# INFORME TÉCNICO

## Caso: Escuela Secundaria “Gral Manuel Belgrano”
## Municipio: San Antonio de Areco
## Provincia: Buenos Aires

Fuente: Propia, 2021.

La Plata, febrero 2023

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

Calle 47 Nro 162 (1900) La Plata - Tel: +54 221 4236587/90 int 255 - Mail: layhs@fau.unlp.edu.ar

## EQUIPO DE TRABAJO

| | |
|---|---|
| Dr. Arq. Jorge Daniel Czajkowski | Director.<br>Profesor Titular FAU UNLP / Investigador CONICET |
| Prof. Arq. Analía Fernanda Gómez | Profesora Titular FAU UNLP / Investigadora CONICET |
| Ing. Belén Birche | ACD FI UNLP / Becaria Doctoral CIC / Maestranda y doctoranda FAU UNLP |
| Esp. Arq. Roberto N. Berardi | ACD FAU UNLP / Maestrando FAU UNLP |
| Esp. Arq. David Basualdo | ACD FAU UNLP / Maestrando y doctorando FAU UNLP |
| Sr. Julián Basualdo | Estudiante FAU UNLP |
| Sr. Matías Fernández | Estudiante Fac. Ing. UNLP |
| Dra. María de los Angeles Czajkowski | Secretaria técnica |
| Sr. Gerardo Aníbal Czajkowski | Técnico informático |

El Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable pertenece a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de la Plata. Es un centro asociado a la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. Fue creado en 2009 a partir de un grupo de investigación de la Cátedra de Instalaciones Nro 1.

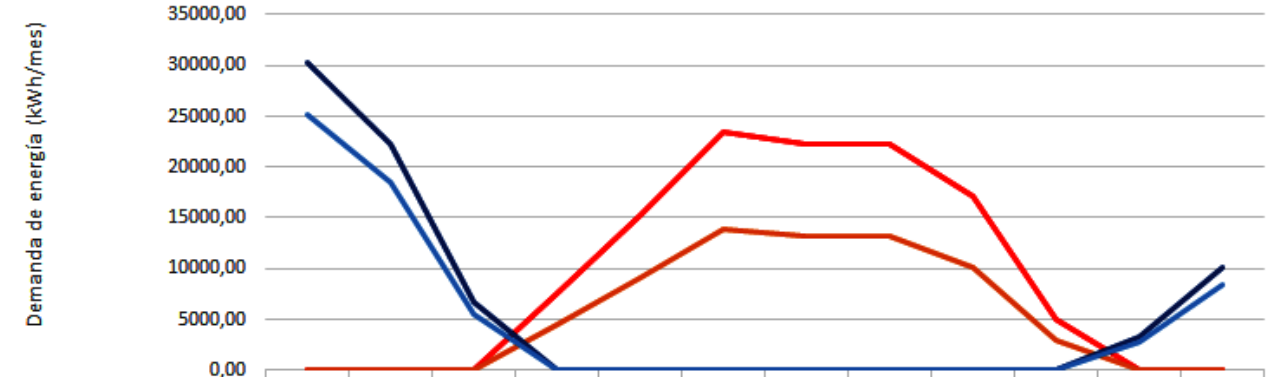
La totalidad del equipamiento e instrumental de monitoreo usado en las campañas de auditorías energéticas pertenecen al LAyHS y fueron adquiridos con fondos públicos mediante subsidios UNLP, ANPCyT, CONICET, CIC y trabajos a terceros.

La modelización muestra una demanda potencial de energía en climatización de **185665,71 kWh/año** y 199,93 kWh/m$^2$año que podría reducirse en un 31,17 % con medidas pasivas de rehabilitación energética. No hay fracción de ahorro en iluminación ni en climatización, ya que la iluminación es LED y los equipos son eficientes.

**Recomendaciones rehabilitación:**

Las medidas más importantes es trabajar sobre la envolvente:

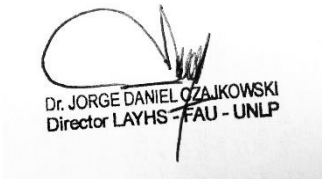
1. agregar 10 cm de lana de vidrio con foil de aluminio inferior sea levantando las chapas o sobre el cielorraso; las chapas en sector de aulas deben pintarse con pintura refractante blanca para tener "techo frío".
2. En muros aislar con EIFS/SATE de 4 o 5 cm de EPS de 30Kg/m3 en la cara opaca exterior.
3. La medida quizá más costosa sea cambiar los vidriados a DVH. Al ser un establecimiento educativo deben mantenerse las renovaciones de aire por razones sanitarias.




| | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Calefacción original | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 7650,40 | 15331,7 | 23414,8 | 22278,9 | 22278,9 | 17155,4 | 5030,72 | 0,00 | 0,00 |
| Calefacción mejorado | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4551,08 | 9120,56 | 13929,0 | 13253,3 | 13253,3 | 10205,4 | 2992,68 | 0,00 | 0,00 |
| Refrigeración original | 30230,6 | 22248,6 | 6717,93 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3250,61 | 10076,8 |
| Refrigeración mejorado | 25212,3 | 18555,3 | 5602,74 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2711,00 | 8404,11 |

Figura 1: Comparación anual de la variación de demanda de energía simulada del caso original y mejorado.

La figura 1 muestra la fracción de ahorro posible de energía en climatización de implementarse las medidas pasivas de rehabilitación energética. Puede verse que en los meses de marzo y abril y septiembre y octubre no se requeriría climatización mecánica.



# INFORME EJECUTIVO

Proyecto EUROCLIMA «Edificios municipales energéticamente eficientes y sustentables»

Caso: Escuela Secundaria “Gral Manuel Belgrano”. San Antonio de Areco, Provincia de Buenos Aires

**Descripción:**

El edificio se encuentra localizado en calle Rivadavia 728, entre Aubain y Av. Quetgles (Lat -34,2547; Long -59,4656) en clima templado cálido de transición en Zona IIIa (IRAM 11603). Este edificio funciona como escuela secundaria de gestión municipal y fue inaugurada en 2019. El municipio creado en 1730 a 113 km de la ciudad de Buenos Aires es uno de los más antiguos de la Provincia de Buenos Aires. Tiene una población de 23114 habitantes. El partido de 857 km2 es de carácter rural agrícola ganadero. El grupo edilicio se compone de una escuela provincial de educación técnica, una sede de la Universidad Nacional UNSAdA y la Escuela Secundaria auditada en la misma manzana. Aquí se analiza la escuela. Tiene una superficie habitable de 928,65 $m^2$ y un volumen a climatizar de 2971,69 $m^3$ con una altura media de locales de 3,20 m. La fachada principal del edificio está orientada al noroeste, tiene una forma de U conteniendo un patio descubierto rodeado de galerías hacia donde dan las aulas y espacios administrativos. El edificio posee gas natural de red y energía eléctrica.

El edificio está materializado con cerramientos opacos de bloques de concreto sin revocar en ambas caras (R= 0.42 $m^2K/W$ y K= 2.39 $W/m^2K$), el techo es de chapa aluminizada pre pintada de color negro con cielorraso suspendido de placas de lana de vidrio rígidas con terminación en PVC blanco sobre estructura de perfiles de chapa de acero (R= 0.74 $m^2K/W$ y K= 1.35 $W/m^2K$). Las carpinterías de ventanas y puertas son amplias de aluminio con un vidrio de seguridad de 3+3 con protección solar de bloques de concreto (R= 0.17 $m^2K/W$ y K= 5.82 $W/m^2K$). Los solados son de baldosas calcáreas sobre contrapiso de HºPº (R= 0.72 $m^2K/W$ y K= 1.38 $W/m^2K$).

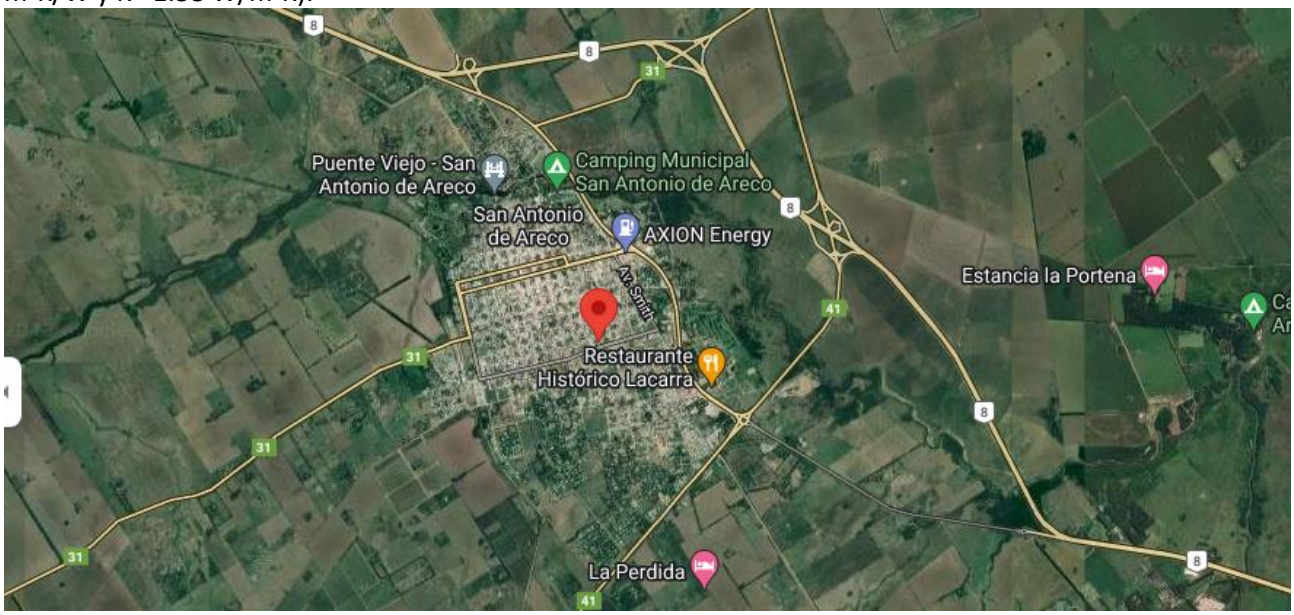



Figura: Localización de la Escuela Manuel Belgrano en la Ciudad de S.A. de Areco. Fuente: Google Maps.

**Diagnóstico:**

El edificio nuevo y se encuentra en buen estado de conservación. Tanto aulas como espacios anexos tienen sistema de climatización por aire caliente a gas natural y refrigeración sector administrativo. El edificio es de baja eficiencia energética. El municipio no proveyó consumos históricos para analizar. Hay monitoreo higrotérmico de verano e invierno (ver Ficha).

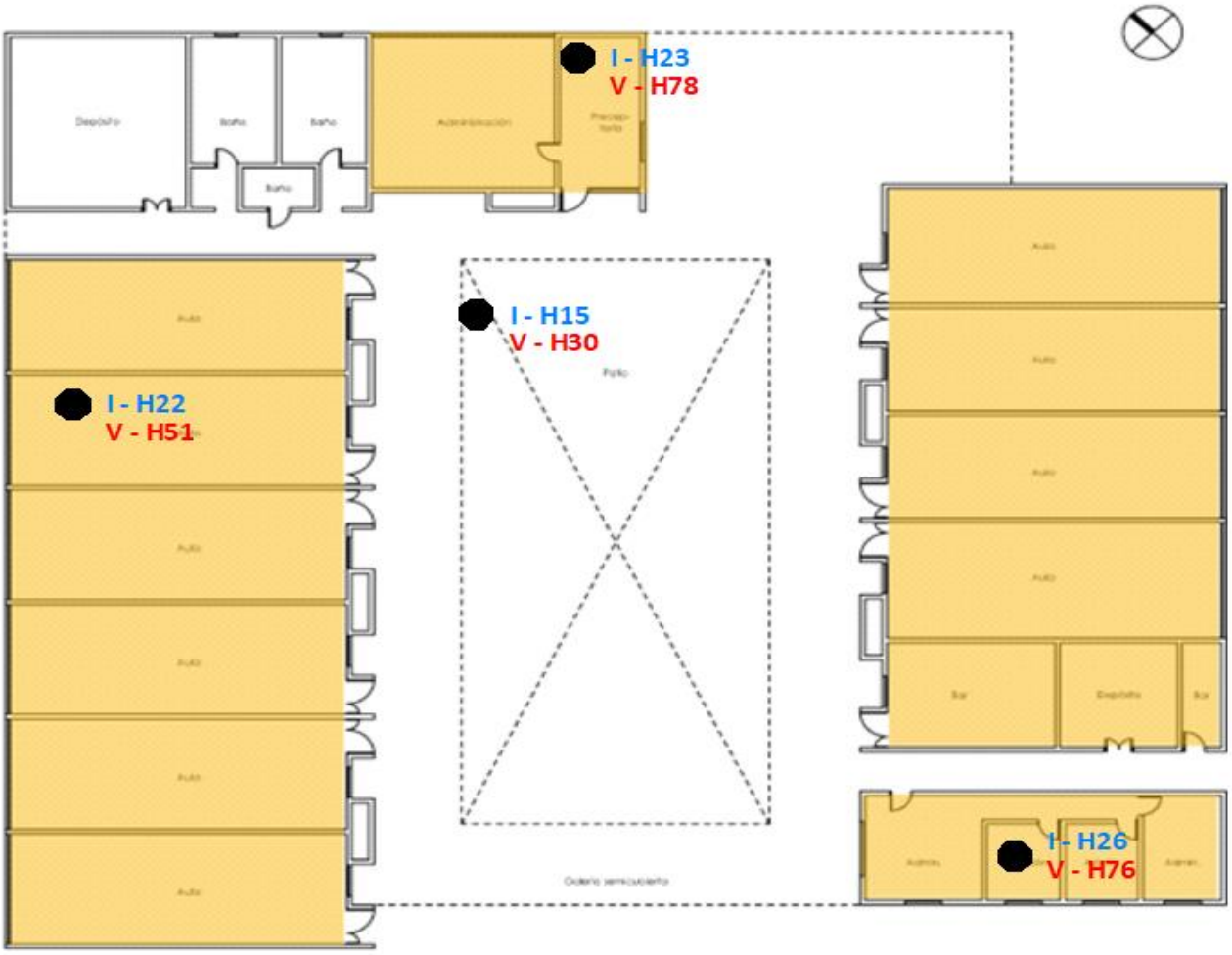
**FICHA RESUMEN N° 1**

| | |
|---|---|
| MUNICIPIO | San Antonio de Areco, Provincia de Buenos Aires |
| EDIFICIO | Escuela Municipal General Manuel Belgrano |
| DIRECCIÓN | Rivadavia 728 |
| FECHA VISITA 1 | 19/08/2021 al 26/08/2022 |
| FECHA VISITA 2 | 06/12/2021 al 17/12/2022 |

**Implantación**

-34,25 latitud sur
-59,46 longitud oeste

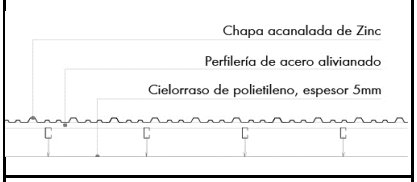
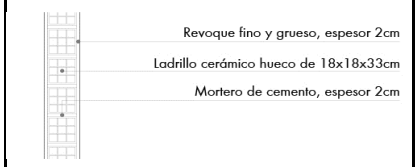
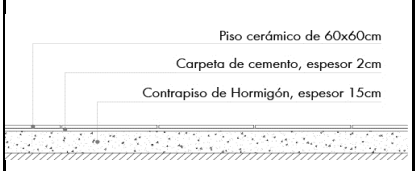
**PLANO DEL EDIFICIO CON UBICACIÓN DE HOBOS**



**FICHA RESUMEN N° 1**

| | |
|---|---|
| MUNICIPIO | San Antonio de Areco, Provincia de Buenos Aires |
| EDIFICIO | Escuela Municipal General Manuel Belgrano |

## RESEÑA CONSTRUCTIVA

| Cubierta | Muros | Piso |
|---|---|---|
|   |   |   |
| Chapa de zink<br>Cielo raso de planchas de EPS | Ladrillo cerámico hueco de 18<br>Revoques de cemento | Baldosas cerámicas |

| | |
|---|---|
| Carpintería | Aluminio con un vidrio de seguridad de 3+3mm |
| Instalaciones térmicas | Calefactores a gas natural por aire caliente |
| Instalaciones lumínicas | Iluminación LED |

## FOTOGRAFÍAS DEL EDIFICIO

## ASPECTOS DIMENSIONALES

| | | |
|---|---|---|
| Superficie habitable | 928,65 | $m^2$ |
| Volumen habitable | 2971,7 | $m^3$ |
| Compacidad -Co- | 1,20 | - |
| Factor de forma -f- | 0,31 | - |
| Factor de exposición -fe- | 1,00 | - |
| Altura media de locales -h- | 3,20 | m |

## ASPECTOS ENERGÉTICOS

| | | |
|---|---|---|
| Demanda anual calefacción/m2 | 90,25 | kWh/$m^2$año |
| Demanda anual refrigeración/m2 | 57,85 | kWh/$m^2$año |
| Coeficiente global de pérdidas | 2,00 | W/m2K |
| Coeficiente de pérdidas P/$m^2$ | 4,67 | W/m3K |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Pérdidas por envolvente | Techos | 1253,68 | W/K |
| | Muros | 1468,46 | W/K |
| | Aberturas | 811,95 | W/K |
| | Pisos | 330,03 | W/K |
| | Renov. Aire | 2080,18 | W/K |

| | | |
|---|---|---|
| Necesidad de energía climatización | 185665,7 | kWh/año |
| Aporte de energía según mediciones | 0 | kWh/año |
| Diferencia porcentual entre las dos últimas | 0 | % |

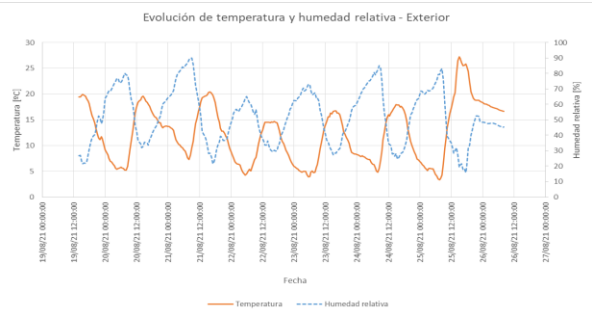
**FICHA RESUMEN N° 1**

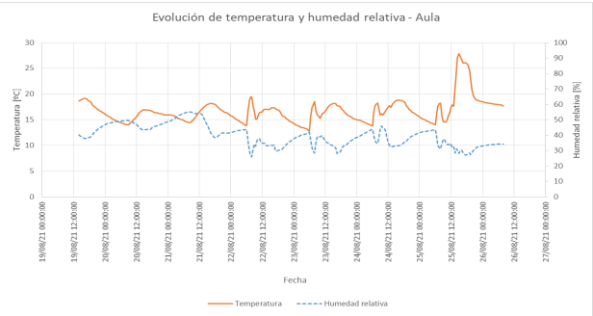
MUNICIPIO San Antonio de Areco, Provincia de Buenos Aires

EDIFICIO Escuela Municipal General Manuel Belgrano

SITUACIÓN DE CONFORT EN INVIERNO

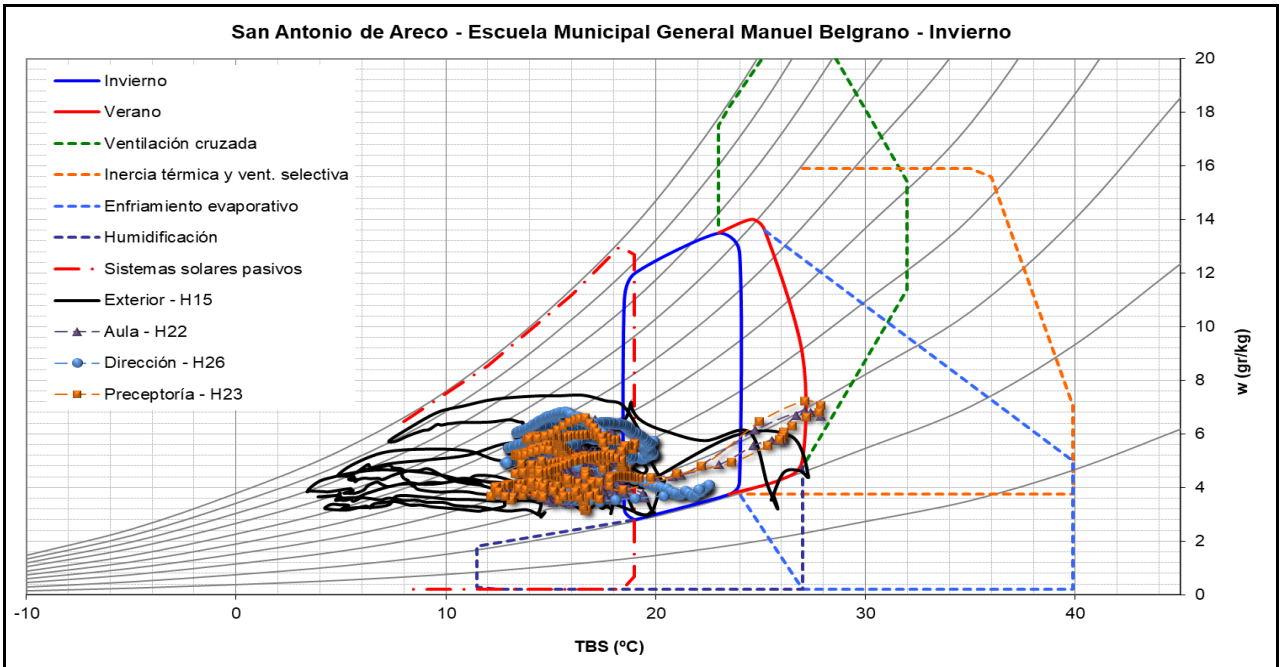
Hobo exterior: H15 - Hobo colocado en el edificio Hobo interior: H22




| | | | |
|---|---|---|---|
| Lectura: | 19/8/2021 14:00<br>26/8/2021 08:00 | Lectura: | 19/8/2021 14:00<br>26/8/2021 08:00 |
| T [ºC] Prom: | 12,34 | T [ºC] Prom: | 16,71 |
| HR [%] Prom: | 51,83 | HR [%] Prom: | 39,69 |

SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN INVIERNO



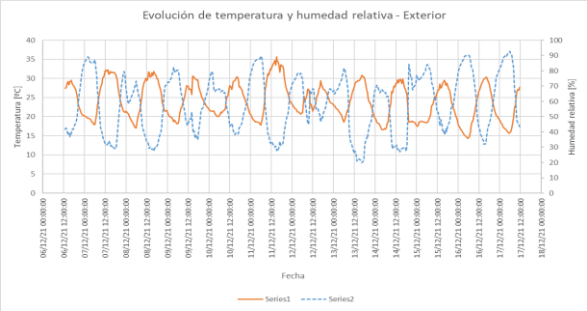
**FICHA RESUMEN N° 1**

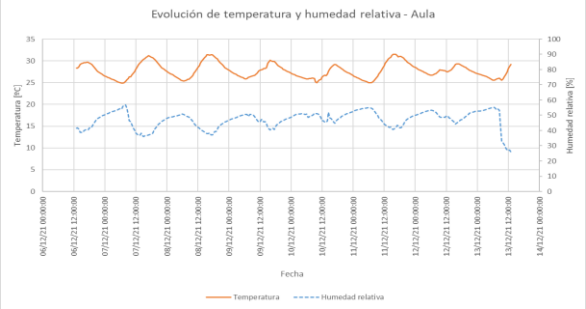
MUNICIPIO San Antonio de Areco, Provincia de Buenos Aires

EDIFICIO Escuela Municipal General Manuel Belgrano

SITUACIÓN DE CONFORT EN VERANO

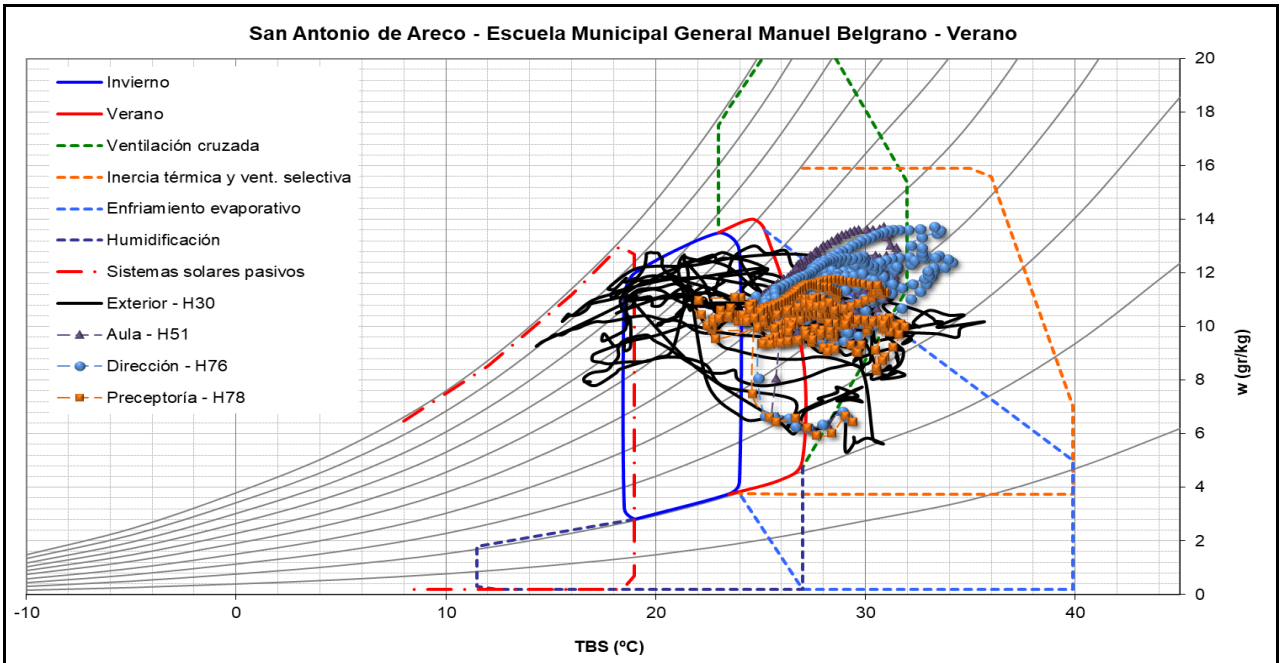
Hobo exterior: H30 - Hobo colocado en el edificio Hobo interior: H51




| | | | |
|---|---|---|---|
| Lectura: | 6/12/2021 13:00<br>17/12/2021 11:30 | Lectura: | 6/12/2021 13:00<br>13/12/2021 13:00 |
| T [ºC] Prom: | 24,00 | T [ºC] Prom: | 27,71 |
| HR [%] Prom: | 57,89 | HR [%] Prom: | 47,10 |

SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN VERANO



# REPORTE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO ORIGINAL Y MEJORADO

Caso: Escuela Secundaria Gral Manuel Belgrano

Localidad: San Antonio de Areco, Prov. de Buenos Aires.

El edificio se encuentra localizado en calle Rivadavia 728, entre Aubain y Av. Quetgles (Lat -34,2547; Long -59,4656) en clima templado cálido de transición en Zona IIIa (IRAM 11603). Este edificio funciona como escuela secundaria de gestión municipal y fue inaugurada en 2019. El municipio creado en 1730 a 113 km de la ciudad de Buenos Aires es uno de los más antiguos de la Provincia de Buenos Aires. Tiene una población de 23114 habitantes. El partido de 857 km2 es de carácter rural agrícola ganadero. El grupo edilicio se compone de una escuela provincial de educación técnica, una sede de la Universidad Nacional UNSAdA y la Escuela Secundaria auditada en la misma manzana. Aquí se analiza la escuela. Tiene una superficie habitable de 928,65 $m^2$ y un volumen a climatizar de 2971,69 $m^3$ con una altura media de locales de 3,20 m. La fachada principal del edificio está orientada al noroeste, tiene una forma de U conteniendo un patio descubierto rodeado de galerías hacia donde dan las aulas y espacios administrativos. El edificio posee gas natural de red y energía eléctrica. El edificio está materializado con cerramientos opacos de bloques de concreto sin revocar en ambas caras (R= 0.42 $m^2K/W$ y K= 2.39 $W/m^2K$), el techo es de chapa aluminizada pre pintada de color negro con cielorraso suspendido de placas de lana de vidrio rígidas con terminación en PVC blanco sobre estructura de perfiles de chapa de acero (R= 0.74 $m^2K/W$ y K= 1.35 $W/m^2K$). Las carpinterías de ventanas y puertas son amplias de aluminio con un vidrio de seguridad de 3+3 con protección solar de bloques de concreto (R= 0.17 $m^2K/W$ y K= 5.82 $W/m^2K$). Los solados son de baldosas calcáreas sobre contrapiso de HºPº (R= 0.72 $m^2K/W$ y K= 1.38 $W/m^2K$).

A los fines del diagnóstico energético en situación de calefacción las renovaciones de aire se fijan en N=2 (IRAM 11604) y en la situación de refrigeración en Car= 15 $m^3$/h.persona (IRAM 11659-1). No se considera aporte solar o de ocupación en invierno. En verano se considera una ocupación media de personas, el aporte solar y las luminarias encendidas durante 8hs. El monitoreo higrotérmico muestra que se no encuentra en confort en verano (ver ficha resumen). No se pudo instalar instrumental en invierno.

**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 del aeropuerto de Ezeiza distante 51 km que es la más cercana en la base de datos y se encuentra casi en la misma latitud. Los datos fueron tomados de la Norma IRAM 11900/18 que muestra datos mensuales de temperaturas medias (°C) y radiación solar media ($W/m^2$). Los valores medios mensuales de humedad relativa se tomaron de: http://arquinstal.com.ar/atlas.html que muestra información del Servicio Meteorológico Nacional.

| | |
|---|---|
| Municipio | San Antonio de Areco, Provincia de Buenos Aires |
| Edificio | Escuela Municipal General Manuel Belgrano |

| | |
|---|---|
| Localidad más cercana en la base de datos: | Ezeiza - Pcia. Buenos Aires |

| Mes | Días | Tm | Tdc-Tm | Tm-Tdr | HR | Radiación solar media mensual | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Norte | Noreste | Este | Sureste | Sur | Suroeste | Oeste | Noroeste | Horizontal |
| () | () | (ºC) | (ºC) | (ºC) | (%) | ($W/m^2$) | | | | | | | | |
| Enero | 31 | 25,4 | 0 | 5,4 | 66 | 132 | 172 | 186 | 141 | 90 | 153 | 201 | 181 | 339 |
| Febrero | 28 | 24,4 | 0 | 4,4 | 68 | 158 | 180 | 171 | 116 | 67 | 123 | 182 | 188 | 300 |
| Marzo | 31 | 21,2 | 0 | 1,2 | 73 | 178 | 166 | 133 | 79 | 52 | 84 | 142 | 175 | 221 |
| Abril | 30 | 16,7 | 3,3 | 0 | 79 | 189 | 149 | 97 | 49 | 37 | 53 | 112 | 167 | 160 |
| Mayo | 31 | 13,6 | 6,4 | 0 | 81 | 179 | 136 | 72 | 31 | 28 | 33 | 77 | 142 | 109 |
| Junio | 30 | 9,9 | 10,1 | 0 | 83 | 145 | 104 | 51 | 23 | 22 | 24 | 61 | 118 | 79 |
| Julio | 31 | 10,7 | 9,3 | 0 | 82 | 201 | 150 | 74 | 29 | 26 | 30 | 79 | 156 | 108 |
| Agosto | 31 | 10,7 | 9,3 | 0 | 78 | 217 | 168 | 97 | 42 | 33 | 44 | 104 | 177 | 151 |
| Septiembre | 30 | 12,6 | 7,4 | 0 | 75 | 186 | 170 | 124 | 65 | 44 | 65 | 116 | 160 | 191 |
| Octubre | 31 | 17,9 | 2,1 | 0 | 75 | 185 | 198 | 175 | 110 | 62 | 111 | 176 | 197 | 286 |
| Noviembre | 30 | 20,6 | 0 | 0,6 | 73 | 136 | 175 | 183 | 133 | 81 | 135 | 182 | 172 | 315 |
| Diciembre | 31 | 21,8 | 0 | 1,8 | 67 | 123 | 175 | 200 | 157 | 101 | 168 | 212 | 181 | 359 |
| Anual | 365 | 17,1 | 47,9 | 13,4 | 75 | 2029 | 1943 | 1563 | 975 | 643 | 1023 | 1644 | 2014 | 2618 |

Tabla 1: Datos mensuales de temperaturas medias y radiación solar por orientación del aeropuerto de Ezeiza.

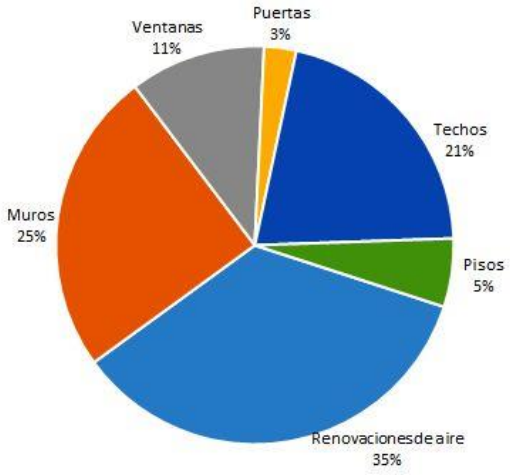



Figura 1: Pérdidas térmicas discriminadas situación original

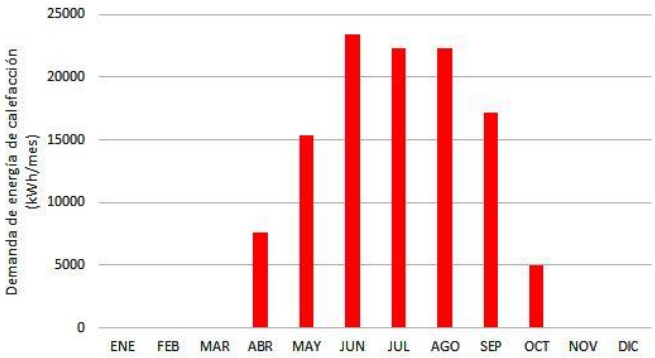



Figura 2: Demanda de energía en calefacción en kWh/mes calculado para TBcal= 20°C, situación original

| Aspectos dimensionales | | |
|---|---|---|
| Superficie habitable | 928,65 | $m^2$ |
| Volumen habitable | 2971,69 | $m^3$ |
| Indice Compacidad Co | 1,20 | adim |
| Factor de forma f | 0,31 | adim |
| Factor de exposición Fe | 1,00 | adim |
| Altura media de locales | 3,20 | m |
| Superficie envolvente | 776,32 | $m^2$ |
| Superficie expuesta | 776,32 | $m^2$ |

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 2,00 W/$m^3$K y un Coeficiente de pérdidas unitarias 7,66 W/$m^2$K que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **113140,96 kWh/año** y 90,25 kWh/$m^2$año, para una temperatura base de calefacción de 20°C.

A fin de definir estrategias de rehabilitación se analizan las pérdidas y se encuentra que es factible intervenir los techos (21%), muros (25%) y vidriados (14%, ventanas y puertas), según Figura 1, a fin de lograr mejoras en la demanda de energía. No es factible intervenir pisos. Las renovaciones de aire no pueden reducirse por razones de salubridad.

## 2. INVIERNO - PROPUESTA MEJORADA:

a. Aislamiento térmico exterior tipo EIF/SATE con 50mm de EPS de 30Kg/m3 y doble basecoat armado con

malla de vidrio de 110 g/m2. ($Km_2$= 0.50 W/m$^2$K)

b. En techos reforzar con 100 mm de lana de vidrio tipo Rolac plata. ($Kt_1$= 0.31 W/m$^2$K)
c. La intervención más costosa es en vidriados, sea en aislamiento. En las ventanas usar Doble Vidriado con adaptador en la misma hoja. ($Kv_1$= 3.33 W/m$^2$K).
d. Por la complejidad no se prevé mejoras en pisos. (Kp= 1.38 W/m$^2$K)

La implementación de las mejoras en muros, techos y vidriados permitirá reducir la demanda de energía en calefacción en un 40,51 %. El edificio tendrá una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **67305,48kWh/año** y 53,69 kWh/m$^2$año, para una temperatura base de calefacción de 20ºC.

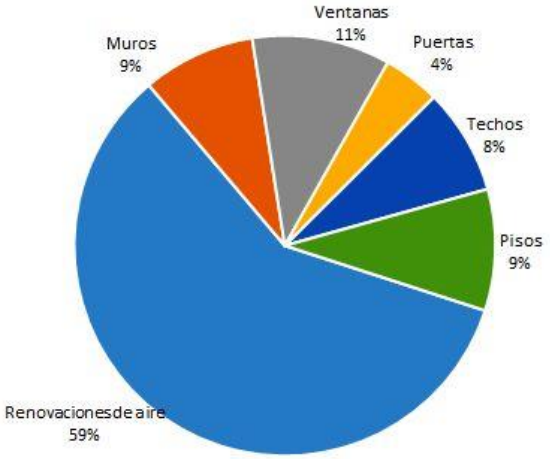
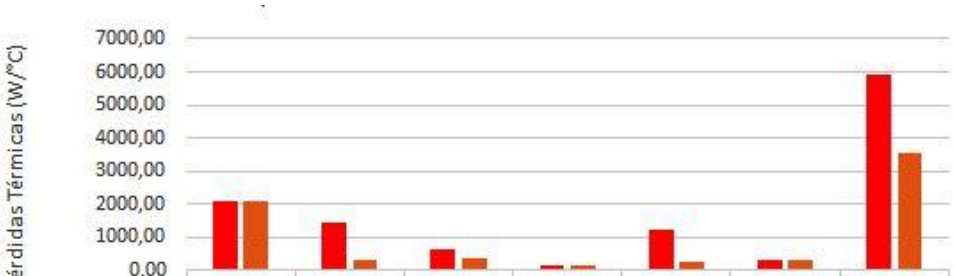
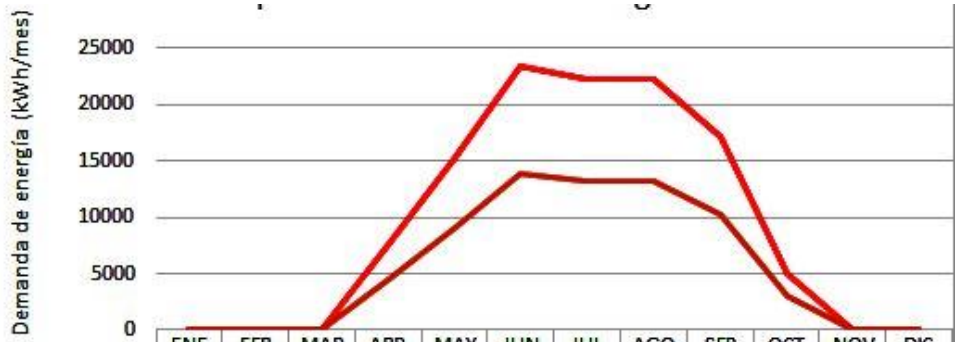



Figura 3: Pérdidas térmicas discriminadas situación mejorada




| | Ren. de aire | Muros | Ventanas | Puertas | Techos | Pisos | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Original (W/°C) | 2080,18 | 1468,46 | 657,08 | 154,94 | 1253,68 | 330,03 | 5944,37 |
| Mejorada (W/°C) | 2080,18 | 307,21 | 375,96 | 154,94 | 287,88 | 330,03 | 3536,20 |

Figura 4: Comparación entre versión original y mejorada




| | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Original | 0 | 0 | 0 | 7650 | 15332 | 23415 | 22279 | 22279 | 17155 | 5031 | 0 | 0 |
| Mejorado | 0 | 0 | 0 | 4551 | 9121 | 13929 | 13253 | 13253 | 10205 | 2993 | 0 | 0 |

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 de LED y no hay fracción de ahorro. Tampoco hay fracción de ahorro en la calefacción por aire caliente a gas natural ya que son equipos nuevos. Las principales medidas de diseño eficiente que restan son las propuestas a fin de lograr reducir la demanda en un 40,51 %. Los valores son en energía secundaria y no contemplan la eficiencia energética de equipos climatización. En techos dado que son de color negro es conveniente en especial para reducir la irradiación interior en el infrarrojo pintar de color blanco. La inversión más costosa es en la adaptación de las carpinterías para recibir el doble vidriado. No se requiere protección solar adicional.

## 4. VERANO - VERSIÓN ORIGINAL:

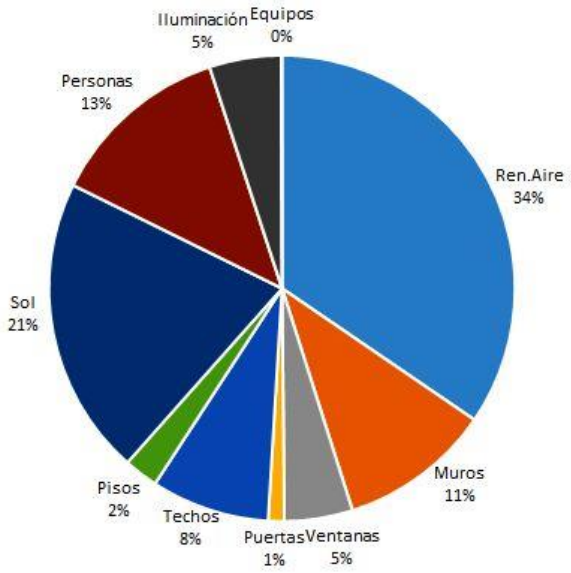



Figura 6: Aportes térmicos discriminados. Situación original verano.

La figura 6 muestra la discriminación de aportes térmicos en el edificio. Se destacan el asoleamiento con el 21%, los techos con el 8%, los muros con un 11%, y las ventanas y puertas vidriadas con un 6%. En la condición de invierno se propuso mejoras en estos. Las ventanas ya cuentan con *protección solar*. Este análisis simplificado no considera el aporte solar mediante temperatura sol/aire o similar ni el efecto de la inercia térmica que quizá modificaría la distribución de aportes. No es posible modificar aporte de personas, iluminación o renovaciones de aire al ser un edificio público. La cantidad de personas se determina por tabla a razón de 3 $m^2$/persona.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene una Demanda anual energía eléctrica en refrigeración de **72524,74 kWh/año** y 57,85 kWh/$m^2$año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C.

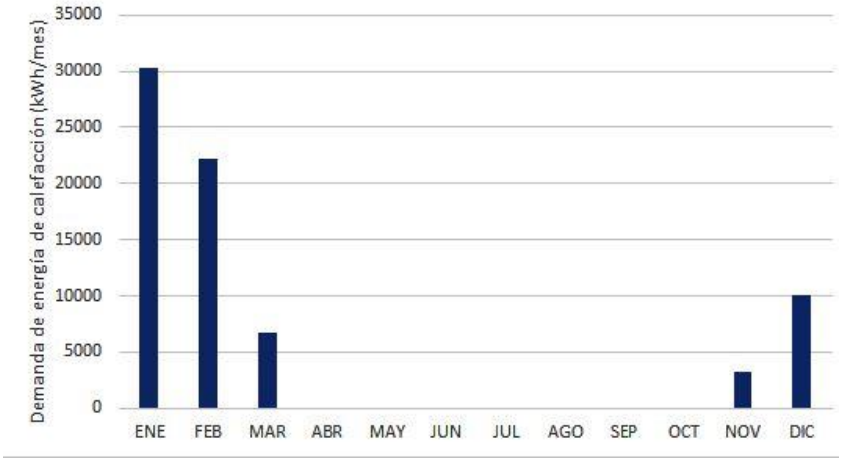



Figura 7: Variación mensual de la demanda de energía en refrigeración actual.

## 5. VERANO - PROPUESTA MEJORADA:

Se mantienen las mejoras propuestas para el invierno .

La figura 8 muestra la importante reducción 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 **16,60 %** 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.

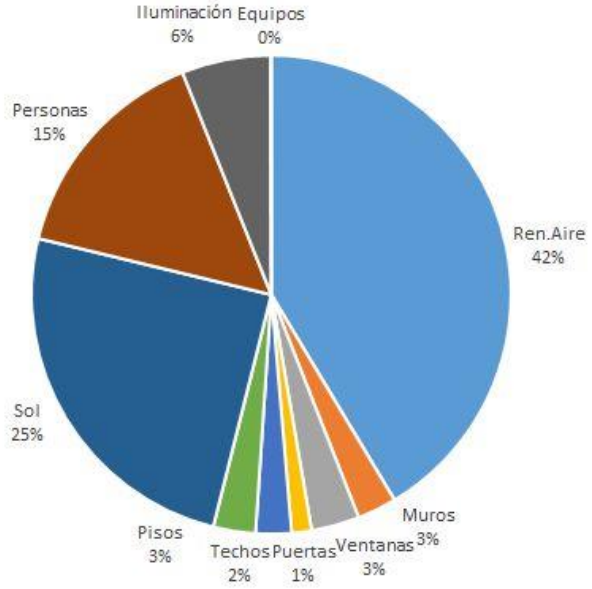


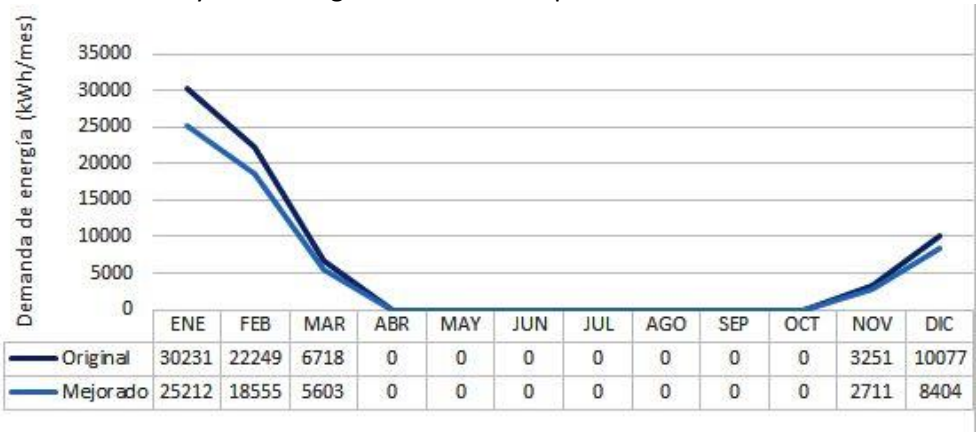

Figura 8: Aportes térmicos discriminados. Situación mejorada verano.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene una demanda anual energía eléctrica en refrigeración de **60485,46 kWh/año** y 48,25 kWh/m$^2$año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C.

| | Ren. de aire | Muros | Ventanas | Puertas | Techos | Pisos | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Original (W/°C) | 4797,82 | 1468,46 | 657,08 | 154,94 | 1142,24 | 330,03 | 2882,83 |
| Mejorada (W/°C) | 4797,82 | 307,21 | 375,96 | 154,94 | 278,60 | 330,03 | 2882,83 |

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 techos y muros. seguido de ventanas por conducción.




| | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Original | 30231 | 22249 | 6718 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3251 | 10077 |
| Mejorado | 25212 | 18555 | 5603 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2711 | 8404 |

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

## 6. CONCLUSIÓN:

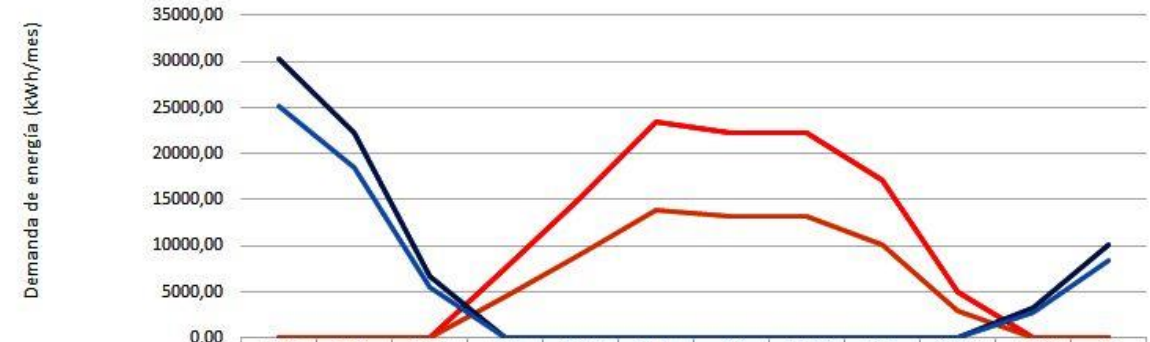
Las Tabla 3 y figura 11 a modo de conclusión muestra que la reducción total anual de energía en climatización con las medidas de mejora propuestas podría ser de un 31,17 % para mantener el edificio en una temperatura constante de 20°C a lo largo de 8hs de lunes a viernes todo el año. Reduciendo de los 199,93 kWh/m$^2$año a 137,61 kWh/m$^2$año. Esto muestra la necesidad de implementar soluciones en superficies vidriadas, muros y techos.

| Demanda de energía Comparación anual | Calefacción | | Refrigeración | |
|---|---|---|---|---|
| | Original (kWh/mes) | Mejorado (kWh/mes) | Original (kWh/mes) | Mejorado (kWh/mes) |
| ENE | 0,00 | 0,00 | 30230,68 | 25212,32 |
| FEB | 0,00 | 0,00 | 22248,63 | 18555,30 |
| MAR | 0,00 | 0,00 | 6717,93 | 5602,74 |
| ABR | 7650,40 | 4551,08 | 0,00 | 0,00 |
| MAY | 15331,72 | 9120,56 | 0,00 | 0,00 |
| JUN | 23414,87 | 13929,08 | 0,00 | 0,00 |
| JUL | 22278,90 | 13253,31 | 0,00 | 0,00 |
| AGO | 22278,90 | 13253,31 | 0,00 | 0,00 |
| SEP | 17155,45 | 10205,46 | 0,00 | 0,00 |
| OCT | 5030,72 | 2992,68 | 0,00 | 0,00 |
| NOV | 0,00 | 0,00 | 3250,61 | 2711,00 |
| DIC | 0,00 | 0,00 | 10076,89 | 8404,11 |
| Total | 113140,96 | 67305,48 | 72524,74 | 60485,46 |
| Reducción de demanda (%) | | 40,51 | | 16,60 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| tal climatización anual original | 185665,71 | (kWh/año) | 199,93 | (kWh/m²año) |
| Total climatización anual mejorado | 127790,94 | (kWh/año) | 137,61 | (kWh/m²año) |
| Reducción de demanda total (%) | | | | 31,17 |

| DECal | DECal+ | DERef | DERef+ |
|---|---|---|---|
| 90,25 | 53,69 | 57,85 | 48,25 |
| kWh/m2año | kWh/m2año | kWh/m2año | kWh/m2año |
| Reducc (%) | 40,51 | | 16,60 |

Tabla 3: Síntesis de resultados.




| | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Calefacción original | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 7650,40 | 15331,7 | 23414,8 | 22278,9 | 22278,9 | 17155,4 | 5030,72 | 0,00 | 0,00 |
| Calefacción mejorado | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4551,08 | 9120,56 | 13929,0 | 13253,3 | 13253,3 | 10205,4 | 2992,68 | 0,00 | 0,00 |
| Refrigeración original | 30230,6 | 22248,6 | 6717,93 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3250,61 | 10076,8 |
| Refrigeración mejorado | 25212,3 | 18555,3 | 5602,74 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2711,00 | 8404,11 |

Figura 11: Comparación anual caso: Escuela Secundaria Gral. Belgrano. San A. Areco, Prov. de Buenos Aires.

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

Dr. JORGE DANIEL CZAJKOWSKI
Director LAYHS - FAU - UNLP