

# INFORME TÉCNICO

Caso: Centro Comunitario “El Molino”  
Municipio: San Martín de los Andes  
Provincia: Neuquén



Fuente: Google, 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](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: Centro Comunitario “El Molino”, San Martín de los Andes, Neuquén.

## Descripción:

El edificio se encuentra localizado en la calle Mitre s/n entre Luis Goñi y Ernesto Nuñez (Lat -40.1355; Long -71.2969) en clima muy frío en Zona VI (IRAM 11603). Se encuentra en la periferia de la ciudad en el noreste. Los datos climáticos se toman de la ciudad de Bariloche distante 188 Km, no habiendo una alternativa más cercana. Su construcción es de principios de siglo y se encuentra en buen estado. Está implantado en un amplio predio que ocupa media manzana dando la espalda al sudeste y el acceso principal al noroeste. Está localizado en un entorno residencial de baja densidad. Se compone de planta baja y un anexo biblioteca y dirección en planta alta. Posee dos grandes salones octogonales mediados por servicios (cocina, sanitarios y office). Tiene una superficie habitable de 442,57 m<sup>2</sup> y un volumen a climatizar de 1533,30 m<sup>3</sup> con una altura media de locales de 3,46 m.

Está materializado con muros de ladrillos comunes en ambas caras ( $R= 0.65 \text{ m}^2\text{K/W}$  y  $K= 1,54 \text{ W/m}^2\text{K}$ ), el techo es de chapa acanalada metálica negra sobre entablonado y tirantería a la vista ( $R= 1,47 \text{ m}^2\text{K/W}$  y  $K= 0,68 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). Las carpinterías de ventanas y puertas son amplias de madera y 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 ( $R= 0.72 \text{ m}^2\text{K/W}$  y  $K= 1.38 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). La estructura de H°A° resistente a sismos. El antepecho está revestido con piedra natural.

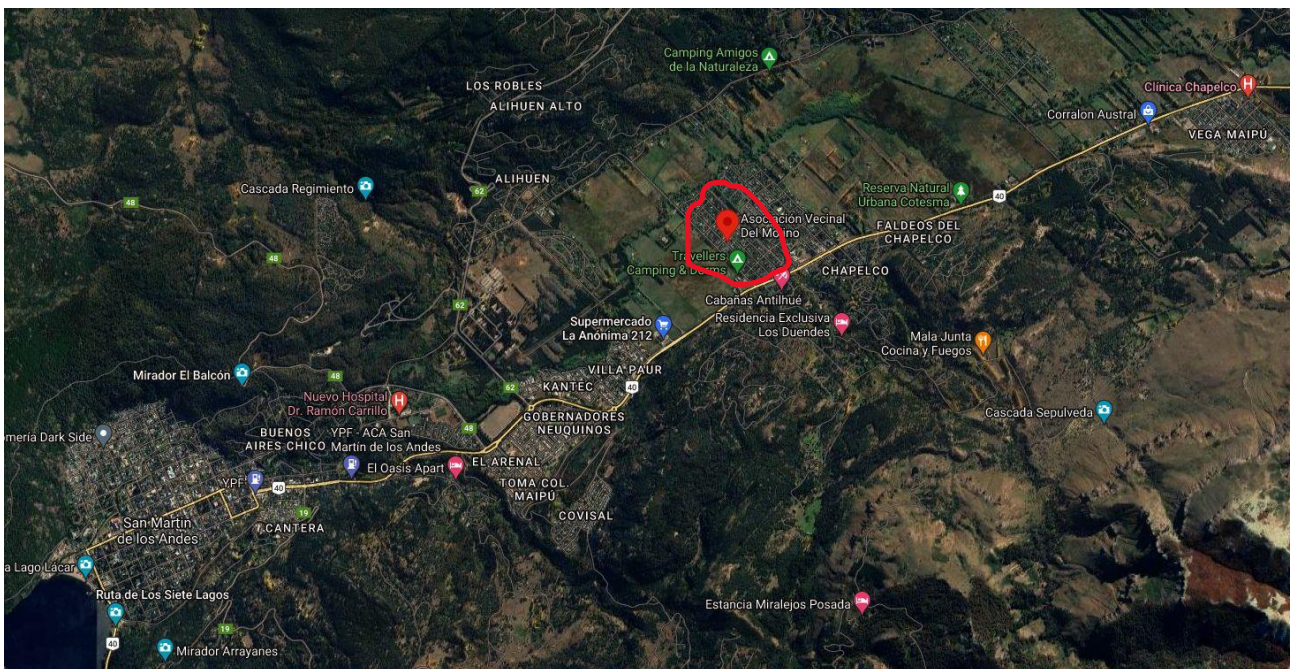


Figura 1: Implantación del Centro Comunitario en la estructura urbana. Fuente: Google Maps.

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 tipo TB.

## 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 debido a estar sobre-calefactado en todo el año. El diagnóstico energético muestra que en la condición actual el edificio requiere 119394,26 kWh/año en

calefacción y nada en refrigeración y con todas las medidas de rehabilitación podría reducirse a 66251,72 kWh/año. Implica una reducción en la demanda de 44,51 % en calefacción y 0% en refrigeración. Así tendríamos como indicador de comparación en calefacción 149,70 kWh/m<sup>2</sup>.año y 0 kWh/m<sup>2</sup>.año en refrigeración con un total de 149,70 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.

Como curiosidad el gran techo piramidal se sobrecalienta en verano por el escaso aislamiento térmico que posee y ser de color negro mate. En invierno está muy frío en la cara interior.

### 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 o desmontar el techo y mejorar el aislamiento, mejor si son 20cm;
- 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 muy frío verificar el riesgo de condensación y agregar barrera de vapor con una capa de emulsión asfáltica en la cara exterior o pintura base caucho. Mejor si son 10cm de aislamiento.
- 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 lowE.

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. El sistema de calefacción no es adecuado para este edificio abierto interiormente y de gran volumen. Se recomienda luego de su rehabilitación cambiarlo por piso radiante por agua caliente con calderas murales de condensación a gas natural y colectores solares en el faldón norte del techo.

Dr. JORGE DANIEL OZAJKOWSKI  
Director LAYHS - FAU - UNLP

**FICHA RESUMEN N° 1**

MUNICIPIO San Martín de los Andes, Provincia de Neuquén

EDIFICIO Centro Comunitario "El Molino"

DIRECCIÓN Mitre S/N entre Luis Goñi y Dr. Ernesto Nuñez

FECHA VISITA 1 09/02/2022 al 16/02/2022

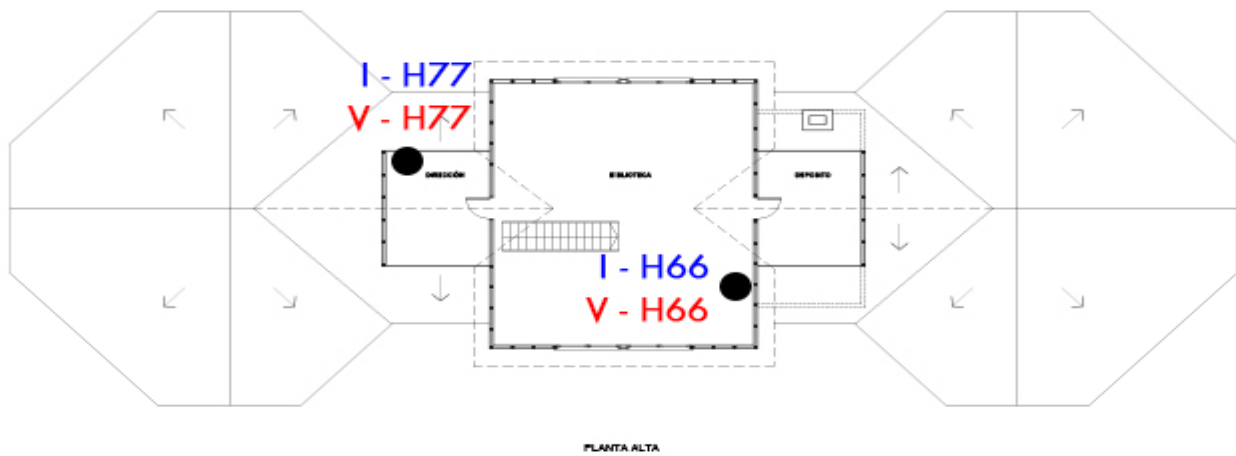
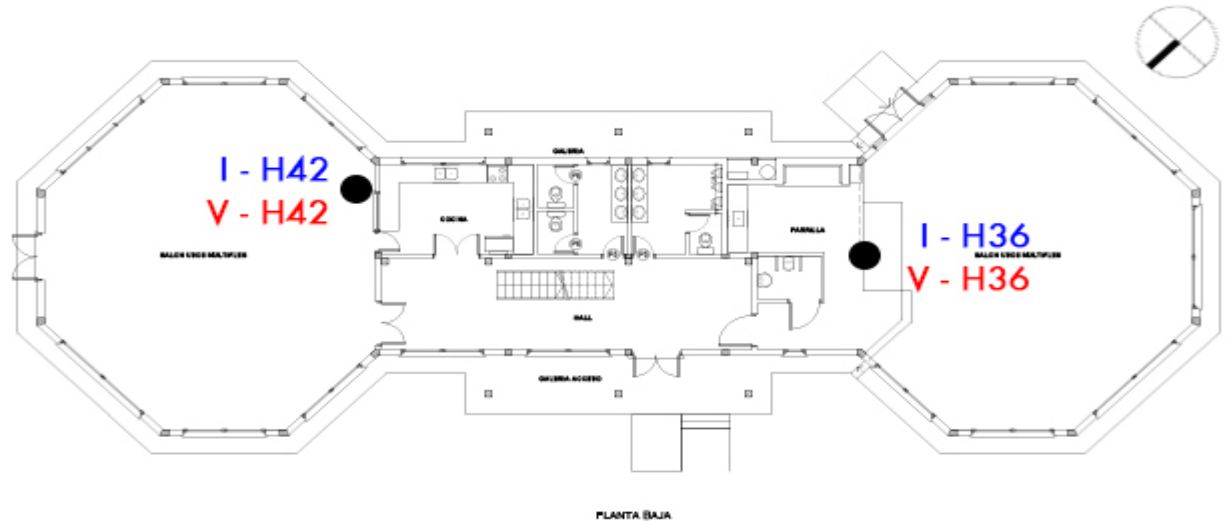
FECHA VISITA 2 27/06/2022 al 04/07/2022

**Implantación**



-40,15 latitud sur  
-71,31 longitud oeste

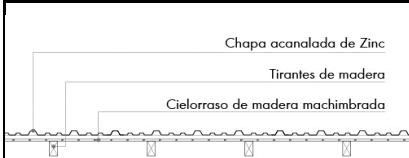
**PLANO DEL EDIFICIO CON UBICACIÓN DE HOBOS**



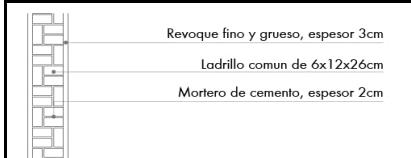
**FICHA RESUMEN N° 1**

MUNICIPIO San Martín de los Andes, Provincia de Neuquén

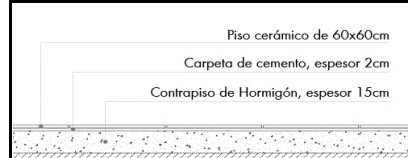
EDIFICIO Centro Comunitario "El Molino"

**RESEÑA CONSTRUCTIVA****Cubierta**

Chapa negra con cielorraso de madera inclinada

**Muros**

Muro macizo con revestimiento de piedra exterior en la parte inferior, en el resto terminación de revoque. Espesor 26cm

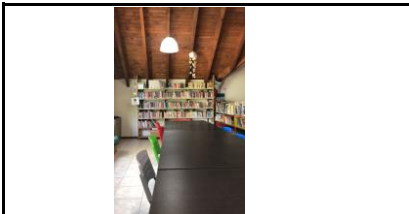
**Piso**

Baldosas cerámicas

Carpintería Marcos de madera con vidrio doble sin burletes

Instalaciones térmicas Estufas de tiro balanceado

Instalaciones lumínicas Tubos LED

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

Superficie habitable	442,57 m <sup>2</sup>
Volumen habitable	1533,30 m <sup>3</sup>
Compacidad -Co-	0,64 -
Factor de forma -f-	0,29 -
Factor de exposición -fe-	1,00 -
Altura media de locales -h-	3,46 m

**ASPECTOS ENERGÉTICOS**

Demanda calefacción anual /m2	271,00 kWh/m <sup>2</sup> año
Demanda refrigeración anual /m2	0,00 kWh/m <sup>2</sup> año
Coefficiente global de pérdidas Gcal	1,37 W/m <sup>3</sup> .K
Coefficiente de pérdidas Scal	2,32 W/m <sup>2</sup> .K

Pérdidas por envolvente calefacción	Techos	241,88 W/K
	Muros	375,53 W/K
	Aberturas	279,21 W/K
	Pisos	132,18 W/K
	Renovación de aire	1073,31 W/K

Necesidad de energía por balance	119934,26 kWh/año
Aporte de energía según mediciones	kWh/año
Diferencia porcentual entre las dos últimas	%

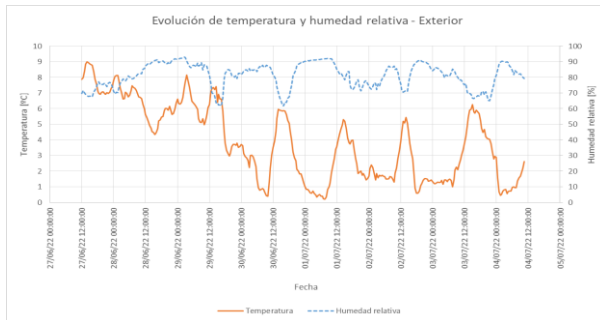
**FICHA RESUMEN N° 1**

MUNICIPIO San Martín de los Andes, Provincia de Neuquén  
 EDIFICIO Centro Comunitario "El Molino"

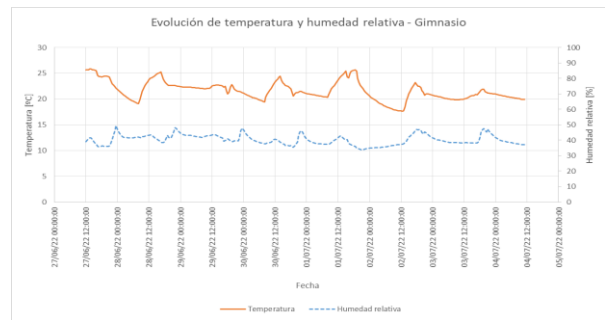
**SITUACIÓN DE CONFORT EN INVIERNO**

Hobo exterior: H32 - Edificio: CDI Pichi Rayén

Hobo interior: H42

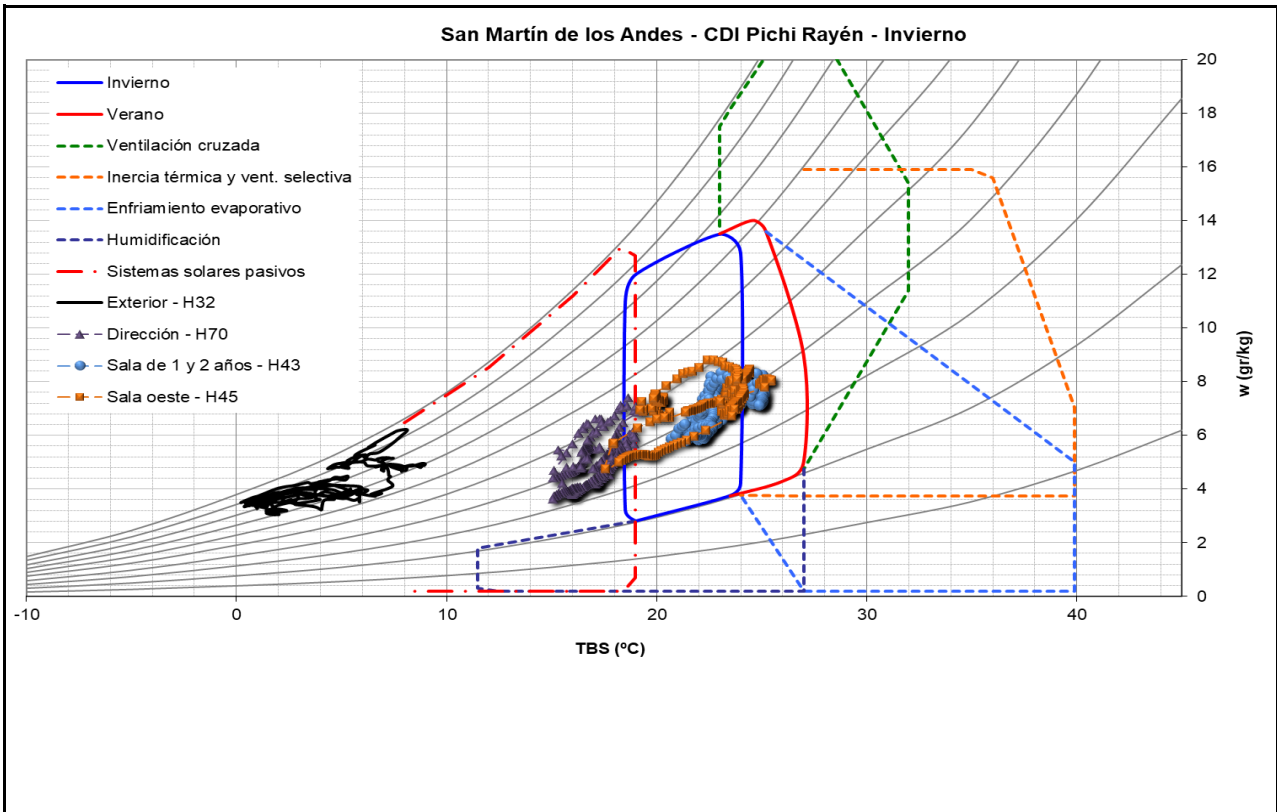


Lectura: 27/6/2022 12:00  
 4/7/2022 10:30  
 T [°C] Prom: 3,87  
 HR [%] Prom: 81,23



Lectura: 27/6/2022 12:00  
 4/7/2022 11:00  
 T [°C] Prom: 21,61  
 HR [%] Prom: 40,16

**SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN INVIERNO**



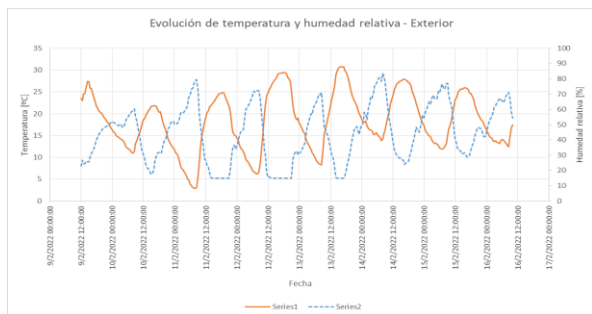
**FICHA RESUMEN N° 1**

MUNICIPIO San Martín de los Andes, Provincia de Neuquén  
 EDIFICIO Centro Comunitario "El Molino"

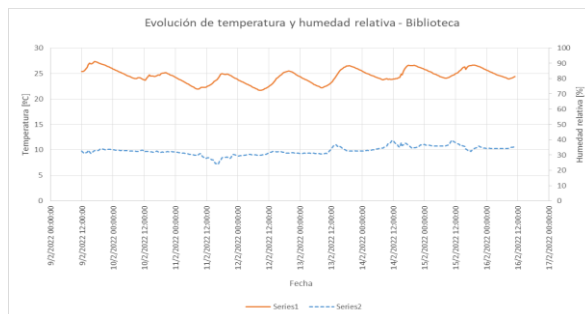
**SITUACIÓN DE CONFORT EN VERANO**

Hobo exterior: H14 - Edificio: CDI Pichi Rayen

Hobo interior: H66

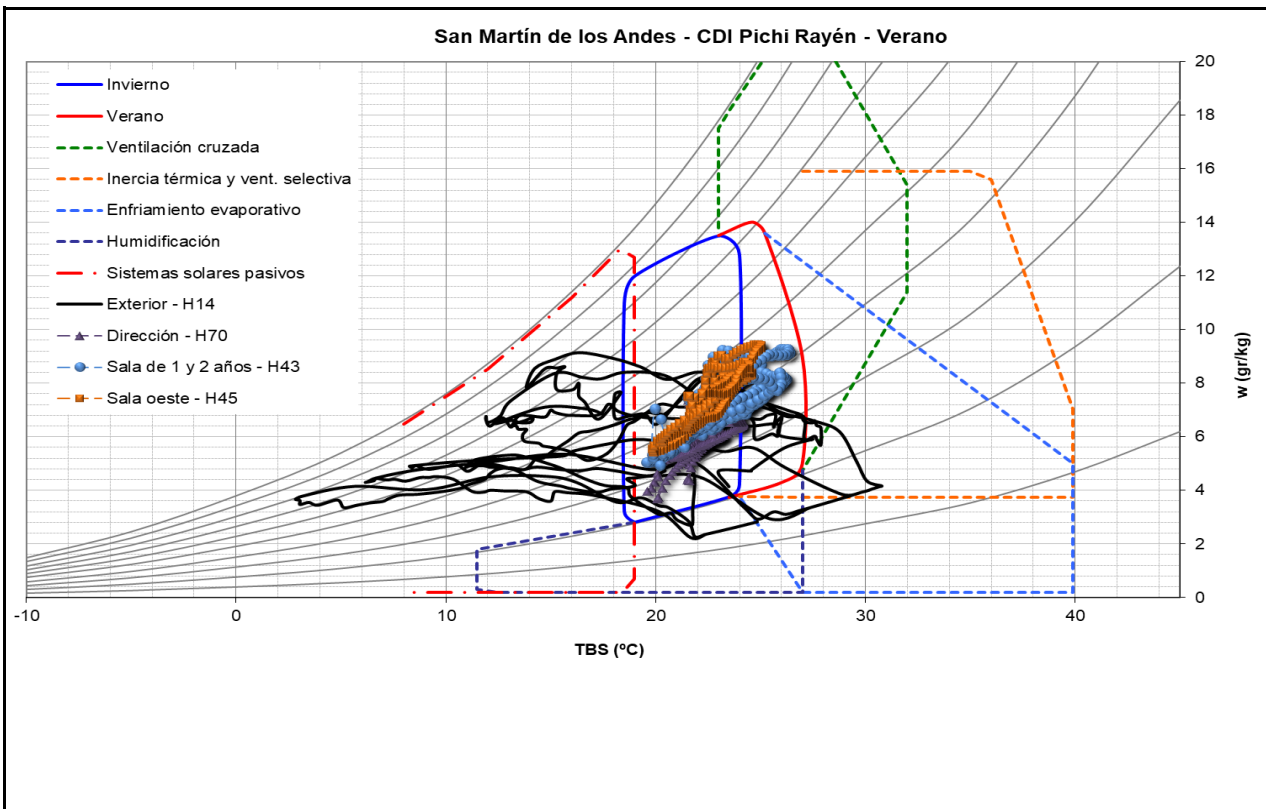


Lectura: 9/2/2022 12:00  
 16/2/2022 10:00  
 T [°C] Prom: 18,24  
 HR [%] Prom: 44,22



Lectura: 9/2/2022 12:00  
 16/2/2022 11:00  
 T [°C] Prom: 24,56  
 HR [%] Prom: 32,83

**SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN VERANO**





# REPORTE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO ORIGINAL Y MEJORADO

Caso: Centro Comunitario “El Molino”

Localidad: San Martín de los Andes, Neuquén.

El edificio se encuentra localizado en la calle Mitre s/n entre Luis Goñi y Ernesto Nuñez (Lat -40.1355; Long -71.2969) en clima muy frío en Zona VI (IRAM 11603). Se encuentra en la periferia de la ciudad en el noreste. Los datos climáticos se toman de la ciudad de Bariloche distante 188 Km, no habiendo una alternativa más cercana. Su construcción es de principios de siglo y se encuentra en buen estado. Está implantado en un amplio predio que ocupa media manzana dando la espalda al sudeste y el acceso principal al noroeste. Está localizado en un entorno residencial de baja densidad. Se compone de planta baja y un anexo biblioteca y dirección en planta alta. Posee dos grandes salones octogonales mediados por servicios (cocina, sanitarios y office). Tiene una superficie habitable de 442,57 m<sup>2</sup> y un volumen a climatizar de 1533,30 m<sup>3</sup> con una altura media de locales de 3,46 m.

Está materializado con muros de ladrillos comunes en ambas caras ( $R= 0.65 \text{ m}^2\text{K/W}$  y  $K= 1,54 \text{ W/m}^2\text{K}$ ), el techo es de chapa acanalada metálica negra sobre entablonado y tirantería a la vista ( $R= 1,47 \text{ m}^2\text{K/W}$  y  $K= 0,68 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). Las carpinterías de ventanas y puertas son amplias de madera y 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 ( $R= 0.72 \text{ m}^2\text{K/W}$  y  $K= 1.38 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). La estructura de H°A° resistente a sismos. El antepecho está revestido con piedra natural.



Figura 1: Implantación del Centro Comunitario 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 tipo TB.

**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 Bariloche (Rio Negro). 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	San Martín de los Andes, Provincia de Neuquén
Edificio	Centro Comunitario El Molino
Localidad más cercana en la base de datos:	San Carlos de Bariloche - Prov. Rio Negro

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	16,2	3,8	0	61	141	169	173	127	85	155	209	192	341
Febrero	28	16,1	3,9	0	63	165	176	162	108	65	126	191	199	297
Marzo	31	13,8	6,2	0	67	193	175	133	76	49	82	146	186	219
Abril	30	9,6	10,4	0	75	138	112	73	37	29	39	78	117	117
Mayo	31	6	14	0	80	110	87	48	24	22	24	48	86	72
Junio	30	4,1	15,9	0	85	77	57	30	18	18	19	35	64	51
Julio	31	3,5	16,5	0	85	91	71	38	20	20	21	38	70	58
Agosto	31	4,2	15,8	0	83	119	95	58	32	28	33	62	99	95
Septiembre	30	5,7	14,3	0	77	162	140	101	59	45	62	107	145	167
Octubre	31	9,7	10,3	0	71	153	151	130	86	57	96	147	166	234
Noviembre	30	11,7	8,3	0	66	142	159	153	110	75	126	174	172	299
Diciembre	31	15,3	4,7	0	63	131	170	184	140	94	162	210	185	350
Anual	365	9,7	124,1	0,0	73	1622	1562	1283	837	587	945	1445	1681	2300

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

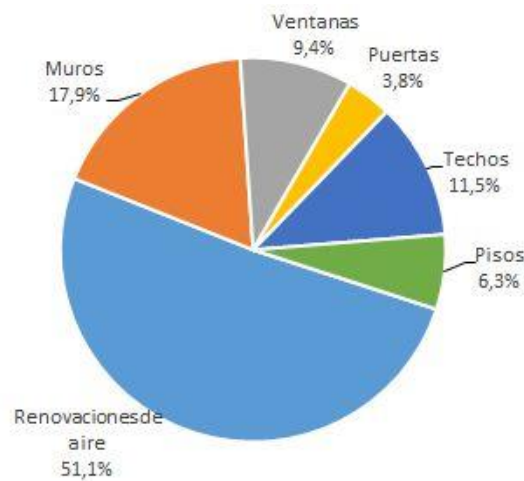


Figura 1: Pérdidas térmicas discriminadas situación original

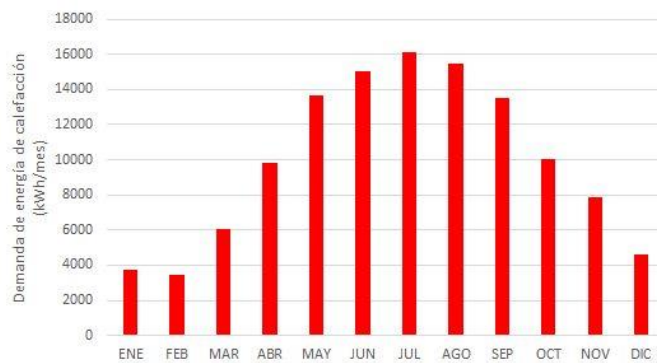


Figura 2: Demanda de energía en calefacción en kWh/mes calculado para TBcal= 20°C, situación original

Aspectos dimensionales	
Superficie habitable	442,57 m <sup>2</sup>
Volumen habitable	1533,30 m <sup>3</sup>
Indice Compacidad Co	0,64 adim
Factor de forma f	0,64 adim
Factor de exposición Fe	1,00 adim
Altura media de locales	3,46 m
Superficie envolvente	694,03 m <sup>2</sup>
Superficie expuesta	694,03 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 1,37 W/m<sup>3</sup>K y un Coeficiente de pérdidas unitarias 2,32 W/m<sup>2</sup>K que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **119394,26 kWh/año** y 269,77 kWh/m<sup>2</sup>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 (11,5%), muros (17,9%) y vidriados (13,2%, 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 50/80mm. ( $K_{m1} = 0.43 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
- En techos agregar 10/0cm de lana de vidrio con foil de aluminio sobre el cielorraso entre cabios y reemplazar. ( $K_{t2} = 0.29 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
- 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 lowE. ( $K_{v1} = 1.86 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
- Es posible agregar un piso flotante sobre 25mm de panel de fibra de vidrio. ( $K_p = 0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
- Cambiar la calefacción con tiros balanceados por piso radiante con agua caliente y calderas a gas natural de condensación con captadores solares.

La implementación de las mejoras en muros, techos y vidriados permitirá reducir la demanda de energía en calefacción en un 44,51 %. El edificio tendrá un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gcal (IRAM 11604) de 0.76 W/m<sup>3</sup>K, que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **66251,72 kWh/año** y 149,70 kWh/m<sup>2</sup>año, para una temperatura base de calefacción de 20°C.

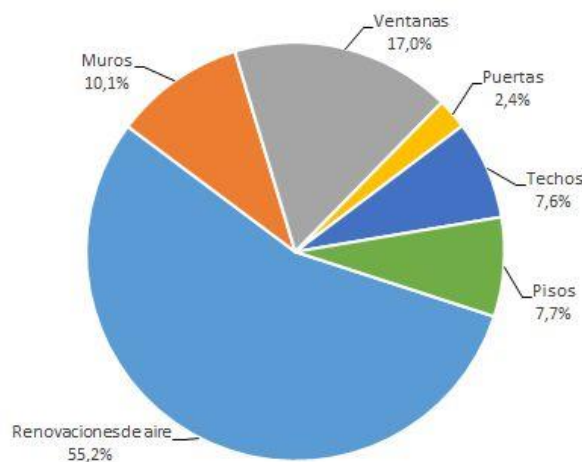


Figura 3: Pérdidas térmicas discriminadas situación mejorada

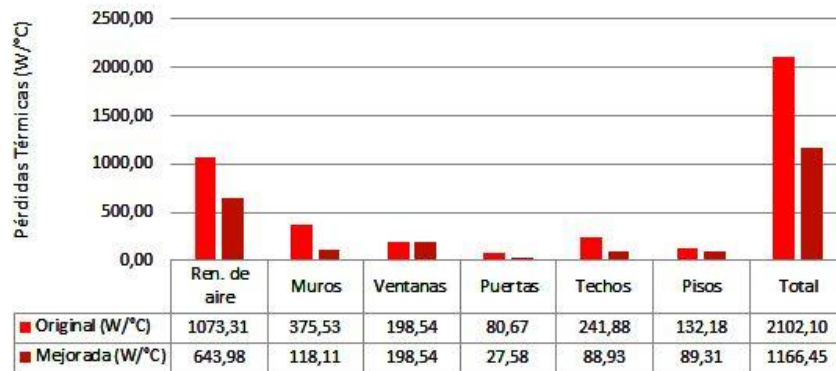


Figura 4: Comparación entre versión original y mejorada

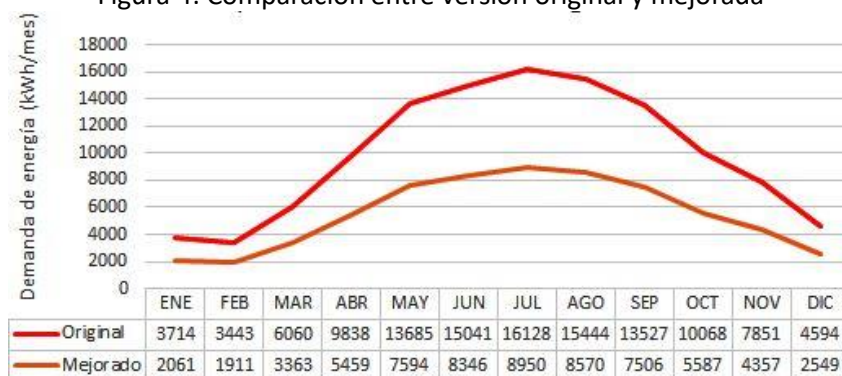


Figura 5: Comparación entre versión original y mejorada mensual

### 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 fluorescente y LED. Las principales medidas de diseño eficiente que restan son las propuestas a fin de lograr reducir la demanda en un 44,51%. Los valores son en energía secundaria y no contemplan la eficiencia energética de equipos climatización. En Patagonia con altos subsidios se derrocha energía y a pesar de la baja eficiencia del edificio las temperaturas en el interior están en promedio en 24°C.

### 4. VERANO - VERSIÓN ORIGINAL:

Dado el clima muy frío aún en el mes de enero no se requiere enfriar sino calefaccionar.

### 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 44,51% 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 269,77 kWh/m<sup>2</sup>año a 149,70 kWh/m<sup>2</sup>año.

Esto muestra la necesidad de implementar soluciones de fondo en especial en aislamiento térmico intensivo de superficies vidriadas, muros 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	3714,42	2061,13	0,00	0,00
FEB	3443,25	1910,65	0,00	0,00
MAR	6060,37	3362,89	0,00	0,00
ABR	9837,85	5459,01	0,00	0,00
MAY	13684,70	7593,62	0,00	0,00
JUN	15040,56	8345,99	0,00	0,00
JUL	16128,39	8949,63	0,00	0,00
AGO	15444,16	8569,94	0,00	0,00
SEP	13527,04	7506,14	0,00	0,00
OCT	10068,03	5586,74	0,00	0,00
NOV	7851,36	4356,71	0,00	0,00
DIC	4594,15	2549,29	0,00	0,00
Total	119394,26	66251,72	0,00	0,00
Reducción de demanda (%)		44,51		0,00

Climatización anual original	119394,26	(kWh/año)	269,77	(kWh/m <sup>2</sup> año)
Total climatización anual mejorado	66251,72	(kWh/año)	149,70	(kWh/m <sup>2</sup> año)
Reducción de demanda total (%)				44,51

DECal	DECal+	DERef	DERef+
269,77	149,70	0,00	0,00
kWh/m <sup>2</sup> año	kWh/m <sup>2</sup> año	kWh/m <sup>2</sup> año	kWh/m <sup>2</sup> año
Reducc (%)	44,51		0,00

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