

# INFORME TÉCNICO

Caso: Defensa Civil  
Municipio: Neuquén  
Provincia: Neuquén



Fuente: Google, 2021

La Plata, abril 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](mailto:layhs@fau.unlp.edu.ar)

## EQUIPO DE TRABAJO

Dr. Arq. Jorge Daniel Czajkowski	Director. Profesor Titular FAU UNLP / Investigador CONICET
Prof. Arq. Analía Fernanda Gómez	Profesora Titular FAU UNLP / Investigadora CONICET
Ing. Belén Birche	ACD FI UNLP / Becaria Doctoral CIC / Maestranda y doctoranda FAU UNLP
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: Defensa Civil, Neuquén, Neuquén.

### Descripción:

El edificio se encuentra localizado en la calle El Ceibo 478, entre Dávalos y Quevedo (Lat -38.9346; Long -68.0700) en clima templado frío seco en Zona IVb (IRAM 11603). Se encuentra en la periferia norte, sobre la barda de la ciudad de Neuquén y de esta se toman los datos climáticos. Su construcción es de los '80. Está implantada apareada con otra vivienda en un barrio residencial. El frente de acceso da al oeste y tiene caras con ventanas al sur, este y oeste. Usa una vivienda social rehabilitada como oficina municipal. Se compone de dos oficinas en los ex dormitorios, sanitario y el antiguo estar comedor funge de sala de operaciones. Tiene una superficie habitable de 84,01 m<sup>2</sup> y un volumen a climatizar de 306,52 m<sup>3</sup> con una altura media de locales de 3,34m.

Está materializado con muros de ladrillos huecos revocado en ambas caras ( $R= 0.45 \text{ m}^2\text{K/W}$  y  $K= 2,21 \text{ W/m}^2\text{K}$ ), el techo es de tejas sobre entablonado y tirantería a la vista ( $R= 0,39 \text{ m}^2\text{K/W}$  y  $K= 2,58 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). Las carpinterías de ventanas y puertas son amplias de madera sin protección adicional ( $R= 0.17 \text{ m}^2\text{K/W}$  y  $K= 5.86 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). Los solados son de baldosas calcáreas ( $R= 0.72 \text{ m}^2\text{K/W}$  y  $K= 1.38 \text{ W/m}^2\text{K}$ ).

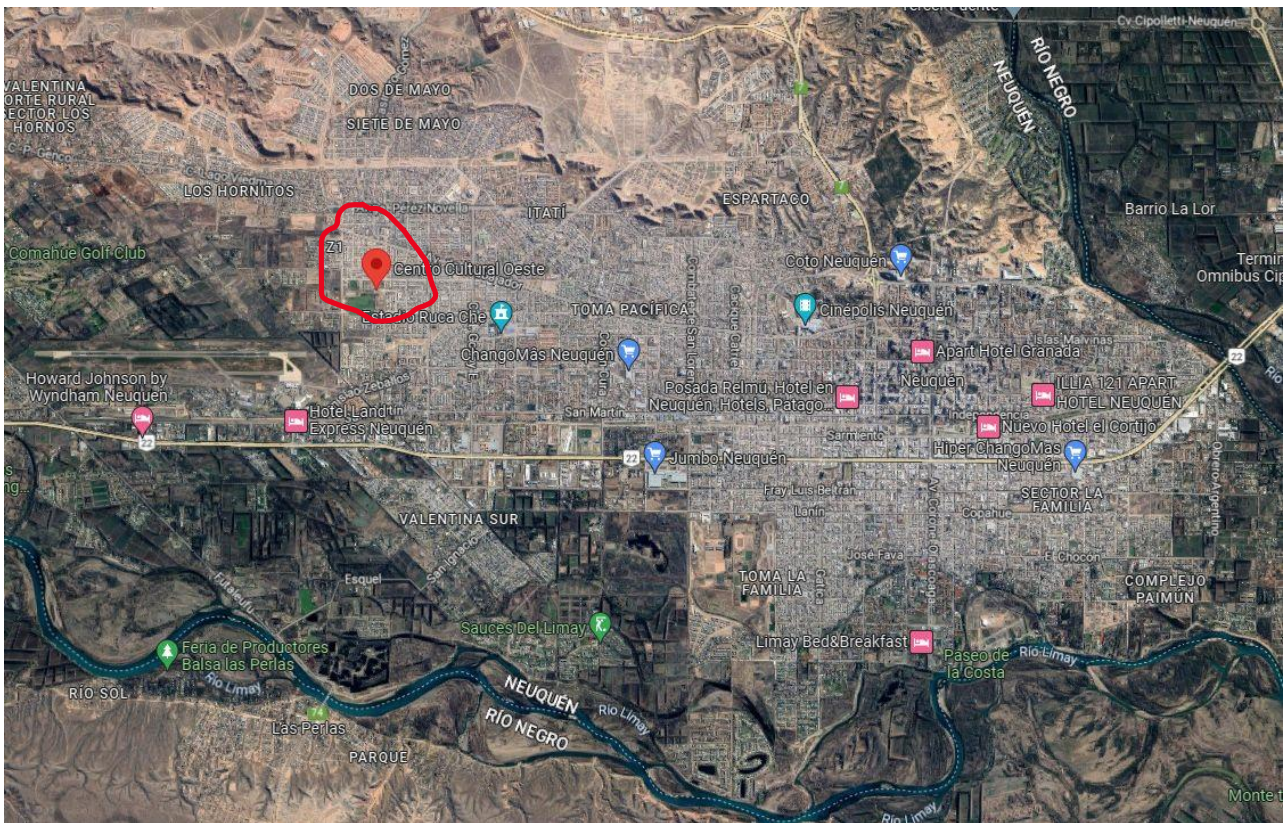


Figura 1: Implantación de Defensa Civil en la estructura urbana. Fuente: Google Maps.

Posee buena iluminación natural y el sistema de alumbrado interior es tipo LED y fluorescentes bajo consumo. El sistema de climatización es mediante calefactores a gas natural y equipos de AA de 3400W.

### Diagnóstico:

El edificio es de construcción convencional en la región, de baja eficiencia energética en su envoltente. El

personal y los auditores manifiestan que es muy caluroso en los meses de verano y sobre-calefactado en los meses de invierno. El diagnóstico energético muestra que en la condición actual el edificio requiere 11234,76 kWh/año en calefacción y 5960,90 kWh/año en refrigeración y con todas las medidas de rehabilitación podría reducirse a 4909,31 kWh/año y 2953,18 kWh/año respectivamente. Implica una reducción en la demanda de 56,30 % en calefacción y 50,46 % en refrigeración. Así tendríamos como indicador de comparación en calefacción 33,09 kWh/m<sup>2</sup>.año y 17,56 kWh/m<sup>2</sup>.año en refrigeración con un total de 93,59 kWh/m<sup>2</sup>.año. Relativamente simple de reducir con medidas pasivas de eficiencia energética.

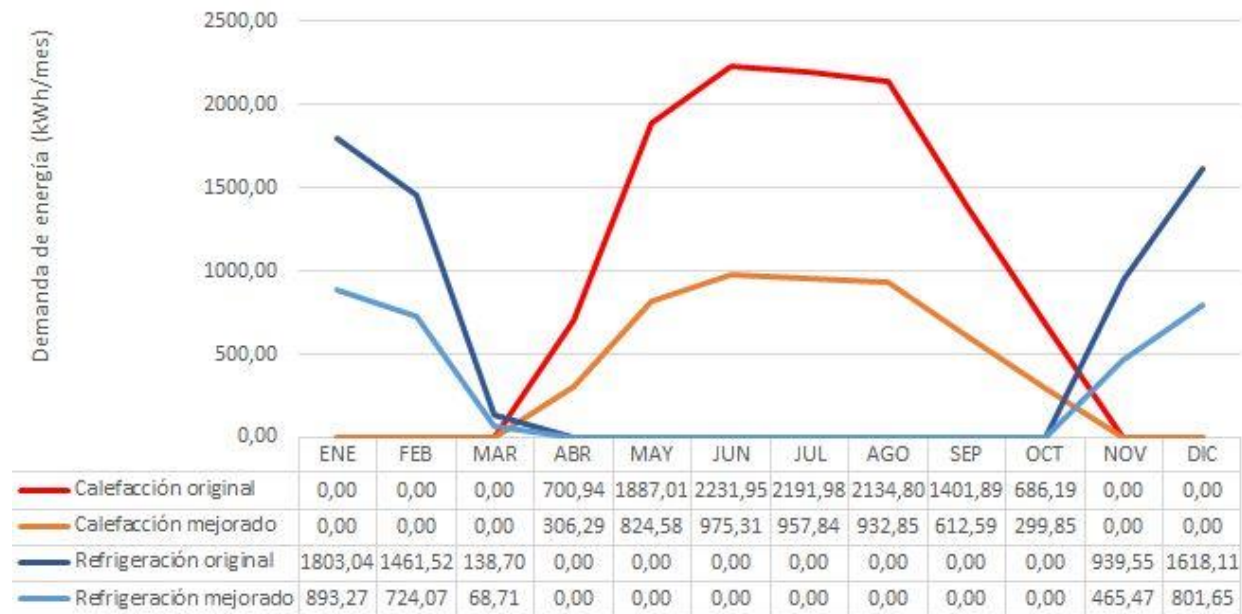


Figura 1: Comparación de demandas de energía en climatización mensual original y con mejoras.

### Recomendaciones rehabilitación:

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

- 1) agregar 10 cm de lana de vidrio con foil de aluminio inferior sobre un cielorraso entre cabios;
- 2) En muros realizar un EIFS/SATE con 5cm de EPS de 30kg/m<sup>3</sup> y basecoat reforzado con malla de fibra de vidrio. Por ser clima árido no requeriría barrera de vapor si un freno de vapor con una capa de emulsión asfáltica en la cara exterior o pintura base caucho.
- 3) En pisos aplicar una capa de panel PF100 de 2mm, un foil de polietileno de 200 micrones y terminar con una capa de concreto armado pulido de 3 a 4cm de espesor.
- 4) La medida quizá más costosa sea cambiar las carpinterías de ventanas por otras de PVC con DVH junto a protección solar exterior para el verano en especial al oeste.

Dado que a pesar de estas medidas el edificio seguirá demandando energía, principalmente en invierno, se sugiere diseñar y construir un recibidor cerrado a modo de "chiflonera" en las puertas de frente y del fondo. El edificio cuenta con medidor de energía eléctrica y de GN.

Dr. JORGE DANIEL OZAJKOWSKI  
Director LAYHS - FAU - UNLP

**FICHA RESUMEN N° 1**

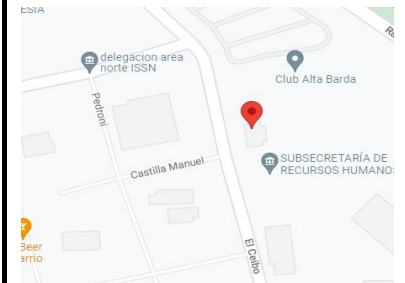
MUNICIPIO Neuquén, Provincia de Neuquén

EDIFICIO Defensa Civil

DIRECCIÓN El ceibo 1879

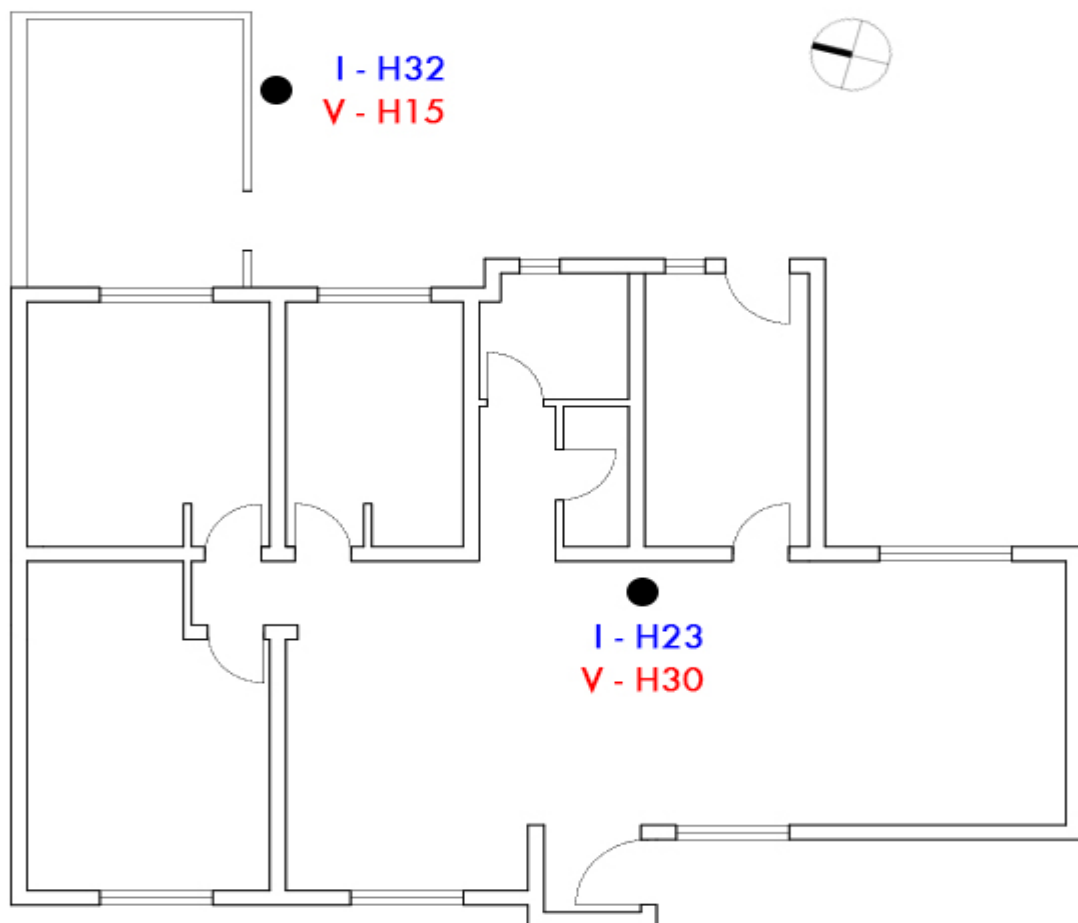
FECHA VISITA 1 08/02/2022 al 14/02/2022

FECHA VISITA 2 19/08/2022 al 26/08/2022

**Implantación**

-38,94 latitud sur

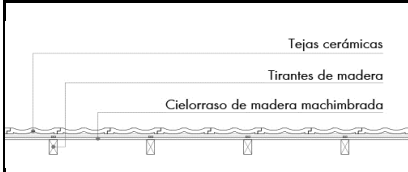
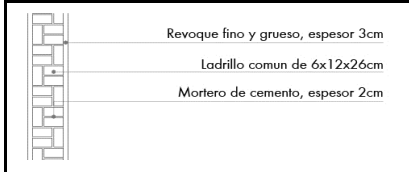
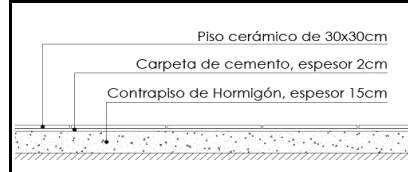
-68,13 longitud oeste

**PLANO DEL EDIFICIO CON UBICACIÓN DE HOBOS**

**FICHA RESUMEN N° 1**

MUNICIPIO Neuquén, Provincia de Neuquén

EDIFICIO Defensa Civil

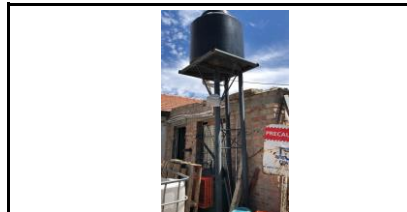
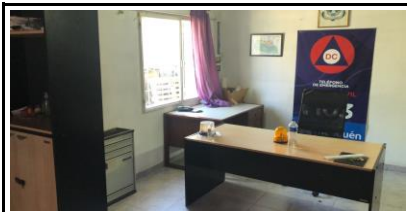
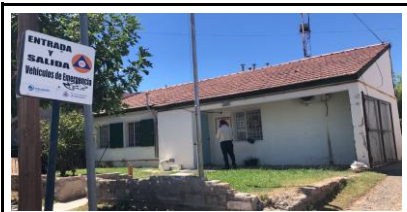
**RESEÑA CONSTRUCTIVA****Cubierta**Entablonado de madera a dos aguas  
con tejas cerámicas francesas**Muros**Ladrillos macizos con revoque interior  
y exterior, espesor final 25cm**Piso**

Baldosas cerámicas de 30x30cm

Carpintería Marcos metálicos, vidrios simples, sin burletes

Instalaciones térmicas Estufas tiro balanceado y Aires acondicionados

Instalaciones lumínicas Focos y tubos led

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

Superficie habitable	84,01 m <sup>2</sup>
Volumen habitable	306,52 m <sup>3</sup>
Compacidad -Co-	0,65 -
Factor de forma -f-	0,27 -
Factor de exposición -fe-	0,80 -
Altura media de locales -h-	3,34 m

**ASPECTOS ENERGÉTICOS**

Demanda calefacción anual /m <sup>2</sup>	133,73 kWh/m <sup>2</sup> año
Demanda refrigeración anual /m <sup>2</sup>	70,95 kWh/m <sup>2</sup> año
Coefficiente global de pérdidas Gcal	2,51 w/m <sup>3</sup> .K
Coefficiente de pérdidas Scal	6,59 w/m <sup>2</sup> .K

Pérdidas por envolvente calefacción	Techos	234,26 W/K
	Muros	199,76 W/K
	Aberturas	74,28 W/K
	Pisos	45,71 W/K
	Renovación de aire	214,57 W/K

Necesidad de energía por balance	17195,66 kWh/año
Aporte de energía según mediciones	kWh/año
Diferencia porcentual entre las dos últimas	%

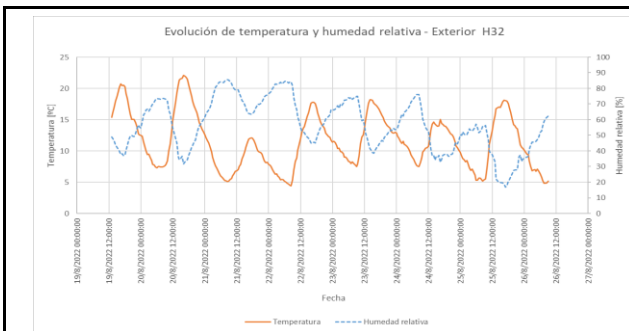
**FICHA RESUMEN N° 1**

MUNICIPIO Neuquén, Provincia de Neuquén  
 EDIFICIO Defensa Civil

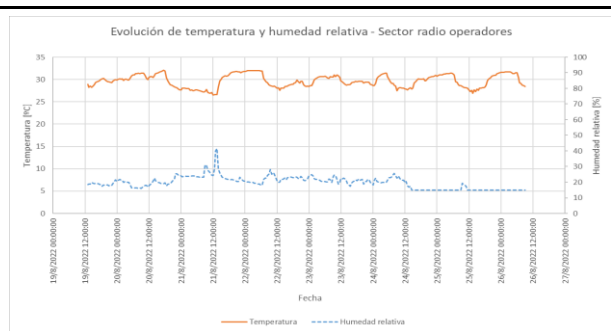
**SITUACIÓN DE CONFORT EN INVIERNO**

Hobo exterior: H32 - Colocado en este edificio

Hobo interior: H23

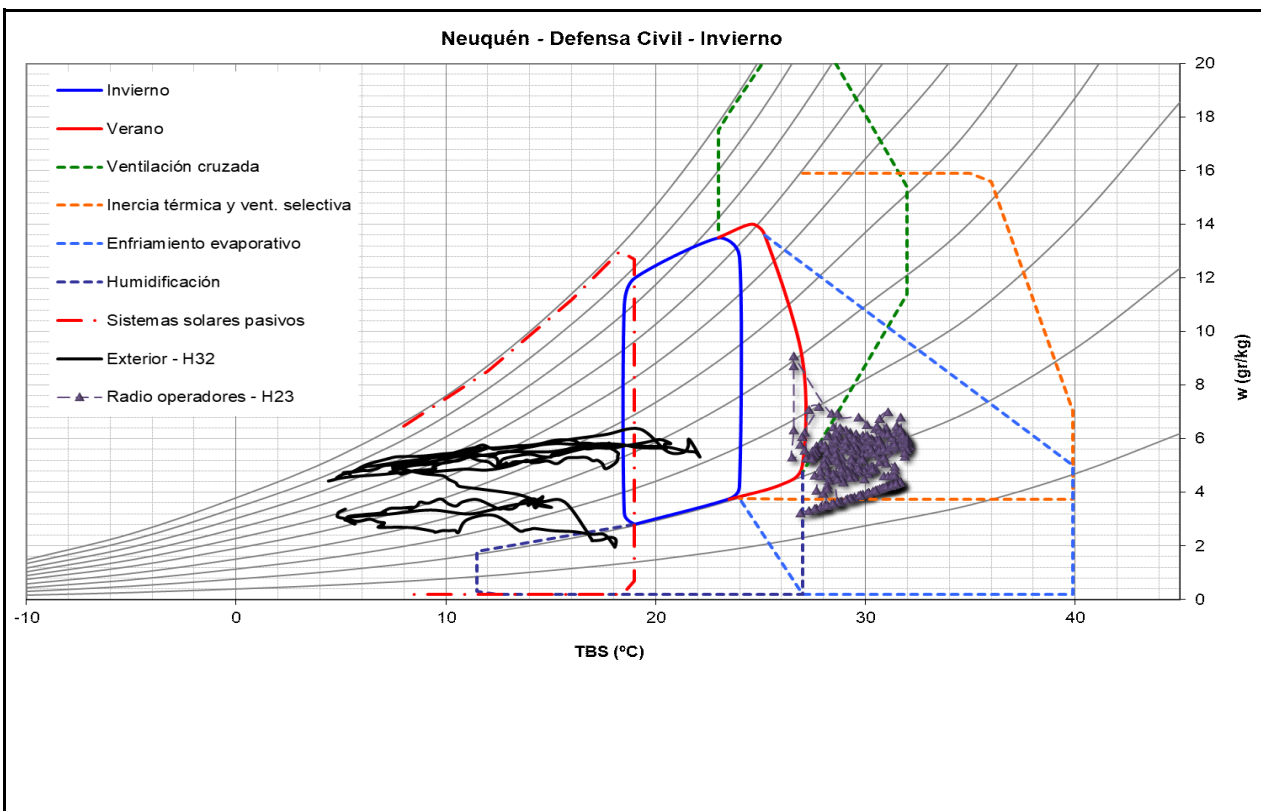


Lectura: 19/8/2022 13:00  
 26/8/2022 09:00  
 T [°C] Prom: 11,52  
 HR [%] Prom: 56,38



Lectura: 19/8/2022 13:00  
 26/8/2022 09:00  
 T [°C] Prom: 29,68  
 HR [%] Prom: 19,77

**SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN INVIERNO**



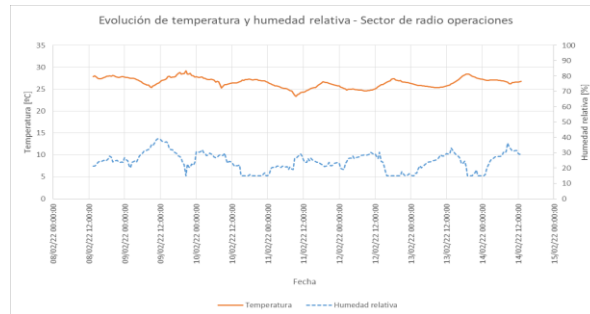
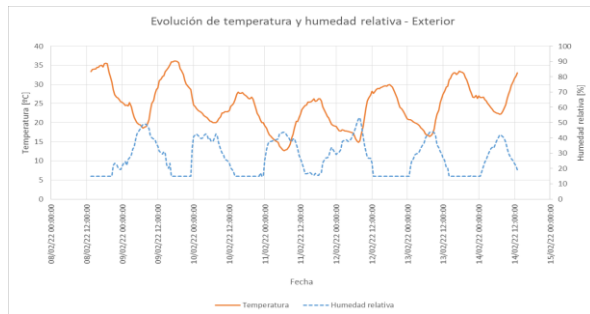
**FICHA RESUMEN N° 1**

MUNICIPIO Neuquén, Provincia de Neuquén  
 EDIFICIO Defensa Civil

**SITUACIÓN DE CONFORT EN VERANO**

Hobo exterior: H15 - Colocado en este edificio

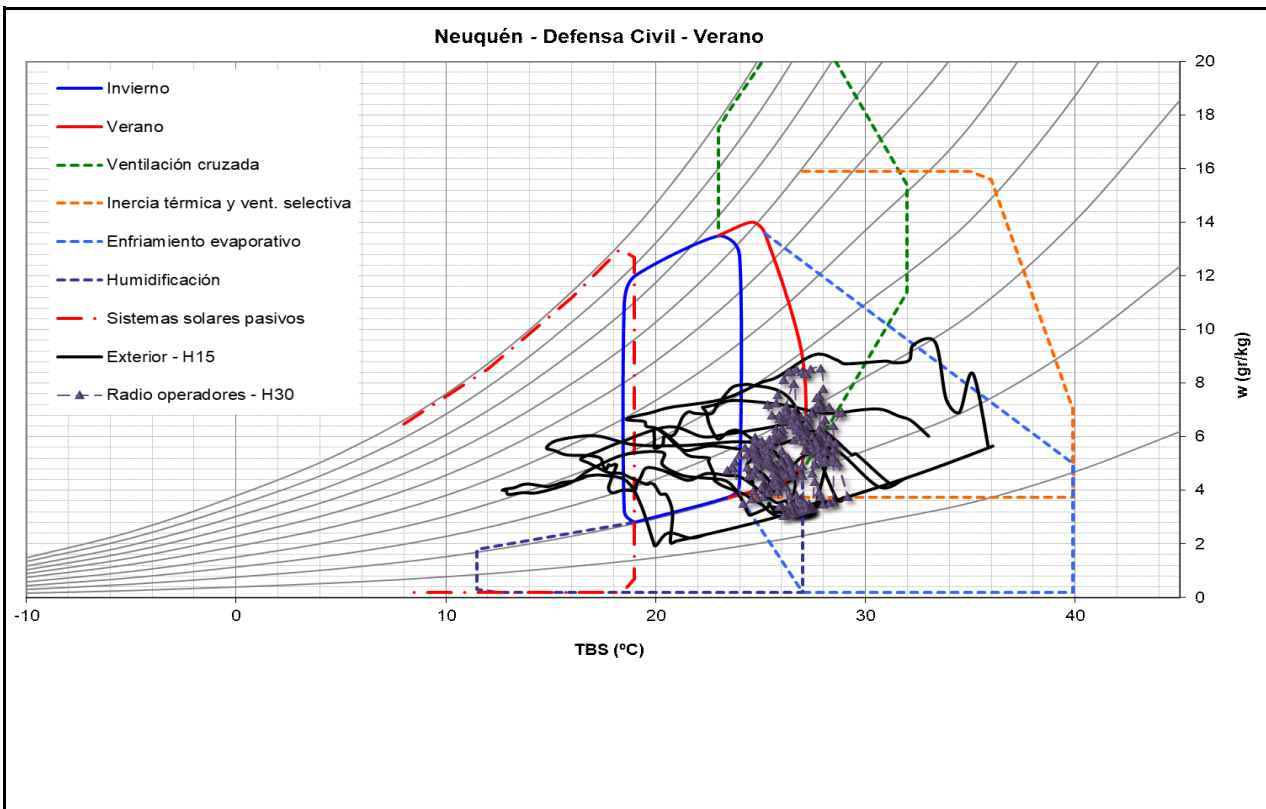
Hobo interior: H30



Lectura: 8/2/2022 13:30  
 14/2/2022 13:00  
 T [°C] Prom: 24,64  
 HR [%] Prom: 26,88

Lectura: 8/2/2022 13:30  
 14/2/2022 13:00  
 T [°C] Prom: 26,50  
 HR [%] Prom: 24,19

**SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN VERANO**





# REPORTE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO ORIGINAL Y MEJORADO

Caso: Defensa Civil.

Localidad: Neuquén, Neuquén.

El edificio se encuentra localizado en la calle El Ceibo 478, entre Dávalos y Quevedo (Lat -38.9346; Long -68.0700) en clima templado frío seco en Zona IVb (IRAM 11603). Se encuentra en la periferia norte, sobre la barda de la ciudad de Neuquén y de esta se toman los datos climáticos. Su construcción es de los '80. Está implantada apareada con otra vivienda en un barrio residencial. El frente de acceso da al oeste y tiene caras con ventanas al sur, este y oeste. Usa una vivienda social rehabilitada como oficina municipal. Se compone de dos oficinas en los ex dormitorios, sanitario y el antiguo estar comedor funge de sala de operaciones. Tiene una superficie habitable de 84,01 m<sup>2</sup> y un volumen a climatizar de 306,52 m<sup>3</sup> con una altura media de locales de 3,34m.



Figura: Implantación de Defensa Civil en el predio.

Está materializado con muros de ladrillos huecos revocados en ambas caras ( $R= 0.45 \text{ m}^2\text{K/W}$  y  $K= 2,21 \text{ W/m}^2\text{K}$ ), el techo es de tejas sobre entablonado y tirantería a la vista ( $R= 0,39 \text{ m}^2\text{K/W}$  y  $K= 2,58 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). Las carpinterías de ventanas y puertas son amplias de madera sin protección adicional ( $R= 0.17 \text{ m}^2\text{K/W}$  y  $K= 5.86 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). Los solados son de baldosas calcáreas ( $R= 0.72 \text{ m}^2\text{K/W}$  y  $K= 1.38 \text{ W/m}^2\text{K}$ ).

**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 Neuquén (Neuquén). Los datos fueron tomados de la Norma IRAM 11900/18 que muestra datos mensuales de temperaturas medias (°C) y radiación solar media (W/m<sup>2</sup>). Los valores medios mensuales de humedad relativa se tomaron de: <http://arquinstal.com.ar/atlas.html> que muestra información del Servicio Meteorológico Nacional.

Municipio	Neuquén, Provincia de Neuquén
Edificio	Defensa Civil

Localidad más cercana en la base de datos:	Neuquen - Prov. Neuquen
--	-------------------------

Mes ( )	Días ( )	Tm (°C)	Tdc-Tm (°C)	Tm-Tdr (°C)	HR (%)	Radiación solar media mensual (W/m <sup>2</sup> )									
						Norte	Noreste	Este	Sureste	Sur	Suroeste	Oeste	Noroeste	Horizontal	
Enero	31	23,9	0	3,9	36	128	179	196	147	88	148	194	174	343	
Febrero	28	23,5	0	3,5	41	157	182	176	119	68	124	183	187	300	
Marzo	31	20,3	0	0,3	50	182	174	139	80	49	83	144	177	227	
Abril	30	16,2	3,8	0	59	205	173	112	51	37	52	109	168	170	
Mayo	31	10,1	9,9	0	64	187	141	75	32	29	33	79	147	112	
Junio	30	7,9	12,1	0	67	134	98	48	21	20	22	54	106	73	
Julio	31	8,5	11,5	0	69	165	126	64	26	24	27	65	126	93	
Agosto	31	8,8	11,2	0	56	184	141	82	37	30	40	92	153	129	
Septiembre	30	12,4	7,6	0	49	210	185	133	69	45	71	137	189	211	
Octubre	31	16,4	3,6	0	46	175	179	155	97	57	107	172	193	267	
Noviembre	30	22,1	0	2,1	40	149	189	198	143	82	149	209	199	353	
Diciembre	31	23,5	0	3,5	36	127	178	202	156	101	176	226	192	380	
Anual	365	16,1	59,7	13,3	51	2003	1945	1580	978	630	1032	1664	2011	2658	

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

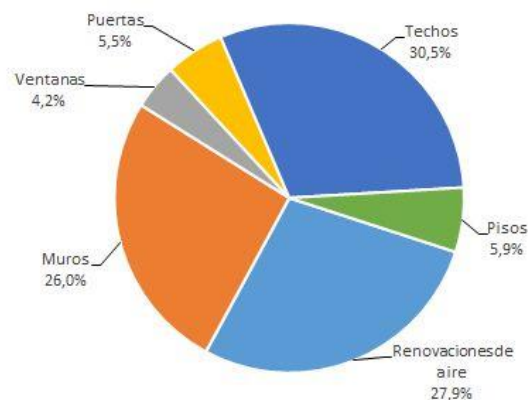


Figura 1: Pérdidas térmicas discriminadas situación original

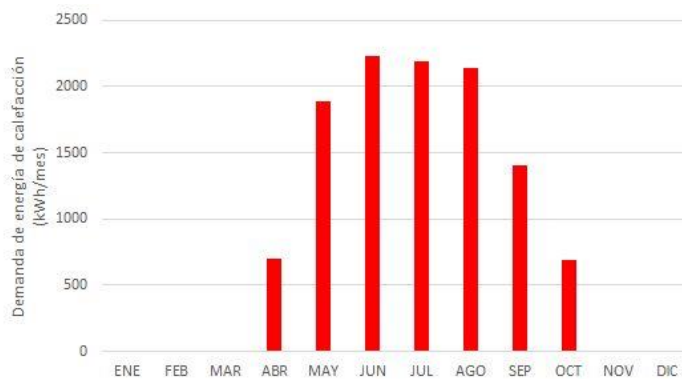


Figura 2: Demanda de energía en calefacción en kWh/mes calculado para TBcal= 20°C, situación original

Aspectos dimensionales	
Superficie habitable	84,01 m <sup>2</sup>
Volumen habitable	306,52 m <sup>3</sup>
Indice Compacidad Co	0,65 adim
Factor de forma f	0,65 adim
Factor de exposición Fe	1,39 adim
Altura media de locales	3,34 m
Superficie envolvente	128,52 m <sup>2</sup>
Superficie expuesta	92,75 m <sup>2</sup>

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  $2,51 \text{ W/m}^3\text{K}$  y un Coeficiente de pérdidas unitarias  $6,59 \text{ W/m}^2\text{K}$  que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **11234,76 kWh/año** y  $33,09 \text{ kWh/m}^2\text{año}$ , para una temperatura base de calefacción de  $20^\circ\text{C}$ .

A fin de definir estrategias de rehabilitación se analizan las pérdidas y se encuentra que es factible intervenir los techos (30,5%), muros (26,0%) y vidriados (4,2%, ventanas), 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. ( $K_{t2} = 0.36 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
- 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. Similar situación en los grandes vidriados de los ingresos al edificio cambiando el cristal templado con marcos que soporten DVH. ( $K_{v1} = 2.86 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
- Es posible agregar un piso flotante sobre 25mm de panel de fibra de vidrio. ( $K_p = 0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$ )

La implementación de las mejoras en muros, techos y vidriados permitirá reducir la demanda de energía en calefacción en un 50,87 %. El edificio tendrá un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gcal (IRAM 11604) de  $1.03 \text{ W/m}^3\text{K}$ , que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **20261,51 kWh/año** y  $50,87 \text{ kWh/m}^2\text{año}$ , para una temperatura base de calefacción de  $20^\circ\text{C}$ .

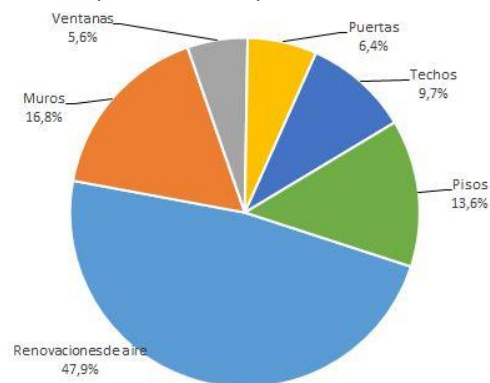


Figura 3: Pérdidas térmicas discriminadas situación mejorada



Figura 4: Comparación entre versión original y mejorada

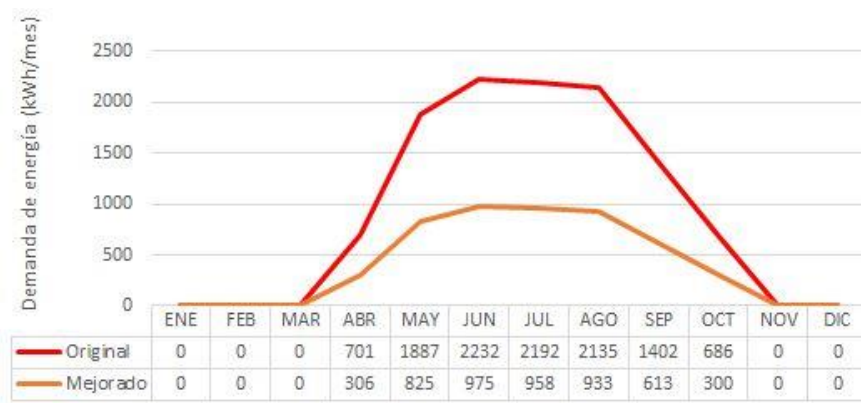


Figura 5: Comparación entre versión original y mejorada mensual

### 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 56,30%. Los valores son en energía secundaria y no contemplan la eficiencia energética de equipos climatización.

### 4. VERANO - VERSIÓN ORIGINAL:

La figura 6 muestra la discriminación de aportes térmicos en el edificio. Se destacan el asoleamiento con el 46,5%, los techos con el 15,7%, los muros con un 10,7%, y las ventanas con un 1,7%. En la condición de invierno se propuso mejoras en estos, pero es importante la *protección solar*.

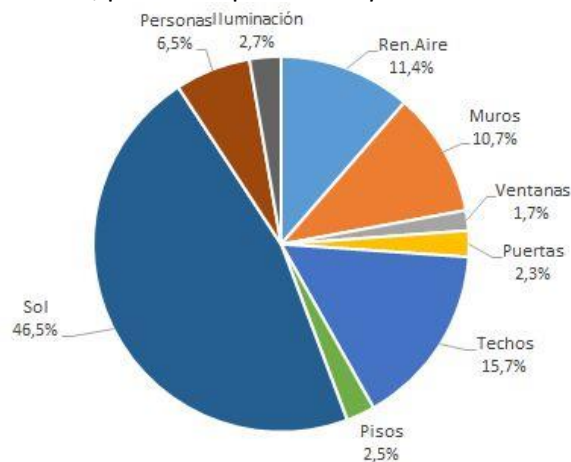


Figura 6: Aportes térmicos discriminados. Situación original verano.

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 **5960,90 kWh/año** y 17,56 kWh/m<sup>2</sup>año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C.

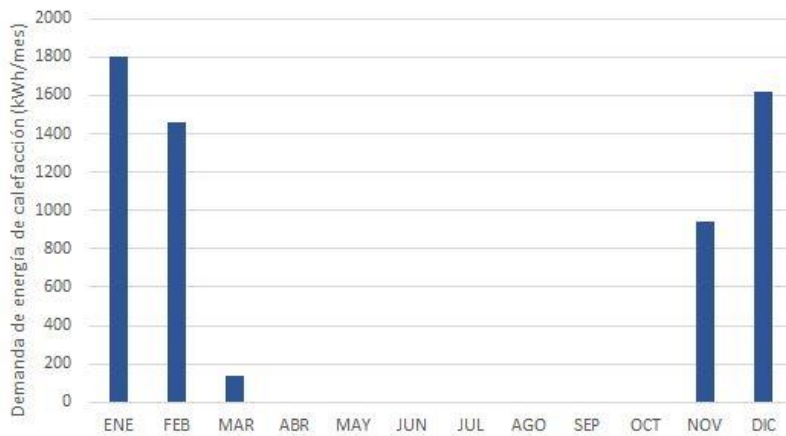


Figura 7: Variación mensual de la demanda de energía en refrigeración actual.

## 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 **50,46%** 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.

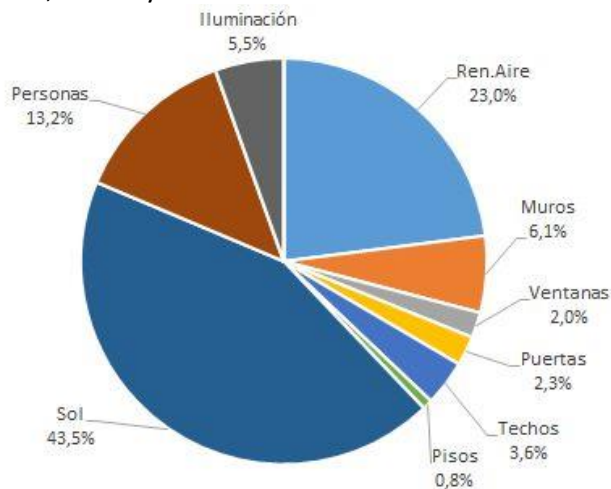


Figura 8: Aportes térmicos discriminados. Situación mejorada verano.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene una demanda anual energía eléctrica en refrigeración de **2953,18 kWh/año** y 8,70 kWh/m<sup>2</sup>año, 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.

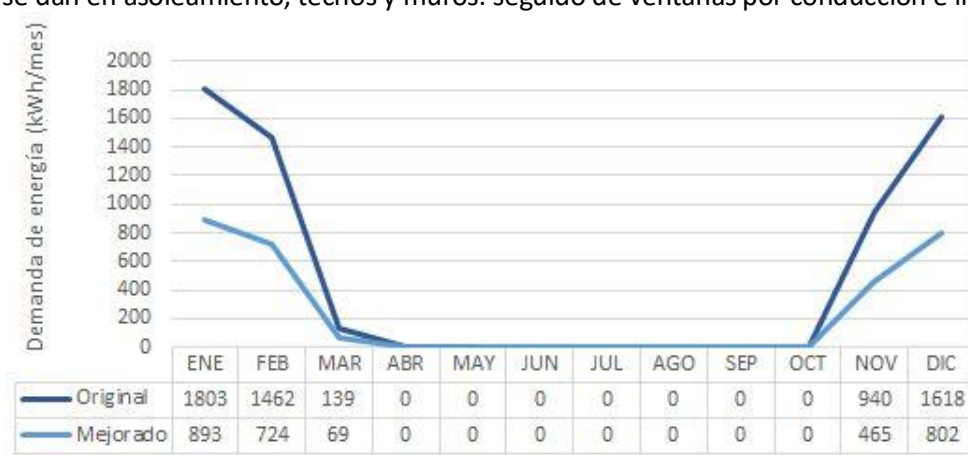


Figura 10: Comparación de la demanda de energía en refrigeración mensual del edificio original y mejorado. Situación verano.

## 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 54,28% 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 204,69 kWh/m<sup>2</sup>año a 93,59 kWh/m<sup>2</sup>año.

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.

Demanda de energía Comparación anual	Calefacción		Refrigeración	
	Original (kWh/mes)	Mejorado (kWh/mes)	Original (kWh/mes)	Mejorado (kWh/mes)
ENE	0,00	0,00	1803,04	893,27
FEB	0,00	0,00	1461,52	724,07
MAR	0,00	0,00	138,70	68,71
ABR	700,94	306,29	0,00	0,00
MAY	1887,01	824,58	0,00	0,00
JUN	2231,95	975,31	0,00	0,00
JUL	2191,98	957,84	0,00	0,00
AGO	2134,80	932,85	0,00	0,00
SEP	1401,89	612,59	0,00	0,00
OCT	686,19	299,85	0,00	0,00
NOV	0,00	0,00	939,55	465,47
DIC	0,00	0,00	1618,11	801,65
Total	11234,76	4909,31	5960,90	2953,18
Reducción de demanda (%)		56,30		50,46

tal climatización anual original	17195,66 (kWh/año)	204,69 (kWh/m <sup>2</sup> año)
Total climatización anual mejorado	7862,48 (kWh/año)	93,59 (kWh/m <sup>2</sup> año)
Reducción de demanda total (%)		54,28

DECal	DECal+	DERef	DERef+
33,09	14,46	17,56	8,70
kWh/m2año	kWh/m2año	kWh/m2año	kWh/m2año
Reducc (%)	56,30		50,46

Tabla 3: Síntesis de resultados de diagnóstico energético.

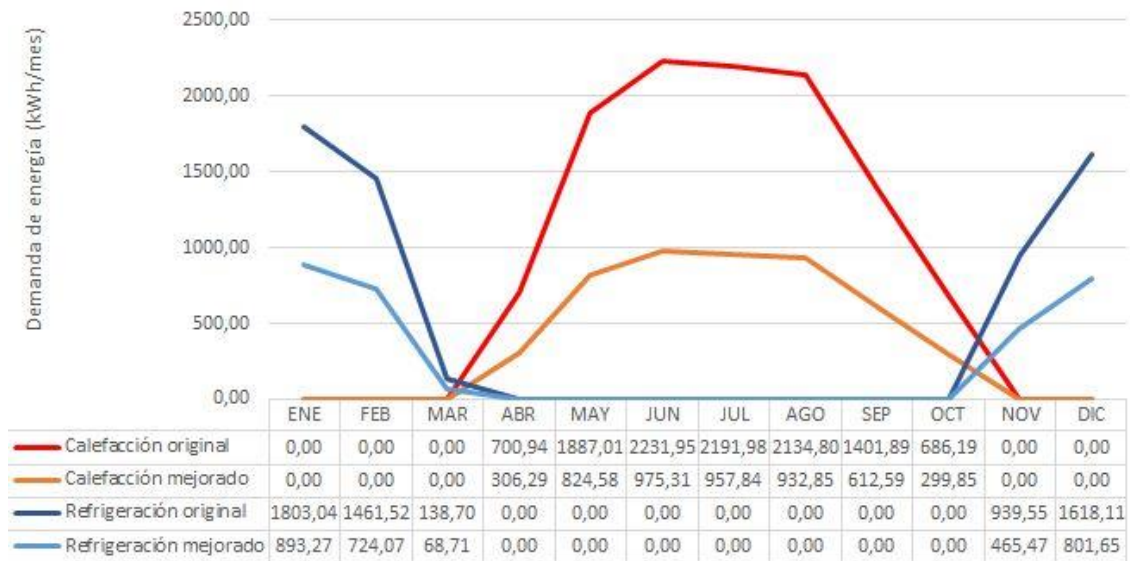


Figura 11: Comparación anual caso: Defensa Civil, Neuquén. Neuquén.

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