo LED. El sistema de climatización es sistema centralizado de AA.

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 Posadas (Misiones) distante 185km. 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 | Puerto Esperanza, Provincia de Misiones |
| Edificio | Palacio Municipal |
| Localidad más cercana en la base de datos: | Posadas - Prov. Misiones |

| 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 | 26,7 | 0 | 6,7 | 70 | 82 | 125 | 150 | 128 | 88 | 139 | 163 | 133 | 291 |
| Febrero | 28 | 26,7 | 0 | 6,7 | 74 | 96 | 132 | 142 | 109 | 66 | 103 | 132 | 123 | 260 |
| Marzo | 31 | 26,4 | 0 | 6,4 | 77 | 124 | 124 | 109 | 75 | 54 | 78 | 115 | 128 | 203 |
| Abril | 30 | 23,7 | 0 | 3,7 | 78 | 122 | 111 | 87 | 53 | 41 | 50 | 82 | 107 | 147 |
| Mayo | 31 | 18,7 | 1,3 | 0 | 79 | 128 | 101 | 65 | 35 | 32 | 37 | 71 | 108 | 112 |
| Junio | 30 | 18,7 | 1,3 | 0 | 79 | 122 | 91 | 54 | 30 | 28 | 31 | 62 | 102 | 97 |
| Julio | 31 | 18,4 | 1,6 | 0 | 77 | 146 | 109 | 66 | 36 | 33 | 38 | 79 | 125 | 118 |
| Agosto | 31 | 19,9 | 0,1 | 0 | 74 | 158 | 129 | 89 | 49 | 40 | 52 | 98 | 139 | 159 |
| Septiembre | 30 | 19,9 | 0,1 | 0 | 76 | 133 | 121 | 101 | 65 | 47 | 74 | 121 | 140 | 193 |
| Octubre | 31 | 23,1 | 0 | 3,1 | 72 | 100 | 109 | 106 | 78 | 53 | 87 | 121 | 122 | 202 |
| Noviembre | 30 | 23,5 | 0 | 3,5 | 70 | 85 | 124 | 143 | 118 | 80 | 133 | 161 | 135 | 288 |
| Diciembre | 31 | 27,4 | 0 | 7,4 | 69 | 70 | 117 | 147 | 129 | 87 | 124 | 141 | 112 | 272 |
| Anual | 365 | 22,8 | 4,4 | 37,5 | 75 | 1366 | 1393 | 1259 | 905 | 649 | 946 | 1346 | 1474 | 2342 |

Tabla 1: Datos mensuales de temperaturas medias y radiación solar por orientación de la Ciudad de Posadas.

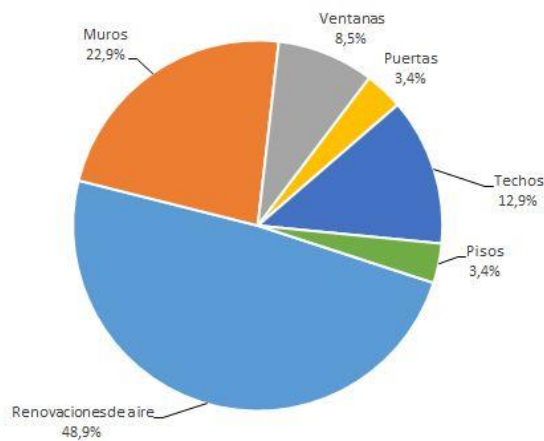


Figura 1: Pérdidas térmicas discriminadas situación original

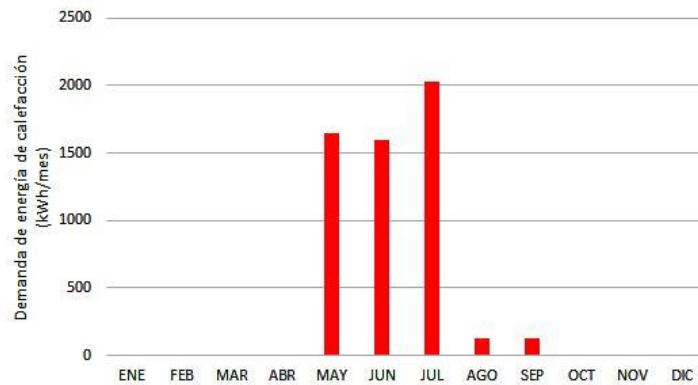


Figura 2: Demanda de energía en calefacción en kWh/mes calculado para T_{Bcal}= 20°C, situación original

| Aspectos dimensionales | |
|-------------------------|------------------------|
| Superficie habitable | 1272,64 m ² |
| Volumen habitable | 3563,39 m ³ |
| Índice Compacidad Co | 0,91 adim |
| Factor de forma f | 0,36 adim |
| Factor de exposición Fe | 1,00 adim |
| Altura media de locales | 2,80 m |
| Superficie envolvente | 1393,97 m ² |
| Superficie expuesta | 1393,97 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 1,43 W/m³K y un Coeficiente de pérdidas unitarias 2,05 W/m²K que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **5507,57 kWh/año** y 4,33 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 (12,9%), muros (22,9%) y vidriados (11,9%, ventanas y puertas), según Figura 1, a fin de lograr mejoras en la demanda de energía.

2. INVIERNO - PROPUESTA MEJORADA:

- Aislamiento en muros con EIFS/SATE de 50mm. ($K_{m1} = 0.63 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- En techos agregar 10cm de lana de vidrio con foil de aluminio sobre el cielorraso o bajo chapa y reemplazar. ($K_{t2} = 0.36 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- La intervención más costosa es en vidriados, sea en aislamiento. 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. ($K_{v1} = 2.86 \text{ W/m}^2\text{K}$)

La implementación de las mejoras en muros, techos y vidriados permitirá reducir la demanda de energía en calefacción en un 52,22 %. El edificio tendrá un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gcal (IRAM 11604) de 0,68 W/m³K, que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **2631,59 kWh/año** y 2,07 kWh/m²año, para una temperatura base de calefacción de 20°C.

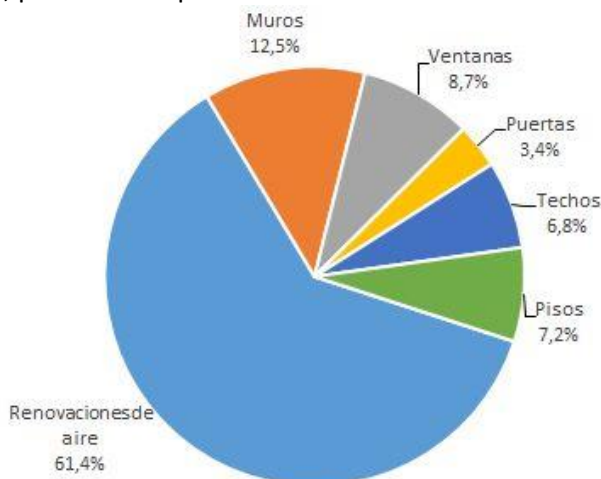


Figura 3: Pérdidas térmicas discriminadas situación mejorada

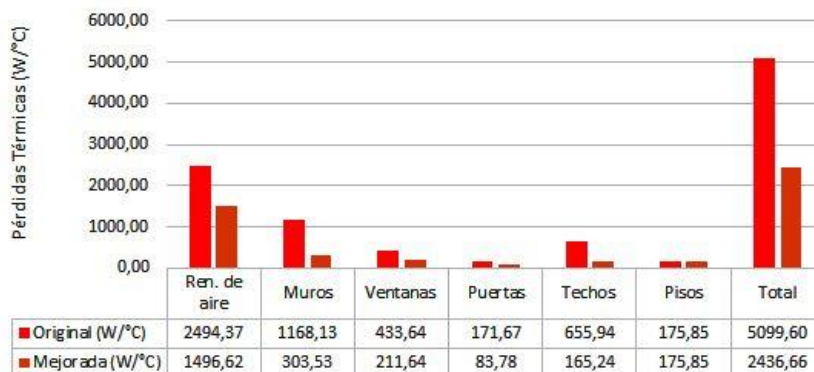


Figura 4: Comparación entre versión original y mejorada

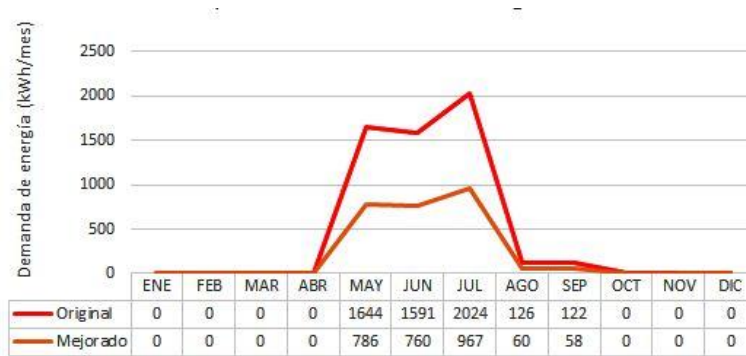


Figura 5: Comparación entre versión original y mejorada mensual

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 es LED. Las principales medidas de diseño eficiente que restan son las propuestas a fin de lograr reducir la demanda en un 52,22%. Los valores son en energía secundaria y no contemplan la eficiencia energética de equipos climatización. En Misiones el costo de la energía eléctrica es muy alto y no poseen acceso al gas natural por redes, solo GLP.

4. VERANO - VERSIÓN ORIGINAL:

La figura 6 muestra la discriminación de aportes térmicos en el edificio. Se destacan el asoleamiento con el 38,6%, los techos con el 8,4%, los muros con un 14,9%, y las ventanas con un 5,5%. En la condición de invierno se propuso mejoras en estos, pero es importante la *protección solar*.

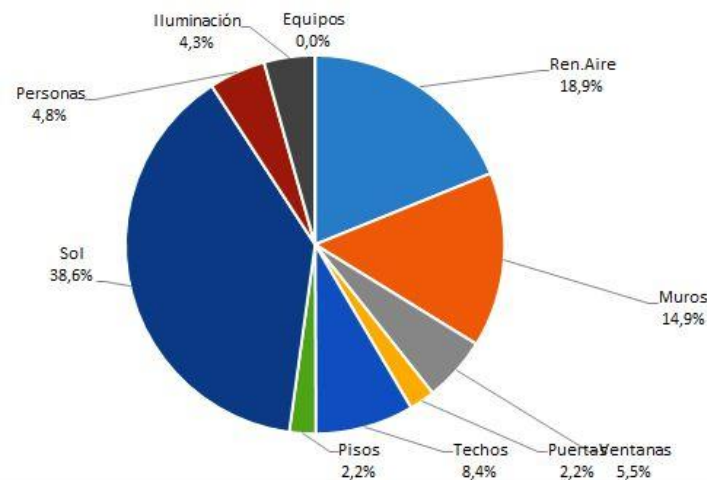


Figura 6: Aportes térmicos discriminados. Situación original verano.

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 se consideraron sombras arrojadas por árboles o edificios. 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 **71000,92 kWh/año** y 55,79 kWh/m²año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C.

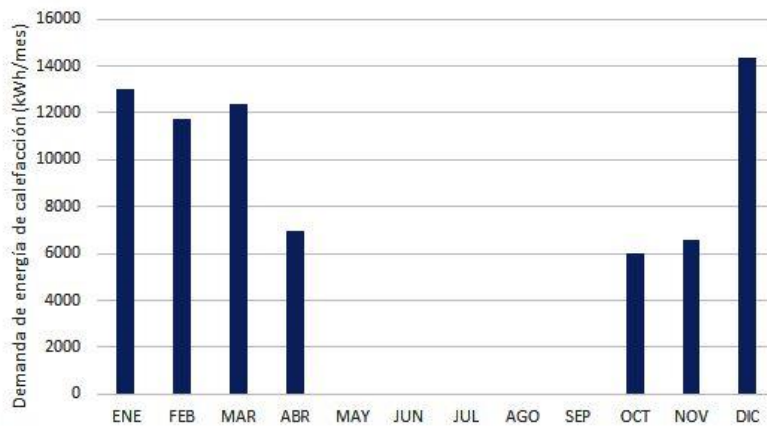


Figura 7: Variación mensual de la demanda de energía en refrigeración actual.

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 = 0.13 en ventanas.

La figura 8 muestra la leve 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 31,30% 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.

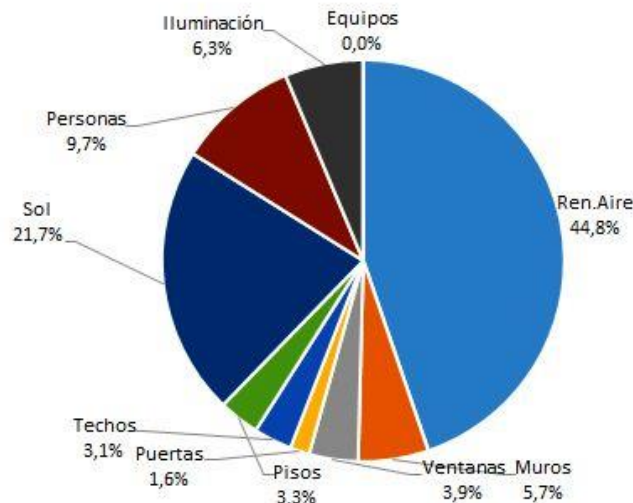


Figura 8: Aportes térmicos discriminados. Situación mejorada verano.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene una demanda anual energía eléctrica en refrigeración de **48776,32 kWh/año** y 38,33 kWh/m²año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C.

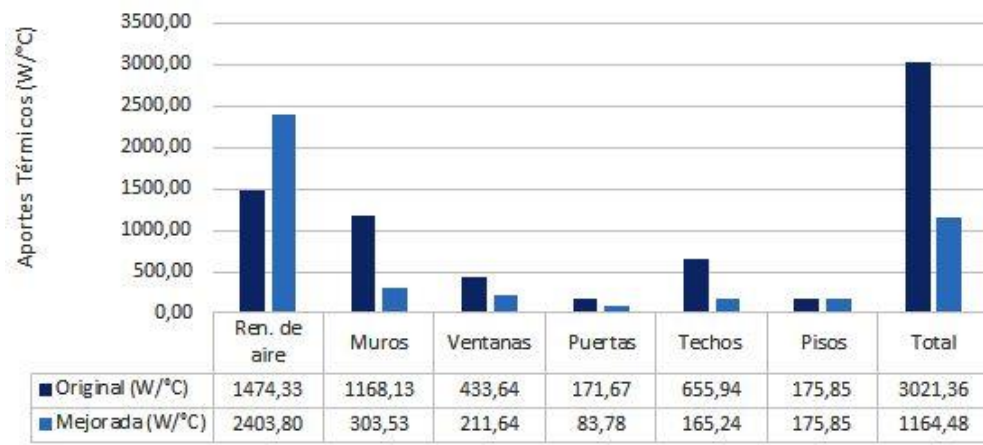


Figura 9: Comparación de edificio original y mejorado. Situación verano.

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.

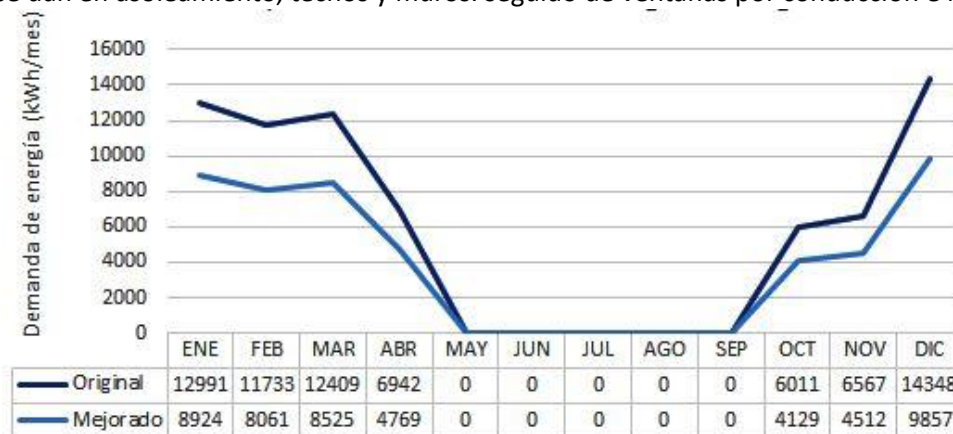


Figura 10: Comparación de la demanda de energía en refrigeración mensual del edificio original y mejorado. Situación verano.

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 32,81% 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 60,12 kWh/m²año a 40,39 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 termo mecánico de climatización sustentable adecuado al edificio por su implantación urbana que pueda ser co-alimentado con un generador solar FV conectado a red urbana.

| Demanda de energía Comparación anual | Calefacción | | Refrigeración | |
|-----------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Original (kWh/mes) | Mejorado (kWh/mes) | Original (kWh/mes) | Mejorado (kWh/mes) |
| ENE | 0,00 | 0,00 | 12990,57 | 8924,28 |
| FEB | 0,00 | 0,00 | 11733,42 | 8060,64 |
| MAR | 0,00 | 0,00 | 12408,90 | 8524,69 |
| ABR | 0,00 | 0,00 | 6942,48 | 4769,36 |
| MAY | 1644,11 | 785,58 | 0,00 | 0,00 |
| JUN | 1591,08 | 760,24 | 0,00 | 0,00 |
| JUL | 2023,52 | 966,87 | 0,00 | 0,00 |
| AGO | 126,47 | 60,43 | 0,00 | 0,00 |
| SEP | 122,39 | 58,48 | 0,00 | 0,00 |
| OCT | 0,00 | 0,00 | 6010,56 | 4129,14 |
| NOV | 0,00 | 0,00 | 6567,21 | 4511,55 |
| DIC | 0,00 | 0,00 | 14347,79 | 9856,67 |
| Total | 5507,57 | 2631,59 | 71000,92 | 48776,32 |
| Reducción de demanda (%) | | 52,22 | | 31,30 |

| | | |
|------------------------------------|--------------------|--------------------------------|
| ización anual original | 76508,49 (kWh/año) | 60,12 (kWh/m ² año) |
| Total climatización anual mejorado | 51407,92 (kWh/año) | 40,39 (kWh/m ² año) |
| Reducción de demanda total (%) | | 32,81 |

| DECal | DECal+ | DERef | DERef+ |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 4,33 | 2,07 | 55,79 | 38,33 |
| kWh/m ² año | kWh/m ² año | kWh/m ² año | kWh/m ² año |
| Reducc (%) | 52,22 | | 31,30 |

Tabla 3: Síntesis de resultados de diagnóstico energético.

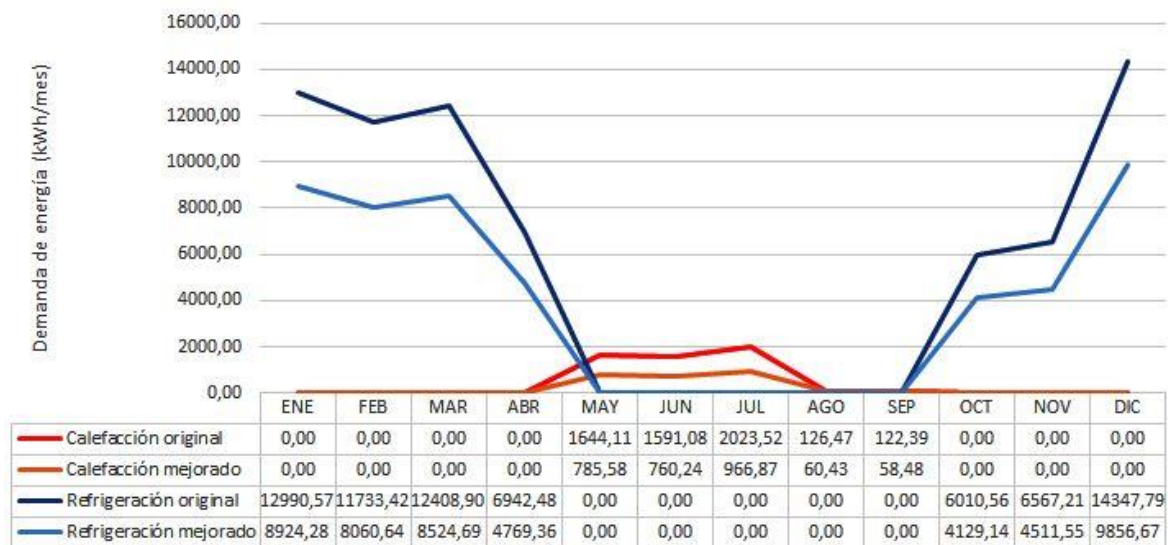


Figura 11: Comparación anual.

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