

INFORME TÉCNICO

Caso: Infinito por descubrir

Municipio: Godoy Cruz

Provincia: Mendoza



Fuente: Jimena Muñoz, 2022 en Google

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. 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.

INFORME EJECUTIVO

Proyecto EUROCLIMA «Edificios municipales energéticamente eficientes y sustentables»

Caso: “Infinito x descubrir”. Godoy Cruz. Prov de Mendoza

Descripción:

El edificio se encuentra localizado en calle Cubillos 2110 (Lat -32.94; Long -68.82) en clima templado frío de montaña en Zona IVa (IRAM 11603). Este Centro cumple una gran función social en una zona periurbana de población de medio bajo nivel de ingresos. Su construcción finalizó en 2018. Está implantado en un parque tecnológico y conformado por contenedores marinos adaptados a laboratorios y talleres unificados por un gran volumen de construcción liviana. Por su diseño es completamente inadecuado para el clima de Mendoza siendo muy caluroso en cómo puede verse en la ficha de monitoreo higrotérmico. *No fue posible instalar dataloggers en invierno por impedimento del funcionario responsable.* Tiene una superficie habitable de 718,51 m² y un volumen a climatizar de 2132,46 m³ con una altura media de locales de 2,97 m. Las alturas varían entre 2,30 m en sector contenedores a 6,00 m en los tres salones taller.

Está materializado con chapa metálica recubierto interiormente con yeso de roca y alma de lana de vidrio de 50 mm (R= 1.72 m²K/W y K= 0.58 W/m²K), el techo es de chapa prepintada color sobre estructura de acero (R= 1.72 m²K/W y K= 0.58 W/m²K). Las carpinterías de ventanas y puertas son amplias de aluminio prepintado con un vidrio de 3+3mm de espesor sin protección adicional (R= 0.17 m²K/W y K= 5.86 W/m²K). Los solados son de alisado de concreto y pintura epoxi sobre platea de hormigón armado (R= 0.75 m²K/W y K= 1.34 W/m²K). Posee buena iluminación natural y el sistema de alumbrado interior es tipo LED.

Diagnóstico:

El edificio es de construcción reciente no convencional de media eficiencia energética. El personal y el monitoreo muestra que es caluroso en los meses de verano y no es cubierto por el sistema de climatización. No posee medidor de energía estando conectado directamente a la red del campus tecnológico.

La modelización muestra una demanda potencial de energía en climatización de 80986,50 kWh/año y 112,71 kWh/m².año que podría reducirse en un 60,32 % con medidas pasivas de rehabilitación energética. No hay fracción de ahorro en iluminación y podría haber en climatización, de reemplazarse por un sistema centralizado con bombas de calor geotérmicas y/o incorporando un generador fotovoltaico.

Recomendaciones rehabilitación:

La medida más importante es trabajar sobre la envolvente: a. En muros aumentar el nivel de aislamiento al doble con PUR proyectado de 5cm de espesor en sector contenedores cubierto de chapa semejante al conjunto. En muros y techos de talleres usando 10cm de lana de vidrio con foil de aluminio. En ventanas colocar DVH y protección solar exterior con toldos rebatibles para el verano. En chapas translucidas de muros cambiar por policarbonato alveolar de triple capa con protección solar que reduzca un 80% el paso del sol directo y difuso.

Dadas las condiciones climáticas de Mendoza es posible diseñar un sistema de ventilación geotérmica que permita ventilación nocturna reduciendo el uso de climatización artificial, combinado con chimeneas solares en especial en sector de talleres.

De pensarse en energías renovables la mejor opción es una bomba geotérmica frío/calor accionado por un generador FV. El generador fotovoltaico podría alimentar además la iluminación LED y arrojar sombras sobre el techo.

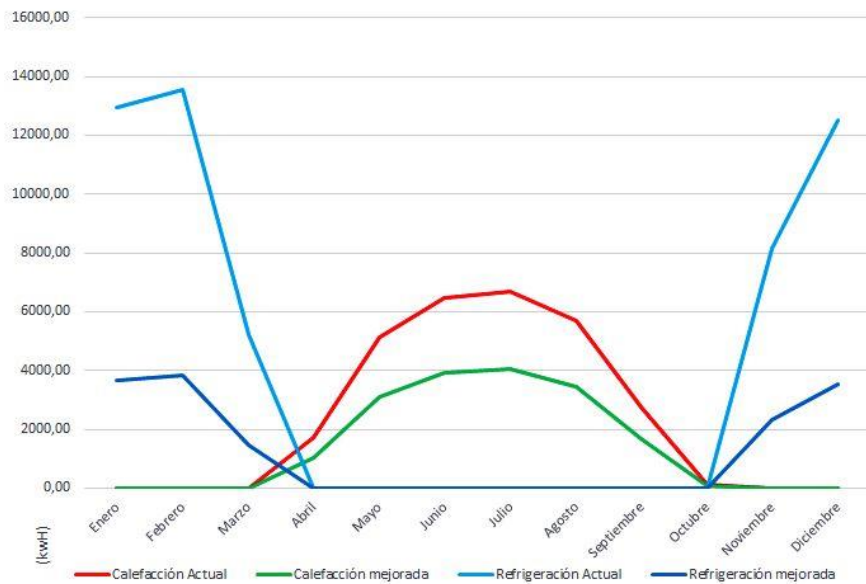



Figura 1: Comparación anual de la variación de demanda de energía simulada del caso original y mejorado.

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.


 Dr. JORGE DANIEL CZAJKOWSKI
 Director LAYHS - FAU - UNLP

FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO Godoy Cruz, Provincia de Mendoza

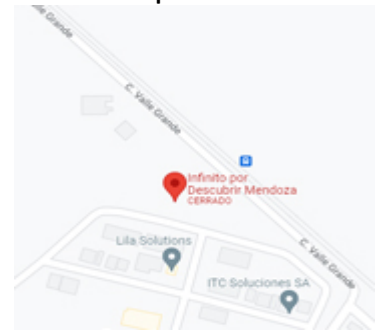
EDIFICIO Infinito x Descubrir

DIRECCIÓN Cubillos 2110

FECHA VISITA 1 08/03/2022 al 15/03/2022

FECHA VISITA 2 Edificio cerrado

Implantación

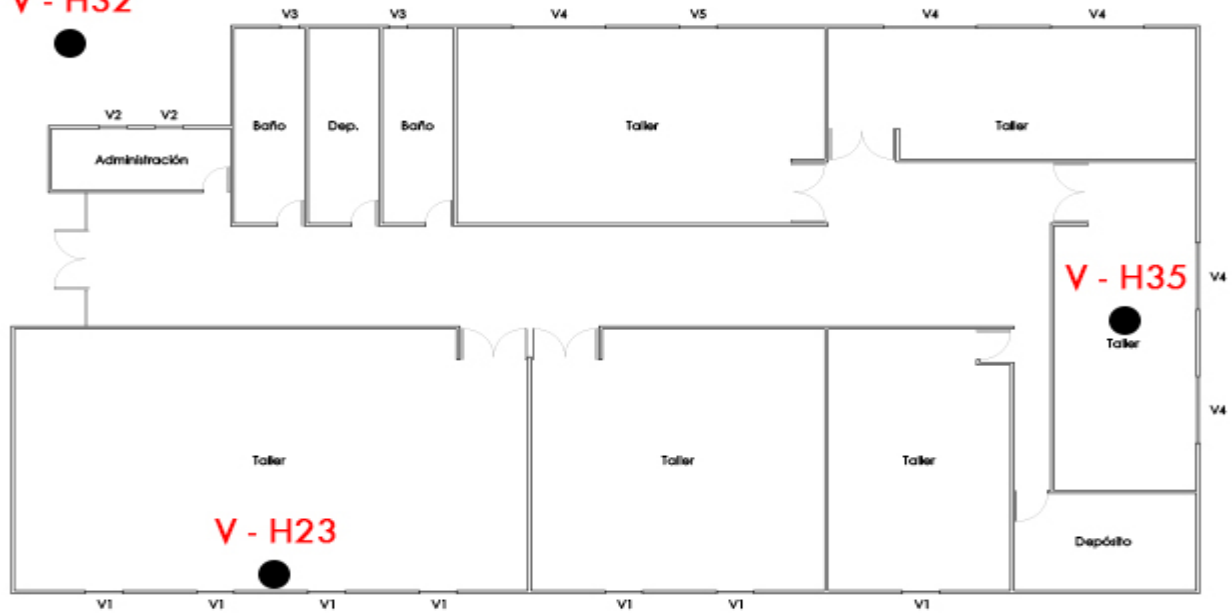


-32,94 latitud sur

-68,82 longitud oeste

PLANO DEL EDIFICIO CON UBICACIÓN DE HOBOS

V - H32



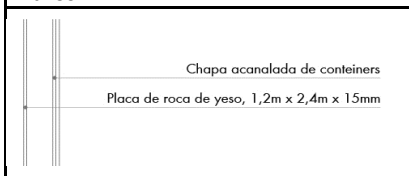
FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO Godoy Cruz, Provincia de Mendoza

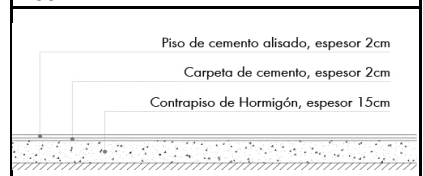
EDIFICIO Infinito x Descubrir

RESEÑA CONSTRUCTIVA
Cubierta


Techo de chapa con cielorraso de yeso suspendido

Muros


Panelería en seco con, interior con placas de yeso y exterior de chapa

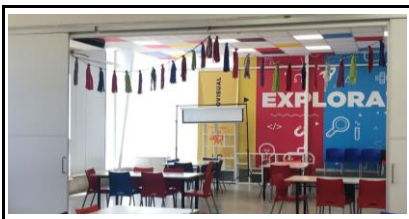
Piso


Piso de cemento alisado

Carpintería Aluminio blanco con burletes, vidrio simple

Instalaciones térmicas Aires acondicionados

Instalaciones lumínicas Luces y cajas led

FOTOGRAFÍAS DEL EDIFICIO

ASPECTOS DIMENSIONALES

Superficie habitable	718,51 m ²
Volumen habitable	2132,46 m ³
Compacidad -Co-	0,67 -
Factor de forma -f-	0,50 -
Factor de exposición -fe-	1,00 -
Altura media de locales -h-	2,97 m

ASPECTOS ENERGÉTICOS

Consumo anual /m ² de electricidad	56,38 kWhm ² /año
Consumo anual /kg gas envasado	No hay gas kg/año
Coefficiente global de pérdidas	1,91 W/m ³ año
Coefficiente de pérdidas P/m ²	3,58 W/m ² año

 Pérdidas por
 envolvente
 calefacción

Techos	704,14 W/°C
Muros	553,23 W/°C
Ventanas	246,82 W/°C
Puertas	75,95 W/°C
Pisos	991,54 W/°C
Renov. Aire	1492,72 W/°C
Total	4064,40 W/°C

FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO Godoy Cruz, Provincia de Mendoza

EDIFICIO Infinito x Descubrir

SITUACIÓN DE CONFORT EN INVIERNO

Hobo exterior:

Hobo interior:

Lectura:

Lectura:

T [°C] Prom:

T [°C] Prom:

HR [%] Prom:

HR [%] Prom:

SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN INVIERNO

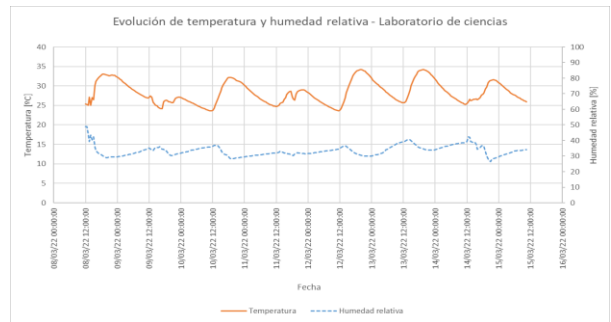
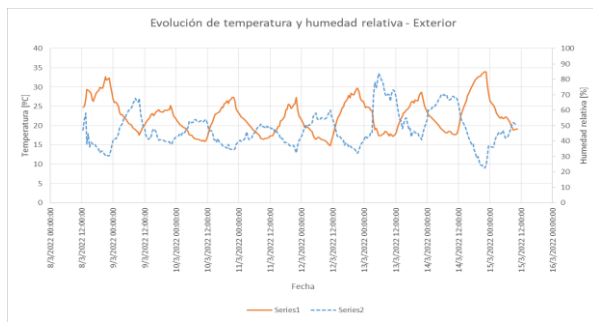
FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO Godoy Cruz, Provincia de Mendoza
 EDIFICIO Infinito x Descubrir

SITUACIÓN DE CONFORT EN VERANO

Hobo exterior: H32 - Edificio: Infinito x Descubrir

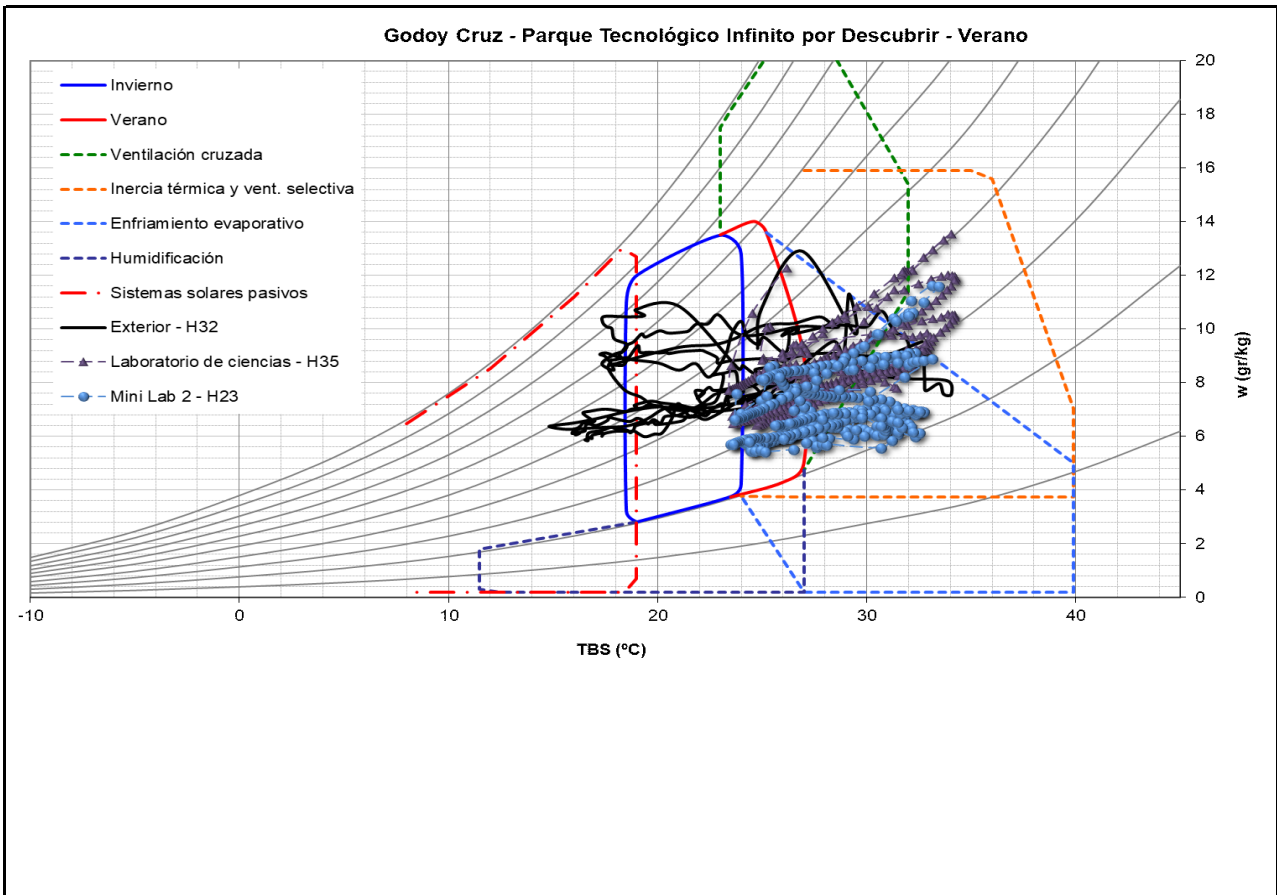
Hobo interior: H35



Lectura: 8/3/2022 12:30
 15/3/2022 10:30
 T [°C] Prom: 22,50
 HR [%] Prom: 47,68

Lectura: 8/3/2022 12:00
 15/3/2022 10:30
 T [°C] Prom: 28,19
 HR [%] Prom: 34,39

SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN VERANO



REPORTE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO ORIGINAL Y MEJORADO

Caso: Infinito por descubrir.

Localidad: Godoy Cruz, Mendoza.

El edificio se encuentra localizado en calle cubillos 2110 (Lat -32.94; Long -68.82) en clima templado frío de montaña en Zona IVa (IRAM 11603). Este Centro cumple una innovadora función social en una zona periurbana de población de medio bajo nivel de ingresos. Su inauguración se realizó en 2018. Está implantado en un parque tecnológico y funciona como un "FabLab" para que los jóvenes experimenten y aprendan habilidades tecnológicas y científicas. Fue construido usando contenedores marinos integrados con tres talleres en naves de construcción metálica. Tiene una superficie habitable de 718,51 m² y un volumen a climatizar de 2131,46 m³ con una altura media de locales de 2,97 m. Más bajo en zona contenedores con 2,3m y más alto en talleres con 6,00m.

Está materializado con chapa metálica recubierto interiormente con yeso de roca y alma de lana de vidrio de 50 mm (R= 1.72 m²K/W y K= 0.58 W/m²K), el techo es de chapa prepintada color sobre estructura de acero (R= 1.72 m²K/W y K= 0.58 W/m²K). Las carpinterías de ventanas y puertas son amplias de aluminio prepintado con un vidrio de 3+3mm de espesor sin protección adicional (R= 0.17 m²K/W y K= 5.86 W/m²K). Los solados son de alisado de concreto y pintura epoxi sobre platea de hormigón armado (R= 0.75 m²K/W y K= 1.34 W/m²K).

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 m³/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.

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 Mendoza. Los datos fueron tomados de la Norma IRAM 11900/18 que muestra datos mensuales de temperaturas medias (°C) y radiación solar media (W/m²). Los valores medios mensuales de humedad relativa se tomaron de: <http://arquinstal.com.ar/atlas.html> que muestra información del Servicio Meteorológico Nacional.

Mes	TBS°C	O°	Radiación solar media mensual (W/m2)								
			90°								
			NORTE	ESTE	OESTE	SUR	NE	NO	SE	SO	
Enero	25,7	381	111	206	217	95	174	180	161	171	
Febrero	26,6	341	147	191	200	74	186	193	135	140	
Marzo	22,3	276	199	165	168	57	198	200	97	99	
Abril	17,5	218	232	137	139	46	198	200	66	68	
Mayo	12,8	148	215	95	100	35	166	172	41	43	
Junio	10,6	133	227	87	91	30	170	176	33	34	
Julio	10,6	137	217	87	97	31	161	174	36	38	
Agosto	12	180	225	113	123	40	179	190	51	55	
Septiembre	16	246	209	150	150	49	195	194	80	81	
Octubre	19,8	308	167	186	186	66	195	194	122	123	
Noviembre	23,7	368	126	210	214	93	185	188	161	165	
Diciembre	25,5	391	100	210	220	106	170	174	171	180	
TOTAL anual	18,6	3127	2175	1837	1905	722	2177	2235	1154	1197	

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

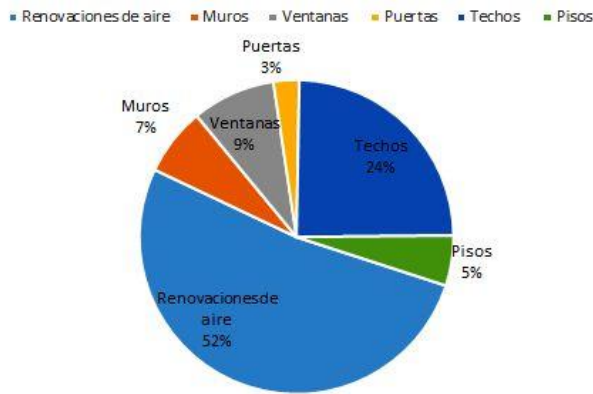


Figura 1: Pérdidas térmicas discriminadas situación original

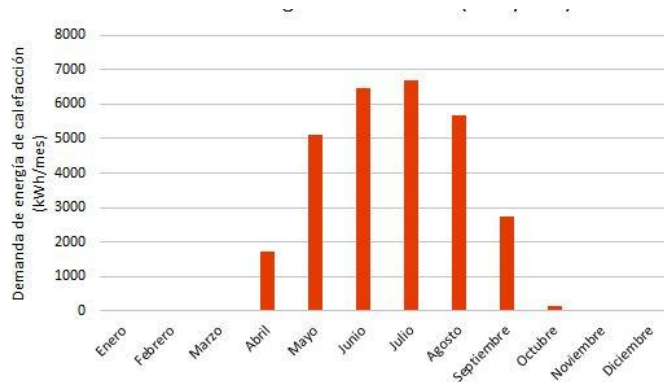


Figura 2: Demanda de energía en calefacción en kWh/mes calculado para T_{Bcal}= 20°C, situación original

ASPECTOS DIMENSIONALES	Valor	Unidad
Superficie habitable	718,51	m ²
Volumen habitable	2132,46	m ³
Indice Compacidad Co	0,67	adim
Factor de forma f	0,50	adim
Factor de exposición Fe	1,00	adim
Altura media de locales	2,97	m
Superficie envolvente	1067,86	m ²
Superficie expuesta	1067,86	m ²

Tabla 2: Resumen de aspectos dimensionales del edificio

Del diagnóstico surge que el edificio tiene un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas G_{cal} (IRAM 11604) de 1,34 W/m³K y un Coeficiente de pérdidas unitarias 1.91 W/m² que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **28580,05 kWh/año** y 39.78 kWh/m²año, para una temperatura base de calefacción de 20°C.

A fin de definir estrategias de rehabilitación se analizan las pérdidas y se encuentra que es factible intervenir los techos (24%), muros (7%) y vidriados (12%, ventanas y puertas), según Figura 1, a fin de lograr mejoras en la demanda de energía. No es factible intervenir pisos sobre terreno natural. Las renovaciones de aire pueden reducirse a 1.5 mediante mejoras en estanqueidad de la envolvente.

2. INVIERNO - PROPUESTA MEJORADA:

- Aislamiento térmico en muros del interior con estructura metálica, lana de vidrio con foil de aluminio de 80mm y terminación con tableros de yeso de roca y sustrato de OSB de 15mm cuando deban fijarse

- muebles. En casona para no afectar las paredes con ladrillo visto exterior. ($K_{m2} = 0.32 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- En contenedores aplicar un rociado de 50mm de PUR en el exterior y terminarlo con chapa metálica de color claro.
 - En muros y techos de talleres reforzar con 100 mm de lana de vidrio tipo Rolac plata. ($K_{t1} = 0.14 \text{ W/m}^2\text{K}$)
 - La intervención más costosa es en vidriados, sea en aislamiento, como en protección solar. Ya que hay que reemplazar las chapas de policarbonato translúcidas por policarbonato alveolar de triple capa y generar una protección solar exterior que tamice un 80% de la radiación solar directa y difusa. En los ventanas usar DVH con protección solar exterior. ($K_{v1} = 2.86 \text{ W/m}^2\text{K}$).
 - Por la complejidad no se prevé mejoras en pisos. ($K_p = 1.34 \text{ W/m}^2\text{K}$)

La implementación de las mejoras en muros, techos y vidriados permitirá reducir la demanda de energía en calefacción en un 39,63 %. El edificio tendrá un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas G_{cal} (IRAM 11604) de $0,81 \text{ W/m}^3\text{K}$ y un Coeficiente de pérdidas unitarias $0,85 \text{ W/m}^2$ que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **17253,63 kWh/año** y $24,01 \text{ kWh/m}^2\text{año}$, para una temperatura base de calefacción de 20°C .

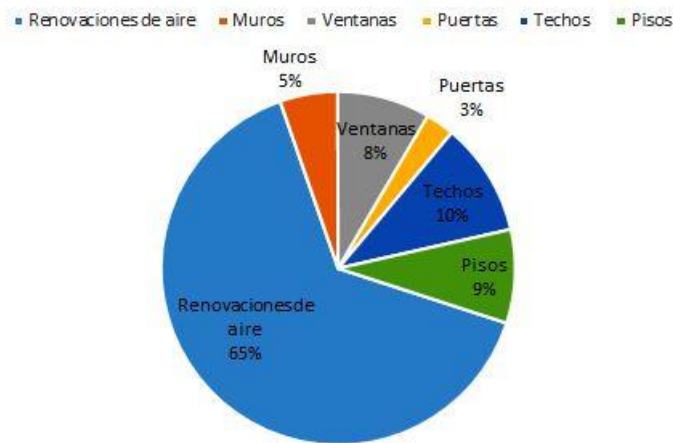


Figura 3: Pérdidas térmicas discriminadas situación mejorada

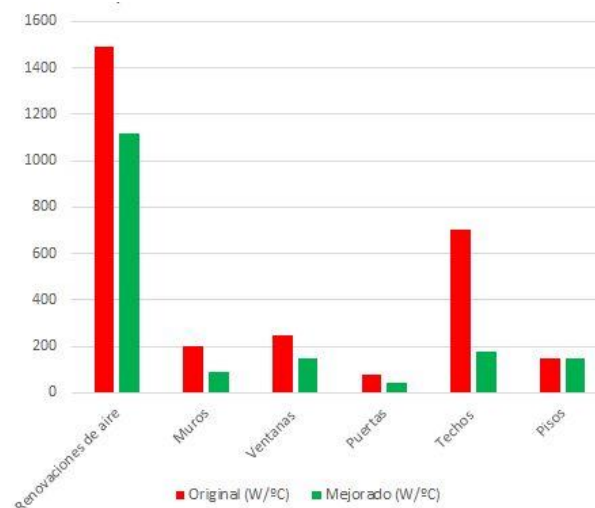


Figura 4: Comparación entre versión original y mejorada

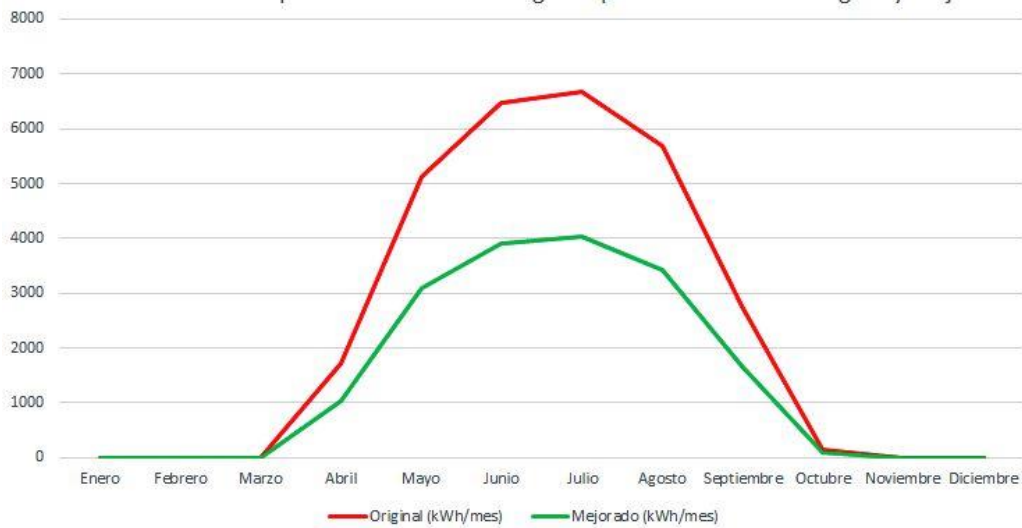


Figura 5: Comparación entre versión original y mejorada mensual

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 de nuevo tipo LED y no hay fracción de ahorro. Las principales medidas de diseño eficiente que restan son las propuestas a fin de lograr reducir la demanda en un 39,63%. Los valores son en energía secundaria y no contemplan la eficiencia energética de equipos climatización.

4. VERANO - VERSIÓN ORIGINAL:

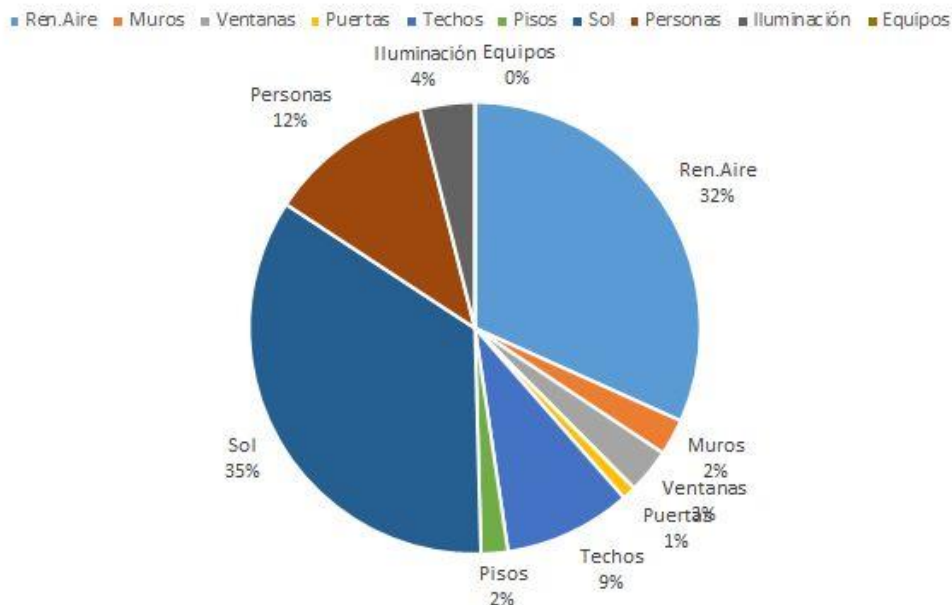


Figura 6: Aportes térmicos discriminados. Situación original verano.

La figura 6 muestra la discriminación de aportes térmicos en el edificio. Se destacan el asoleamiento con el 35%, los techos con el 9%, los muros con un 2%, y las ventanas con un 2%. En la condición de invierno se propuso mejoras en estos, pero es importante la *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 4 m²/persona.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gref (IRAM 11659) de 86,01 W/m³ que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en refrigeración de **52406,45 kWh/año** y 72,94 kWh/m²año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C.

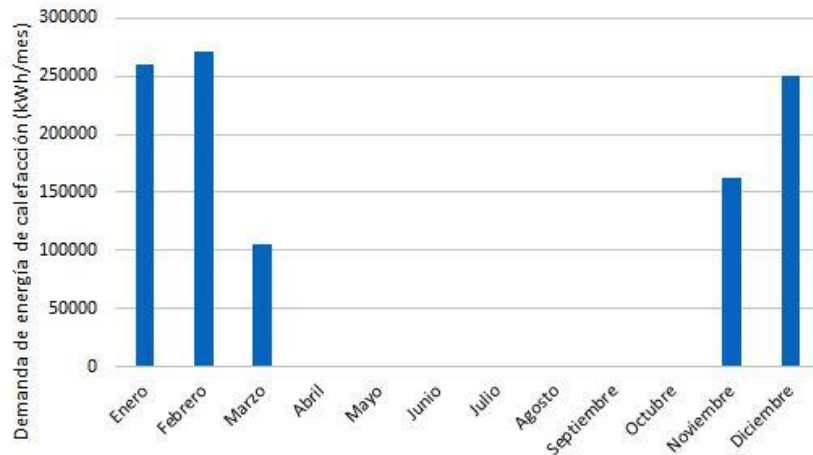


Figura 7: Variación mensual de la demanda de energía en refrigeración actual.

5. VERANO - PROPUESTA MEJORADA:

Se mantienen las mejoras propuestas para el invierno solo agregando una protección solar en las aberturas que lo requieran. Se busca que los vidriados tengan un FES = 0.13 en ventanas.

La figura 8 muestra la importante 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 **71,60%** 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 y en asoleamiento.

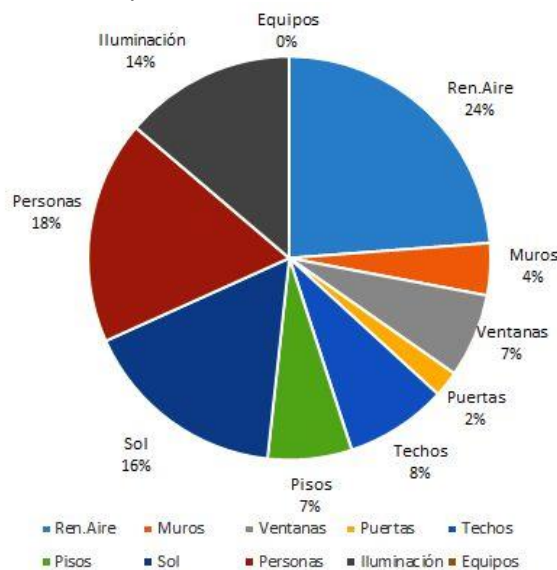


Figura 8: Aportes térmicos discriminados. Situación mejorada verano.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gref (IRAM 11659) de $30,74 \text{ W/m}^3$ que resulta en una demanda anual energía eléctrica en refrigeración de **14881,56 kWh/año** y $20,71 \text{ kWh/m}^2\text{año}$, para una temperatura base de refrigeración de 20°C .

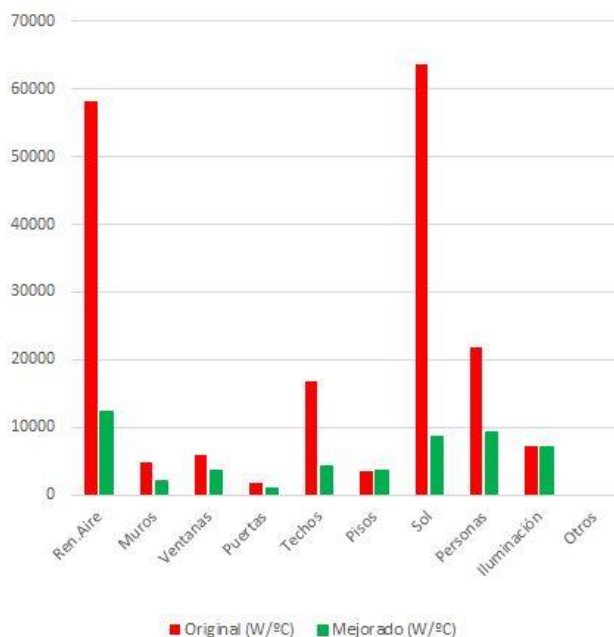


Figura 9: Comparación de edificio original y mejorado. Situación verano.

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.

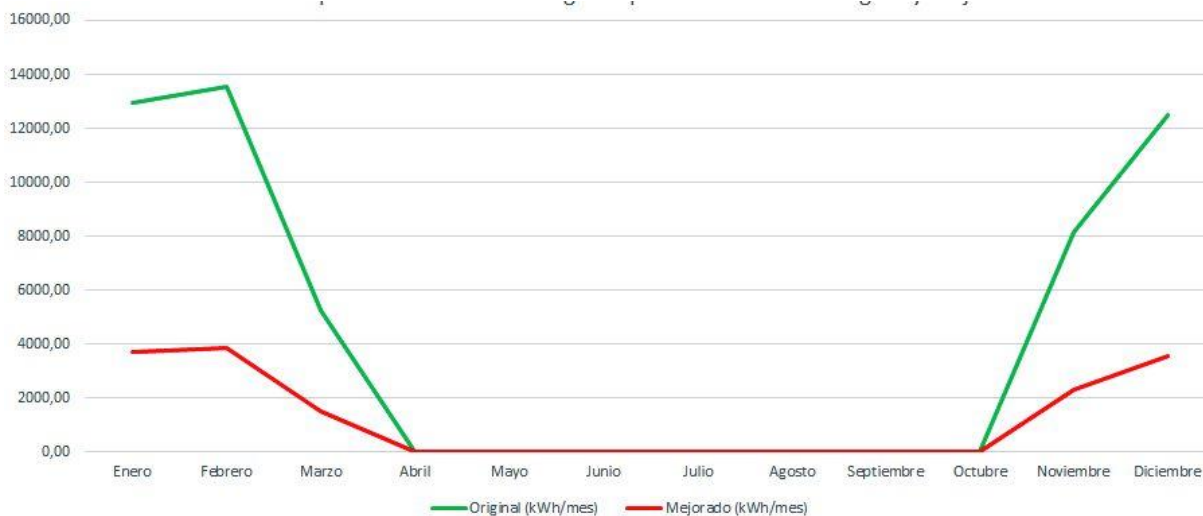


Figura 10: Comparación de la demanda de energía en refrigeración mensual del edificio original y mejorado. Situación verano.

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 60,32% 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 $112,71 \text{ kWh/m}^2\text{año}$ a $44,72 \text{ kWh/m}^2\text{año}$. Esto muestra la necesidad de implementar soluciones de fondo en especial en protección solar de superficies vidriadas. Luego queda planificar un sistema termomecánico de climatización sustentable adecuado a su implantación.

Climatización total anual actual (kWh/mes)	Climatización total anual con mejoras (kWh/mes)	Mejora obtenida (%)	Reducción demanda Energética calefacción (%)	Reducción demanda Energética refrigeración (%)
80986,50	32134	60,32	39,63	71,60
	Demanda energía actual Calefacción	Demanda energía mejoras Calefacción	Demanda energía actual Refrigeración	Demanda energía mejoras Refrigeración
	(kWh/mes)	(kWh/mes)	(kWh/mes)	(kWh/mes)
Enero	0,00	0,00	12964,05	3681,33
Febrero	0,00	0,00	13558,33	3850,08
Marzo	0,00	0,00	5231,11	1485,45
Abril	1720,58	1038,65	0,00	0,00
Mayo	5120,46	3091,02	0,00	0,00
Junio	6469,40	3905,32	0,00	0,00
Julio	6685,04	4035,49	0,00	0,00
Agosto	5689,40	3434,46	0,00	0,00
Septiembre	2752,93	1661,84	0,00	0,00
Octubre	142,23	85,86	0,00	0,00
Noviembre	0,00	0,00	8143,80	2312,55
Diciembre	0,00	0,00	12509,17	3552,16
ANUAL	28580,05	17252,63	52406,45	14881,56

Tabla 3: Síntesis de resultados.

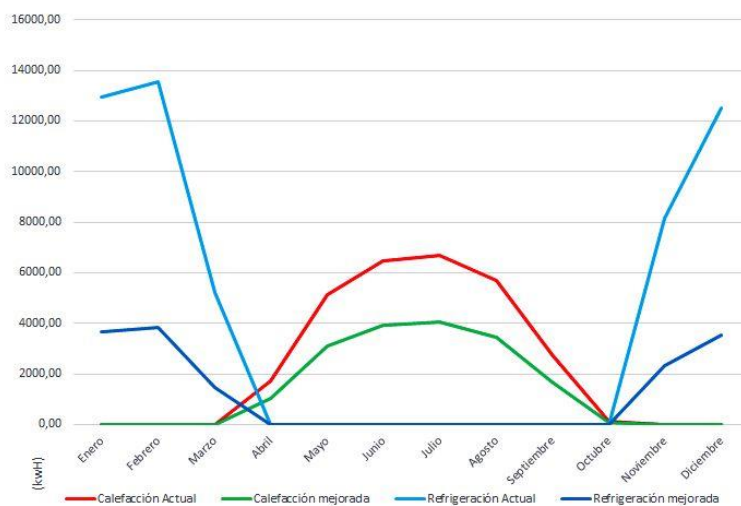


Figura 11: Comparación anual caso: Casa del Futuro de Godoy Cruz, Mendoza.

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