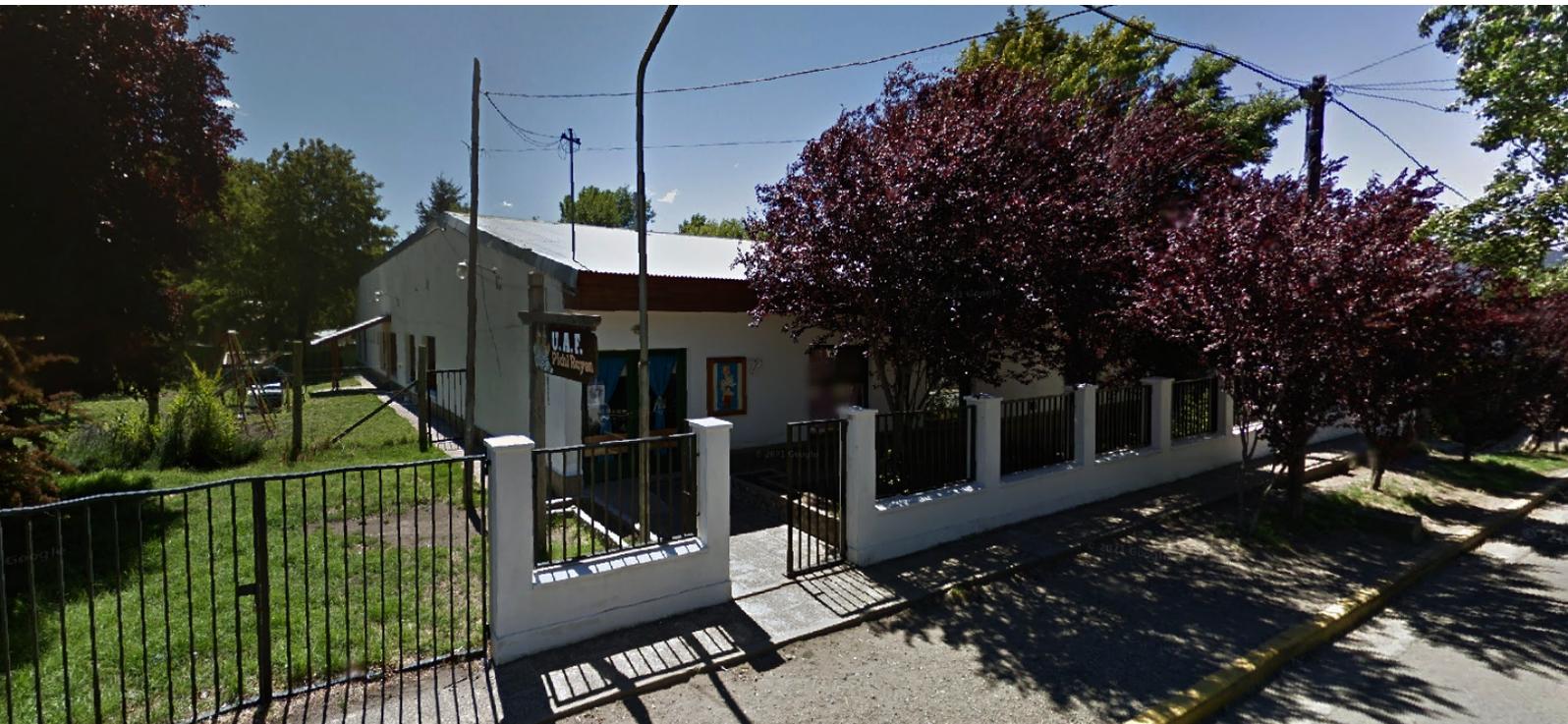


# INFORME TÉCNICO

Caso: Centro Desarrollo Infantil “Pichi Rayen”

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 de Desarrollo Infantil “Pichi Rayen”, San Martín de los Andes, Neuquén.

### Descripción:

El edificio se encuentra localizado en la calle Los Cerezos y Los Chapeles (Lat -40.1527; Long -71.3182) en clima muy frío en Zona VI (IRAM 11603). Se encuentra en la periferia de la ciudad hacia el este. Los datos climáticos se toman de la ciudad de Bariloche distante 188 Km, no habiendo una alternativa más cercana. Su construcción es de los ´70 y ha sufrido remodelaciones. Está implantada en un predio de esquina en un barrio de casas bajas. Tiene accesos desde la fachada sudeste. Está implantada en un entorno residencial. Se compone de aulas y SUM en imagen de la zona. Esta iluminada por ventanas corridas. Tiene una superficie habitable de 561,80 m<sup>2</sup> y un volumen a climatizar de 1629,22 m<sup>3</sup> con una altura media de locales de 2,90m.

Está materializado con muros de ladrillos comunes revocado en ambas caras ( $R = 0.64 \text{ m}^2\text{K/W}$  y  $K = 1,56 \text{ W/m}^2\text{K}$ ), el techo es de chapa acanalada metálica 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 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.

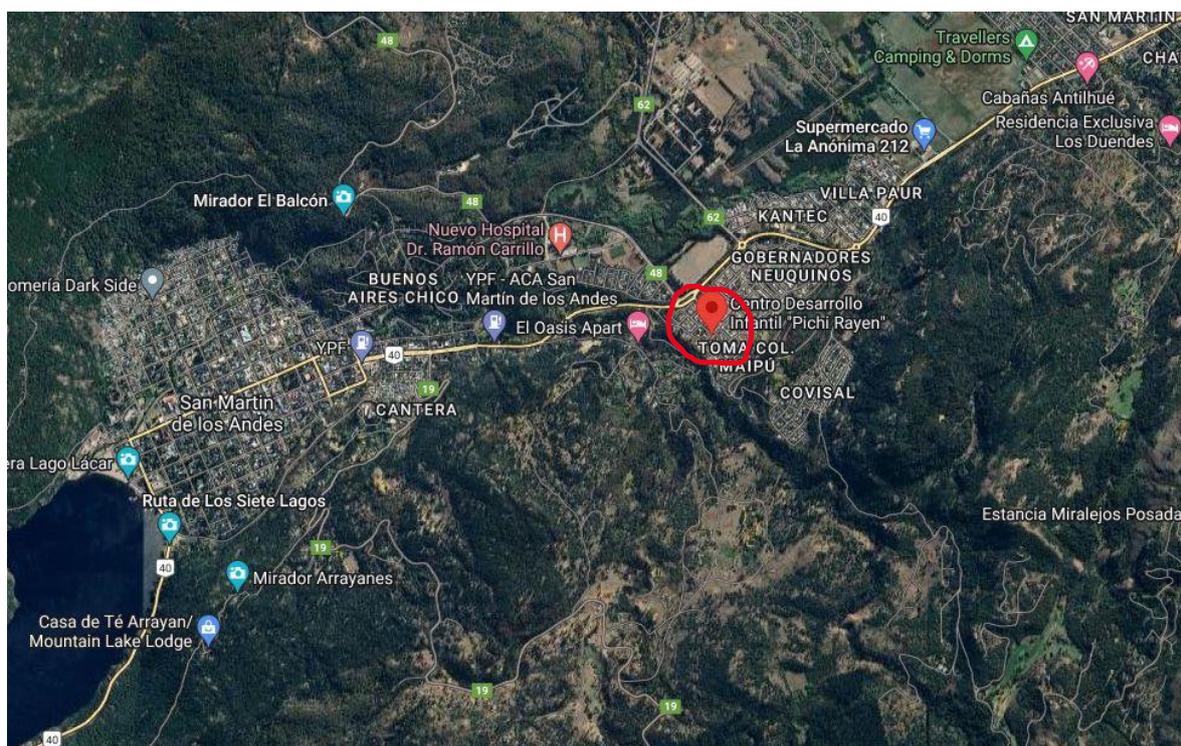


Figura 1: Implantación del Centro de Desarrollo Infantil “Pichi Rayen” en la estructura urbana. Fuente: Google Maps.

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 168155,71 kWh/año en

calefacción y nada en refrigeración y con todas las medidas de rehabilitación podría reducirse a 67919,75 kWh/año. Implica una reducción en la demanda de 59,61 % en calefacción y 0% en refrigeración. Así tendríamos como indicador de comparación en calefacción 120,90 kWh/m<sup>2</sup>.año y 0 kWh/m<sup>2</sup>.año en refrigeración con un total de 120,90 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 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 frio 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 OZAIKOWSKI  
 Director LAYHS - FAU - UNLP

**FICHA RESUMEN N° 1**

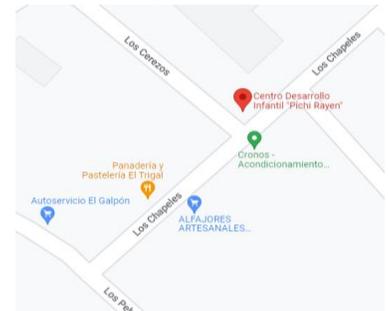
MUNICIPIO San Martín de los Andes, Provincia de Neuquén

EDIFICIO C.D.I. "Pichi Rayen"

DIRECCIÓN Los Cerezos y los Chapeles

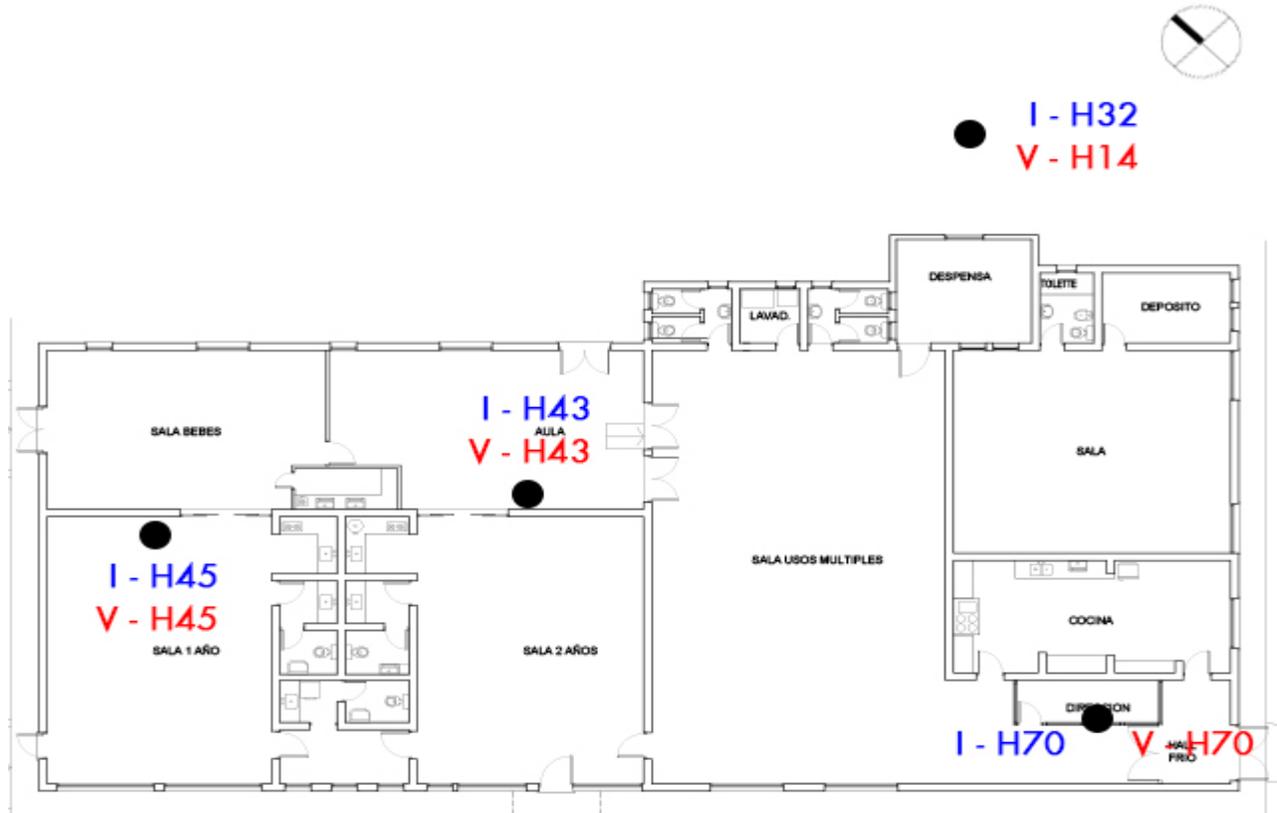
FECHA VISITA 1 09/02/2022 al 16/02/2022

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

**Implantación**

-40,152 latitud sur

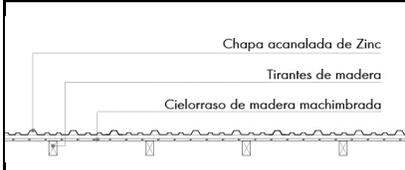
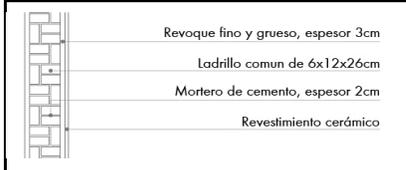
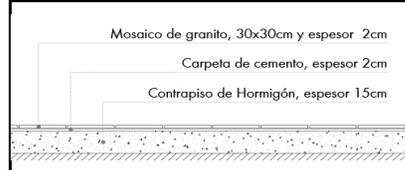
-71,318 longitud oeste

**PLANO DEL EDIFICIO CON UBICACIÓN DE HOBOS**

**FICHA RESUMEN N° 1**

MUNICIPIO San Martín de los Andes, Provincia de Neuquén

EDIFICIO C.D.I. "Pichi Rayen"

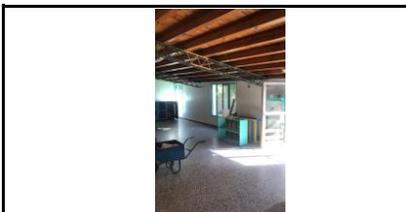
**RESEÑA CONSTRUCTIVA****Cubierta**Techo de chapa inclinado con  
cielorraso de madera machimbrada en  
poendiente**Muros**Muro revocado en interior y exterior,  
en el interior con revestimiento  
cerámico. Espesor total 26cm**Piso**

Terminación de baldosas graníticas

Carpintería Marcos de madera o de metal con vidrio simple

Instalaciones térmicas Estufas de tiro balanceado

Instalaciones lumínicas Tubos LED

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

Superficie habitable	561,80 m <sup>2</sup>
Volumen habitable	1629,22 m <sup>3</sup>
Compacidad -Co-	0,83 -
Factor de forma -f-	0,34 -
Factor de exposición -fe-	1,00 -
Altura media de locales -h-	2,9 m

**ASPECTOS ENERGÉTICOS**

Demanda calefacción anual /m2	299,32 kWh/m <sup>2</sup> año
Demanda refrigeración anual /m2	- kWh/m <sup>2</sup> año
Coefficiente global de pérdidas Gcal	1,80 W/m <sup>3</sup> .K
Coefficiente de pérdidas Scal	3,18 W/m <sup>2</sup> .K

Pérdidas por envolvente calefacción	Techos	917,73 W/K
	Muros	416,45 W/K
	Aberturas	320,37 W/K
	Pisos	165,32 W/K
	Renovación de aire	1140,45 W/K

Necesidad de energía por balance	168155,71 kWh/año
Aporte de energía según mediciones	kWh/año
Diferencia porcentual entre las dos últimas	%

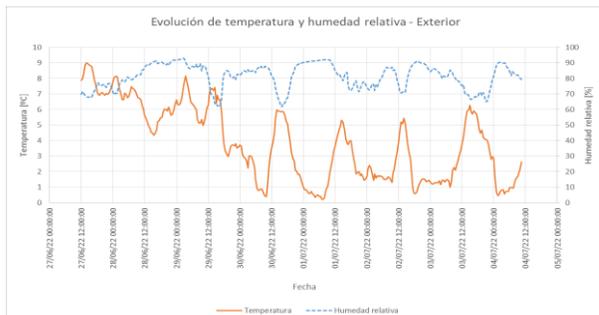
**FICHA RESUMEN N° 1**

MUNICIPIO San Martín de los Andes, Provincia de Neuquén  
 EDIFICIO C.D.I. "Pichi Rayen"

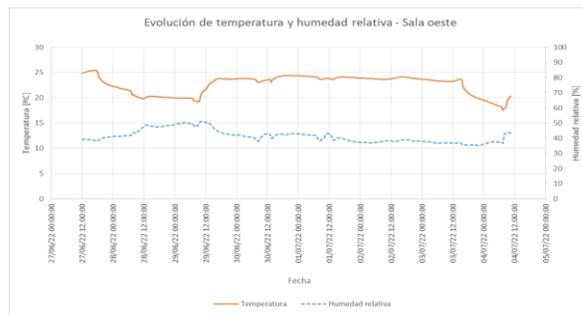
**SITUACIÓN DE CONFORT EN INVIERNO**

Hobo exterior: H32 - Edificio: CDI Pichi Rayen

Hobo interior: H45

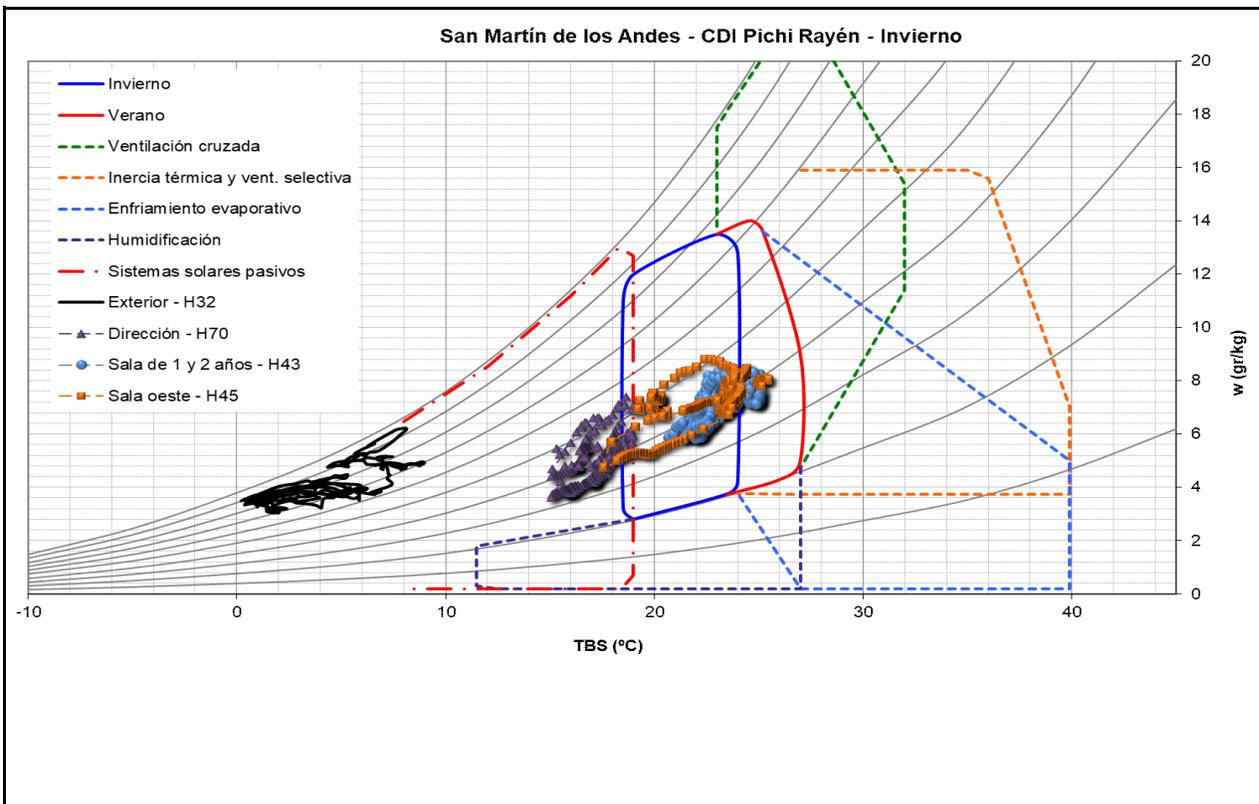


Lectura: 27/6/2022 12:00  
 4/7/2022 10:30  
 T [°C] Prom: 3,87  
 HR [%] Prom: 81,23



Lectura: 27/6/2022 12:00  
 4/7/2022 10:30  
 T [°C] Prom: 22,60  
 HR [%] Prom: 41,19

**SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN INVIERNO**



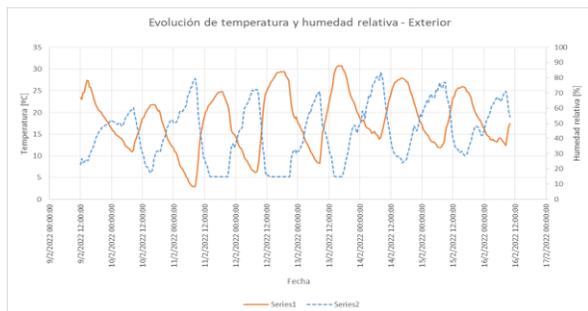
**FICHA RESUMEN N° 1**

MUNICIPIO San Martín de los Andes, Provincia de Neuquén  
 EDIFICIO C.D.I. "Pichi Rayen"

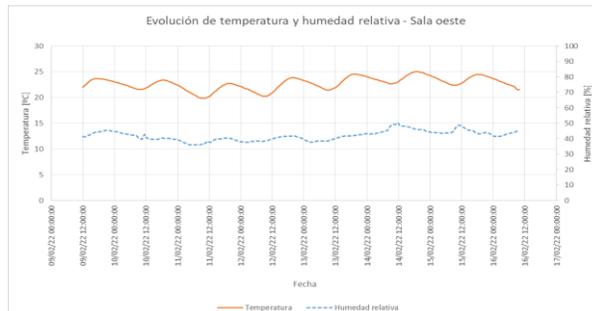
**SITUACIÓN DE CONFORT EN VERANO**

Hobo exterior: H14 - Edificio: CDI Pichi Rayen

Hobo interior: H45

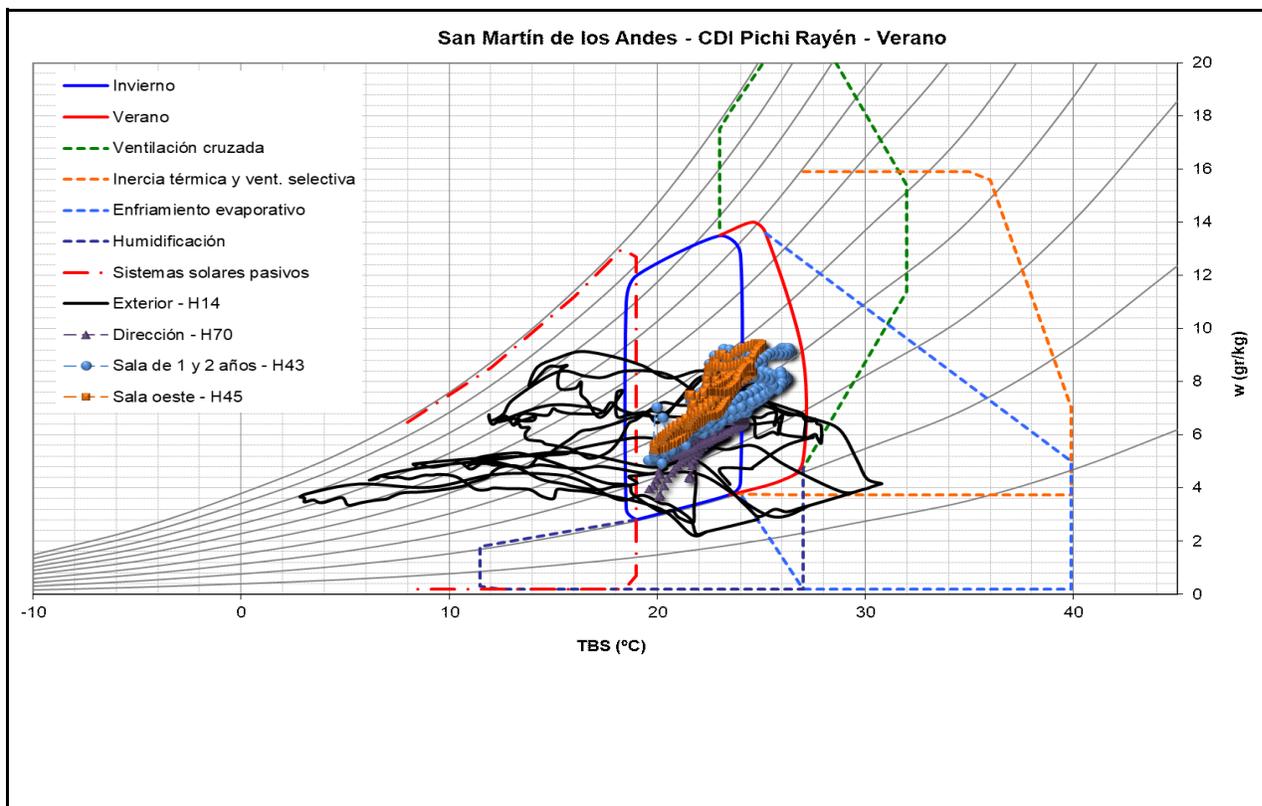


Lectura: 9/2/2022 12:00  
 16/2/2022 10:00  
 T [°C] Prom: 18,24  
 HR [%] Prom: 44,22



Lectura: 9/2/2022 12:00  
 16/2/2022 10:00  
 T [°C] Prom: 22,74  
 HR [%] Prom: 41,92

**SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN VERANO**



# REPORTE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO ORIGINAL Y MEJORADO

## Caso: Centro de Desarrollo Infantil “Pichi Rayen”

Localidad: San Martín de los Andes, Neuquén.

El edificio se encuentra localizado en la calle Los Cerezos y Los Chapeles (Lat -40.1527; Long -71.3182) en clima muy frío en Zona VI (IRAM 11603). Se encuentra en la periferia de la ciudad hacia el este. Los datos climáticos se toman de la ciudad de Bariloche distante 188 Km, no habiendo una alternativa más cercana. Su construcción es de los ´70 y ha sufrido remodelaciones. Está implantada en un predio de esquina en un barrio de casas bajas. Tiene accesos desde la fachada sudeste. Está implantada en un entorno residencial. Se compone de aulas y SUM en imagen de la zona. Esta iluminada por ventanas corridas. Tiene una superficie habitable de 561,80 m<sup>2</sup> y un volumen a climatizar de 1629,22 m<sup>3</sup> con una altura media de locales de 2,90m.

Está materializado con muros de ladrillos comunes revocado en ambas caras ( $R = 0.64 \text{ m}^2\text{K/W}$  y  $K = 1,56 \text{ W/m}^2\text{K}$ ), el techo es de chapa acanalada metálica 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 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.



Figura 1: Implantación del Centro de Desarrollo Infantil “Pichi Rayen” 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 (Río 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	CDI Pichi Rayén

Localidad más cercana en la base de datos:	San Carlos de Bariloche - Prov. Río Negro
--	---

Mes	Días	Tm	Tdc-Tm	Tm-Tdr	HR	Radiación solar media mensual								
						Norte	Noreste	Este	Sureste	Sur	Suroeste	Oeste	Noroeste	Horizontal
( )	( )	(°C)	(°C)	(°C)	(%)	(W/m <sup>2</sup> )								
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.

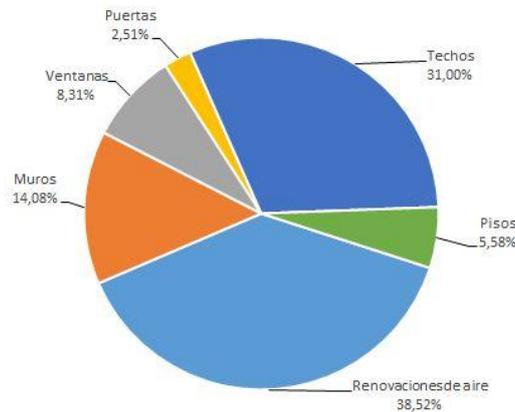


Figura 1: Pérdidas térmicas discriminadas situación original

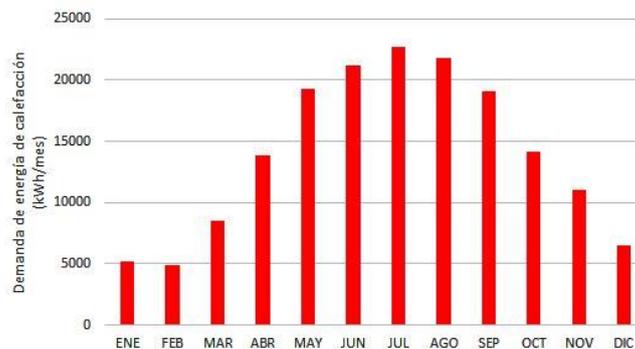


Figura 2: Demanda de energía en calefacción en kWh/mes calculado para TBcal= 20°C, situación original

Aspectos dimensionales	
Superficie habitable	561,80 m <sup>2</sup>
Volumen habitable	1629,22 m <sup>3</sup>
Índice Compacidad Co	0,83 adim
Factor de forma f	0,34 adim
Factor de exposición Fe	1,00 adim
Altura media de locales	2,90 m
Superficie envolvente	679,64 m <sup>2</sup>
Superficie expuesta	679,64 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 1,82 W/m<sup>3</sup>K y un Coeficiente de pérdidas unitarias 3,24 W/m<sup>2</sup>K que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **168155,71 kWh/año** y 299,32 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 (31,0%), muros (14,1) y vidriados (10,8%, 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 59,61 %. El edificio tendrá un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gcal (IRAM 11604) de 0.74 W/m<sup>3</sup>K, que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **67919,75 kWh/año** y 120,90 kWh/m<sup>2</sup>año, para una temperatura base de calefacción de 20°C.

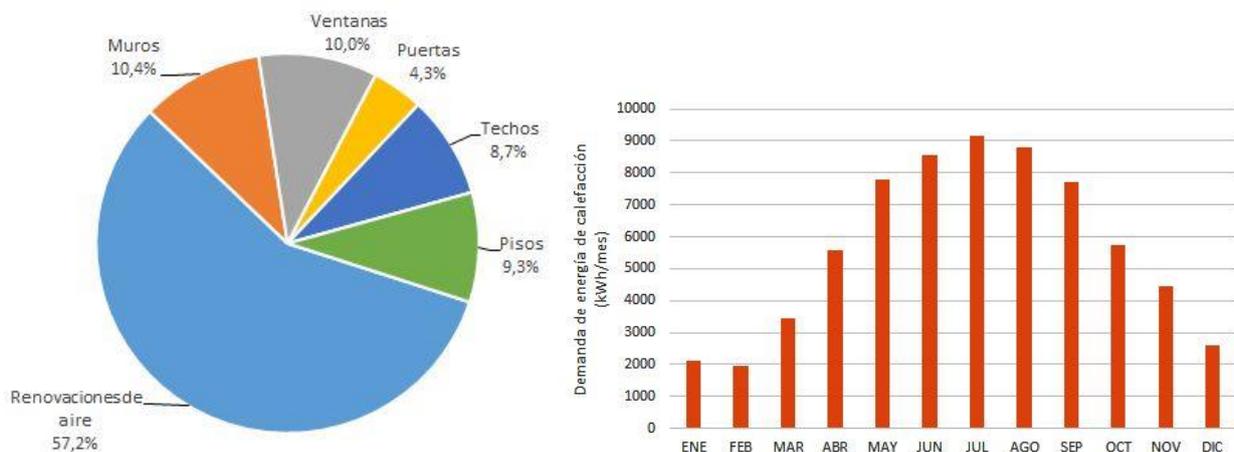


Figura 3: Pérdidas térmicas discriminadas situación mejorada



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 59,61%. 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 22,5°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 59,61% 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 299,32 kWh/m<sup>2</sup>año a 120,90 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	5231,41	2113,02	0,00	0,00
FEB	4849,49	1958,76	0,00	0,00
MAR	8535,46	3447,56	0,00	0,00
ABR	13855,69	5596,45	0,00	0,00
MAY	19273,62	7784,81	0,00	0,00
JUN	21183,22	8556,11	0,00	0,00
JUL	22715,34	9174,95	0,00	0,00
AGO	21751,66	8785,71	0,00	0,00
SEP	19051,58	7695,12	0,00	0,00
OCT	14179,88	5727,39	0,00	0,00
NOV	11057,91	4466,40	0,00	0,00
DIC	6470,43	2613,47	0,00	0,00
Total	168155,71	67919,75	0,00	0,00
Reducción de demanda (%)		59,61		0,00

Total climatización anual original	168155,71	(kWh/año)	299,32	(kWh/m <sup>2</sup> año)
Total climatización anual mejorado	67919,75	(kWh/año)	120,90	(kWh/m <sup>2</sup> año)
Reducción de demanda total (%)				59,61

DECaI	DECaI+	DERef	DERef+
299,32	120,90	0,00	0,00
kWh/m2año	kWh/m2año	kWh/m2año	kWh/m2año
Reducc (%)	59,61		0,00

Tabla 3: Síntesis de resultados de diagnóstico energético.

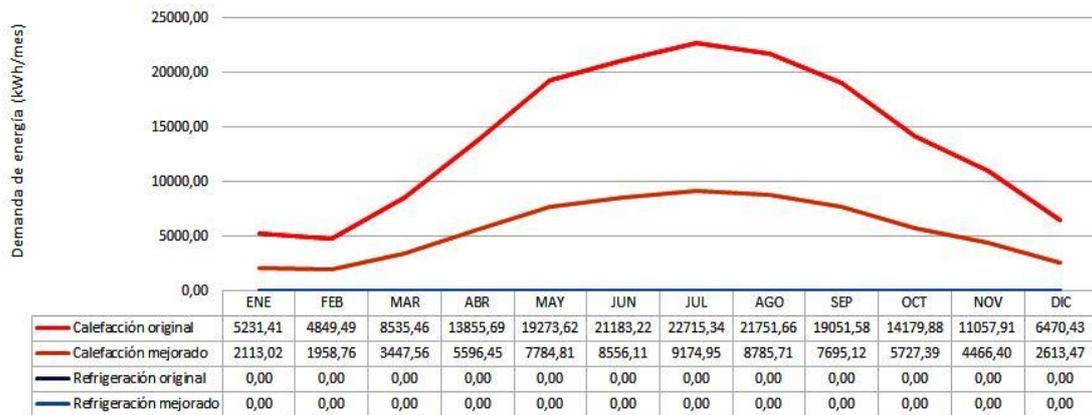


Figura 11: Comparación anual.

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