



Un mundo sostenible no será posible sin ustedes
Nosotros les ayudamos



Financiado por
la Unión Europea



EUROCLIMA+ _ Argentina

Reporte de Auditoría Energética - Palacio Municipal de Bell
Ville – V.2

Municipio de Bell Ville

12/05/2023

Referencia	TR20IN077_Euroclima+_RAMCC-BellVille_AuditoríaEnergética- V.2	
Distribución	TERAO, AFD, RAMCC, Bell Ville	
Versión - Fecha	V.2	12/05/2023
Redactado por	Andrés Meneses	
Validado por	Camille Cuvillier	
Histórico de las versiones	<p>V.1. - 29/11/2022 – Informe de auditoría energética</p> <p>V.2. - 12/05/2023 – Actualización del informe con visita y mediciones en verano</p>	

Resumen ejecutivo

Datos administrativos

- Dirección:** 25 de mayo 19, Bell Ville, Córdoba.
Fecha de construcción: 1944.
Tipo: Oficinas.
Superficie: 1 135 m².
Ocupación: ~114 trabajadores en el edificio.
Obras y renovaciones más relevantes:
- Transición progresiva de iluminación ineficiente a LED en los últimos años.

El edificio



Características Bioclimáticas

Contexto térmico:

- Zona térmica IIIa: Templado cálido,
- Los vientos provienen del Norte y Noreste.

Comportamiento térmico:

- Necesidades normales de calefacción y pocas necesidades de refrigeración.
- Ocupación de lunes a viernes entre las 7-14h.
- Ya que las temperaturas más altas se alcanzan a las 17:00 y que el clima en verano es ligero, se puede limitar el uso de AA.

Orientaciones de las fachadas:

- **Orientación Este/Oeste, limita el aprovechamiento de la iluminación natural y el desempeño energético.**
- Hacia el Este/Oeste, hay cortinas exteriores que son eficientes como protección solar, pero limitan el uso de iluminación natural.
- Las ventanas hacia el sur, son sensibles a grandes pérdidas de calor,
- Hacia el Norte, las protecciones horizontales, permiten protegerse bien del sol en verano, aprovechar el sol en invierno y tener siempre un alto uso de iluminación natural. Se usan poco, se recomienda implementarlas.

Envolvente:

- **Bajas propiedades térmicas en envolvente:** Muros, cubierta y ventanería. Ocasionan **altos consumos** energéticos.

El edificio tiene una ocupación Densa:

- Implica espacios más sensibles a ganancias de calor y mayor necesidad de renovación de aire.

Temperaturas y confort:

- En invierno, se recomienda usar la **calefacción a 21°C** para ahorrar energía. De la misma manera, en verano, se recomienda operar el **AA entre 25°C y 27°** (con ventiladores).

Sensibilización a la Eficiencia energética

- Actualmente no hay campañas de sensibilización y no existen manuales de mantenimiento/operación. Son una palanca para ahorrar energía.

Equipos técnicos

Iluminación

- Las luminarias son **42% del tipo LED**, el restante son ineficientes y se recomienda renovarlas.
- El 58% de las oficinas tiene niveles de iluminación mayores a **400lx: ocasiona mayor consumo y/o cansancio visual** (Se recomienda 300-400 lx promedio).
- Densidad de iluminación aceptable (5,3W/m²), mejorará con transición a LED y al evitando sobreiluminación.
- Poca gestión/control de la iluminación. Los **sensores de presencia/luz día son una palanca** de ahorro.

Calefacción

- Hay calefacción a gas en el 64% del área y eléctrica en el 75%. Se usa alrededor de 4,5 meses/año.
- Equipos individuales y **antiguos de baja eficiencia.**
- Los equipos a gas reducen la calidad del aire y **pueden ser peligrosos.** Se recomienda renovar este sistema.
- La calefacción eléctrica se controla individualmente. Se piden temperaturas de **29-30°C, muy ineficientes** que generan sobre-consumos. Se recomienda 21°C.
- La calefacción a gas no tiene gestión de temperatura. Según mediciones, hay temperaturas mayores a 21°C: ocasionan mayor consumo menor calidad del aire.
- Hay calefactores de gas que se dejan en modo piloto en las noches: genera desperdicios y es peligroso.

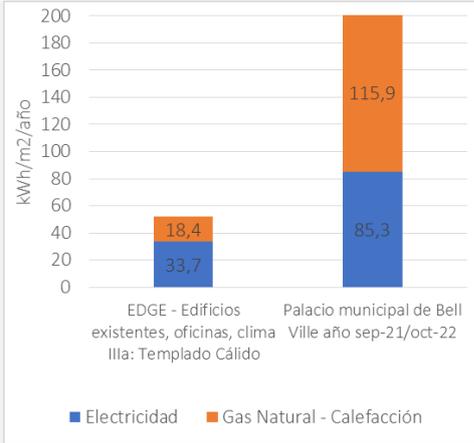
Aire Acondicionado (AA)

- El 86% del área usa AA, se usa pocas semanas al año. Aislar la cubierta y optimizar la ventilación podría mejorar el confort y evitar el uso de AA.
 - Las temperaturas seleccionadas son entre **25 y 27°C, una buena práctica** que permite ahorrar energía.
 - Las mediciones muestran que **reducir o evitar el uso de AA se puede alcanzar** con medidas pasivas como aislamiento de cubierta u optimización de la ventilación.
- Hay AA y calefacción con R-22:** son equipos antiguos, afectan la capa de ozono y de **muy baja eficiencia.**

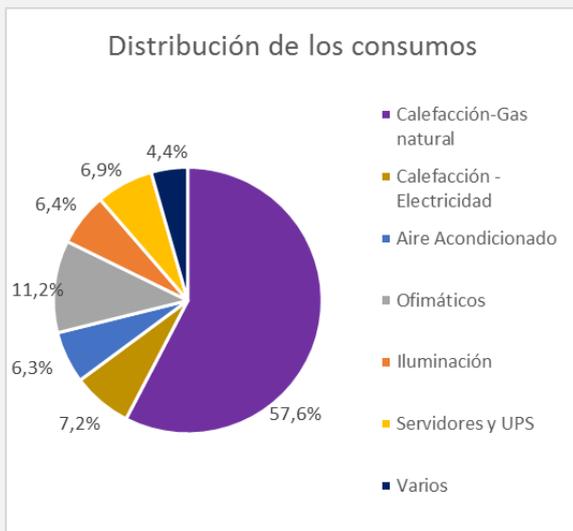
Ofimáticos y servidores

- 90% de los computadores son de torre. Se sugiere privilegiar el uso de portátiles en futuras renovaciones.
- Durante la visita había equipos sin uso y encendidos.
- En cuarto de racks se piden 20°C en el AA, según estándares se puede usar 26°C y ahorrar energía.

Distribución del consumo



Consumo del edificio vs otros indicadores – Fuente: EDGE, diagnóstico del edificio, TERA0.



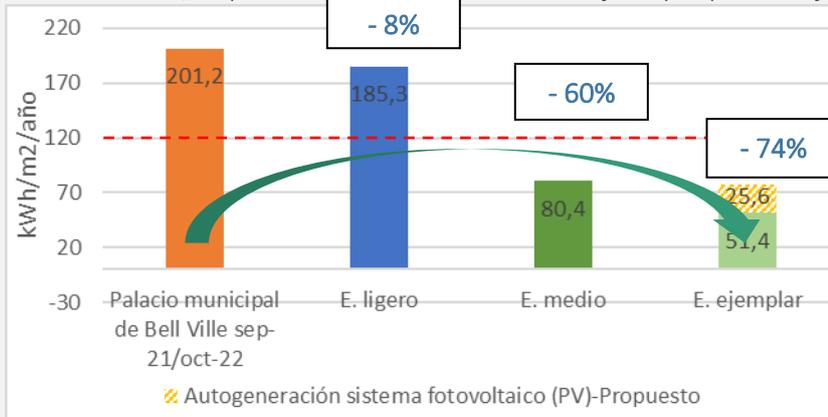
Distribución de consumos – Fuente: Facturas, diagnóstico del edificio, TERA0.

Análisis – Costos y consumos

- El edificio consume: **201,2 kWh/m²/año** en electricidad y el gas natural (para calefacción). **Es 3,7 veces mayor** respecto al indicador EDGE de edificios de oficinas en la misma zona climática
La línea base de **EDGE corresponde más a indicadores de edificios nuevos** de alta eficiencia energética, este indicado puede verse como una meta.
- De 2019 a 2022 **el consumo de gas natural creció un 20%**, puede ser asociado a: Mayor uso de los equipos en modo piloto que genera desperdicios de energía, pérdida de la eficiencia, falta de mantenimiento.
- El **costo de la energía aumenta** considerablemente principalmente **por temas de inflación**. En ago-2022:
 - kWh-ele (Eléctrico) = 27,4 ARS/kWh
 - kWh-GN (Gas Natural) = 1,7 ARS/kWh
 Con estos costos y el consumo de línea base el gasto anual es de 2 873 522 ARS. El 92% es por consumo de energía eléctrica. **Actuar sobre el consumo eléctrico** permite los **mejores ahorros económicos**.
- **Calefacción a gas es el principal uso de la energía (58%)** del total. Las estrategias aplicadas sobre este sistema serán las de **mayor impacto energético**.
- Ofimáticos es el 11,2% del consumo total y el mayor uso de energía eléctrica. Mejores prácticas de uso permitirían lograr ahorros importantes.
- AA es el 6,3% del consumo total, con mejores condiciones de confort por medidas pasivas se podría prescindir de gran parte de este consumo.
- Iluminación es el 6,4% del consumo total, la transición a LED y mayor gestión permitir ahorros importantes.

Escenarios de ahorro de energía

A continuación, se presentan los escenarios de mejora y el porcentaje de ahorro energético asociado.



120 kWh/m²/año
Objetivo 2030, Agencia para la Energía- ADENE
Reducir el 40% de la energía utilizada.

Impacto de los escenarios de ahorro de energía – Fuente: TERA0

Nota: En el escenario ejemplar se reduce el consumo del sistema interconectado en un 12% por energía fotovoltaica (PV) y 62% por eficiencia energética (EE), reduciéndose a 53,7 kWh/m²/año.



Estrategias de ahorro de energía									
	Propuestas de Mejoría	Ahorro económico (ARS/año)	Ahorro energético (kWh/Año)	Ahorro ambiental (kgCO2/año)	Inversión	Oportunidad	Escenario ligero	Escenario medio	Escenario ejemplar
1	*Buenas prácticas en uso de equipos Ofimáticos y en temperaturas en cuartos de Racks.	136 800	4 995	2 033	---	★★★★★			
2	*Programa de sensibilización para el manejo de las temperaturas de uso de los equipos eléctricos de calefacción y AA.	82 400	3 010	1 225	---	★★★★★			
3	Implementación de termostatos o termo-higrómetros para la gestión y sensibilización en el uso de los equipos de calefacción a gas.	15 600	9 212	1 662	\$	★★★★★			
4	**Implementar aleros en ventanería hacia la fachada Norte.	21 100	769	313	\$	★★★★★			
5	*Cambio de luminarias fluorescentes por tecnología LED y optimización de los niveles de iluminación.	172 300	6 294	2 562	\$\$	★★★★★			
6	*Implementación de gestión de la iluminación: sensor de presencia y luz día.	97 600	3 565	1 451	\$\$	★★★★★			
7	**Implementación de aislamiento térmico en la cubierta y optimización de la ventilación en verano.	388 200	71 084	15 188	\$\$\$	★★★★★			
8	**Implementación de aislamiento térmico en muros exteriores.	103 600	22 849	4 695	\$\$\$\$	★★★★★			
9	**Renovación sistema de calefacción.	187 500	110 703	19 972	\$\$\$\$	★★★★★			
10	*Implementación de sistemas de medición y monitoreo	106 000	3 872	1 576	\$\$	★★★★★			
11	*Implementación de paneles fotovoltaicos en cubierta para cubrir el 30% del consumo eléctrico.	795 200	29 043	11 823	\$\$\$	★★★★★			

*Estrategias que actúan solo sobre consumo eléctrico

**Estrategias que actúan sobre consumo eléctrico y el consumo de gas natural.

Nota: Las estrategias sobre el consumo eléctrico tienen mayor impacto económico. Ya que el consumo de electricidad es mucho más costoso que el consumo de gas natural.

Escenario	Ahorros financieros (ARS/año)	Ahorros energéticos (kWh/año)	Ahorros GEI (kgCO2/año)
Ligero	255 426	17 971	5 228
Medio	838 870	137 142	30 095
Ejemplar	1 740 074	170 057	43 495



Índice

.....	1
Resumen ejecutivo.....	3
1. Introducción.....	8
1.1. Contexto	8
1.2. Etapas de la auditoria energética	8
1.3. Limitaciones de la recopilación de información	8
1.4. Síntesis de la metodología	10
2. Datos Generales.....	12
2.1. Ubicación y datos generales del proyecto	12
2.2. Evolución del edificio	14
2.3. Clima	14
3. Características bioclimáticas.....	19
3.1. Enfoque bioclimático	19
3.2. Características de la envolvente	22
3.3. Estanqueidad del aire	23
3.4. Ventilación natural	23
4. Uso del edificio.....	25
4.1. Ocupación del edificio	25
4.2. Equipos ofimáticos	26
4.3. Sensibilización de los usuarios	28
4.4. Mantenimiento del edificio	28
4.5. Condiciones de confort	28
5. Equipos técnicos.....	31
5.1. Sistema eléctrico	31
5.2. Iluminación	32
5.3. HVAC: Calefacción, Ventilación y Aire acondicionado	35
5.4. Plomería	38
5.5. Otros equipos	38
6. Análisis Energético.....	39
6.1. Facturas y análisis de los consumos reales	39
6.2. Punto de referencia	41
6.3. Distribución de consumos	42
7. Plan de eficiencia energética.....	45



7.1.	Resumen de las propuesta y priorización de las mejoras	46
7.2.	Descripción de las acciones de renovación	46
8.	Anexos.....	66
8.1.	Trayectoria del sol	66
8.2.	Equipos de medición	67
8.3.	Zonas de confort	68
8.4.	Mediciones de temperatura y humedad relativa	70
8.5.	EDGE	73
8.6.	El Equipo	74
9.	Présentation de TERA0	75



1. Introducción

1.1. Contexto

El presente estudio se realiza en el marco del programa EUROCLIMA+ financiado por la Unión Europea.

Este proyecto tiene como uno de los beneficiarios locales, la Red Argentina de Municipios frente al Cambio Climático-RAMCC. La RAMCC es una entidad que agrupa a más de 270 municipios y comunas en Argentina, coordina e impulsa planes estratégicos para hacer frente al cambio climático.

El municipio de Bell Ville hace parte de la RAMCC. En el marco del programa de cooperación se beneficia de la realización de una auditoría energética liderada por TERAO acompañados de la RAMCC.

TERAO es una empresa francesa con más de 28 años de experiencia asesorando proyectos que valorizan un alto desempeño ambiental, la eficiencia energética, el confort y la salud de sus ocupantes.

1.2. Etapas de la auditoría energética

Etapas	Fecha o periodo
Contactos preliminares	Agosto de 2022
Reunión virtual de inicio	1 de septiembre de 2022
Recopilación de información	Septiembre-Octubre del 2020
Visitas técnicas, mediciones en el edificio e intercambios con los usuarios	7 de septiembre de 2022 (invierno) 13 de febrero de 2023 (verano)
Análisis y diagnóstico	Septiembre/Octubre de 2022
Propuestas de primeras acciones de mejoramiento	Noviembre de 2022
Reporte	Noviembre de 2022
Reunión de presentación	13 de diciembre de 2022

Los actores de la auditoría energética son:

- Responsable de la auditoría por parte del cliente: Carlos Briner, Intendente Municipio de Bell Ville.
- Interlocutor para los intercambios sobre la auditoría por parte del cliente:
 - Lorenzo Villagrán, ingeniero electricista, equipo mantenimiento.
- Responsable de la auditoría por parte de TERAO: Camille Cuvillier.
- Desarrollo técnico del proyecto TERAO: Andrés Meneses.
- Apoyo técnico RAMCC: Sofía Bertone / Leonardo Formaran.

1.3. Limitaciones de la recopilación de información

La cantidad y la calidad de los datos entregados por parte del cliente más los datos recopilados durante las visitas técnicas del sitio han permitido:

- Hacer un pronóstico general del edificio desde el punto de vista energético y
- presentar estrategias de ahorro que se ajusten a las necesidades del proyecto.

La información recopilada está completa y nos permitió tener un buen conocimiento general del edificio.

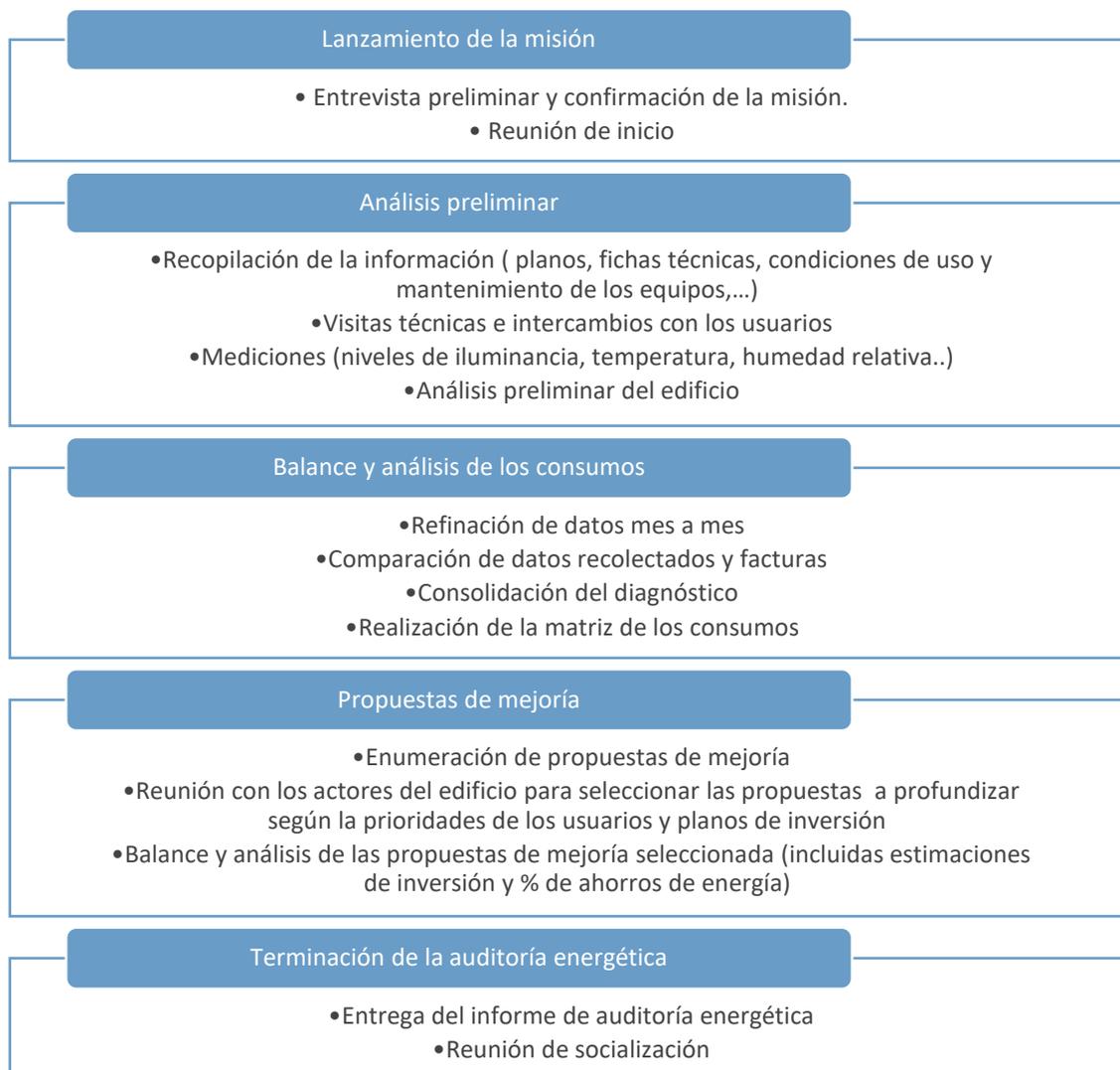
Durante la etapa de recopilación de información, pudimos conseguir por medio de la visita técnica y comunicación por correo los siguientes elementos:



Recopilación de información		Disponible [S/N]	Recibido [S/N]	Comentarios/Notas
Datos generales				
General	Documento resumen de las características del sitio (información general, usos, últimos trabajos hasta la fecha)	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	Intercambios con el interlocutor principal
	Informe de superficie: datos topográficos, superficies en áreas comunes, áreas privadas	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	Planos arquitectónicos con distribución de espacios
	Número de usuarios y horarios/calendarios de ocupación	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Apéndice ambiental utilizado en el sitio y lista de arrendamientos en cuestión	No	<input type="checkbox"/>	No aplica
	Plan de inversión plurianual	No	<input type="checkbox"/>	
	Historial de trabajos realizados (foco en acciones de desempeño energético)	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	
Estudios existentes	Auditorías energéticas preexistentes + otros diagnósticos técnicos (ej. auditoría eléctrica) + otros estudios (HQE, BIU, ISO 50001, CPE, etc.)	No	<input type="checkbox"/>	No se han desarrollado otros estudios
Datos de consumo				
Facturas	Facturas de luz de los últimos 3 años (de los últimos 10 años si es misión de decreto terciario)	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	Facturas correspondientes al año 2019
	Facturas de combustible: gas, petróleo, calefacción urbana o refrigeración en los últimos 3 años (en los últimos 10 años si la misión de decreto terciario)	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	Facturas correspondientes al año 2019
	Facturas de agua en los últimos 3 años	No	<input type="checkbox"/>	
Datos Técnicos/Expediente técnico de obra				
Datos técnicos	Lista de equipos técnicos		<input checked="" type="checkbox"/>	Levantamiento visita técnica
	Sinópticos eléctricos incluyendo referencias PDL + sub-medidores	No	<input type="checkbox"/>	Levantamiento visita técnica
	Sinópticos HVAC incluyendo referencia de equipos HVAC + sub-medidores	No	<input type="checkbox"/>	Levantamiento visita técnica
	Diagramas esquemáticos de instalaciones.	No	<input type="checkbox"/>	Levantamiento visita técnica
	Lista de puntos BMS	No	<input type="checkbox"/>	No hay BMS
Expediente técnico de obra	Carpetas de obra correspondientes a los trabajos Mecánicos, eléctricos y de plomería (lista y descripción de equipos, planos, descripciones del sistema de gestión de energía, análisis funcionales, fichas técnicas)	No	<input type="checkbox"/>	Levantamiento de equipos realizado por la visita técnica
	Planos arquitectónicos y planos de sitio, secciones y fachadas	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Características del edificio	No	<input type="checkbox"/>	Recopilada con la visita técnica
Datos de operación/mantenimiento				
Operación y Mant.	Manuales de Mantenimiento	No	<input type="checkbox"/>	
	Manual de operaciones de sistemas	No	<input type="checkbox"/>	

1.4. Síntesis de la metodología

El análisis se lleva a cabo mediante acercamientos sucesivos, como se muestra a continuación:



Primero, las fases del contacto preliminar, la reunión de inicio, la recopilación de datos hasta cierto grado de análisis constituyen un todo que llamamos análisis preliminar. Debe llevar a una buena comprensión del edificio.

En un segundo paso, los datos se refinan mes a mes para comparar los datos recopilados y las facturas, lo que permite consolidar el diagnóstico, enumerar las mejoras y cuantificar sus impactos en términos de costos operativos y la inversión.

El **análisis preliminar** tiene como objetivo ubicar el **nivel de rendimiento energético del edificio** y comprender los factores importantes que implican los resultados obtenidos.

Este análisis debe permitir realizar un primer cálculo del consumo, que se aproxima a una precisión del 10% en cada mes del año de las facturas recaudadas. También debe permitir proponer una primera descomposición de los consumos de energía para identificar las principales pérdidas energéticas.

Para lograr estos objetivos, la auditoría preliminar consistió en:

- Reunir la mayor cantidad de datos posible sobre el edificio existente para elaborar un inventario de equipos que consumen energía y un inventario de las características térmicas de la construcción.
- Obtener la mayor cantidad de facturas posible para formular una base de datos de consumo confiable que permita extraer información importante sobre el perfil de consumo durante todo el año
- Estimar los consumos asumiendo las condiciones típicas de uso de cada equipo

El análisis mes por mes nos permite calibrar el modelo de acuerdo con:

- Ocupación de los locales
- Iluminancia natural
- Clima
- Facturas

Algunos supuestos se revisan de acuerdo con las diferencias entre el consumo real y el estimado a lo largo del mes. El objetivo del análisis secundario es acercarse a una precisión del 10% a nivel del mes y del 5% durante el año. En algunos casos, las facturas no permiten una división mes a mes: el análisis preliminar se profundiza al realizar un trabajo preciso sobre los supuestos de uso para obtener una precisión del 5% durante un año. Esta precisión es necesaria para cuantificar los impactos energéticos y económicos de las soluciones.

El propósito de esta auditoría es alcanzar un nivel de exhaustividad para determinar los retos relacionados con la mejora energética del edificio.

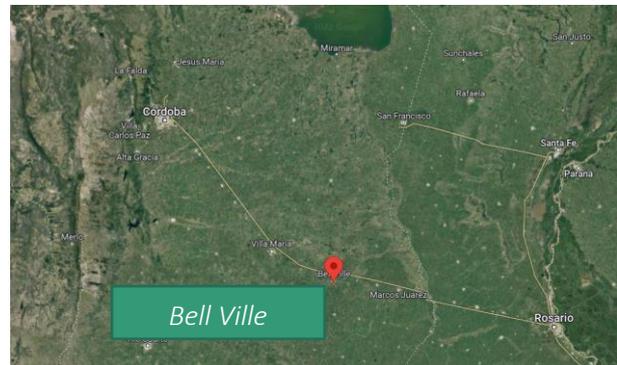
El presente documento y estudio cumple con todos los lineamientos establecidos por la norma internacional **ISO 50002**, esta especifica los requisitos y procesos para llevar a cabo una auditoría energética en relación con el rendimiento energético de su organización.

La presente auditoría energética es de tipo 3 y puntualmente para esta edificación **está enfocada al rendimiento energético eléctrico y de gas natural**, puesto que los consumos de otros tipos de energía no se ven reflejados en el edificio o son de uso puntual.

2. Datos Generales

2.1. Ubicación y datos generales del proyecto

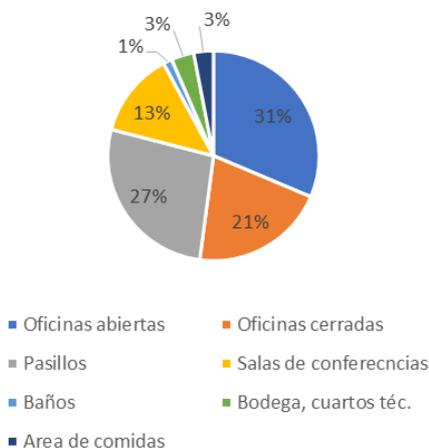
El edificio está ubicado en el Sureste de la provincia de Córdoba, en el municipio de Bell-Ville, con dirección: 25 de mayo 19, Bell Ville, Córdoba. Bell Ville se encuentra equidistante a las ciudades de Rosario y Córdoba.



Ubicación del edificio – Fuente: Google Maps

Es un **edificio de oficinas**, construido en 1944. Por su antigüedad, puede tener alta oportunidad de renovación energética. Tiene un área total construida de 1 555 m² más 91m² de patios internos en el primer piso y 1 044 m² de terraza en el segundo y en el tercer nivel. En la siguiente grafica se presentan los diferentes usos de los espacios,

Uso del área construida



Descripción	Área (m ²)
Oficinas abiertas	488
Oficinas cerradas	322
Pasillos	419
Salas de conferencias	204
Baños	21
Bodega, cuartos técnicos	54
Área de comidas	47
Total área construida	1 555
Total auditoría	1 135

**En gris oscuro se resalta las áreas que no se consideran en el área de auditoría porque por su bajo consumo energético son poco representativas en el estudio.*

Solo se tendrán en cuenta las áreas en donde se identifiquen los consumos relevantes del edificio. Se descartarán pasillos, terrazas, parqueaderos, patios internos, etc. **El área total considerada para la auditoría es de 1 135m².**

Las fotos a continuación ilustran el sitio estudiado, identificando características de fachadas, entorno y uso.



Fachada Oeste



Fachada Norte



Oficina abierta –Atención al público



Oficinas abiertas



Oficina privada



Oficina privada



Auditorio – Salon Walter Navacio

2.2. Evolución del edificio

Las intervenciones en el edificio han sido menores. En los últimos años no se han identificado evoluciones en el edificio que representen un impacto significativo en el consumo energético del edificio.

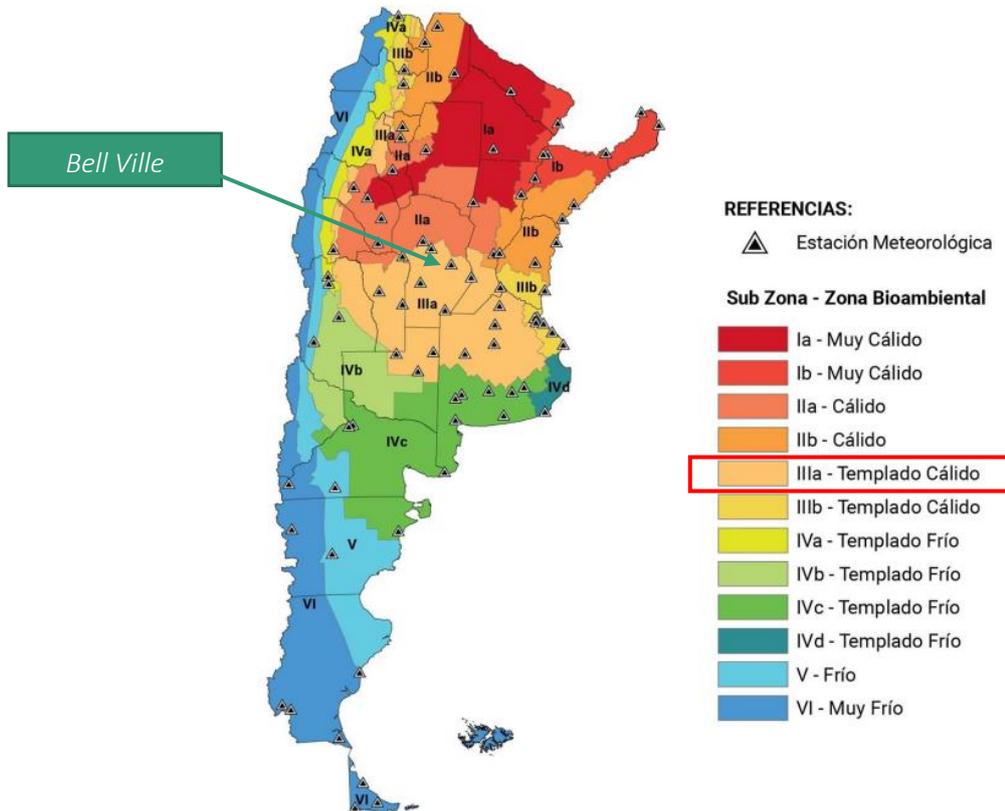
Año	Cambios / Obras
Previo 2022	En los últimos años se ha evolucionado progresivamente en la implementación de iluminación LED

2.3. Clima

Según su localización, un edificio puede funcionar de manera muy distinta. En efecto, según la altura y la geo-localización, las condiciones climáticas cambian mucho.

La clasificación del Clima en Argentina se hace según la temperatura y la amplitud térmica dada en la Norma: IRAM 11603:2012.

Los distintos climas se presentan en la siguiente gráfica.



Mapa de los climas de Argentina - Fuente: ENERGAS-Ente Nacional Regulador del Gas

Los climas son más fríos hacia el Oeste, por las grandes altitudes que se alcanzan en la cordillera de los andes y hacia el Sur por la cercanía al polo sur donde hay baja radiación solar durante el año.

Los climas más cálidos se encuentran hacia el Norte.

La estación meteorológica 874670 se encuentra a una distancia razonable del sitio y utilizaremos estos datos característicos para nuestro estudio.

2.3.1. Zonas térmicas

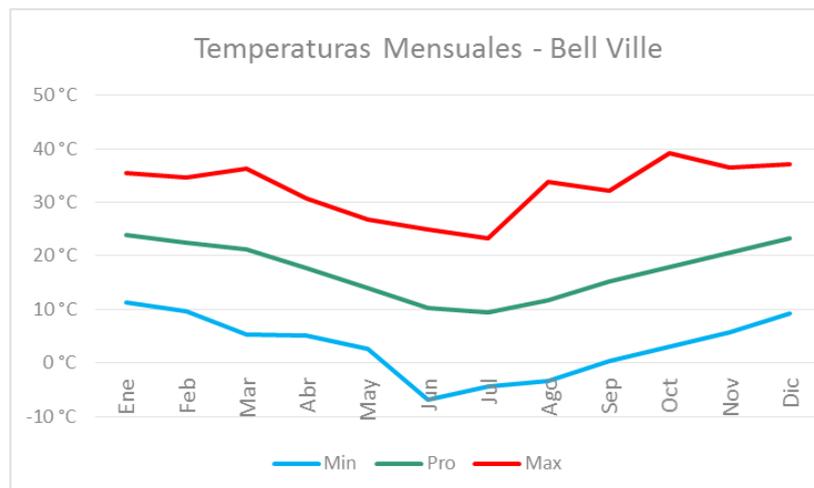
El edificio se encuentra en la **zona térmica IIIA – Templado Cálido**, de acuerdo a la norma IRAM 11 603:

- la temperatura media se encuentra entre 20-26°C,
- en verano se alcanzan temperaturas superiores a 30°C,
- En invierno las temperaturas tienen un promedio de 2-12°C.

Zonas térmicas de Argentina y temperaturas (°C)				
Sub-zona	Invierno	Med	Verano	Amplitud Térmica
Ia	12	26	Alcanza >34	>14
Ib	12	26	Alcanza >34	<14
IIa	8-12	24	Alcanza >30	>14
IIb	8-12	24	Alcanza >30	<14
IIIa	8-12	20-26	Alcanza >30	>14
IIIb	8-12	20-26	Alcanza >30	<14
IVa	4-8 (con mín. frecuentes menores que 0°C)	--	--	Montaña
IVb		--	--	Max radiación
IVc		--	--	Transición
IVd		--	--	Marítima
V	4	--	16	--
VI	<4	--	12	--

2.3.2. Temperatura

Mes	Min	Pro	Max
Ene	11,4 °C	23,9 °C	35,4 °C
Feb	9,6 °C	22,6 °C	34,6 °C
Mar	5,3 °C	21,2 °C	36,4 °C
Abr	5,0 °C	17,7 °C	30,8 °C
May	2,6 °C	14,0 °C	26,8 °C
Jun	-6,8 °C	10,3 °C	25,0 °C
Jul	-4,4 °C	9,4 °C	23,2 °C
Ago	-3,4 °C	11,6 °C	33,8 °C
Sep	0,4 °C	15,1 °C	32,2 °C
Oct	3,1 °C	18,0 °C	39,2 °C
Nov	5,8 °C	20,5 °C	36,5 °C
Dic	9,3 °C	23,3 °C	37,2 °C
Anual	-6,8 °C	17,3 °C	39,2 °C



La temperatura media:

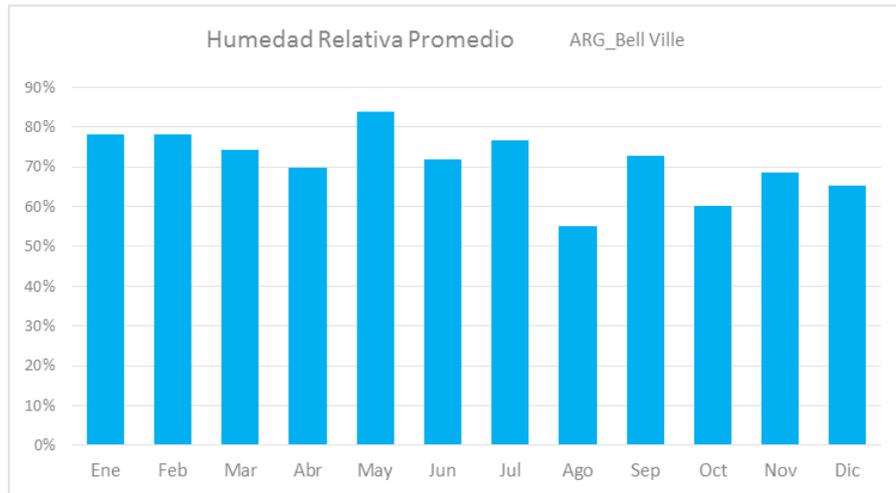
- Alcanza valores de 9,4°C en el invierno, las necesidades de calefacción pueden ser controladas con una adecuada concepción bioclimática del edificio (ver sección 3.1).
- Tiene valores alrededor de 23-24°C, limitan las necesidades de aire acondicionado.

Se requerirán **mayores esfuerzos para manejar condiciones de confort en invierno** por el frío que en verano por calor en el edificio.

Las temperaturas mínimas se alcanzan principalmente en las noches:

- El edificio debe protegerse de estas bajas temperaturas durante el invierno,
- Durante el verano pueden ser un mecanismo de enfriamiento del edificio (ventilación nocturna).

2.3.3.Humedad Relativa

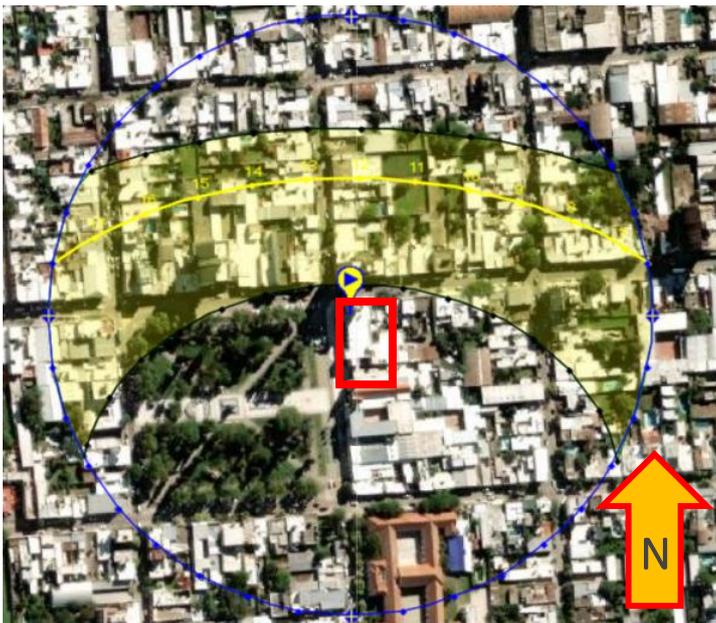


La HR tiene un valor promedio de 71%, varía entre 55-84%.

Las altas humedades a principio del año, junto con las altas temperaturas pueden reducir las condiciones de confort por calor, pueden ser controladas con ventilación natural.

2.3.4.Trayectoria del sol

El edificio está orientado hacia el Oeste, la gráfica presenta la trayectoria solar para la ubicación del proyecto.



Durante la mañana, la fachada Este esta soleada, caso contrario, en la tarde que la fachada Oeste se encuentra soleada y la fachada Este permanece a la sombra.

- El asoleamiento de las fachadas Este y Oeste puede generar desconfort por radiación solar directa, se puede controlar con protecciones verticales como cortinas.
- El pico de radiación solar se da en la tarde (5:00pm), así, la fachada Oeste es la más sensible a las ganancias térmicas.

La fachada Norte tiene asoleamiento todo el año. El pico de radiación solar se da entre las 14:00 y las 17:00.

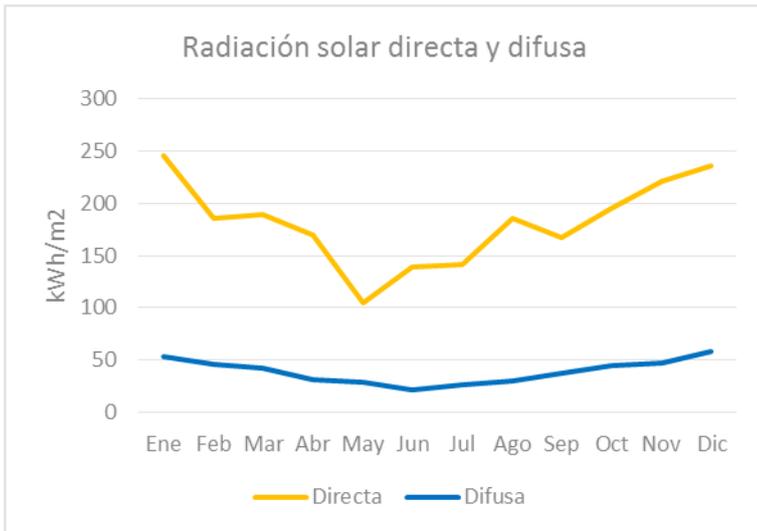
- Durante el invierno el sol irradia de forma más horizontal, aumentando las ganancias de calor lo que mejora el desempeño térmico del edificio,
- Durante el verano la radiación es más vertical, reduce las ganancias de calor y permite un fácil control de los aportes de calor con protecciones solares sin limitar los aportes de iluminación natural.

La fachada Sur permanece a la sombra todo el año, los espacios en esta orientación:

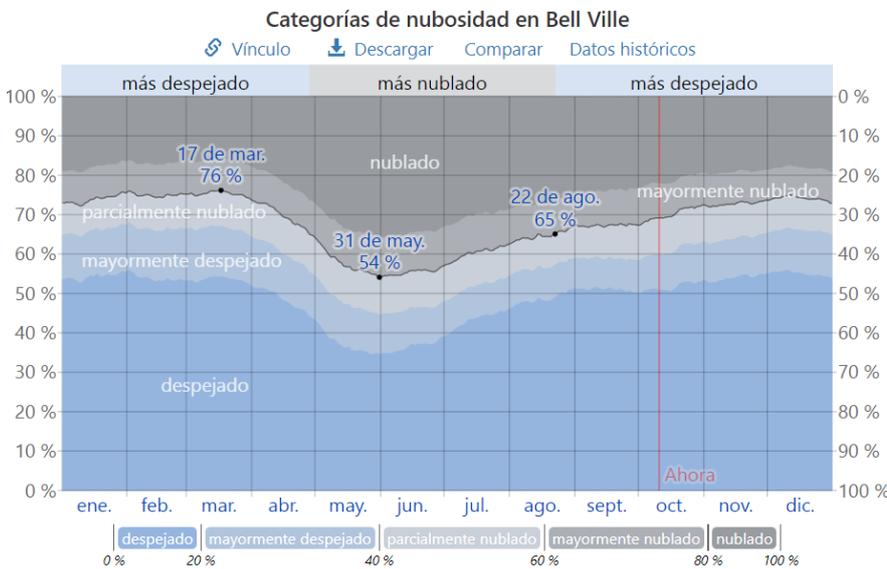
- No tienen molestias por iluminación directa y la iluminación natural generalmente es uniforme y difusa,
- puedan tener problemas de incomfort por frio y en días nublados poco aprovechamiento de la iluminación natural.

Para observar gráficas y análisis de la trayectoria y elevación del sol referirse al anexo 8.1

2.3.5. Radiación solar y nubosidad



La radiación directa anual es de 2 182 kWh/m2/año. Tiene una alta variación durante el año, siendo mayor entre noviembre y febrero y menor entre mayo y julio.

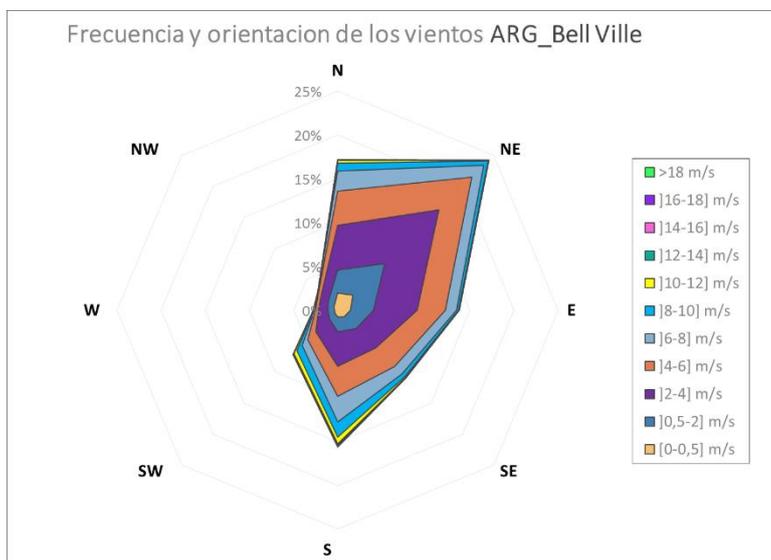


La grafica permite identificar que el porcentaje de cielo cubierto por nubes promedio mensual.

La mayor parte del año el cielo es despejado, principalmente entre agosto y abril.

La parte más nublada del año ocurre entre mayo y agosto.

2.3.6. Características del viento



El 42% del tiempo los vientos provienen del Noreste y Norte, con velocidades predominantes entre 0,5 y 6 m/s.

Los vientos ideales a usar para la ventilación natural en verano de un edificio son vientos lentos, < 2 m/s que principalmente vienen de las direcciones Norte, Noreste y Este.

Para recordar Datos Generales

- El palacio municipal de Bell Ville es un **edificio de oficinas construido en 1944**. Por su antigüedad puede tener **altos potenciales de renovación** que mejoren su desempeño energético. **El área considerada en la auditoria es de 1 135 m2**.
- En los últimos años se ha realizado **transición progresiva a iluminación LED**. No se identificaron otras obras que impacten significativamente el desempeño energético del edificio.
- El edificio está ubicado en **zona térmica IIIa: templado cálido**: en invierno se alcanzan temperaturas medias de 9,4°C, mientras que en verano las temperaturas medias son de 23,2°C.
- **La cubierta recibe una mayor radiación directa en verano y una menor en invierno**. Para evitar ganancias de calor en verano y pérdidas de calor en invierno, es importante contar con buenas propiedades térmicas, como un buen aislamiento.
- **La orientación óptima** de un edificio en esta zona **es hacia el Norte**, para aprovechar/controlar al máximo las ganancias de calor y la iluminación natural.
- El edificio tiene orientación Este/Oeste. Para controlar la radiación directa, en la fachada Norte se recomiendan protecciones horizontales como cortasoles o aleros y en las fachadas Este/Oeste protecciones verticales como cortinas.
- **Los vientos** provienen principalmente **del Norte y del Noreste**.

3. Características bioclimáticas

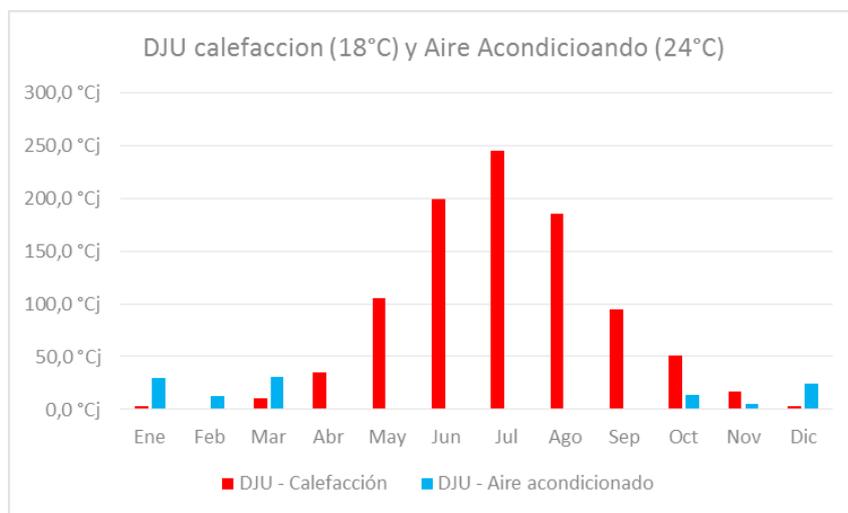
3.1. Enfoque bioclimático

Para realizar un estudio térmico pertinente, es necesario tener un buen conocimiento de los parámetros climáticos del lugar. En el capítulo anterior se presentó las principales características.

El grado día unificado (DJU) es la diferencia entre la temperatura exterior y una temperatura de referencia que permite hacer estimaciones del consumo de energía térmica para mantener un edificio confortable en proporción a la severidad del invierno o al calor del verano

Cuanto mayor sea el número de DJU, más duro será el clima. Permiten estimar o corregir las necesidades de calefacción y aire acondicionado de un edificio según la temporada.

El siguiente gráfico muestra la distribución mensual de la DJU base 18°C (para calefacción) y base 24°C (para AA):



El clima hace que el edificio pueda tener:

- **necesidades normales de calefacción** principalmente entre mayo y septiembre,
- **bajas o casi inexistentes necesidades de aire acondicionado.**

En este capítulo se estudiará, como la arquitectura actual afronta estas necesidades y que oportunidades de mejora pueden existir. En el capítulo 7 se hace una descripción del beneficio de las oportunidades identificadas.

El edificio se ocupa de 7:00 a 14:00 (ver sección 4.1). Ya que las temperaturas más altas se alcanzan a las 17:00 y que el clima en verano es ligero, se recomienda evitar el uso de AA.

A continuación, se presenta la inserción urbanística del edificio:



Inserción urbanística del edificio, vistas de orientación del edificio– Fuente: Google Maps



Sombreamiento en fachada norte por edificio vecino –Fuente: Visita técnica

Hacia el Norte, hay un edificio de 13 pisos, genera sombra a la fachada Norte durante gran parte del año, reduce las ganancias de calor y el aprovechamiento de iluminación natural.

Hacia el Oeste, hay un parque, evita obstáculos para la ventilación natural y sombreados exteriores.

Alrededor del edificio no existen fuentes de malos olores que afecten la calidad del aire o su uso para la ventilación natural.

El edificio tiene forma de L, puede descomponerse en 2 bloques:

- Un bloque rectangular de 2 pisos, con orientación Este/Oeste
- Un bloque cuadrado de 1 piso

La orientación óptima de un edificio es con sus fachadas más grandes hacia el Norte/Sur. Ya que permite tener un alto aprovechamiento y control de los aportes de iluminación natural y de las ganancias de calor.

Las fachadas más grandes del edificio están orientadas hacia el Este/Oeste. A continuación, se presenta la exposición y protecciones solares de cada fachada



Ventanas y protecciones solares—Fuente: Visita técnica

En la fachada Este

Hay cortinas exteriores que permiten protegerse de la radiación directa,

- Durante el invierno, se pueden abrir desde las 7:00 para aprovechar las ganancias de calor. Para protegerse del deslumbramiento utilizar las cortinas internas.
- Durante el verano, pueden abrirse desde las 11:00 am cuando ya no hay radiación sobre las ventanas y se puede aprovechar la iluminación natural difusa.

En la fachada Oeste

Hay cortinas exteriores que permiten protegerse de la radiación directa,

- En invierno y verano, ya que el edificio está ocupado cuando en esta fachada no hay radiación directa, se recomienda mantener abiertas las cortinas para aprovechar la iluminación natural difusa.
- Durante el invierno es importante que en las noches las cortinas estén cerradas, para evitar que el edificio se enfríe más rápido por las bajas temperaturas de la noche.

Fachada Norte

El primer piso cuenta con una protección horizontal del tipo alero: en invierno, permite aprovechar el sol para ganar calor porque está bajo y protegerse en verano cuando el sol esta alto.

Además, permite aprovechar mejor la iluminación natural que con el uso de las cortinas.

Las ventanas cuentan con protecciones verticales del tipo cortinas exteriores, permiten tener un control de los aportes de iluminación natural principalmente en invierno cuando el sol está bajo y puede ser molesto.

- Durante el invierno es importante que en las noches las cortinas estén cerradas, para evitar que el edificio se enfríe más rápido por las bajas temperaturas de la noche.
- Durante el verano, cuando el sol esta alto, pueden mantenerse principalmente abiertas para aprovechar de la iluminación natural.

Fachada Sur

Las ventanas cuentan con protecciones verticales del tipo cortinas exteriores,

- Durante el periodo de ocupación se recomienda mantenerlas abiertas para aprovechar de la iluminación natural difusa.
- Durante el invierno en espacios desocupados y en periodos de desocupación se recomienda que estén cerradas, para evitar que el edificio se enfríe más rápido.

Por la antigüedad de las cortinas son poco ergonómicas, haciendo que los usuarios las mantengan principalmente cerradas. Esto limita considerablemente el aprovechamiento de iluminación natural y tener consumo por iluminación innecesarios.

3.2. Características de la envolvente

La conductancia térmica representa el rendimiento térmico general de los elementos de la envolvente. Cuanto más alto es, más “conduce” el calor. Cuanto más bajo es, mejor se comporta.

Los valores de conductancia térmica de referencia (U ref),

- corresponden a la clasificación energética clase B según la norma IRAM 11604 y 11 605 para muros exteriores y cubierta.
- Para vidrio el valor corresponde a un valor eficiente de acuerdo a la experiencia de TERA O y a la oferta de productos observado en Argentina.

Elemento	Descripción de afuera hacia adentro	U [W/m ² .K]	U Ref [W/m ² .K]	Eficiencia
Muros exteriores	<ul style="list-style-type: none"> - 2 cm de mortero de revoques, - 26 cm de ladrillo, - 2 cm de mortero de revoques, 	1,6	0,83	Baja
Cubierta	<ul style="list-style-type: none"> - 15 cm de concreto, - 1,5 cm de mortero de revoques. 	3,9	0,7	Baja
Vidrio	<ul style="list-style-type: none"> - Vidrio sencillo 4 o 6 mm 	6,1	1,8	Baja

Los principales elementos de la envolvente no han sido intervenidos desde la fecha de construcción del edificio (1944). Dado que los principios de diseño son originales y muchos elementos están deteriorados, el rendimiento térmico del edificio es relativamente bajo.

Los muros y cubiertas no cuentan con aislamiento térmico, reducen el desempeño térmico del edificio e incrementa principalmente los consumos de calefacción.

El vidrio sencillo representa altas pérdidas de calor, que reducen el desempeño térmico del edificio e incrementa principalmente los consumos de calefacción.

La proporción ventana muro es alrededor del 30% y hay poca diferenciación por orientación.

- En la fachada Norte son eficientes porque permiten tener un alto control y aprovechamiento de la iluminación natural y las ganancias de calor.
- En la fachada Sur pueden representar altas pérdidas de calor en invierno.
- En las fachadas Este/Oeste pueden generar incomfort por los periodos de radiación directa.

Existe un alto potencial de mejora del desempeño energético del edificio a través de intervenir las propiedades térmicas de la envolvente (muros exteriores/cubierta /vidrios).



Cubiertas / Muros exteriores – Fuente: Visita técnica

3.3. Estanqueidad del aire

Por el estado de las juntas entre los marcos de la ventana y los muros y por algunas aperturas para la instalación de equipos de aire acondicionado, se estima que el edificio tiene una baja estanqueidad: estanqueidad supuesta 2,5 m³/h.m² @ 4Pa; estanqueidad referencia: 1,7 m³/h.m² @ 4Pa.

Mejorar la estanqueidad reduce las pérdidas de calefacción y AA, mejorando el confort y así el desempeño energético.

3.4. Ventilación natural

La ventilación natural permite tener una buena calidad del aire y refrescar los espacios. Se recomienda aprovechar la ventilación natural para evitar el uso de AA y ahorrar energía.

Esta puede ser usada a finales de la primavera, durante el verano y principios del otoño, aproximadamente entre noviembre y marzo.

Cuando hay uso de calefacción o de AA, la ventilación natural representa pérdidas energéticas.

Los vientos ideales para la ventilación natural provienen del Norte y del Noreste,

Por lo menos el 45% de las áreas tiene acceso a ventanería contra fachada por medio de la cual se podrían beneficiar de ventilación natural. Sin embargo, su uso se ve limitado por la antigüedad de las ventanas que no facilita su operación de apertura y cerrado.

Para una ventilación natural eficiente, se debe tener aperturas para la entrada y la salida del aire, en el edificio se observa:

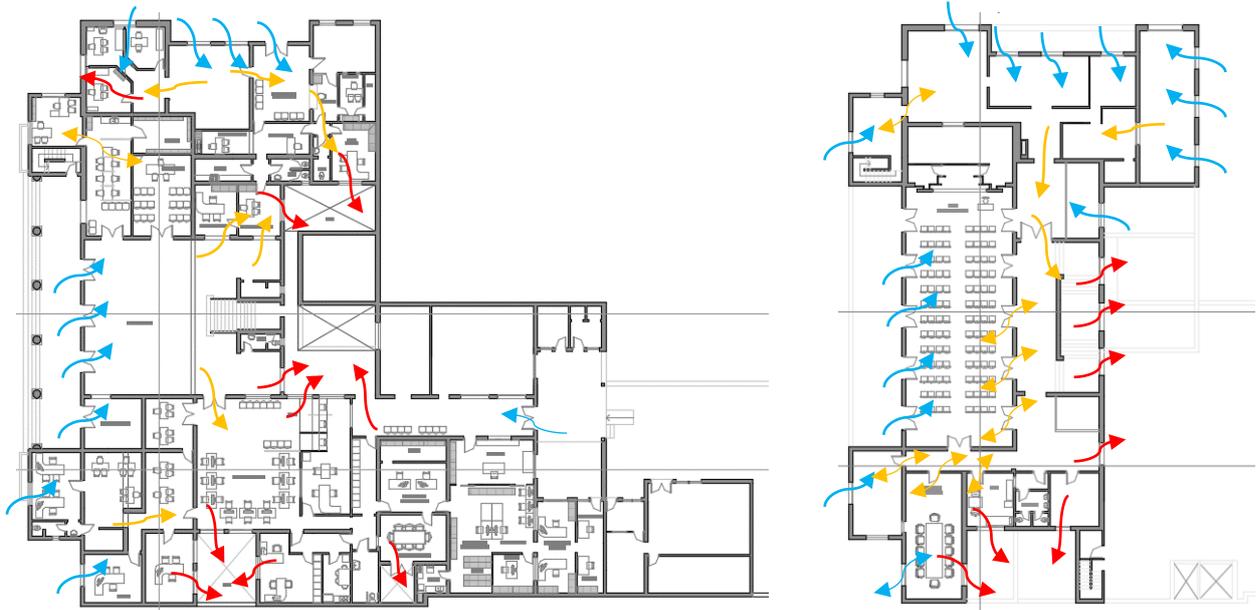
- Los accesos principalmente corresponden a las ventanas/puertas exteriores,
- y los puntos de fuga son otras ventanas, puertas interiores, pasillo o patios internos en el edificio.

El edificio cuenta con patios internos que mejoran la ventilación. Funcionan como sifones que expulsan el aire viciado y permiten generar depresiones que permiten el ingreso de aire por otros accesos.

Las temperaturas observadas para estaciones intermedias (finales de la primavera, principios del otoño) son una señal de que la ventilación natural es suficiente para garantizar el confort.

Las mediciones de verano revelan un clima no extremo y permiten identificar la posibilidad de reducir o evitar el uso de aire acondicionado mediante medidas pasivas y optimización de la ventilación natural.

A continuación, se presentan las rutas de acceso (azul), circulación (amarillo) y evacuación (rojo) de la ventilación natural, que pueden utilizarse para una ventilación eficiente, es importante que los elementos de esta ruta no estén no estén obstruidos.



Ruta de ventilación natural para una ventilación natural eficiente – Fuente: Planos Bell Ville, TERA0

Para recordar Características bioclimáticas

- De acuerdo con **las condiciones del clima**, el edificio tiene **necesidades normales de calefacción** y **pocas necesidades de refrigeración**.
- Las fachadas más grandes del edificio están **orientadas hacia el Este/Oeste**, esto limita el aprovechamiento de **la iluminación natural** y el **desempeño energético** del edificio.
 - Las cortinas exteriores de la fachada Sur:
 - Mantenerlas abiertas cuando hay ocupación para aprovechar la iluminación natural,
 - en invierno, mantenerlas cerradas cuando no hay ocupación para evitar pérdidas de calor.
 - En la fachada Norte,
 - El primer piso se beneficia de protecciones horizontales eficientes. En invierno permiten aprovechar el sol para ganar calor porque está bajo y protegerse en verano cuando el sol está alto. Es pertinente estudiar la opción de implementar protecciones horizontales en otras ventanas con esta orientación.
 - **Las cortinas exteriores de las fachadas Este/Oeste** son eficientes como protección solar, se puede sensibilizar a los usuarios para operarlas en función de los horarios de asoleamiento y ocupación para mejorar el uso de iluminación natural y el desempeño energético del edificio.
- **Muros, cubiertas y vidrios** tienen bajas propiedades térmicas, incrementan la transferencia de calor y aumenta las necesidades de calefacción y AA. Mejorar sus propiedades térmicas es una palanca para mejorar el desempeño energético.
- El edificio tiene una **baja estanqueidad** que afecta su desempeño energético. Se puede mejorar reduciendo las infiltraciones en marcos de ventanas y en los huecos donde pasan ductos de AA.
- **Las mediciones de verano revelan un clima no extremo** y permiten identificar la posibilidad de reducir o evitar el uso de aire acondicionado mediante medidas pasivas y optimización de la ventilación natural.

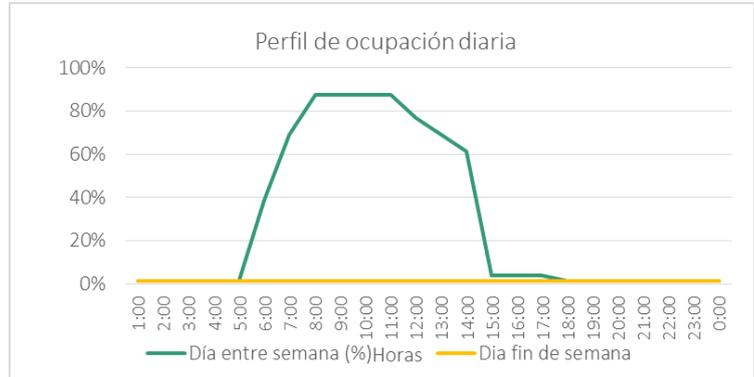
4. Uso del edificio

4.1. Ocupación del edificio

El edificio tiene una capacidad de ocupación de alrededor de 300 personas, considerando la ocupación de visitantes en salas de espera, salas de reunión.

Durante la visita se identificaron 130 puestos de trabajo de los cuales 114 estaban ocupados (es decir con computador de uso regular).

En el siguiente grafico se presenta el perfil de ocupación diaria del edificio.



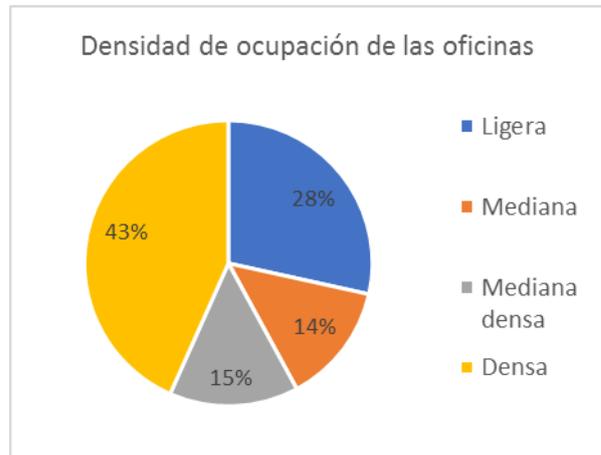
Perfil de ocupación diario del edificio en porcentaje - Fuente: TERA0

- Los horarios de ocupación del edificio son de lunes a viernes **desde las 7:00am hasta las 14:00**.
 - o **Los picos de calor se alcanzan a las 17:00, y el clima indica pocas necesidades de enfriamiento. Se puede limitar el uso de aire acondicionado** o apoyarse en estrategias de menor consumo como ventiladores para garantizar las condiciones de confort.
 - o Según las mediciones de veranos se observa que no existen grandes problemas de calor.
- Los fines de semana el edificio no tiene ocupación.
- Durante el año hay alrededor de 19 días festivos.

Modo de ocupación

La siguiente tabla permite tener valores indicativos para tener un punto de vista sobre la densidad de ocupación de usuarios en los espacios, y de este modo tener un punto de vista sobre los espacios más sensibles por cargas térmicas por ocupación.

El 43% de las áreas tienen una ocupación densa (+13 puestos de trabajo/100m²), esto implica espacios más sensibles a las ganancias de calor y tener mayores necesidades de renovación de aire.



Densidad	Puestos de trabajo/100m ²	Zonas concernidas
Ligera	8,5	Salón para casamientos, Gestión viviendas-Jefatura, Control de Gestión - Director, Control rentas y Recaudos, S. de Economía-Oficina del secretario-Contaduría General I y III – Mesa de Entrada,
Mediana	8,5-11	Personal y sueldos, Gestión de viviendas,
Mediana densa	11-13	RH-Archivo, RH-Jefatura,
Densa	>13	Registro civil, Recursos Humanos, Recepción Desarrollo Urbano y Catastro, Obras privadas, Obras privadas y catastro, control de compras y catastro, Arquitectura y Desarrollo Urbano, Rec. tributarios y Finanzas

4.2. Equipos ofimáticos

4.2.1. Equipos de trabajo de los usuarios

De acuerdo con la información recopilada, los computadores utilizados para las actividades normales del edificio corresponden a:

- 102 equipos de torre, con potencia de operación estimada de 60W,
- 12 equipos portátiles, con potencia de operación estimada de 25W.

Los equipos portátiles consumen mucho menos energía que los equipos de torre.

Se recomienda para futuras renovaciones privilegiar el uso de equipos portátiles, siempre y cuando las especificaciones técnicas de los equipos no afecten las actividades normales de los trabajadores.

En las siguientes fotografías se puede observar que algunos equipos ofimáticos quedan encendidos por periodos de tiempo mientras los usuarios no los están utilizando.

Se recomienda sensibilizar a los trabajadores e implementar configuraciones para que luego de un tiempo sin uso, automáticamente apague la pantalla y después de un tiempo mayor suspenda el equipo.



Equipos ofimáticos sin uso encendidos – Fuente: Visita técnica

4.2.2. Servidores y UPS

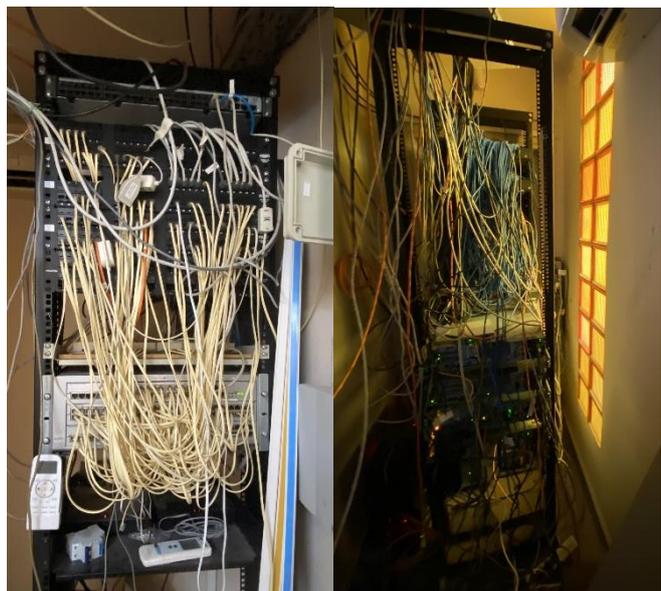
El edificio está equipado de un cuarto de servidores localizado en medio de un pasillo interior del piso 1 en el costado Este del edificio.

Los racks están equipados de Switches y servidores, adicionalmente en el cuarto hay una UPS de baja potencia.

De acuerdo con la información recopilada existen:

- 6 servidores de 550W,
- 2 servidores de 750 W,
- 1 servidores de 350 W.

Adicionalmente en el cuarto están en operación 3 CPUs de uso continuo (potencia estimada de 67W)



Gabinete de racks - Fuente: visita técnica

La temperatura solicitada para el aire acondicionado en el espacio es de 20°C.

Según ASHRAE TC9.9 “Data Center power Equipment Thermal Guidelines and best Practices”

- Las condiciones recomendadas en zonas de servidores o UPS son entre 18 y 27°C – 60% de HR,
- la operación de los equipos se puede afectar cuando la temperatura es inferior a 15°C o superior a 32°C.

Class ^a	Equipment Environmental Specifications for Air Cooling						
	Product Operations ^{b,c}					Product Power Off ^{e,d}	
	Dry-Bulb Temperature ^{e,f} °C	Humidity Range, Non-Condensing ^{h,i,k,l}	Maximum Dew Point ^k °C	Maximum Elevation ^{e,j,m} m	Maximum Temperature Change ^l in an Hour (°C)	Dry-Bulb Temperature °C	Relative Humidity ^k %
Recommended (Suitable for all 4 classes)							
A1 to A4	18 to 27	-9°C DP to 15°C DP and 60% RH					
Allowable							
A1	15 to 32	-12°C DP & 8% RH to 17°C DP and 80% RH ^k	17	3050	5/20	5 to 45	8 to 80

Especificaciones para el aire acondicionado de data centers y sala de servidores – Fuente: ASHRAE

Según ASHRAE, en estos cuartos se puede aumentar la temperatura hasta 27°C sin dañar los equipos siguiendo las recomendaciones por norma.

Solicitar 20°C genera consumos innecesarios por Aire acondicionado. Se recomienda empezar a operar los equipos a 26°C.

En verano, la ventana en el cuarto de racks incrementa las ganancias de calor desde el exterior haciendo que el equipo de aire acondicionado consuma más energía, se puede suprimir la ventana, tapándola con mampostería tradicional o se podría iniciar por implementar una cortina (por ejemplo del tipo blackouts).

En invierno, puede ser interesante la opción de suprimir el uso de AA y ventilar naturalmente el espacio, alcanzando altos ahorros energéticos.

4.3. Sensibilización de los usuarios

Actualmente no se implementa sensibilización en eficiencia energética en el edificio,

A través de sensibilización se pueden lograr ahorros representativos con muy bajos costos de inversión.

Se recomienda las siguientes medidas para fortalecer el alcance de la sensibilización

- Crear un comité de control y gestión de la energía,
- generar indicadores y metas del buen uso de la energía como seguimiento de los consumos con miras al mejoramiento continuo,
- distinguir los principales focos de consumo e identificar estrategias de mitigación,
- promover campañas de sensibilización involucrando los principales actores como: trabajadores del edificio, equipo de mantenimiento, administradores y directivos,
- Socializar los resultados con los actores involucrados para generar mayor apropiación.

4.4. Mantenimiento del edificio

El edificio no cuenta con manuales de mantenimiento ni de operación, esto afecta el desempeño energético y acelera la pérdida de la eficiencia de los sistemas técnicos.

Actualmente, el mantenimiento es de tipo correctivo y pocas actividades se realizan con enfoque preventivo.

Se recomienda adoptar manuales de mantenimiento y operación para la infraestructura física y por lo menos para los principales sistemas técnicos (iluminación y aire acondicionado).

Un correcto mantenimiento permitirá identificar pérdidas energéticas y actuar sobre ellas, además de mejorar la eficiencia en operación de los sistemas técnicos.

4.5. Condiciones de confort

En el marco de la auditoría energética, TERA0 y la RAMCC implementaron dataloggers termómetros-higrómetros en el edificio durante 7 días para evaluar la evolución de las temperaturas en las diferentes zonas del proyecto por intervalos de medición de una hora.

La auditoría energética contempla mediciones en invierno y en verano,

- las mediciones de invierno se llevaron entre el 7 y el 13 de septiembre,
- las mediciones de verano se llevaron a cabo el 13 febrero de 2023.

En el anexo 8.4 se presentan los resultados.

El equipo empleado para realizar la medición de las temperaturas se muestra en el Anexo 8.2

En el anexo 8.3 se muestra el análisis de las temperaturas adecuadas para garantizar el confort en los espacios realizando un análisis para determinar la temperatura de operación óptima:

- En invierno
 - o Espacios con calefacción,
 - o espacios sin calefacción.
- En verano
 - o Espacios con aire acondicionado (Con y sin ventiladores),
 - o espacios sin aire acondicionado (Con y sin ventiladores).

A continuación, se muestran las conclusiones:



4.5.1. Invierno

Tipo de acondicionamiento	Temperaturas óptimas de operación (°C)
Con calefacción	21°C
Sin calefacción	18,5°C

En invierno la temperatura mínima aceptable en espacios con calefacción es de 21°C, y sin calefacción de 18,5°C.

Utilizar los equipos de calefacción para alcanzar temperaturas superiores se considera ineficiente y una mala práctica, se recomienda sensibilizar a los usuarios para limitar el uso de equipos de calefacción.

Desde el punto de vista energético reducir 1°C la temperatura de operación disminuye considerablemente los consumos energéticos cuando utilizamos equipos de calefacción.

Análisis de las mediciones en invierno

Durante el recorrido se realizaron mediciones puntuales de temperatura y humedad relativa de los espacios.

En la mayor parte de los espacios se estaba utilizando calefacción.

En la siguiente tabla se presentan las condiciones de confort higrotérmico medidas durante la visita.

Zonas con calefacción	% Del área concernida
Temperaturas altas (>25°C)	10
Temperaturas por optimizar (22°C-25°C)	55
Temperatura óptima (19°C-21°C)	25
Presentan inconfort o compromiso ambiental de las personas (<19°C)	10

Existen temperaturas mayores a 21°C, que ocasionan mayor consumo energético. Se recomienda adoptar medidas y sensibilizar a los usuarios para que la calefacción se utilice hasta lograr temperaturas de 21°C.

3 dataloggers fueron implementados para medir la evolución de la temperatura a lo largo del día durante 7 días. Los espacios estudiados cuentan con calefacción, las mediciones permiten estudiar el comportamiento térmico:

- Cuando hay ocupación y uso de calefacción (entre semana) y
- Cuando no hay ocupación ni uso de calefacción (fines de semana).

Los espacios estudiados fueron:

- Oficina intendente-piso 2-costado Noroeste (oficina privada),
- gestión de obras-piso 1-costado Norte (oficina abierta),
- atención al público, cajas-piso 1-costado Sur (oficina abierta).

Las gráficas de los resultados se encuentran en el anexo 8.4

Durante la visita se observó que en las oficinas había uso constante de la calefacción, las mediciones indican temperaturas entre 21y 23°C, durante los periodos de ocupación.

En los fines de semana, que no hay ocupación, se puede observar que las oficinas al Sur tienen pocas ganancias exteriores de calor (radiación/conducción), mientras que la oficina al Noroeste y al Norte tiene aportes importantes por la radiación solar que pueden ser aprovechados para reducir el uso de calefacción.

Implementar termostatos en las oficinas para sensibilizar a los usuarios de apagar la calefacción con 21°C permite: Ahorrar energía de calefacción y mejorar la calidad del aire por menor combustión de gas.

Adicionalmente, los termostatos son equipos de gestión/control que pueden ser integrados cuando se haga la renovación del sistema de calefacción como se recomienda en el capítulo 5.3.1.1 , ya que el sistema actual tiene una baja eficiencia y adicionalmente puede representar riesgos para la salud y bienestar de los usuarios.

Las oficinas abiertas tienen menos pérdidas de calor en las noches y los fines de semana, posiblemente por mejores condiciones de estanqueidad del aire.

Actualmente las infiltraciones y la ventilación natural son la única herramienta para renovar el aire, sin embargo, representan ineficiencia para la calefacción ya que se pierde rápidamente el calor producido.

- Renovar el sistema actual de calefacción a gas por un sistema de calefacción que integre la renovación del aire sería mucho más eficiente.
- En el caso de renovar el sistema de calefacción actual es necesario mejorar la estanqueidad del aire en el edificio y evitar las infiltraciones y ventilación natural.

4.5.2. Verano

Tipo de acondicionamiento	Temperaturas óptimas de operación (°C)
Con aire acondicionado	26,5
Con aire acondicionado + ventiladores	29
Ventilación natural	27,5
Ventilación natural + ventiladores	29

En verano la temperatura máxima aceptable en espacios con AA es de 26,5°C, y en espacios ventilados naturalmente de 27,5°C. Con el uso de ventiladores se logra aceptar ~2°C más de temperatura.

Para mayor aceptabilidad se puede sugerir que el AA opere a 25°C y a 27°C (con uso de ventiladores).

Utilizar los equipos de AA para alcanzar temperaturas inferiores se considera ineficiente y una mala práctica. Se recomienda sensibilizar a los usuarios para limitar el uso de equipos de aire acondicionado.

Análisis de las mediciones en verano (13 de febrero)

Durante el recorrido se realizaron mediciones puntuales de temperatura y humedad relativa de los espacios.

En la mayor parte de los espacios se estaba utilizando aire acondicionado.

En la siguiente tabla se presentan las condiciones de confort higrotérmico medidas durante la visita.

Mediciones en verano	% Del área concernida
Temperaturas bajas (<21°C)	5
Temperaturas por optimizar (21°C-24°C)	15
Temperatura óptima (25°C-27°C)	55
Presentan inconfort o compromiso ambiental de las personas (>27°C)	5
Temperaturas en confort con uso de ventilación natural y ventiladores	15
Temperaturas sin confort con el uso de ventilación natural	5

Las temperaturas se mantienen principalmente en confort.

Hay poco uso de ventilación natural, se recomienda sensibilizar y apoyar con estrategias como ventiladores y extractores de pared para que haya mayor apropiación por parte de los usuarios. Las medidas pasivas también ayudarán a mejorar las condiciones de confort y así promover mayor uso de ventilación natural.

Para recordar Uso del edificio

- La ocupación promedio es de 114 trabajadores de oficina, de lunes a viernes de 7:00 a 14:00, Los picos de calor se alcanzan a las 17:00, y el clima en verano es ligero. De acuerdo al clima ya las condiciones de uso del edificio, con las mediciones en verano se debe repensar si hay verdaderas necesidades uso de AA.
- El 43% de las áreas tienen una ocupación densa, esto implica espacios más sensibles a las ganancias de calor y tener mayores necesidades de renovación de aire,
- El **90% de los equipos de cómputo son de torre**, los cuales consumen más energía que los portátiles.
 - **Es importante sensibilizar y configurar** los equipos para que luego de un tiempo sin uso, automáticamente **apague la pantalla** y después de un tiempo mayor **suspenda el equipo**. Se lograrán buenos ahorros energéticos sin inversión.
- El AA en cuartos de racks es usado a **20°C**, según estándares internacionales, **se recomienda temperaturas más eficientes como 26°C**, cada 1°C más en el equipo de AA representa un ahorro del 8% en el consumo eléctrico.
- **No hay campañas de sensibilización**. Implementarlas, permitirá **ahorros energéticos con bajo costo**, se recomienda crear un equipo de implementación y seguimiento de las prácticas y los resultados.
- El edificio **no cuenta con manuales de mantenimiento y operación**, esto **acelera la pérdida de eficiencia** de los equipos y sistemas, incrementa los **costos de operación y reduce el confort**.
- De acuerdo a **estándares de confort** y para lograr el mejor rendimiento energético:
 - **En invierno**, usar la calefacción a **21°C**, temperaturas superiores incrementan el consumo energético,
 - **En verano**, usar el AA a **25°C y 27°C (con ventiladores)**, menores temperaturas incrementan el consumo.
- Las mediciones de temperatura **en invierno**,
 - Hay **potencial de sensibilización** para que la calefacción sea utilizada a **21°C** máximo y ahorrar energía.
 - Implementar aislamiento en muros y/o cubiertas y **mejorar la estanqueidad** del aire en el edificio en periodos de desocupación, permitirá reducir las pérdidas de calor y ahorrar energía

5. Equipos técnicos

5.1. Sistema eléctrico

No existe un transformador independiente para el edificio, esto limita conocer la potencia disponible y puede ocasionar problemas de calidad de la energía.

Existen 3 contadores de luz, sin embargo, no existen diagramas unifilares para identificar las zonas asociadas a la medición.

No existe un esquema unifilar de las cargas eléctricas en el edificio: esto limita la implementación de estrategias de gestión y control de los equipos o requiere una inversión mayor para el diagnóstico del sistema eléctrico y su intervención.

Existen algunos hallazgos del estado del sistema eléctrico en el edificio: se recomienda adoptar medidas que permitan tener un sistema eléctrico acorde a las reglamentaciones locales de instalaciones eléctricas.

En los siguientes capítulos se estudia el diagnóstico de los equipos técnicos que son foco de consumo del edificio.

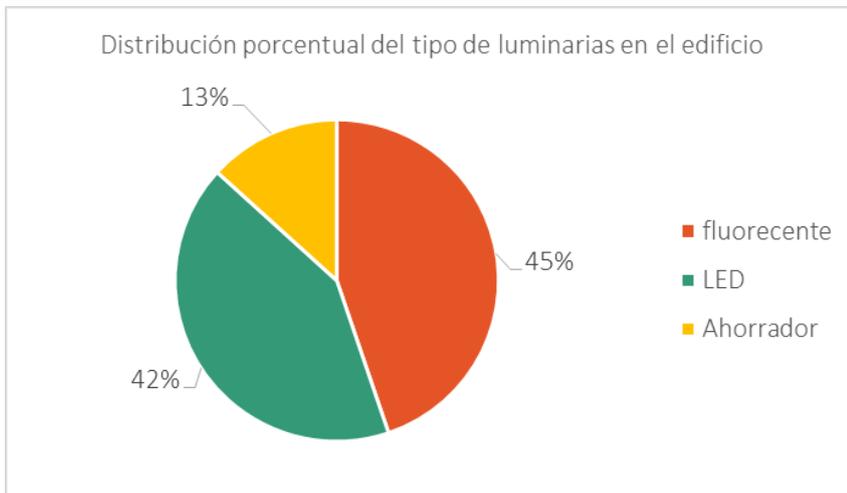


*Acometida principal del edificio –
Fuente: Visita técnica*

5.2. Iluminación

5.2.1. Eficiencia de las luminarias

El edificio esta principalmente iluminado por luminarias fluorescentes, fluocompactas (ahorradores) e iluminación LED.



Distribución porcentual del tipo de luminarias en el edificio – Fuente: Inventario visita técnica, TERAO

El 42% de las luminarias son del tipo LED, las cuales se consideran eficientes y el restante corresponde a luminarias fluorescentes o del tipo ahorrador, las cuales se consideran de baja eficiencia.

Desde hace unos años, se ha venido realizando la transición de luminarias fluorescentes o fluocompactas a iluminación LED.



Oficina Arq. y desarrollo urbano con luminarias fluorescentes 3x36W=108W



Oficina obras privadas con luminarias LED de 40W

- Se observa que las renovaciones se realizan principalmente uno a uno. Al cambiar:
 - No se cambia de posición ni se reduce o incrementa el número de luminarias,
 - En las remodelaciones se recomienda integrar diseños pensados en eficiencia y confort: implementando criterios de gestión/control, densidad de potencia y niveles de iluminación,
- Las renovaciones más frecuentes consistían en:
 - Se sustituye tubos T8 de 120cm fluorescentes de 36 W por T8 de 120 cm LED de 18W,
 - 3 tubos fluorescentes (en forma de U) de 36Wx3= 108W por panel LED 60x60 de 40W,
 - Bombillo ahorrador (se estima 17W) por bombillo LED (9W)

Los tubos fluorescentes tienen un balasto que incrementa el consumo en un 12% aproximadamente.

La transición de iluminación fluorescente a LED reduce el consumo por iluminación en los espacios intervenidos entre 47-67%. Puede ser mayor vinculando criterios de densidad y niveles de iluminación.

- En la sección 7 se presenta una estrategia para optimizar el diseño de iluminación.

5.2.2. Controles de iluminación

La iluminación se enciende por cada cuarto y es gestionada a través de interruptores por los usuarios del edificio.

- Esta sectorización es un punto a favor ya que permite encender la iluminación en función de la ocupación de los espacios, sin embargo, depende de la sensibilización y buenas prácticas,
- Así, se recomienda implementar equipos de control que permitan reducir el tiempo de encendido de la iluminación en función de los horarios, detección de presencia iluminación o graduación.

La iluminación natural permitiría garantizar los niveles mínimos de iluminación (ver sección 5.2.4) en gran parte del día en por lo menos el 45% de las áreas del edificio:

- **Gran parte de los pasillos aprovecha la iluminación natural sustituyendo las luminarias.**
- En oficinas, salas de reunión y en el salón de eventos hay poco aprovechamiento de la iluminación natural, se limita principalmente porque:
 - o Las cortinas actuales no son ergonómicas para operarse y se mantienen generalmente cerradas o abiertas en pequeña proporción.
 - o La gestión depende directamente de los usuarios, se recomienda implementar sensibilización y/o implementar sensores luz día.



Oficina con potencial aprovechamiento de iluminación natural – Fuente: Visita técnica

Se observó que la iluminación puede quedar encendida en espacios desocupados: se recomienda sensibilizar a los usuarios en el buen uso de los equipos y/o implementar sensores de presencia.

5.2.3. Densidad de iluminación

En el edificio se tiene una potencia instalada de 8 234 W, que corresponde a 5,3W/m². Según ASHRAE 90.1 “Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings”, para edificios de oficinas, la máxima potencia instalada debe ser de 6,9 W/m².

Rangos de la eficiencia de la densidad de iluminación		
Ineficiente > 6,9 W/m ²	Aceptable (6,9-4,2) W/m ²	Eficiente < 4,2W/

Se puede concluir que el edificio tiene una **densidad de iluminación aceptable**,

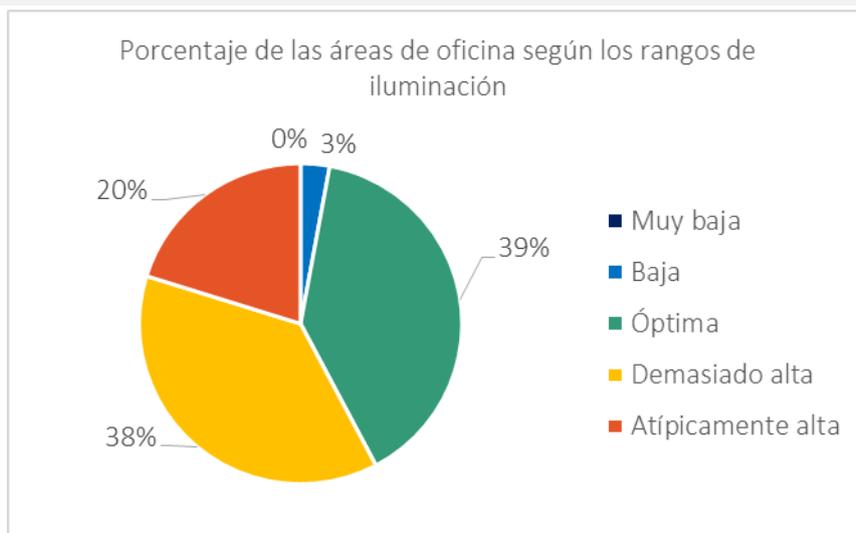
- Será optimizada a medida que se avanza con la transición a iluminación LED,
- pueden alcanzarse valores más eficientes, si la transición se hace, implementando criterios de niveles de iluminación óptimos (ver siguiente sección), evitando que haya zonas sobre iluminadas.

5.2.4. Contexto reglamentario y niveles de iluminación (Mediciones)

Cada espacio requiere de un rango de iluminación máximo y mínimo para que las labores realizadas en su interior sean llevadas a cabo de manera adecuada, la norma europea EN 12464-1 precisa que una iluminancia de 300Lx como promedio es óptima para la realización de trabajos en espacios de oficina.

De acuerdo a la experiencia de TERAQ, en edificios de alta eficiencia que utilizan estos niveles de iluminación no se ve afectado el confort de los usuarios.

En la siguiente grafica se observa el desempeño de las áreas del edificio en función de los niveles de iluminación:



Clasificación de nivel de iluminación	Rango de luxes (lx)	Área (m ²)	Áreas relevantes
Muy baja	<200	0	--
Baja	200-300	24	Secretaría intendente
Óptima	300-400	332	Personal y sueldos, Registro civil, Recepción desarrollo urbano y catastro, Director de Desarrollo Urbano y Catastro, Cajas, Oficialía mayor, asesoría letrada, Contrataciones y suministro
Demasiado alta	400-600	316	Recursos Humanos-Archivo, Salón para casamientos, Oficina de empleo, Sala de reuniones piso 2-Sur, Compras, Control rentas y recaudación.
Atípicamente alta	>600	170	Gestión de viviendas, asuntos sociales, Computo, Obras privadas, Arquitectura y Desarrollo Urbano, Atención al público-cajas, secretaria de economía – CGII, secretaría del tribunal de cuentas, tribunal de cuentas.

El 39% de las áreas tienen niveles óptimos de iluminación, en el 3% del área de oficina se deben incrementar los niveles de iluminación para estar en los rangos óptimo, se necesitará implementar más iluminación,

En el 58% de las áreas existe el potencial de optimizar los niveles de iluminación y ahorrar energía.

Para recordar iluminación:

- El **42% de la iluminación** es tecnología **LED eficiente**. El restante utiliza luminarias **T8, T12 y fluocompactas** que son de **baja eficiencia y se recomiendan cambiar**.
- El edificio tiene una **densidad de potencia de iluminación aceptable** (5,3 W/m²), se alcanzará valores más eficientes con transición a LED y con niveles óptimos de iluminación (evitar zonas sobre iluminadas).
- **No hay equipos de gestión y control:** la sectorización actual y el alto potencial de aprovechamiento de iluminación natural permite lograr ahorros importantes con sensores presencia/Luz día.
- Hay alto aprovechamiento de **iluminación natural en pasillos**.
- En el 58% de las oficinas, los **niveles de iluminación superan los 400 lx** lo que genera **mayores consumos** por iluminación y posibles molestias o cansancio visual en los usuarios. Se recomienda 300-400 lx promedio

5.3. HVAC: Calefacción, Ventilación y Aire acondicionado

El edificio cuenta con:

- Sistemas individuales tipo Mini-Split del tipo frío/calor para aire acondicionado y calefacción,
- radiadores de tiro balanceado y uso puntual de estufas de infrarrojo a gas para calefacción,
- uso de ventiladores de techo en graparte de los espacios.

No hay equipos mecánicos utilizados para garantizar las renovaciones de aire de los espacios.

Los equipos HVAC utilizados son individuales, esto ocasiona:

- Menor eficiencia,
- Mayor cantidad de circuitos de tuberías,
- gran cantidad de condensadoras o equipos exteriores, que invaden espacios que técnicamente no han sido concebidos para este tipo de uso, como son las ventanas y espacios de las fachadas principalmente,
- flujo e inversión constante de repuestos para reposición de partes de los múltiples sistemas existentes,
- mayor inversión de tiempos de mantenimiento.

Se observó que no hay uso de equipos HVAC en zonas comunes como circulaciones, lo que es positivo para evitar sobreconsumos energéticos. En los siguientes capítulos se estudia cada sistema por separado.

5.3.1. Calefacción

5.3.1.1. Eficiencia de los equipos

El edificio cuenta con equipos individuales del tipo radiadores de tiro balanceado (gas), uso puntual de estufas de infrarrojo (gas) y equipos mini-Split frío/calor (electricidad).

- El 64% del área cuenta con calefacción a gas y el 75% con equipos mini-Split, hay espacios donde hay ambos tipos de equipos.
- Se usa alrededor de 4,5 meses al año, durante el invierno y en parte de las estaciones intermedias.
- Se usa más la calefacción a gas que a través de los equipos mini-Split.

En cuanto a los equipos a gas se identifica que:

- Tienen baja eficiencia en la generación del calor, alrededor del 40-60%,
- la combustión del gas se realiza en las oficinas, lo que hace necesario mayor ventilación para retirar estos gases, pero también se expulsa parte del calor producido, lo que reduce la eficiencia del sistema,
- los ductos de gas por el edificio, representan un alto riesgo para las instalaciones.

Sistemas centrales, son una solución para las limitaciones actuales.

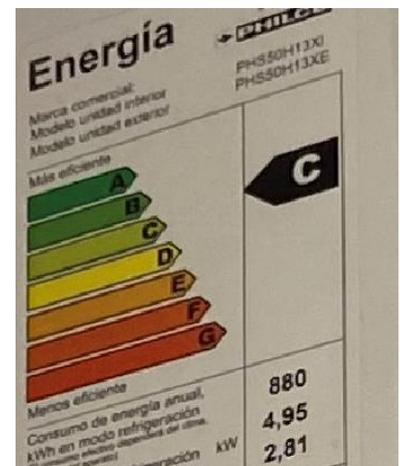
En cuanto a los equipos mini-Split, los equipos utilizados son antiguos, de acuerdo a las fichas técnicas que se pudieron observar la eficiencia promedio puede estar alrededor COP = 2,8 y 3. Lo que se considera una baja eficiencia para este tipo de equipos. La renovación de equipos y adoptar sistemas centralizados, permitirá tener mejores eficiencias.



Equipo Mini Split utilizado para AA o calefacción (eléctrico) – Fuente: Visita



Radiador de tiro balanceado que funciona con gas natural – Fuente: Visita

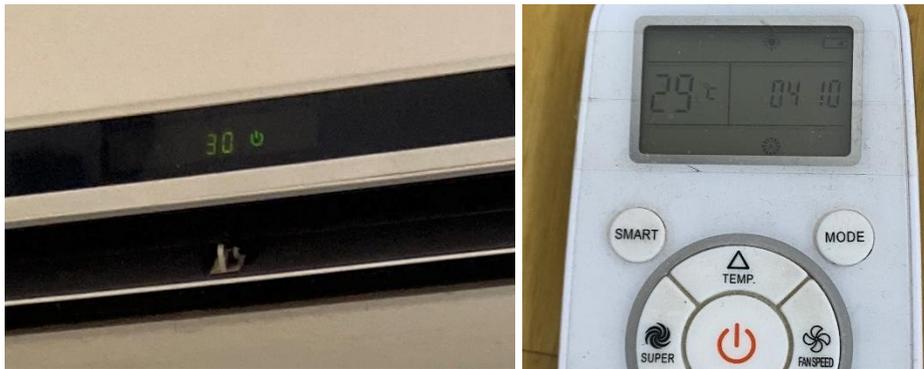


Etiqueta de EE de equipo mini-Split – Fuente: Visita técnica

5.3.1.1. Gestión y control

Los equipos son controlados individualmente por los usuarios. Esto puede incrementar el consumo por malas prácticas o por equipos que queden encendidos en periodos de desocupación.

- Se observó que los equipos a gas de tiro balanceado permanecen encendidos todo el tiempo. Durante los periodos de desocupación se ponen en modo piloto porque no tiene baterías para el encendido manual y/o requieren mantenimiento, esto ocasiona un consumo innecesario.
- En algunos casos los equipos mini-Split estaban siendo operados a temperaturas muy altas (29-30°C), para calefacción la temperatura recomendada es 21°C
Cada 1°C que se suba la temperatura de operación incrementa en promedio un 8% el consumo eléctrico del equipo. Es decir que las temperaturas seleccionadas son muy ineficientes ya que solicitan 8-9°C más que la temperatura recomendada.



Equipos mini-Split utilizados para calefacción programados con temperaturas altas e ineficientes 30°C y 29°C – Fuente: Visita técnica

En los espacios donde se solicitaban 29-30°C se midieron temperaturas de 24°C, se explica porque:

- los equipos no tienen la capacidad de calefacción para llegar a las temperaturas solicitadas por consiguiente trabajarán continuamente a máxima capacidad y consumirán demasiada energía.
- Solicitar temperaturas eficientes como 21°C, permite que el equipo trabaje por ciclos y optimice su consumo energético.

5.3.2. Aire acondicionado-AA (por completar con visita en verano)

5.3.2.1. Eficiencia de los equipos

Los equipos utilizados son individuales del tipo mini-Split, la eficiencia promedio este alrededor COP = 2,8 y 3 se considera baja eficiencia para este tipo de equipos.

El 86% del área considerada en la auditoria tiene AA. Se utiliza unas pocas semanas al año, durante la temporada más caliente del verano.

- Debido a que el edificio se ocupa en las horas de menor exposición al calor durante el día, y que el clima indica pocas necesidades de aire acondicionado, se esperaría que no haya uso aire acondicionado.
- Sin embargo, la ventilación natural actual no opera de manera eficiente para evacuar el calor de las ganancias internas y la envolvente del edificio no es eficiente para evitar las ganancias externas de calor.

Optimizando la ventilación natural e implementando medidas pasivas como ventilación natural nocturna, aislamiento de cubiertas, entre otras: se mejorará el desempeño térmico del edificio y se podría evitar usar AA.

De acuerdo con intercambios con los usuarios, el AA se usa las semanas de mayor calor del verano, en estaciones intermedias, la ventilación natural es suficiente.

5.3.2.2. Gestión y control

Los equipos son controlados individualmente por los usuarios. Esto puede incrementar el consumo por malas prácticas o por equipos que queden encendidos en periodos de desocupación.

Durante la visita se observó que el 55% de los equipos estaban configurados para operar a temperaturas de 25-27°C, mientras que el 20% restante operaba a temperaturas de 21-24°C. Es importante tener en cuenta que la temperatura recomendada para el aire acondicionado es de 26°C, y si se acompaña con el uso de ventiladores, la temperatura recomendada es de 27°C.

5.3.3.Refrigerantes aire acondicionado y calefacción

De acuerdo a las placas de los equipos, se estima que por lo menos el 20% de los equipos utiliza R-22,

El refrigerante R22 es de tipo HCFC: hydrochlorofluorocarbure, sus componentes tienen impacto sobre la capa de ozono. El uso de estos refrigerantes está reglamentado por el protocolo de Montreal.

Los equipos que usan R-22 se asocian a equipos antiguos y de baja eficiencia por lo que su renovación implica un impacto positivo sobre la capa de ozono y la eficiencia energética.

5.3.4.Ventilación mecánica

El edificio no cuenta con sistemas de extracción y suministro para garantizar las renovaciones de aire, únicamente con sistemas de ventilación natural como se presenta en la sección 3.3

Para recordar Calefacción, Aire acondicionado y Ventilación Mecánica:

- Los equipos utilizados para **calefacción y AA son individuales antiguos y de baja eficiencia**,
- Del área considerada en la auditoría: el **64% tiene calefacción a gas** y el **75% calefacción la eléctrica. La calefacción se** usa alrededor de 4,5 meses al año.
- Actualmente, la combustión del gas se realiza en las oficinas, lo que hace necesario mayor ventilación para retirar estos gases, pero también se expulsa parte del calor producido, lo que reduce la eficiencia del sistema.
- Se recomienda mejorar la **gestión de los equipos** de calefacción:
 - No hay sistemas para el control horario**,
 - en periodos de desocupación los equipos a gas permanecen en modo piloto, lo que representa un consumo innecesario.
 - Los equipos mini-Split pueden quedarse encendidos por las noches o fines de semana.
 - La gestión de las temperaturas es limitada y puede optimizarse:**
 - Los equipos a gas no cuentan con termómetros o termostatos para la gestión de las temperaturas, lo que ocasiona que los equipos se usen para temperaturas ineficientes,
 - Algunos equipos mini-Split son programados con **temperaturas ineficientes (29-30°C)**, ocasionan **altos consumos**, se recomienda operar los equipos a 21°C.
- El AA se usa entre 21-25°C, la temperatura recomendada es de 26°C y 27 con ventiladores.
- La eficiencia de la gestión y control del uso de aire acondicionado será revisada durante la visita al edificio en verano y plasmado en una actualización del presente informe
- De acuerdo con el análisis bioclimático, **estrategias como aislamiento térmico de la cubierta son eficientes para reducir pérdidas de energía por calefacción y AA**, mejorar el confort y así disminuir los consumos.
- Se estima que por lo menos el **20% de los equipos de calefacción y AA utiliza refrigerante R-22**, el cual tiene un impacto negativo sobre la capa de ozono, el uso de este refrigerante se asocia a equipos antiguos y de baja eficiencia, su renovación permite lograr ahorros energéticos.

5.4. Plomería

El sistema hidrosanitario del edificio no cuenta con bombas mecánicas para circular el agua, adicionalmente, no hay sistema de red contra incendios.

5.5. Otros equipos

Durante el recorrido se identificaron equipos varios que representan un consumo energético significativo para el edificio, en la siguiente tabla se identifican los equipos y su potencia de operación asociada:

Cantidad	Aparatos eléctricos	Potencia (W) *
4	Neveras	50
13	Dispensador de agua fría	530
5	Microondas	700
5	Cafeteras	700
72	Teléfonos	2,5
3	Impresora láser – Tirada media	500
12	Impresora láser – Tirada corta	300
5	Televisores 55"	322

*Las potencias corresponden a las fichas técnicas de acuerdo a la visita técnica o con información sobre productos comerciales similares a los observados en la visita.

Las impresoras, televisores tienen consumos representativos en reposo, es recomendable sensibilizar a los usuarios para que estos equipos se desconecten en los periodos de desocupación noches, fines de semana, vacaciones.

Las neveras y dispensadores de agua fría, son equipos de uso continuo que representan altos consumos durante el año, se recomienda ajustar las temperaturas de enfriamiento para evitar sobreconsumos.

Hay equipos varios de uso puntual, sensibilizar a los usuarios en el buen uso permite ahorrar energía.

Para recordar otros equipos:

- Existen equipos varios de **consumo continuo y alto consumo** como neveras y dispensadores de agua,
- Es importante **sensibilizar a los usuarios** para mejorar las practicas, como desconectar equipos varios en periodos de desocupación, **permite ahorrar energía** sin inversión.

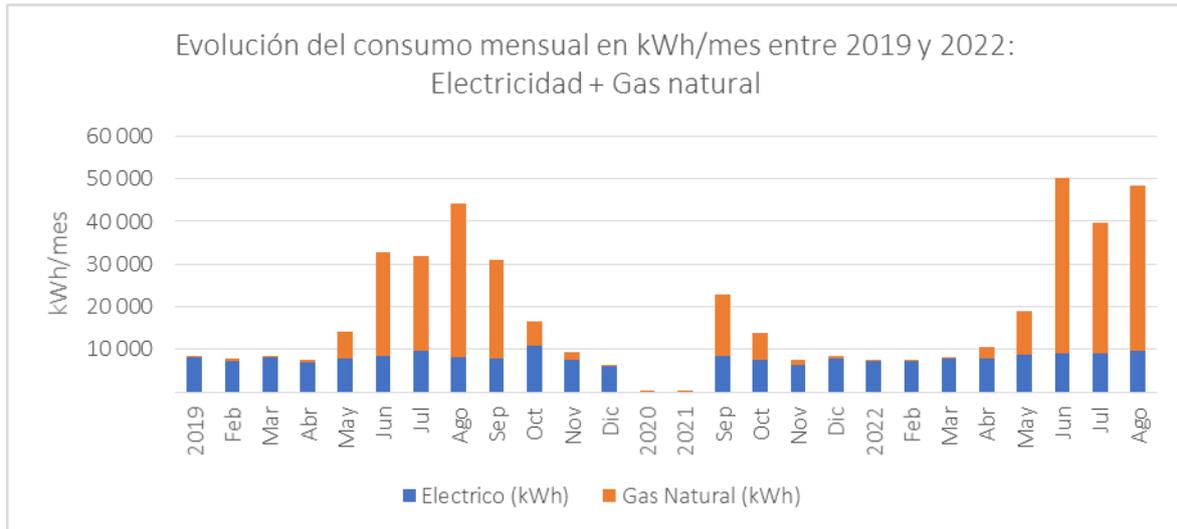
6. Análisis Energético

6.1. Facturas y análisis de los consumos reales

La empresa comercializadora de energía es EPEC.

Como principales consumos energéticos se tiene la electricidad y el gas natural (para calefacción).

El siguiente gráfico permite observar la evolución del consumo energético total mensual en kWh del edificio.



Evolución de los consumos en kWh entre 2017 y 2020– Fuente: registro consumo energético Bell Ville

Consumo eléctrico				Consumo gas natural*					
Mes-año	kWh	Mes-año	kWh	Mes-año	M3	kWh	Mes-año	M3	kWh
Ene-19	8 043	Ene-22	7 197	Ene-19	23	249	Ene-22	9	108
Feb-19	7 320	Feb-22	7 155	Feb-19	31	335	Feb-22	9	108
Mar-19	8 129	Mar-22	7 848	Mar-19	21	227	Mar-22	7	84
Abr-19	6 947	Abr-22	7 836	Abr-19	36	389	Abr-22	229	2 743
May-19	7 907	May-22	8 851	May-19	512	5 534	May-22	855	10 243
Jun-19	8 397	Jun-22	9 016	Jun-19	2 029	21 931	Jun-22	3 429	41 079
Jul-19	9 604	Jul-22	8 876	Jul-19	1 851	20 007	Jul-22	2 564	30 717
Ago-19	8 108	Ago-22	9 613	Ago-19	3 006	32 491	Ago-22	3 228	38 671
Sep-19	7 722	Sep-21	8 524	Sep-19	1 930	20 861	Sep-21	1 196	14 328
Oct-19	10 715	Oct-21	7 601	Oct-19	487	5 264	Oct-21	513	6 146
Nov-19	7 444	Nov-21	6 323	Nov-19	157	1 697	Nov-21	101	1 210
Dic-19	5 898	Dic-21	7 970	Dic-19	33	357	Dic-21	35	419
Prom. Año 2019	96 234	Promedio Año Sep-21/ago-22	96 810	Prom. Año 2019	10 116	109 340	Promedio Año Sep-21/ago-22	12 175	131 595
Prom. Mes 2019	8 020	Promedio mes Sep-21/ago-22	8 068						

Registro de consumo energético entre 2019 y 2022– Fuente: Facturas de energía

*El consumo de gas natural se puede expresar en unidades de volumen (m3) o unidades energéticas (kWh). El factor de conversión de m3 de gas natural a kWh utilizado fue de 11,98kWh/m3¹.

** No se tuvo información de consumo energético total, correspondiente a los meses entre ene-2022 y ago-2021 donde hubo desocupación por la pandemia y los valores no son representativos.

¹ Según Ministerio de Energía y Minería, el poder calorífico medio del gas natural en Argentina es de 8 300 kcal/m3. Adicionalmente consideramos que una kcal= 0,00116222kWh.

El consumo eléctrico tiene poca variación a lo largo del año y **el consumo de gas para calefacción es muy alto durante el invierno**. Se observa que también es usado en estaciones intermedias.

Comparando el consumo eléctrico mensual de 2019 con 2022 ha habido un incremento del 3,5%, no se tiene una razón precisa asociada.

Generalmente, esta tendencia puede ser asociada a mayor ocupación, mayor densidad de equipos (AA, ofimáticos, equipos eléctricos/electrónico) y pérdida de eficiencia de los sistemas técnicos.

La tendencia creciente de los consumos es superior a los ahorros logrados por la transición a iluminación LED.

Para evitar la tendencia creciente se recomienda:

- Sensibilizar a los usuarios del edificio en buenas prácticas de eficiencia energética,
- Hacer mantenimiento preventivo de los sistemas técnicos,
- Hacer seguimiento mensual de los consumos e identificar causas de variación.

Comparando el consumo de gas natural de 2019 con 2021/2022, hay un crecimiento 20%, puede ser asociado a

- Mayor uso de los equipos en modo piloto que genera desperdicios de energía,
- pérdida de la eficiencia de los sistemas,
- falta de mantenimiento del sistema.

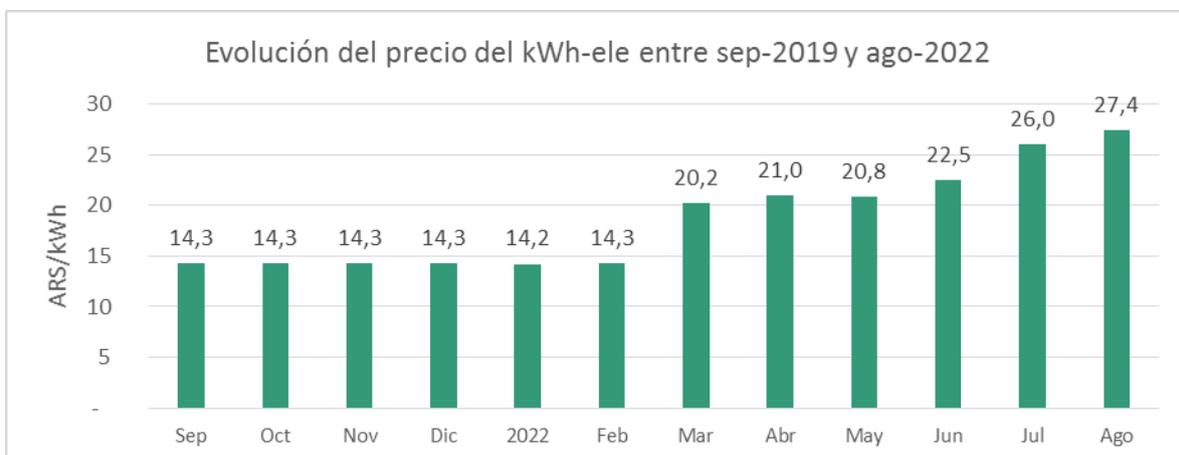
Es muy importante por medio del mantenimiento revisar si existen fugas ya que representarían un riesgo para la salud y bienestar de los ocupantes.

Se tomará como línea base el consumo promedio del último año de consumo correspondiente al periodo comprendido entre septiembre de 2021 y agosto de 2022:

Línea base	Anual (sep-21/ago-22)		Invierno (jun-22/ago-22)		Verano (dic-22/feb-22)	
	Gas natural	131 595	kWh/año	33 222	kWh/mes	191
	115,9	kWh/m2/año				
Electricidad	96 810	kWh/año	9 168	kWh/mes	7 441	kWh/mes
	85,3	kWh/m2/año				
Total (gas natural + electricidad)	242 667	kWh/año	42 391	kWh/mes	7 632	kWh/mes
	201,2	kWh/m2/año				

- Se toma como línea base el promedio anual 201,2 kWh/m2/año, el 58% corresponde a gas natural que es usado para calefacción y el restante a consumo de electricidad.
- Se observa que la temporada con mayor demanda energética es invierno con una línea base de 45 991 kWh/mes, mientras que verano tiene una línea base de 7 653 kWh/mes. La diferencia radica principalmente por el consumo de gas natural.

6.1.1. Análisis del precio del kWh



Evolución del precio del kWh eléctrico entre septiembre de 2019 y agosto de 2022 – Fuente: Bell Ville

Únicamente se tuvo las facturas eléctricas entre septiembre de 2019 y agosto de 2022. La gráfica presenta el costo del kWh de acuerdo a las facturas eléctricas. **En este periodo de tiempo, el valor del kWh-eléctrico creció un 92%, es decir es casi doble. Se asocia principalmente a temas de inflación.**

No se pudo obtener facturas de gas, sin embargo, los interlocutores indicaron que el precio más reciente del m³ de gas es 18,3 ARS/m³.

Para los cálculos de la línea base y de impacto de las estrategias de energía se tomará como referencia el precio del kWh más reciente es decir ago-2022.

- kWh-ele (Eléctrico) = 27,4 ARS/kWh
- kWh-GN (Gas Natural) = 1,7 ARS/kWh

Ya que el gas natural es más económico que el consumo eléctrico, puede ser una razón por la que se ha mantenido el sistema de calefacción del edificio. Sin embargo, se recomienda sustituirlo, ya que tiene muy baja eficiencia con altas pérdidas energéticas y representa un riesgo para la salud y bienestar de los ocupantes.

Por el crecimiento del kWh **se hace muy importante la implementación de estrategias de ahorro de energía** en los diferentes tipos de consumo eléctrico del edificio para ahorrar energía y así limitar los gastos relacionados.

6.1.1. Análisis de los costos del consumo energético

Considerando los costos más recientes de la energía y el consumo de línea base, se tiene que los gastos asociados al consumo energético corresponden a 2 873 522 ARS, de los cuales 2 650 598 ARS corresponden a consumo eléctrico (92%) y 222 924 ARS corresponden a consumo de gas natural (8%).

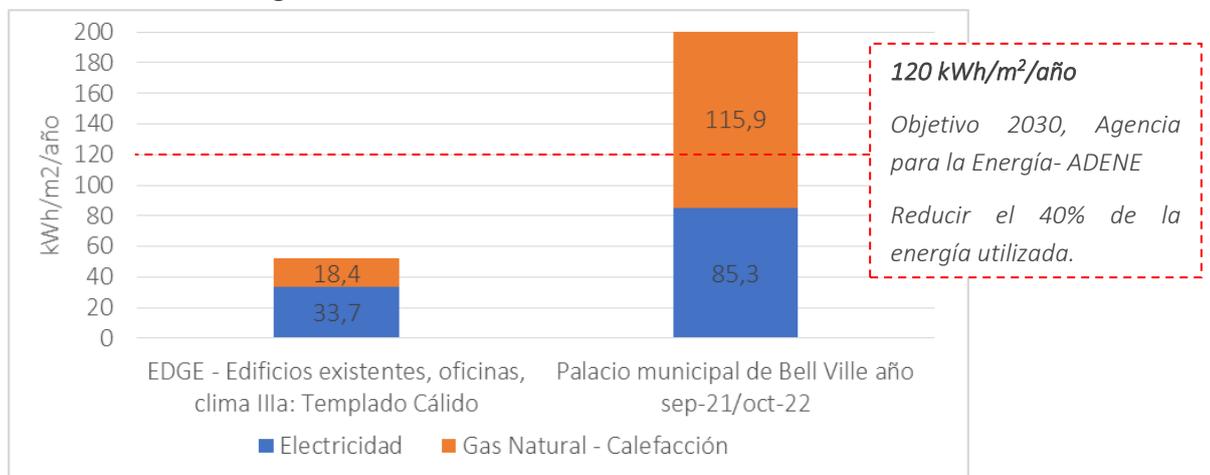
Desde el punto de vista económico es muy importante actuar sobre los consumos eléctricos.

6.2. Punto de referencia

Para tener un punto de vista sobre los datos de consumo del edificio, se hizo una comparación con los datos de la herramienta EDGE, que corresponde al consumo promedio de la tipología oficinas en la misma zona climática: Adicionalmente la gráfica incluye los objetivos.

Siguiendo las iniciativas internacionales de la “Agencia para la Energía- ADENE” y la adhesión de la RAMCC a su protocolo, se sugieren los siguientes objetivos a cumplir para el año 2030 en edificios públicos:

- Reducir el 40% de la energía utilizada. 5% proveniente de la renovación bioclimática de edificios.
- 10% de la energía proveniente de autoconsumo a partir de energías renovables.
- Reducir 20% el consumo de agua.



Comparación del consumo con otros indicadores y metas de ahorro energético— Fuente: EDGE y Facturas energéticas Bell Ville

Respecto a EDGE para edificios de la misma tipología en el mismo clima, se puede identificar que el edificio tiene un alto potencial de ahorro energético. Ya que el consumo del edificio es casi 3,7 veces el consumo de referencia.

De acuerdo a la experiencia de TERA0, analizando los equipos técnicos del edificio de Bell Ville y las condiciones climáticas no se espera que la diferencia sea tan alta. Se puede pensar que **la línea base planteada por EDGE corresponde más a indicadores de edificios nuevos de alta eficiencia energética.**

Por lo que este punto de comparación puede ser considerada como una meta de a la que puede llegar el edificio de Bell Ville implementando un escenario ejemplar del plan de eficiencia energética, que requiere de grandes esfuerzos.

- El uso de gas natural para calefacción marca la diferencia más representativa, ya que es 5,8 veces mayor que el valor de referencia. Principalmente por que el sistema actual es de muy baja eficiencia, con grandes pérdidas energéticas por infiltraciones y por bajas propiedades térmicas de la envolvente.
- El consumo eléctrico es 2,5 veces mayor.
 - o Como indicamos previamente, los indicadores corresponden más a los de un edificio nuevo que utiliza equipos nuevos de alta eficiencia (ofimáticos, iluminación, servidores, etc...).
 - o Adicionalmente como se presenta en el anexo 8.5 la línea de referencia considera un consumo muy bajo de AA, lo que es razonable ya que las condiciones climáticas no sugieren necesidades de AA y el edificio de Bell Ville tiene alta densidad de estos equipos.

El edificio puede fácilmente lograr los objetivos de la agencia para la Energía-ADENE.

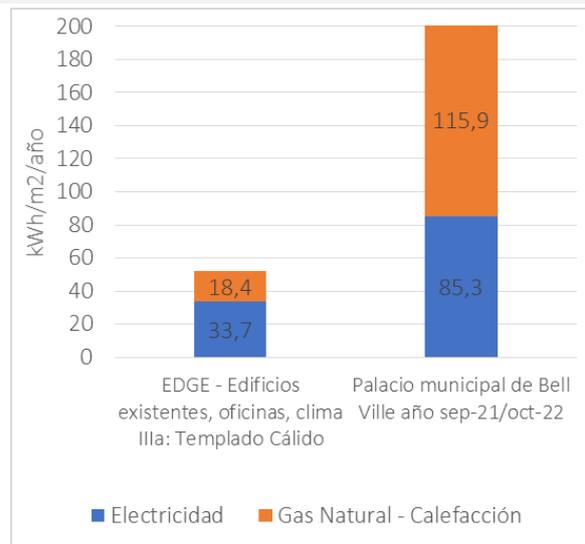
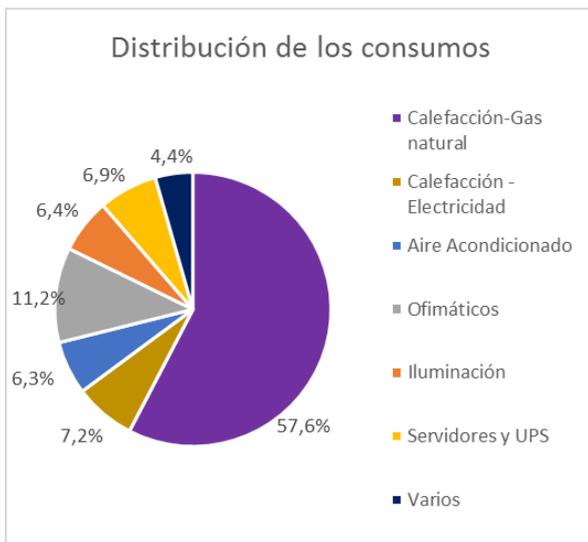
6.3. Distribución de consumos

A continuación, se presenta la distribución del consumo de energía por categoría. Esa distribución fue estimada según el inventario de equipamiento junto con sus características de uso para hacer una reconstrucción de los consumos facturados. Para consolidar los valores, nos apoyamos también sobre la herramienta EDGE para contemplar los valores teóricos y verificar la distribución (Anexo 8.5).

De lo anterior, resulta la siguiente distribución de los consumos y costos.

Categorías	Distribución teórica (%)	Consumo promedio anual por m2 (kWh/m ² -año)	Consumo anual teórico por categoría (kWh)	Valor* facturado anual estimado por categoría* (ARS)
Calefacción gas natural	57,6	115,9	131 595	222 924
Calefacción eléctrica	7,2	14,4	16 360	447 921
Aire acondicionado	6,3	12,7	14 435	395 224
Ofimáticos	11,2	22,6	25 613	701 268
Iluminación	6,4	12,8	14 504	397 116
Servidores y UPS	6,9	13,9	15 830	433 406
Varios	4,4	8,9	10 068	275 663
Total energía	100,0	201,2	228 405	2 873 522

* Se utilizó el precio del kWh de Ago-2022: 27,4 ARS para energía eléctrica y de 1,7 ARS para gas natural.



*El indicador EDGE corresponde más a edificios nuevos.

Estimación de la distribución de los consumos del edificio y comparación con el consumo de un edificio tipo de oficinas ubicado en la misma zona climática utilizando la herramienta EDGE— Fuente: TERA0

Análisis

- El edificio tiene un **consumo de 201,2kWh/m2/año con buenos potenciales de ahorro energético**, es unas 3,7 veces con respecto al indicador de EDGE para edificios de la misma tipología en la misma zona climática.

El indicador de EDGE corresponde más a edificios nuevos por lo que esta comparación puede ser vista como una meta de ahorro energético implementando un escenario ejemplar del plan de EE.

- La calefacción por gas natural es **el 58% del consumo energético final total, es prioritario actuar sobre este uso de la energía**. Las acciones sobre este foco de consumo permitirán lograr ahorros representativos. Se puede mejorar con buenas practicas, diseño bioclimático (como aislamiento de cubiertas) y renovación del sistema actual.
- El consumo de calefacción con energía eléctrica representa el 7,2% del consumo final, con la transición a un sistema centralizado se podría evitar el uso de estos equipos.
- Los consumos de ofimáticos representan el 11,2% son altos porque hay mayor densidad de equipos de torre que consumen mucha más energía que los portátiles. Se puede lograr ahorros con sensibilización, buenas prácticas de uso y en futuras renovaciones privilegiando la selección de equipos portátiles.
- El consumo de aire acondicionado representa el 6,3% del consumo energético final total, aunque hay una alta densidad de equipos en el edificio, se usan únicamente durante unas semanas del año en los días más calientes del verano.
El clima en verano no es severo y el edificio se ocupa por la mañana cuando hay menores temperaturas, **se podría evitar el uso de AA con medidas pasivas**. Se verificará con las mediciones en verano.
- El consumo de iluminación corresponde al 6,4% del consumo total de las instalaciones, es eficiente ya que en algunos pasillos se aprovecha de iluminación natural, hay buena sectorización de la iluminación, y se ha avanzado significativamente en la transición a iluminación LED.

Se pueden lograr ahorros importantes con transición total a **iluminación LED**, mayor aprovechamiento de la **iluminación natural** y la implementación de **equipos que gestionen** la iluminación en función de la ocupación y los aportes de iluminación natural.

- El consumo de servidores y UPS es común para edificios de esta tipología, generan un consumo constante para el edificio.
- Los consumos de equipos varios tienen una participación del 4,4% en los consumos totales, se recomienda buenas prácticas como desconectarlos en horarios de desocupación como noches y fines de semana.

Para recordar - Consumos:

- **Entre 2019 y 2022 el consumo eléctrico creció un 3,5%**, puede ser asociada a mayor ocupación, mayor densidad de equipos (AA, ofimáticos, equipos eléctricos/electrónico) y pérdida de eficiencia de los sistemas técnicos.
- **Entre 2019 y 2022 el consumo de gas natural para calefacción creció un 20%**, puede ser asociado a: Mayor uso de los equipos en modo piloto que genera desperdicios de energía, pérdida de la eficiencia de los sistemas, falta de mantenimiento del sistema. Se recomienda hacer mantenimiento para verificar que no haya fugas.
- El costo de la energía aumenta considerablemente principalmente por temas de inflación. El precio del kWh eléctrico creció un 92% entre 2019 y 2022, **para agosto de 2022 el precio de la energía es de:**
 - kWh-ele (Eléctrico) = 27,4 ARS/kWh
 - kWh-GN (Gas Natural) = 1,7 ARS/kWh

Con estos costos y el consumo de línea base **el gasto anual es de 2 873 522 ARS**. El 92% es por consumo de **energía eléctrica**. Actuar sobre el consumo eléctrico permite los mejores ahorros económicos.

- El edificio tiene un **consumo de 201,2kWh/m2/año con buenos potenciales de ahorro energético**, es unas 3,7 veces con respecto al indicador de EDGE para edificios de la misma tipología en la misma zona climática.
El indicador de EDGE corresponde más a edificios nuevos por lo que esta comparación puede ser vista como una meta de ahorro energético implementando un escenario ejemplar del plan de EE.
- **La calefacción por gas natural es el 58%** del consumo energético final total. Las **acciones sobre este foco de consumo permitirán lograr ahorros energéticos representativos**. Se puede mejorar con buenas prácticas, renovación bioclimática (ej. como **aislamiento de cubiertas**) y **renovación del sistema actual**.
- **Ofimáticos es el 11,2%** del consumo total y el mayor uso de energía eléctrica. Son altos porque hay mayor densidad de equipos de torre que consumen mucha más energía que los portátiles.
- El **AA representa el 6,3%** del consumo energético final total. Aunque hay una alta densidad de equipos en el edificio, **se usan únicamente durante pocas semanas del año**, en los días más calientes del verano.
- **La iluminación es el 6,4% del consumo total**, es eficiente ya que en algunos pasillos se aprovecha de iluminación natural, hay buena sectorización y se ha avanzado significativamente en la transición a iluminación LED,
- De acuerdo a la **Agencia para la Energía- ADENE**, de la cual hace parte la RAMCC y así Bell Ville, para 2030 se tiene el objetivo de reducir el consumo energético final en un 40%. Se tendría una **meta de 120 kWh/m2/año**.

7. Plan de eficiencia energética

El diagnóstico permitió destacar acciones de ahorro de energía en varios aspectos.

- Acciones sobre el uso del edificio y sus equipos.
- Acciones de sensibilización a los usuarios.
- Acciones sobre la envolvente.
- Acciones sobre los equipos: eficiencia y gestión.
- Acciones sobre medición y monitoreo de los consumos.
- Acciones sobre el uso de energías renovables.

Los GEI corresponden a los Gases de Efecto Invernadero.

Para calcular los equivalentes de los kWh en kgCO₂/año, nos hemos apoyado sobre el último reposte de la Red Argentina de Energía Eléctrica disponible en su página oficial, correspondiente a 2019, que publicó el factor marginal de emisión de gases de efecto invernadero del SIN (Sistema Interconectado Nacional) y el factor de emisiones de gases de efecto invernadero para el uso de gas natural.

- Factor de conversión consumo de energía eléctrica = 0,4071 tCO₂/MWh.
- Factor de conversión consumo de gas natural = 1,95 tCO₂/dam³.

Para la estimación de los ahorros financieros, se tomó los precios de la energía correspondientes al último periodo facturado:

- kWh-ele (Eléctrico) = 27,38 ARS/kWh
- kWh-GN (Gas Natural) = 1,53 ARS/kWh

7.1. Resumen de las propuesta y priorización de las mejoras

Estrategias de ahorro de energía									
	Propuestas de Mejoría	Ahorro económico (ARS/año)	Ahorro energético (kWh/año)	Ahorro ambiental (kgCO2/año)	Inversión	Oportunidad	Escenario ligero	Escenario medio	Escenario ejemplar
1	*Buenas prácticas en uso de equipos Ofimáticos y en temperaturas en cuartos de Racks.	136 800	4 995	2 033	---	★★★★★			
2	*Programa de sensibilización para el manejo de las temperaturas de uso de los equipos eléctricos de calefacción y AA.	82 400	3 010	1 225	---	★★★★★			
3	Implementación de termostatos o termo-higrómetros para la gestión y sensibilización en el uso de los equipos de calefacción a gas.	15 600	9 212	1 662	\$	★★★★★			
4	**Implementar aleros en ventanería hacia la fachada Norte.	21 100	769	313	\$	★★★★★			
5	*Cambio de luminarias fluorescentes por tecnología LED y optimización de los niveles de iluminación.	172 300	6 294	2 562	\$\$	★★★★★			
6	*Implementación de gestión de la iluminación: sensor de presencia y luz día.	97 600	3 565	1 451	\$\$	★★★★★			
7	**Implementación de aislamiento térmico en la cubierta y optimización de la ventilación en verano.	388 200	71 084	15 188	\$\$\$	★★★★★			
8	**Implementación de aislamiento térmico en muros exteriores.	103 600	22 849	4 695	\$\$\$\$	★★★★★			
9	**Renovación sistema de calefacción.	187 500	110 703	19 972	\$\$\$\$	★★★★★			
10	*Implementación de sistemas de medición y monitoreo	106 000	3 872	1 576	\$\$	★★★★★			
11	*Implementación de paneles fotovoltaicos en cubierta para cubrir el 30% del consumo eléctrico.	795 200	29 043	11 823	\$\$\$	★★★★★			

*Estrategias que actúan solo sobre consumo eléctrico

**Estrategias que actúan sobre consumo eléctrico y el consumo de gas natural.

Nota: Las estrategias sobre el consumo eléctrico tienen mayor impacto económico. Ya que el consumo de electricidad es mucho más costoso que el consumo de gas natural.

Escenario	Ahorros financieros (ARS/año)	Ahorros energéticos (kWh/año)	Ahorros GEI (kgCO2/año)
Ligero	255 426	17 971	5 228
Medio	838 870	137 142	30 095
Ejemplar	1 740 074	170 057	43 495



7.2. Descripción de las acciones de renovación

1- Buenas prácticas en uso de equipos Ofimáticos y en temperaturas en cuartos de Racks.

Oportunidad: ★★★★★

Planificación de Trabajo: Inmediata

Resumen de la propuesta de mejoría



Programación Ofimáticos

Los equipos ofimáticos tienen la posibilidad de activar los modos de apagado de pantalla, suspensión e hibernación después de determinado tiempo sin actividad de los equipos.

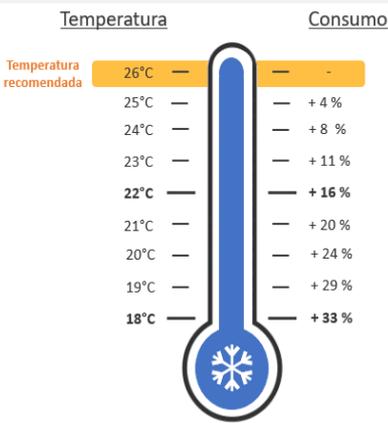
En la visita se observó que hay equipos ofimáticos sin uso y encendidos. Para la programación de los equipos se recomienda:

- Apagado de pantalla: Luego de 5-10 minutos,
- Activar modo hibernación: Luego 15-20 minutos,

Por lo cual, cada usuario dispone del uso inmediato de estas estrategias que alcanzan un 15% de ahorro sobre el consumo energético de los ofimáticos.

Se recomienda que la estrategia sea implementada con el apoyo del equipo de informática o de las TIC del edificio, para garantizar su correcta implementación.

Temperaturas de AA en Cuartos de Racks



Desde 2015, la ASHRAE (Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado) señala que los equipos localizados en datacenters pueden operar con temperaturas entre 15-32 ° C, para una higrometría entre 8 y 80%.

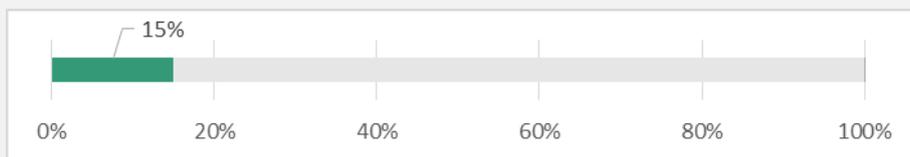
Durante la visita se observó que los equipos de AA en estos cuartos operan a 20°C. Desde el punto de vista energético, esta es una temperatura muy baja que ocasiona altos consumos energéticos,

Siguiendo las recomendaciones de ASHRAE y con el objetivo usar la energía de una manera más consiente, se recomienda operar los equipos a 26°C, Esta estrategia puede ser implementada directamente por los encargados de los cuartos de servidores.

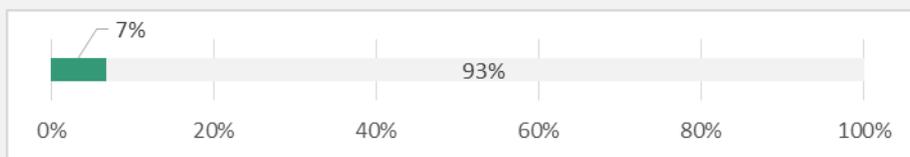
Ahorros

Ahorros financieros por año: **136 800 ARS/año**

Ahorros sobre: **OFIMÁTICOS**



Aire acondicionado de los cuartos de Racks



Ahorros energéticos por año	4 995 kWh/año
Ahorros de emisión GEI	2 033 kgCO2/año

Comentarios:**Programación ofimáticos:**

- Se estima que la estrategia aplica sobre el 90% del consumo de los computadores. considerando que algunos equipos, por ejemplo como los portátiles ya cuentan con esta estrategia implementada. Sin embargo, se recomienda sensibilizar a todos los usuarios y verificar la implementación y operación de las recomendaciones.
- Según estudios previos considerando condiciones de uso promedio de un edificio de oficinas, el ahorro energético de un equipo que utiliza programación de apagado de pantalla y suspendido es de alrededor del 15%.
- Se asume que la estrategia es implementada por el equipo de sistemas informáticos del edificio para garantizar la correcta implementación.

Temperaturas de AA en Cuartos de Racks:

TERAO llevo a cabo la simulación energética de un cuarto de servidores tipo y en base a esta identifico el consumo de aire acodiando en función de la temperatura de operación seleccionada.

El aire acondicionado en estos cuartos funciona 24/7 y se estima que representa alrededor del 28% del consumo de aire acondicionado

Los equipos son operados a 20°C, de acuerdo a lo observado durante la visita técnica. Pasar los equipos de 20°C a 26°C genera un ahorro energético de alrededor de 24%.

Así, el ahorro sobre los consumos de aire acondicionado corresponden a $28\% * 24\% = 7\%$

Factibilidad

Perturbación	Sin perturbación: <ul style="list-style-type: none"> - Tiene costo económico muy bajo o casi nulo, - puede implementarse con facilidad y directamente por personal del edificio, - no afecta las actividades normales del edificio.
Posibilidad de planeación de implementación	La implementación puede ser inmediata.

Costos y retorno	Cantidad	Precio Unitario	Total
Inversión total			0 COP
Periodo de recuperación			Inmediato

Comentarios: La implementación de esta estrategia depende del compromiso y concientización de los usuarios y de las personas de mantenimiento para el uso de estas herramientas de ahorro. Debe recalcarse que es una estrategia que no tiene costo asociado de inversión.



2- Programa de sensibilización para el manejo de las temperaturas de uso de los equipos eléctricos de calefacción y aire acondicionado.

Oportunidad: ★★★★★

Planificación de Trabajo: Inmediata

Resumen de la propuesta de mejoría

Un gran porcentaje de los espacios cuentan con calefacción y aire acondicionado, los cuales son operados con temperaturas que generan mayores consumos energéticos.

Según la zona climática, el estándar de confort ASHRAE 55 y recomendaciones de los fabricantes se recomienda utilizar temperaturas de operación adecuadas que disminuyan los consumos energéticos quedándose dentro de los rangos de confort.

Se recomienda que se sensibilice a los usuarios o que los equipos sean gestionados por ejemplo por el equipo de vigilancia y se adopten temperaturas eficientes en los controles:



Selección temperaturas verano / invierno – Fuente: U. de Murcia

Tipo de acondicionamiento	Temperatura recomendada
En invierno para calefacción	21°C o menos
En verano para aire acondicionado	25°C y si hay uso de ventiladores 27°C o mas

- Si el equipo está funcionando en modo calefacción y seleccionamos temperaturas superiores a 21°C, cada grado centígrado más representa un incremento de alrededor del 8% en el consumo energético.
- Si el equipo está funcionando en modo AA y seleccionamos temperaturas inferiores a 25°C, cada grado centígrado menos representa un incremento de alrededor del 8% en el consumo energético.

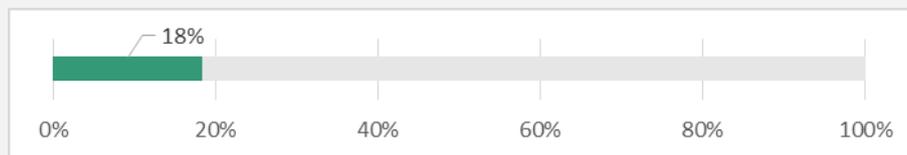
Las recomendaciones de temperatura aplican para todo tipo de equipos de calefacción y aire acondicionado, sin embargo, en el edificio únicamente los mini-Split cuentan con controles que facilitan su gestión.

Para los calefactores a gas se propuso la estrategia 3- que se estudia más adelante.

Ahorros

Ahorros financieros por año: **82 400 ARS/año**

Ahorros sobre: **Calefacción-electricidad**



Aire Acondicionado

Por complementar luego de la visita en verano.

Ahorros energéticos por año	3 010 kWh/año
Ahorros de emisión GEI	1 225 kgCO2/año



Comentarios:**Calefacción por equipos Mini-Split**

- De acuerdo a la visita se estima los siguientes usos de temperaturas y el ahorro asociado.

Temperatura de operación (°C)	Porcentaje de áreas a aplicar	Ahorros	Ahorro sobre el consumo total de calefacción
21°C o menos	10%	--	--
23-->21	40%	16%	6%
24°C o más-->21°C	50%	24%	12%
Total			18%

Implementando mejores prácticas en las temperaturas seleccionadas en los equipos de calefacción se alcanza un ahorro del 18% en el consumo energético de los equipos.

Aire Acondicionado

- De acuerdo a intercambios con los interlocutores del edificio, los equipos de AA son generalmente operados a 25-27°C, lo que corresponde a las recomendaciones del estándar de confort. Por lo que no se identifican ahorros asociados. Por verificar y actualizar luego de la visita en verano.

Factibilidad

Perturbación	Sin perturbación <ul style="list-style-type: none"> - Las temperaturas de operación se definen según estándares de confort, - Implementar la estrategia no tiene costos económicos para la entidad, puede ser implementada directamente por personal del edificio. - No afecta la realización de las actividades normales del edificio.
Posibilidad de planeación de implementación	Se puede planear inmediatamente, es una estrategia sin costo, puede ser implementada directamente por el personal del edificio.

3- Implementación de termostatos para la gestión y sensibilización en el uso de la calefacción a gas.

Oportunidad: ★★★★★

Planificación de Trabajo: corto plazo

Resumen de la propuesta de mejoría

Como se presentó en la estrategia anterior, utilizar temperaturas más altas durante la calefacción implica mayor consumo energético, en promedio, por cada grado centígrado más que solicitemos se incrementa el consumo energético de los equipos en un 8%.

Actualmente, los calefactores a gas no tienen termostatos que permitan ajustar la temperatura de los cuartos.

Se recomienda implementar termostatos para que los usuarios puedan conocer la temperatura del ambiente y así apagar los equipos de calefacción cuando se alcance una temperatura de 21°C.

Es necesario sensibilizar a los usuarios para acoger las recomendaciones. Disminuir el tiempo de operación no solo reduce el consumo energético sino que también mejora la calidad del aire ya que se reducen los gases producto de la combustión.

Los termostatos servirán como elementos de control cuando se haga la renovación del sistema de calefacción (ver estrategia 9-).

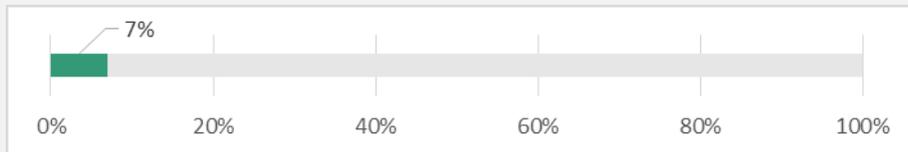


Ejemplo de termostato en oficinas
– Fuente: siberzon

Ahorros

Ahorros financieros por año: 15 600 ARS/año

Ahorros sobre: Calefacción-Gas Natural



Ahorros energéticos por año 9 212 kWh/año

Ahorros de emisión GEI 1 662 kgCO2/año

Comentarios: De acuerdo a las mediciones realizadas durante la visita, se estima que se pueden realizar las siguientes transiciones:

Temperatura de operación (°C)	Porcentaje de áreas a aplicar	Ahorros	Ahorro sobre el consumo total de calefacción
21°C o menos	35%	--	--
23-->21	55%	16%	9%
25-->21	10%	32%	3%
Total			12%

Como la estrategia depende directamente de los usuarios, se estima una aceptabilidad del 60%

Factibilidad	
Perturbación	Sin perturbación <ul style="list-style-type: none"> - Las temperaturas de operación se definen según estándares de confort, - Los termostatos no tienen alto costo y pueden ser reutilizados cuando se haga la renovación del sistema de calefacción a gas. - No afecta la realización de las actividades normales del edificio.
Posibilidad de planeación de implementación	Puede implementarse a corto plazo, se puede realizar por etapas y directamente por el equipo de mantenimiento del edificio. Requiere poca inversión.

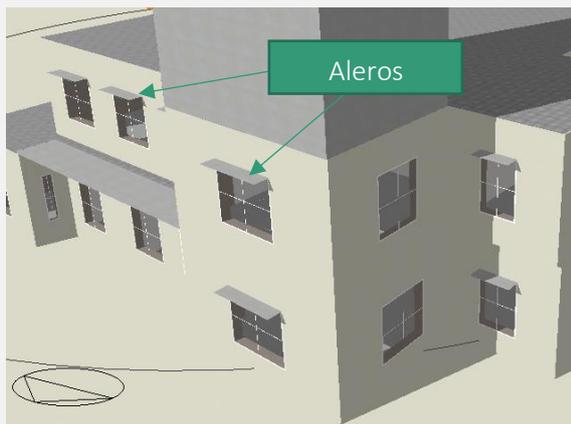
4- Implementar aleros en ventanería hacia la fachada Norte

Oportunidad: ★★★☆☆

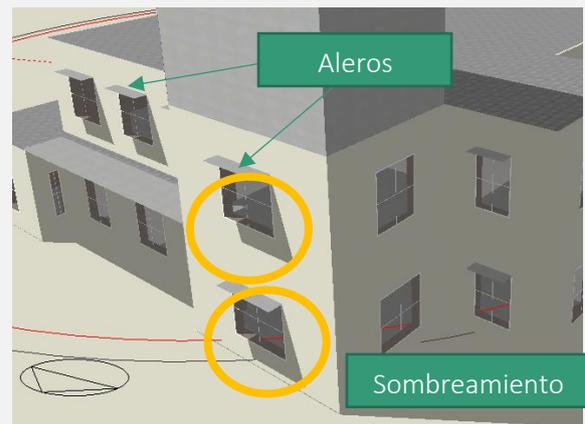
Planificación de Trabajo: Mediano plazo

Resumen de la propuesta de mejora

La fachada Norte permite utilizar sombreamientos que maximizan el control sobre los aportes de calor e iluminación natural. En esta fachada se recomienda implementar protecciones solares del tipo aleros, como se muestra en las siguientes imágenes:



Invierno: 15/julio



Verano: 15/enero

Comportamiento del sombreamiento de aleros en fachada Norte – Fuente: Simulación TERA0

Se observa que estas protecciones solares permiten:

- Durante el verano proteger las ventanas del sol y reducir el calentamiento de los espacios,
- Durante el invierno, no impide la entrada de ganancias solares para calentar los espacios,
- A diferencia de las cortinas, permite un mayor aprovechamiento de la iluminación natural.

Esta estrategia puede implementarse cuando se tenga proyectado renovar la ventanería, en la fotografía de la derecha se presenta un ejemplo del tipo de protección que se puede utilizar junto con la ventanería.

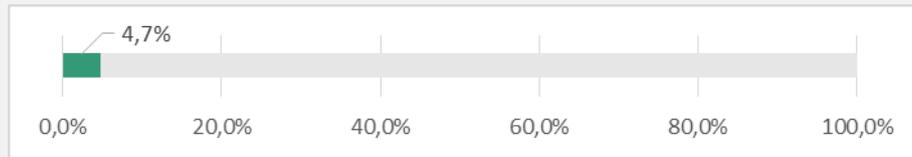


Cortinas exteriores plegables como cortasoles – Fuente: archiexpo.es

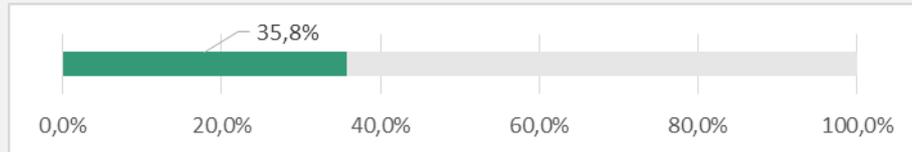
Ahorros

Ahorros financieros por año: **21 100 ARS/año**

Ahorros sobre: Aire Acondicionado de áreas intervenidas



Iluminación zonas intervenidas



Ahorros energéticos por año

769 kWh/año

Ahorros de emisión GEI

313 kgCO2/año

Comentarios: Los espacios intervenidos son:

Piso 1: Recursos Humanos. Jefatura

- Cajas
- Obras Privadas y Catastro
- Control de Compras y Catastro
- Compras
- Contrataciones y Suministros

Piso 2

- Sala de reuniones del Ejecutivo
- Oficina del Intendente
- Oficialía Mayor
- Secretaría de Coordinación de Gabinete
- Secretaría de Gobierno

Ahorros sobre AA

Los ahorros fueron estimados utilizando una simulación térmica dinámica realizado por TERA0 en el software Design Builder, el cual permitió evaluar la evolución del consumo energético del aire acondicionado si se implementa aleros en los espacios orientados hacia el norte.

Ahorros sobre iluminación

Implementar aleros permitiría aprovechar más de la iluminación natural abriendo por más tiempo y con mayor frecuencia las cortinas exteriores,

Se usó una simulación térmica dimana, para identificar el tiempo que la iluminación natural garantiza los niveles mínimos de iluminación según a las condiciones arquitectónicas en cada espacio.

Se logra reducir en un 36% el uso de la iluminación artificial, es necesario sensibilizar a los usuarios para abrir las cortinas y apagar las luminarias cuando la iluminación natural es suficiente. Se ve posible y de alta aceptabilidad, ya que algunos usuarios del edificio lo hacen actualmente.

Factibilidad

Perturbación

- Las obras no afectan las actividades normales del edificio,
- con apoyo de arquitectura se pueden identificar alternativas que no afecten la arquitectura tradicional del edificio,
- esta estrategia está pensada para mejorar el confort de las personas, la iluminación natural ofrece una mejor calidad de iluminación.

Posibilidad de planeación de implementación

Puede implementarse a mediano plazo. Requiere una inversión mediana.



5- Cambio de luminarias fluorescentes por tecnología LED y optimización de los niveles de iluminación

Oportunidad: ★★★★★

Planificación de Trabajo: corto plazo

Resumen de la propuesta de mejoría

Se recomienda sustituir las luminarias ineficientes del tipo fluorescente o fluocompactas por luminarias LED, adicionalmente se recomienda que las renovaciones que se realicen implementen diseños que garanticen niveles de iluminación eficientes es decir entre 300-400 lx para áreas de oficina.



Ejemplo de Luminaria LED T8

Las luminarias LED:

- Consumen alrededor de un 50% menos que luminarias fluorescentes,
- El sobrecosto se recupera alrededor de los 3 años,
- Tienen una vida útil alrededor de 5 veces a la de las luminarias fluorescentes.

Es importante seleccionar el tipo de luminarias y la distribución en función de uso de los espacios y las zonas de trabajo, para evitar zonas sobre iluminadas, que ocasionan desperdicios de energía y cansancio visual.

Para garantizar esto, se recomienda que las renovaciones sean acompañadas de fotometrías que garanticen niveles de iluminación de acuerdo a la siguiente tabla y evitar niveles de iluminación superiores:

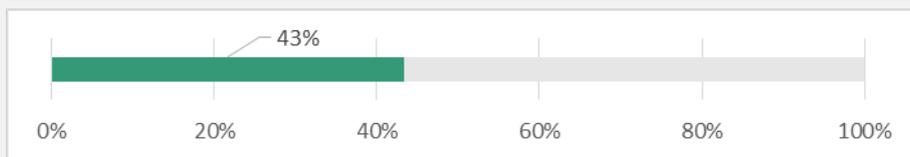
Uso del espacio	Rango de Niveles de iluminación
Oficinas, salas de conferencia	300-400 lx
Circulaciones	100-200 lx
Baños	100-150lx

Nota: En el caso de existir una política de la empresa o reglamentación local, acatar los valores más cercanos a las recomendaciones de la tabla anterior.

Ahorros

Ahorros financieros por año: **172 300 ARS/año**

Ahorros sobre: Iluminación



Ahorros energéticos por año

6 294 kWh/año

Ahorros de emisión GEI

2 562 kgCO2/año

Comentarios: Al lograr una transición total de iluminación fluorescente a LED acogiendo las recomendaciones sobre los niveles de iluminación y de acuerdo al inventario de luminarias se estima que:

Densidad de potencia de iluminación actual	Densidad de potencia de iluminación luego de la renovación	Ahorro
5,3 W/m2	3 W/m2	43%



Factibilidad	
Perturbación	Perturbación mediana, <ul style="list-style-type: none"> - Se deben intervenir las áreas de oficinas y puede afectar algunos días las actividades normales del edificio, - Puede ser implementada en paralelo con la estrategia 6-Implementación de equipos de gestión de la iluminación.
Posibilidad de planeación de implementación	Se puede planear a corto plazo o por etapas iniciando con las luminarias que más se usan al día, se pueden desarrollar las intervenciones en periodos de desocupación. Requiere una inversión mediana.

6- Implementación de gestión de la iluminación: sensor de presencia y luz día

Oportunidad: ★★★☆☆

Planificación de Trabajo: Mediano plazo

Resumen de la propuesta de mejoría

Opción 1

Se recomienda implementar sensores de presencia con apagado automático por niveles de iluminación natural, lo que permitirá que la iluminación:

- Se encienda únicamente en los espacios ocupados,
- se mantenga apagada cuando el aporte por iluminación natural es suficiente.

A continuación, se presenta un ejemplo de las especificaciones del tipo de sensor recomendado.

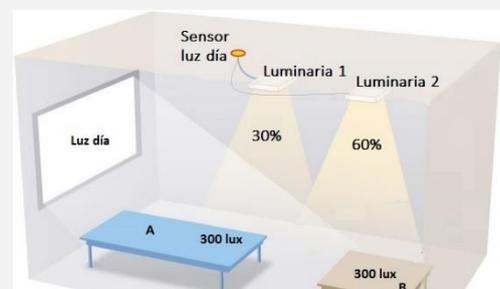
CARACTERÍSTICAS		Funciones Adicionales
VOLTAJE:	120VAC 50/60 Hz	El sensor ASR02 incluye varios modos de trabajo y ajustes útiles para lograr el máximo ahorro de energía en la instalación: <ul style="list-style-type: none"> - Modo de ahorro por luz natural: El sensor apagará automáticamente las luminarias cuando el nivel de iluminación detectado sea superior al nivel configurado. - Ajuste de retardo: Permite ajustar el tiempo que el sensor mantendrá la iluminación encendida después de no detectar ningún movimiento.
CARGA MAXIMA INCADESCENTE:	800W	
CARGA MAXIMA CFL Y LED:	200W	
IP:	20	
RANGO DE DETECCION:	360°	
DISTANCIA DE DETECCION:	6m. Max	
CODIGO RETILAP:	TIC3	
TIEMPO MINIMO:	10sec ± 3sec AJUSTABLE	
TIEMPO MAXIMO:	7min ± 2min AJUSTABLE	
LUZ AMBIENTE :	<3 - 2000 LUX AJUSTABLE	
ALTURA DE MONTAJE:	2.2 - 4m	
VELOCIDAD DE DETECCION DE MOVIMIENTO:	0.6-1.5 m/s	

Características y funciones de un sensor de presencia con fusión de ahorro por luz natural – Fuente: TERA0

Opción 2

Se recomienda implementar sensores de presencia con atenuación de las luminarias en función de los aportes de iluminación natural, lo que permitirá que la iluminación:

- Se encienda únicamente en los espacios ocupados,
- Las luminarias operen a una potencia menor según sean los aportes de iluminación natural y se mantenga apagada cuando la iluminación natural es suficiente.



Ejemplo de la operación de un sensor luz día con luminarias dimerizables

Como se observa en la gráfica de la izquierda la luminaria más cercana a la ventana requiere emitir menos luz y por lo tanto consumir menos energía para garantizar 300 lx sobre los puestos de trabajo.

Para implementar la opción 2, es necesario que las luminarias utilizadas especifiquen en su ficha técnica que son dimerizables.

En el análisis de esta propuesta se considera la opción 1, ya que permitiría lograr buenos ahorros energéticos sin la necesidad de incurrir en altos costos económicos obteniendo un retorno mayor de la inversión.

También es necesario sensibilizar a los usuarios para que aprovechen más la iluminación natural abriendo con mayor frecuencia las cortinas.

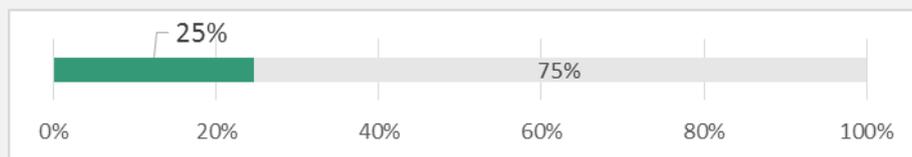
Esta estrategia es aplicable a todas las zonas, independiente de su uso (oficinas, pasillos, baños, etc.), los sensores del tipo infrarrojo permiten tener una alta precisión que evita alterar las condiciones de confort.

El sensor luz día debe ser programado de acuerdo a los niveles de iluminación óptimos presentados en la estrategia de renovación de iluminación, implementar esta 2 estrategias en conjunto permite resultados más eficaces.

Ahorros

Ahorros financieros por año: 97 600 ARS/año

Ahorros sobre: Iluminación



Ahorros energéticos por año

3 565 kWh/año

Ahorros de emisión GEI

1 451 kgCO₂/año

Comentarios: Los ahorros corresponden a implementar la opción 1 descrita previamente

- De acuerdo al estándar AHSRAE 90.1 sobre eficiencia energética de edificios, implementar sensores de presencia puede alcanzar un ahorro promedio del 10%.
- De acuerdo a simulaciones energéticas dinámicas realizadas por TERA0 en el software Design Builder, se ha identificado que para el porcentaje de ventanería observado en el edificio (30%) se puede lograr una disminución del tiempo de encendido de las luminarias en un 30%. Se debe considerar que alrededor del 45% de las zonas cuentan con aportes significativos de iluminación natural.

Factibilidad

Perturbación

Perturbación mediana,

- Se deben intervenir las áreas de oficinas y puede afectar algunos días las actividades normales del edificio,
- Puede ser implementada en paralelo con la estrategia 5- renovación de iluminación fluorescente por LED.

Posibilidad de planeación de implementación

Se puede planear a mediano plazo o por etapas iniciando con las zonas que más se usan al día, se pueden desarrollar las intervenciones en periodos de desocupación. Requiere una inversión mediana.

7- Implementación de aislamiento térmico en la cubierta y optimización de la ventilación en verano.

Oportunidad: ★★★★★

Planificación de Trabajo: Mediano plazo

Resumen de la propuesta de mejoría

La cubierta actual permite alta transferencia del calor entre el interior y el exterior:

- Durante el invierno, hace que el calor interno se pierda fácilmente ocasionando desperdicios de energía y que el sistema de calefacción tenga que operar por más tiempo.
- Durante el verano, cuando la radiación es fuerte sobre la cubierta permite que el espacio se caliente más fácil y el AA tenga que trabajar por más tiempo.

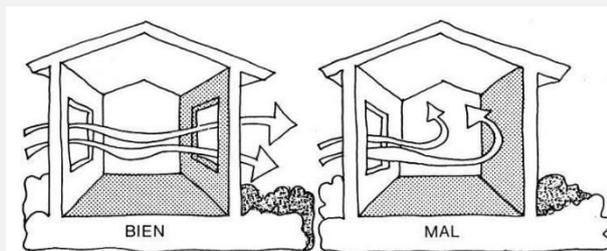
Se recomienda implementar 5 cm de aislamiento térmico en la capa interior de la cubierta, para prevenir las situaciones mencionadas previamente y ahorrar energía.

Existen soluciones de aislamiento que permiten un acabado estético sin la necesidad de implementar una capa adicional de otro material lo que reduce los costos de inversión inicial.

Adicionalmente se propone optimizar la ventilación durante el verano. El análisis del clima y las mediciones realizadas en sitio sugieren que el clima no es demasiado extremo, lo que significa que se puede evitar el uso del aire acondicionado durante el verano y en las estaciones intermedias. Para lograr esto, es importante concientizar a los usuarios del edificio para que trabajen juntos y activar los mecanismos de ventilación natural, como abrir ventanas y puertas.



Ejemplo oficinas con aislamiento térmico de cubierta – Fuente: FiberGlass



Ventilación natural eficiente y ruta de los caudales de ventilación natural para el edificio -Fuente: TERA0

Las imágenes anteriores muestran que cuando se activan conjuntamente los mecanismos de ventilación natural, se obtienen los mejores resultados. Por otro lado, si hay elementos que obstruyen la ventilación, las condiciones de confort pueden verse afectadas. Por lo tanto, es importante asegurarse de que los elementos que puedan obstruir la ventilación, como muebles o cortinas, se ubiquen de manera que no impidan la circulación del aire. De esta manera, se pueden crear ambientes agradables y confortables sin la necesidad de recurrir al uso del aire acondicionado.

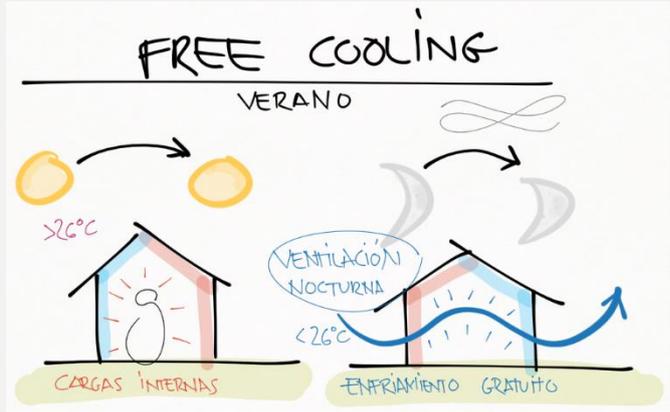


Ventilador de incrustar para incrementar la renovación de aire y fotografía ventilador de incrustar en cielo raso – Fuente: Elicent, visita técnica edificio de Caseros

Se sugiere la instalación de ventiladores empotrados en cielo raso para facilitar la evacuación del aire caliente y viciado. Esto ayudará a mejorar las tasas de renovación de aire y, por ende, a optimizar las condiciones de confort interior. Cabe destacar que esta propuesta no solo mejora el confort, sino también la calidad del aire, lo que representa una ventaja adicional importante.

Como medida complementaria, se sugiere utilizar la ventilación nocturna durante el verano para refrescar el edificio, ya que durante la noche se alcanzan temperaturas de 10°C a 14°C menos que durante el día.

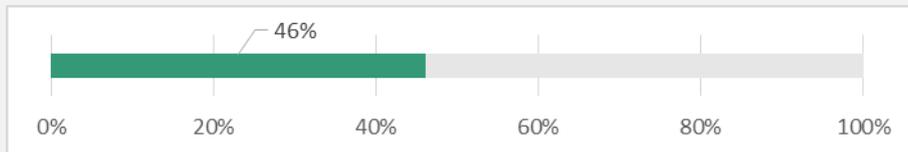
En la imagen de la izquierda se presenta gráficamente el concepto de ventilación natural nocturna – Fuente:angelsinocencio.com



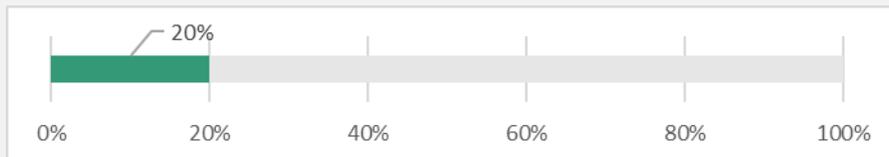
Ahorros

Ahorros financieros por año: **388 200 ARS/año**

Ahorros sobre: Calefacción Gas Natural y Calefacción eléctrica



Aire acondicionado



Ahorros energéticos por año

71 084 kWh/año

Ahorros de emisión GEI

15 188 kgCO2/año

Comentarios:

Los ahorros fueron estimados utilizando una simulación térmica dinámica realizado por TERA0 en el software Design Builder, que permitió evaluar la evolución del consumo energético del aire acondicionado si se implementa 5 cm de aislamiento térmico en cubierta.

La simulación térmica comparó el caso actual vs el caso propuesto (actual + 5cm de aislamiento). Se consideró un aislamiento térmico con un coeficiente de conductividad térmica de 0,042 W/m2K.

De acuerdo a la norma IRAM 11 603, hay una clasificación de eficiencia energética en función del aislamiento térmico de los muros y la cubierta.

U [W/m ² K]	Actual	IRAM 11 603	Propuesto
Cubierta	3,9	0,7	0,664

La tabla presenta la conductividad térmica de la cubierta: actual, mínimo recomendado por IRAM 11 603 y propuesto. Permite concluir que la estrategia cumple con los valores mínimos recomendados por la norma.

Factibilidad

Perturbación

- Las obras son rápidas y afectarían muy poco las actividades normales del edificio.
- Es importante que si primero se implementa la renovación de sistema de calefacción, el sistema de distribución contemplé el espacio necesario en la cubierta para implementar el aislamiento.

Posibilidad de planeación de implementación

Puede planearse a mediano plazo. Es una estrategia de alto costo, sin embargo, genera grandes ahorros y hace que cuando se renueven los equipos de calefacción se puedan comprar equipos de menor capacidad (más económicos y que consumen menos energía)

8- Implementación de aislamiento térmico en muros exteriores.

Oportunidad: ★★★☆☆

Planificación de Trabajo: Mediano plazo

Resumen de la propuesta de mejoría

Al igual que la cubierta, los muros son otro elemento sensible a la transferencia de calor entre el interior y el exterior:

- Durante el invierno, hace que el calor interno se pierda fácilmente ocasionando desperdicios de energía y que el sistema de calefacción tenga que operar por más tiempo.
- Durante el verano, permite que la radiación o calor exterior ingrese más fácil haciendo que los espacios se calienten más rápido y el AA tenga que trabajar por más tiempo.



Ejemplo aislamiento térmico de muros

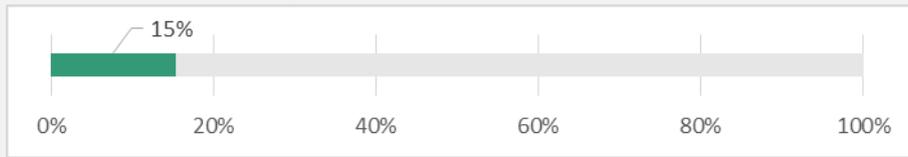
Se recomienda implementar 5 cm de aislamiento térmico en la capa interior de los muros, para prevenir las situaciones mencionadas previamente y ahorrar energía.

Los muros orientados hacia el sur, son los más sensibles a perder calor durante el invierno, ya que no reciben radiación durante ninguna época del año. En el caso de hacer una intervención progresiva o por fases de esta estrategia, estos serían los muros por donde se recomienda iniciar.

Ahorros

Ahorros financieros por año: **103 600 ARS/año**

Ahorros sobre: **Calefacción Gas Natural y Calefacción eléctrica**



Ahorros energéticos por año

22 849 kWh/año

Ahorros de emisión GEI

4 695 kgCO₂/año

Comentarios: Los ahorros fueron estimados utilizando una simulación térmica dinámica realizado por TERA0 en el software Design Builder, que permitió evaluar la evolución del consumo energético del aire acondicionado si se implementa 5 cm de aislamiento térmico en muros.

La simulación térmica comparó el caso actual vs el caso propuesto (actual + 5cm de aislamiento).

Se consideró un aislamiento térmico con un coeficiente de conductividad térmica de 0,042 W/m²K.

De acuerdo a la norma IRAM 11 603, hay una clasificación de eficiencia energética en función del aislamiento térmico de los muros y la cubierta.

U [W/m ² K]	Actual	IRAM 11 603	Propuesto
Muros	1,6	0,83	0,544

La tabla presenta la conductividad térmica de los muros: actual, mínimo recomendado por IRAM 11 603 y propuesto. Permite concluir que la estrategia cumple con los valores mínimos recomendados por la norma.

Factibilidad

Perturbación

Las obras son rápidas y afectarían muy poco las actividades normales del edificio.

Tiene un pequeño impacto en el área interior aprovechable, ya que los muros ocuparían 5-7 cm más de espacio hacia el interior.

Se recomienda primero implementar el aislamiento térmico, antes que la renovación de calefacción. Ya que estas reducen las necesidades térmicas y por consiguiente los equipos que se adquieran serán de menor capacidad (menor inversión y mayor ahorro en operación).

Posibilidad de planeación de implementación

Puede planearse a mediano o largo plazo. Es una estrategia de alto costo.

La estrategia de aislar la cubierta genera más ahorros y es más económica. Se recomienda priorizar el aislamiento de cubierta en caso que no se puedan implementar ambas soluciones simultáneamente.

9- Renovación sistema de calefacción

Oportunidad: ★★★★★
 Planificación de Trabajo: Mediano plazo

Resumen de la propuesta de mejoría

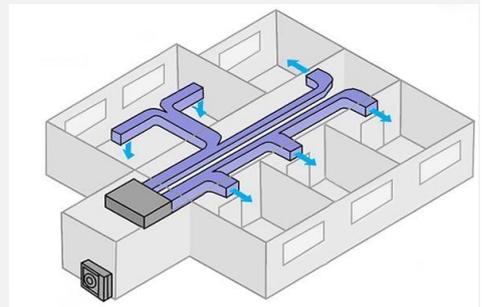
El sistema actual de calefacción a gas presenta varios inconvenientes:

- Utiliza equipos de muy baja eficiencia,
- la combustión del gas se realiza en las oficinas, lo que hace necesario mayor ventilación para retirar estos gases, pero también se expulsa parte del calor producido, lo que reduce la eficiencia del sistema,
- la combustión del gas en las oficinas reduce la calidad del aire y puede afectar la salud de los usuarios,
- los ductos de gas por el edificio, representan un alto riesgo para las instalaciones.



Equipo actual de calefacción

Además como se observa en el análisis energético el consumo de gas natural representa el 60% del consumo final de energía y es 5,7 veces mayor que el consumo de gas natural de un edificio que utiliza un sistema promedio de calefacción. Por consiguiente, existe un alto potencial de ahorro energético.



Ejemplo esquema de sistema de calefacción centralizado

Así, se recomienda renovar el sistema de calefacción, por un sistema centralizado. Esto permitiría:

- Mejorar considerablemente la eficiencia energética del sistema,
- reducir problemas asociados a la calidad del aire,
- reducir el riesgo que representan ductos de gas en el edificio,
- tener control central de las temperaturas y evitar desperdicios de energía por malas prácticas.

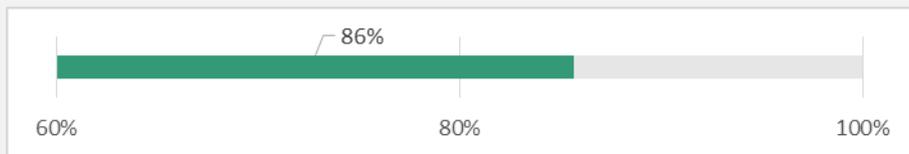
El sistema puede ser renovado por un sistema de centralizado de caldera con distribución de agua caliente (gas natural) o por un sistema de bomba de calor (electricidad).

Se recomienda privilegiar el sistema eléctrico ya que a futuro, la energía utilizada puede ser renovable, por ejemplo generada en el mismo sitio con paneles solares o por evolución de la matriz energética del país.

Ahorros

Ahorros financieros por año: **187 500 ARS/año**

Ahorros sobre: Calefacción Gas Natural



Ahorros energéticos por año	110 703 kWh/año
Ahorros de emisión GEI	19 972 kgCO2/año



Comentarios:

El ahorro fue estimado asumiendo que el edificio de Bell Ville reduce su consumo por m² a el consumo de un edificio tipo de oficinas en la misma zona climática según la herramienta EDGE, se pueden implementar estrategias adicionales que permitirían alcanzar un mayor ahorro energético por ejemplo:

- Seleccionando equipos de alta clasificación energética,
- Implementar recirculación de aire,
- Implementar recuperadores de calor,
- Implementar sistemas centralizados de gestión de las temperaturas,
- Implementar sistemas de velocidad variable.

Es importante solicitar a los contratistas vincular estándares de eficiencia energética en el diseño e implementación del proyecto.

Factibilidad

Perturbación	<ul style="list-style-type: none"> - Se deben realizar intervenciones arquitectónicas importantes que afectarían las actividades normales del edificio, - Se debe identificar un espacio disponible para la ubicación de los equipos de generación de calor, posiblemente se puede destinar un espacio de la cubierta. - El aislamiento térmico es un factor muy importante de la eficiencia energética, se recomienda que se implemente primero que la renovación del sistema de calefacción, esto permitirá seleccionar equipos de menor capacidad y por consiguiente de menor inversión y menor consumo durante la operación.
Posibilidad de planeación de implementación	Se recomienda una intervención rápida por el alto impacto energético y en el bienestar de los ocupantes, sin embargo, la inversión será importante, por lo que se puede estimar que puede ser implementado a mediano plazo.

10- Implementación de sistemas de medición y monitoreo

Oportunidad: ★★★★★

Planificación de Trabajo: Largo plazo

Resumen de la propuesta de mejoría

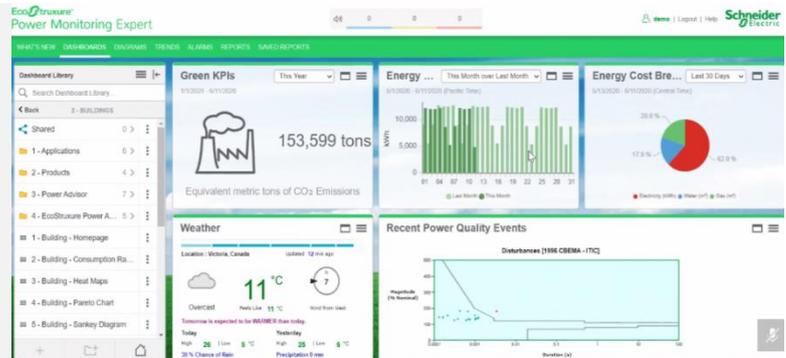
Permitirá al equipo técnico del edificio monitorear, analizar y actuar sobre las variables del consumo energético identificando problemas de uso u operación de los equipos.

El monitoreo se podrá realizar por uso de la energía (calefacción, aire acondicionado, iluminación, tomas corrientes)

Permitirá hacer seguimiento de la calidad de la energía y hacer una gestión adecuada de las estrategias de eficiencia energética implementadas.

Sera una herramienta de gran utilidad para el equipo de gestión y control de la energía en el edificio.

Esta estrategia no genera ahorros energéticos directos con su implementación, los ahorros generados dependen de la gestión energética de los encargados de la administración del edificio.



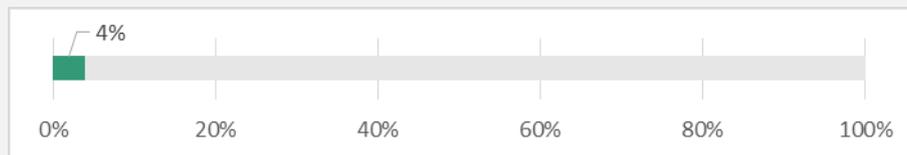
Plataforma gestión de energía de un edificio – Fuente: S. Electric

Ahorros

Ahorros financieros por año:

106 000 ARS/año

Ahorros sobre: Electricidad



Ahorros energéticos por año

3 872 kWh/año

Ahorros de emisión GEI

1 576 kgCO2/año

Comentarios:

Hacer monitoreo y seguimiento de los consumos permitirá identificar posibles sobreconsumos a causa del uso de los equipos y actuar sobre ellos. Se estima un ahorro del 4% sobre los consumos globales de acuerdo a experiencias y seguimiento de proyectos previos.

Factibilidad

Perturbación

Las obras no intervienen en las actividades normales del edificio

Posibilidad de planeación de implementación

La estrategia se puede implementar a mediano o largo plazo, se pueden priorizar otras estrategias de mayor impacto y menor costo. Es de inversión mediana.

11- Implementación de paneles fotovoltaicos en cubierta para cubrir el 30% del consumo eléctrico.

Oportunidad: ★★★★★

Planificación de Trabajo: Largo plazo

Resumen de la propuesta de mejoría

Es importante nombrar el orden de implementación ideal de estrategias de eficiencia energética. Se propone el siguiente orden de priorización:

1. Diseño bioclimático y medidas pasivas.
2. Usar equipos eficientes.
3. Implementación de energías renovables.

De ese modo se implementarán energías renovables cuando los consumos se han reducido al máximo.



Paneles fotovoltaicos en cubierta – Fuente proyectos acompañados TERA0

Se deben considerar dos tipos de paneles:



Paneles “Cristalinos”: representan el 90% del mercado mundial. Con una vida útil de al menos 25 años, son de dos tipos: **policristalinos**, con una eficiencia del 14 al 15% (140 a 150 Wp/m²), y **monocristalinos** con una eficiencia superior del 16 al 21% (160 a 210 Wp//m²), pero más caro y recomendado para superficies pequeñas y bien expuestas.



Paneles “Amorfos”: tecnología de capas delgadas, permite crear paneles flexibles. El panel amorfo funciona muy bien con poca luz, es decir, incluso cuando la radiación es difusa. Su rendimiento está entre el 6-9%.

Hay diferentes soluciones de instalación dependiendo de los paneles solares instalados:

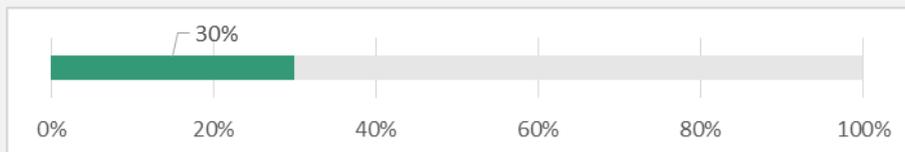
- **Superpuesto a la cubierta:** en una cubierta plana, los módulos se colocan sobre bastidores. Esto permite obtener un ángulo de inclinación que optimiza la producción de la superficie utilizada al tiempo que asegura la ventilación de la parte posterior del panel.
- **Integración en la cubierta,** como membrana impermeabilizante: en este caso la membrana se compone de dos elementos, una impermeabilización bituminosa/TPO y células fotovoltaicas amorfas. Esta solución permite la reparación de la impermeabilización y aislamiento de la cubierta.

Se recomienda la implementación de una planta fotovoltaica con una capacidad instalada de 22,1 kWp con paneles del tipo monocristalino utilizando el método de instalación suspendido.

Ahorros

Ahorros financieros por año: **795 200 ARS/año**

Ahorros sobre: **Consumo eléctrico**



Ahorros energéticos por año

29 043 kWh/año

Ahorros de emisión GEI

11 823 kgCO2/año



Comentarios: Según los planos suministrados, descartando zonas con potenciales sombreadamientos, se estimó que se dispone de las siguientes áreas como potenciales para la implementación de una planta fotovoltaica.

- Terraza del piso 2: 196 m² (área roja)
- Terraza del piso 3: 236 m² (área roja)
- Total: 432 m²

De los 432 m², se estima que el 65% de esa área es la neta aprovechable para la para la implementación de los paneles solares, a causa del espacio requerido para el tránsito, no generar sombreadamientos entre paneles y el espacio necesario para el mantenimiento de estos. Es decir 281 m² son el área neta de producción.



Considerando la eficiencia de un panel monocristalino promedio de 180W/m², se obtendría una planta de 50,6 kWp, la cual tendría una producción anual de 66 588 kWh/año. Esa producción representaría el 69% del consumo eléctrico lo que se considera muy alto y generaría sobreproducción en horarios de bajo consumo como las tardes y los fines de semana.

Esta sobreproducción se traduciría en pérdidas de no ser entregada la red y en el caso de ser vendida, podría tener una remuneración baja en comparación con el precio del kWh comercial.

Adicionalmente, con la implementación de una planta de menor tamaño se reducirían considerablemente los costos inversión inicial.

De ese modo se realizó el estudio para un tamaño de planta más conservador beneficiando los costos de inversión inicial y evitando la sobre producción.

Se estimó una planta que cubriera el 30% de los consumo energéticos totales, la cual corresponde a una capacidad de 22,1 kWp, la cual tendría una producción anual de 29 083 kWh/año.

Como hipótesis de instalación se consideró:

- Tipo de panel y eficiencia de los paneles: Panel de silicio cristalino de 180Wp/m²
- Perdidas del sistema: 15%
- Angulo de inclinación óptimo anual: 0° y ángulo de azimut de 180°.
- Posición de los paneles integrada al edificio.

*El ángulo óptimo varía a lo largo del año pero se puede considerar uno óptimo promedio anual, puesto que hacer un sistema con ángulo de posición libre aumentaría considerablemente los costos de implementación y operación sin tener un impacto tan representativo en la generación energética

Factibilidad

Perturbación

Las obras no afectan las actividades normales del edificio, las intervenciones del circuito eléctrico se pueden planear en periodos de desocupación. el mantenimiento de los primeros años puede ser incluido en el contrato de instalación para garantizar la correcta operación,

Posibilidad de planeación de implementación

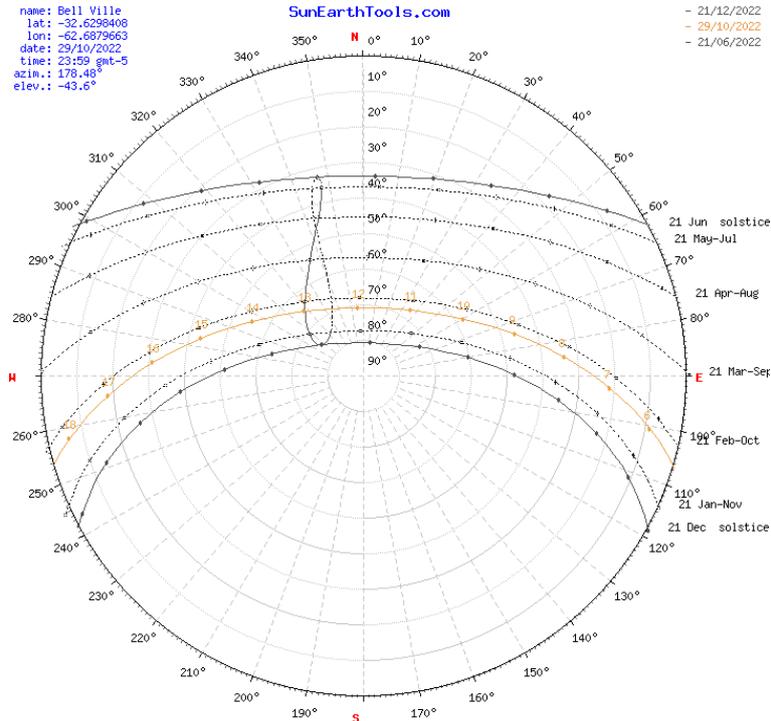
Se recomienda a mediano o largo plazo, luego de avanzar con las estrategias del escenario ligero y medio para alcanzar así el mejor desempeño sostenible. La mayor demanda en el mercado permite cada vez tener precios más asequibles.

Es una estrategia de alta inversión.

8. Anexos

8.1. Trayectoria del sol

Con la página web SunEarth Tool, se pudo descargar la trayectoria del sol para el proyecto.



Interpretación del gráfico

El diagrama solar permite conocer la posición del sol en el cielo según la latitud.

El centro del círculo representa el punto de observación y la circunferencia el horizonte.

El disco es la proyección de una media esfera centrado en este punto que representa la bóveda celeste. Las curvas de los meses son arcos de círculos centrados en el eje vertical que muestra las trayectorias del sol el día 21 de cada mes. Siete de ellos aparecen aquí: El más alto es el solsticio de verano (21 de junio) y el más bajo es el solsticio de invierno (21 de diciembre). Cada una de las curvas negras intercaladas corresponde a un mes: se pueden leer de arriba abajo (junio, mayo-julio, abril-agosto, marzo-septiembre) o de abajo a arriba (diciembre, enero-noviembre, febrero-octubre, marzo-septiembre).

Las horas son representadas por puntos sobre las curvas de los meses, en el centro del gráfico se observa la intersección de las 12:00 del mediodía para todos los meses del año.

Los círculos concéntricos representan la elevación del sol, el círculo de mayor radio representa la elevación del sol a 0°, al este cuando amanecer y al Oeste para el atardecer.

8.2. Equipos de medición

8.2.1. Equipo de medición de niveles de iluminación

Los niveles de iluminación se midieron con un Luxómetro LUTRON LM-81LX, que tiene las siguientes especificaciones generales:

Pantalla	13 mm Pantalla LCD
Medición	Lux / Foot Candle
Humedad de operación	Max. 80% RH
Temperatura de operación	0 A 50°C
Peso	160 g incluyendo batería

El equipo además presenta las siguientes especificaciones eléctricas:

Medida	Rango	Resolución	Precisión
Lux	0 a 2200 Lx	1 Lx	± 5%rdg ± 8 dgt
	1800 a 20000 Lx	10 Lx	
Foot-Candle	0 a 204 Fc	0,1 Fc	
	170 a 2000 Fc	1 Fc	

8.2.2. Equipo de medición de temperatura e higrometría

Las mediciones de temperatura e higrometría se midieron con un datalogger HOBO UX100-003 que tiene las siguientes especificaciones generales:

- Temp : -20° to 70°C (-4° to 158°F)
- Precisión: ±0.21°C from 0° to 50°C (±0.38°F from 32° to 122°F)
- Higo.: 15% a 95% (sin condensación)
- Precisión: ±3.5% de 25% a 85% incluyendo histéresis a 25°C (77°F); por debajo del 25 % y por encima del 85 % ±5 % típico
- Medición del punto de rocío
- Memoria: 84 000 mediciones
- Prueba de agua IP50
- Intervalos: 1 second to 18 hours, 12 minutes, 15 seconds
- Maxi / Mini / Alarmas
- Software de análisis y explotación
- D: 3.66 x 8.48 x 1.52 cm/ 30 g
- Al: Una batería de litio CR2032 de 3V

8.3. Zonas de confort

ASHRAE 55 permite informarse de los estándares de confort térmico y las condiciones necesarias para bienestar térmico de los ocupantes.

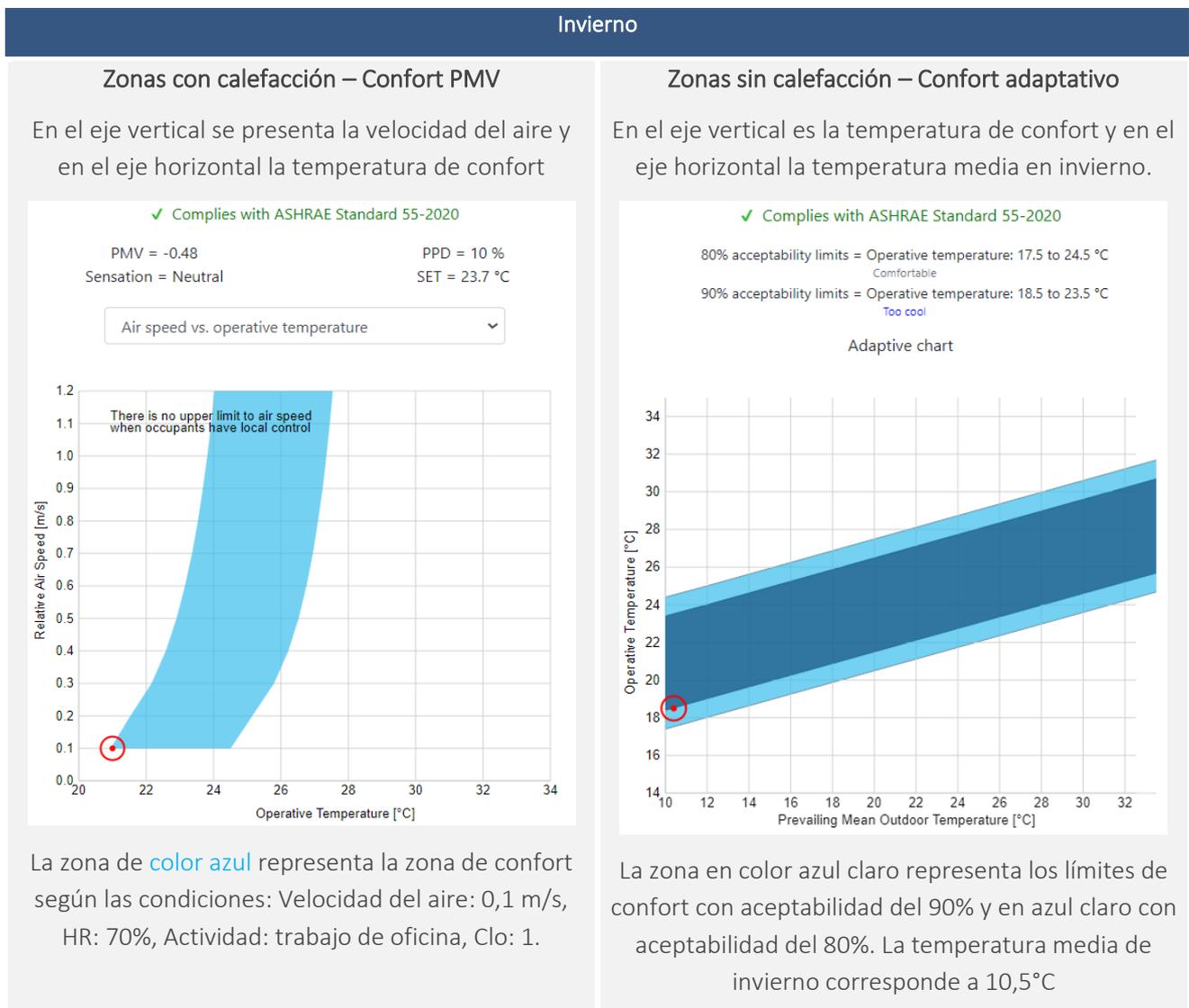
Se siguen 2 metodologías:

- Cuando los espacios se encuentran acondicionados: Con uso de calefacción o de Aire acondicionado utilizamos el método del Voto medio predictivo o PMV por sus siglas en ingles.
- Cuando no hay sistemas de climatización utilizamos confort adaptativo.

El estándar define los rangos de confort en función de: Velocidad del aire, Humedad Relativa-HR, tipo de actividad de los ocupantes, vestimenta de los ocupantes, temperatura interior y temperatura exterior.

El valor clo (clothing insulation) es una unidad utilizada para expresar el aislamiento térmico proporcionado por prendas de vestir y conjuntos de ropa. Se considera que según la temporada las personas utilizan prendas adaptadas para disminuir las sensaciones de frío/calor: En invierno consideramos un clo=1 y en verano un clo=0,6.

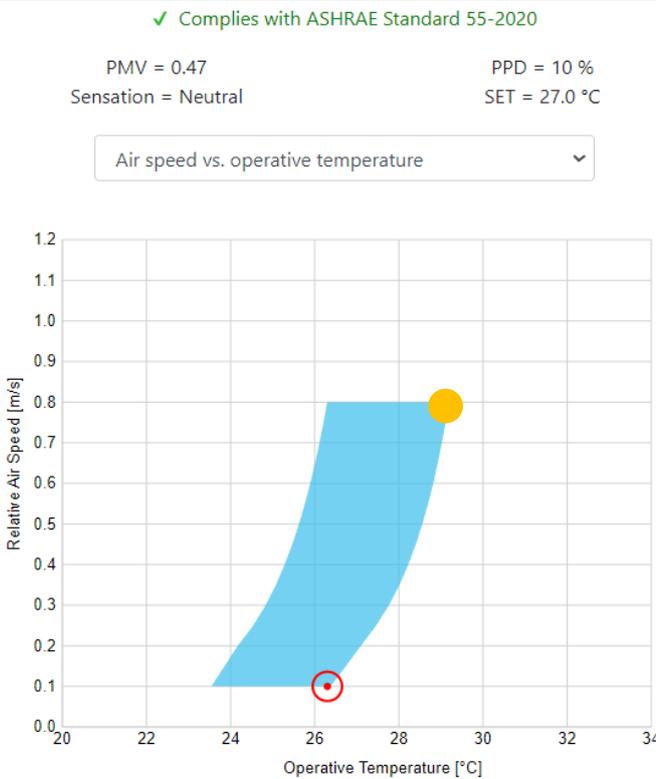
A continuación, se presentan los gráficos y consideraciones correspondientes a cada caso:



Verano

**Zonas con aire acondicionado y caso con ventiladores
Confort PMV**

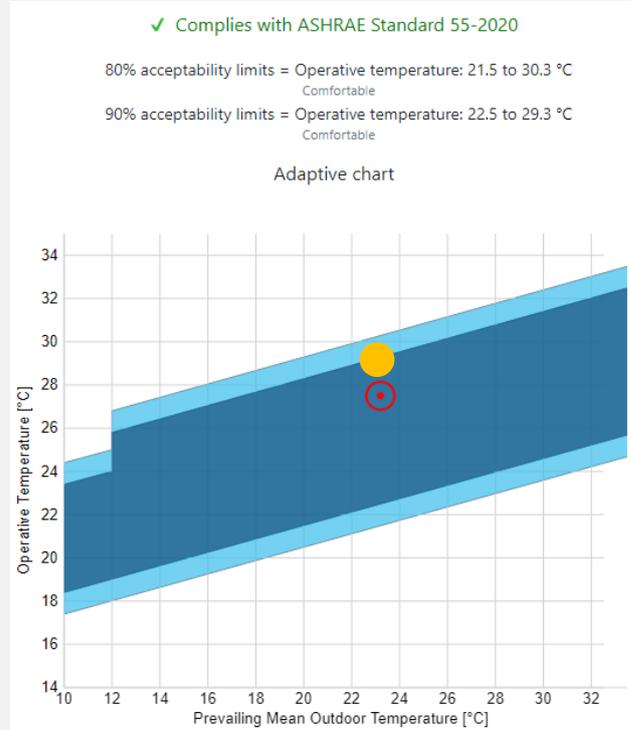
En el eje vertical se presenta la velocidad del aire y en el eje horizontal la temperatura de confort



La zona de **color azul** representa la zona de confort según las condiciones: Velocidad del aire: 0,1 m/s, HR: 70%, Actividad: trabajo de oficina, Clo: 0,6.

Ventilación natural y caso con ventiladores Confort adaptativo

En el eje vertical es la temperatura de confort y el eje horizontal la temperatura media en verano.



La zona en **color azul claro** representa los límites de confort con aceptabilidad del 90% y en azul oscuro con aceptabilidad del 80%. La temperatura media de invierno corresponde a 23,2°C.

El punto rojo representa la temperatura de confort máxima aceptada para verano, el punto naranja representa la temperatura máxima aceptada en verano que se logra con la utilización de ventiladores.

A continuación, se presenta el resumen de los valores de referenciad e cada caso

Tipo de acondicionamiento- Invierno	Temperaturas optimas de operación (°C)
Con calefacción	21°C
Sin calefacción	18,5°C

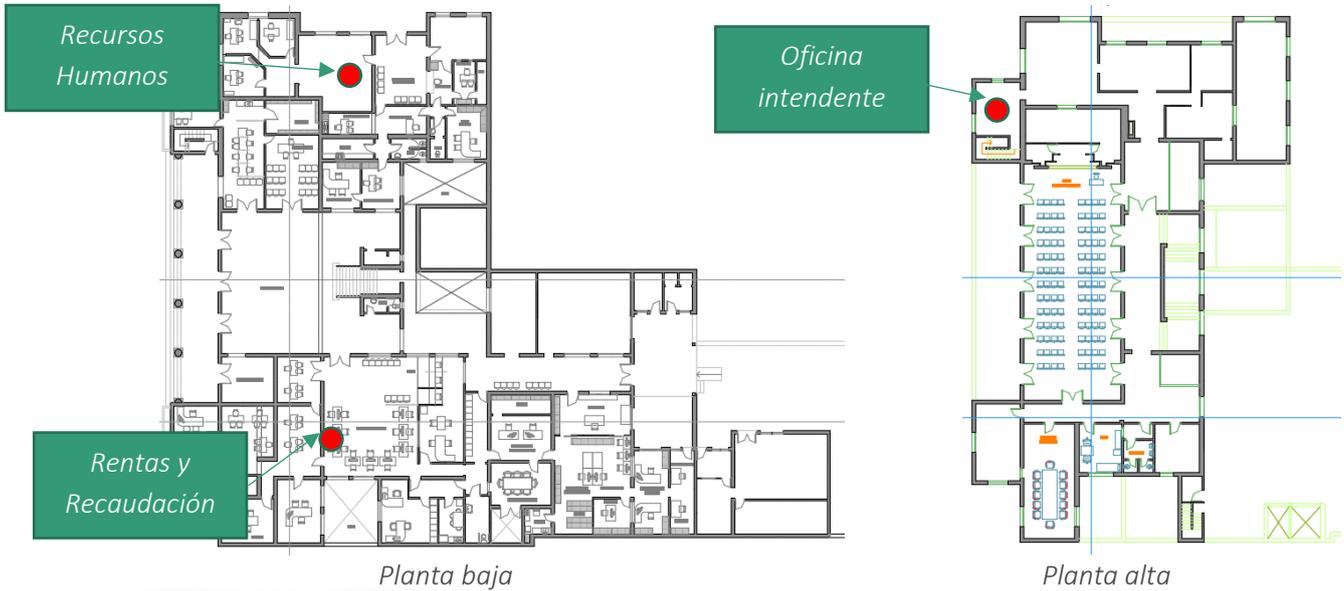
Tipo de acondicionamiento - Verano	Temperaturas optimas de operación (°C)
Con aire acondicionado	26,5
Con aire acondicionado + ventiladores	29
Ventilación natural	27,5
Ventilación natural + ventiladores	29



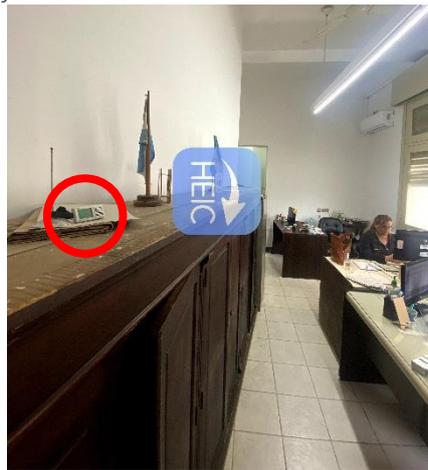
8.4. Mediciones de temperatura y humedad relativa

8.4.1. Mediciones de invierno

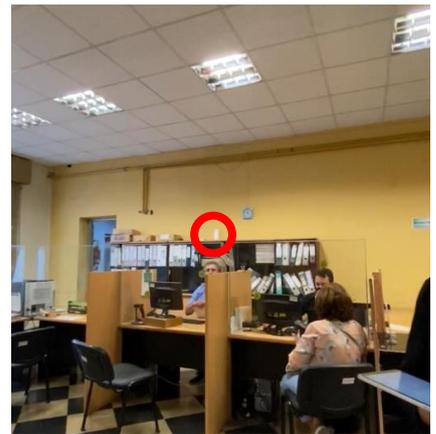
A continuación, se muestran la ubicación de los dataloggers implementados en el plano de planta del edificio.



Oficina intendente

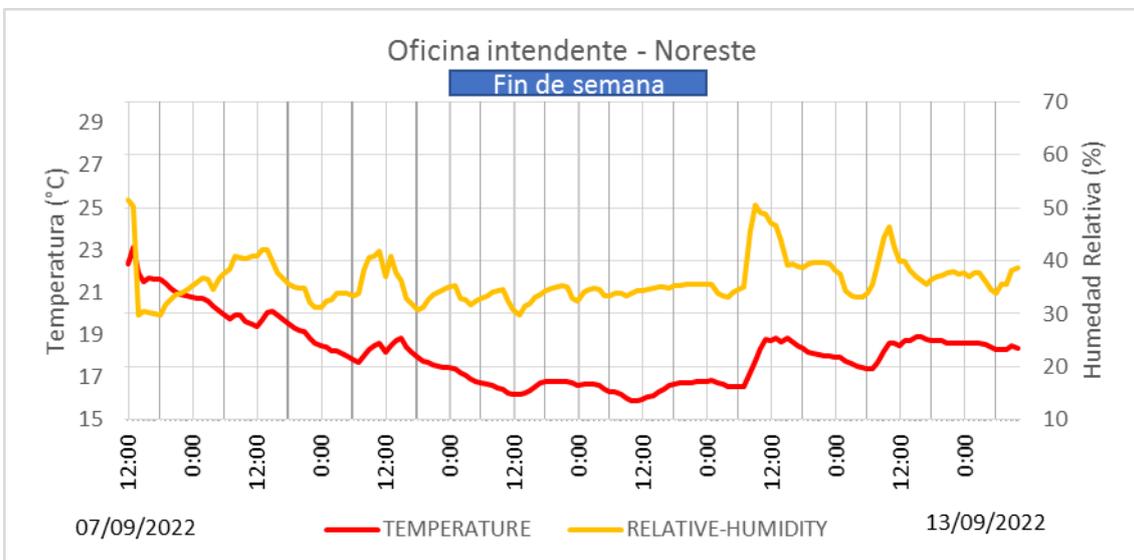


Recursos Humanos



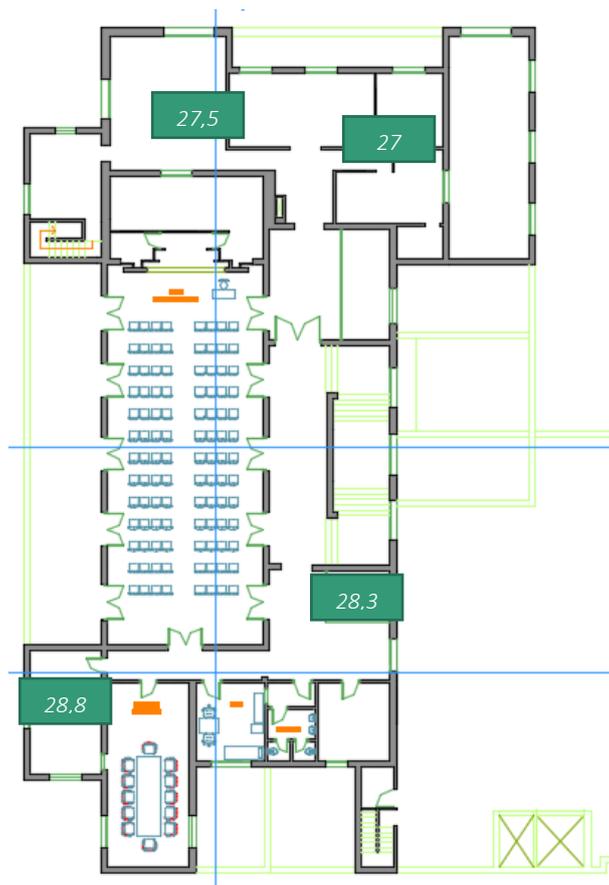
Rentas y Recaudación

Ubicación dataloggers en oficinas del edificio – Fuente: Visita técnica



8.4.2. Mediciones de Verano

A continuación, los resultados de las mediciones realizadas en cada sitio.



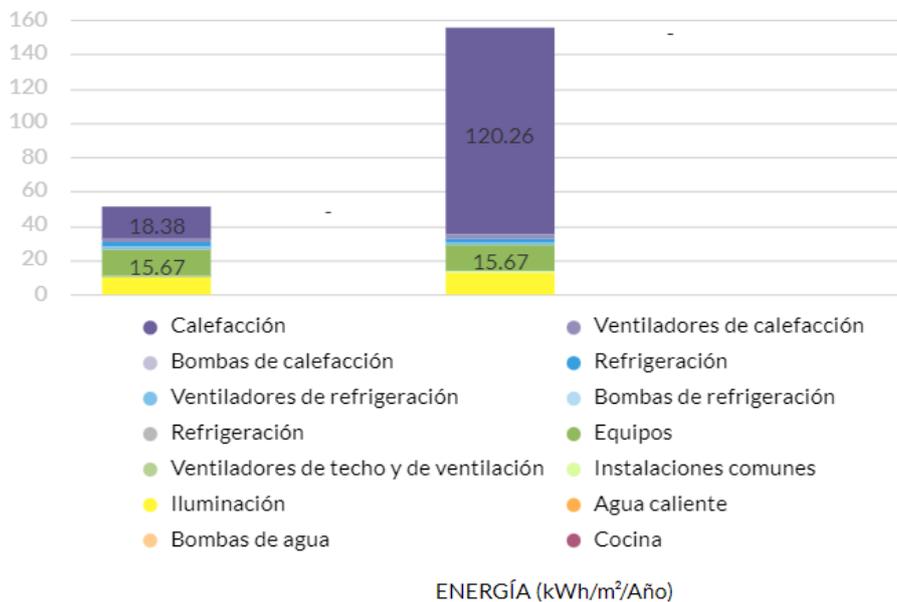
8.5. EDGE

La aplicación EDGE, una herramienta de la Corporación Financiera Internacional (IFC), miembro del Grupo Banco Mundial, permite que construir y promover la construcción de edificios ecológicos sea más rápido, más fácil y más asequible.

La herramienta EDGE está disponible para los siguientes tipos de edificios: hoteles, viviendas, centros comerciales, oficinas, edificios de salud, edificios educativos.

La herramienta EDGE tiene una base de datos climática que cubre Argentina. También tiene el mérito de tener guías de buenas prácticas para cada tipo de edificio cubierto. Esta herramienta es bastante precisa (los autores indican una diferencia de menos del 10% con simulaciones térmicas dinámicas) siempre que los datos de entrada estén bien anclados en la realidad observada durante las visitas al sitio. Para cada medida de eficiencia energética, la herramienta se puede utilizar para cuantificar el monto de la inversión, el ahorro de energía en kWh y en dólares estadounidenses.

Para el presente proyecto, para consolidar la hipótesis de cálculo, se usó la herramienta EDGE para tener un consumo de referencia según la información recopilada. Resultó el siguiente perfil de referencia según EDGE:



Perfil de la línea base edificio Bell Ville vs consumo de referencia edificios de oficinas en clima IIIa: Templado calido hecho con la herramienta EDGE. Fuente: TERA0

- La distribución de consumos de la derecha, representa el consumo de línea base del edificio de Bell Ville, definido con las hipótesis definidas en el diagnóstico del presente estudio. El consumo total tiene
- La distribución de consumos de la izquierda representa el consumo de referencia de edificios de la misma tipología y en la misma zona climática, permite evidenciar que el edificio de Bell Ville tiene altos potenciales de ahorro energético principalmente en consumo de calefacción.

8.6. El Equipo

Camille Cuvillier, graduada por la Universidad Hautes Etudes d'ingénieurs (Francia) y referente HQE, quién actualmente trabaja sobre Eficiencia energética en edificaciones, proyectos de certificación ambiental HQE Internacional y otros tipos de certificaciones en Colombia y Francia. Camille es la responsable de las actividades de TERAO en América. Se unió a TERAO en el año 2018.

Andrés Meneses, es ingeniero Mecánico de la Universidad Nacional de Colombia, Auditor Interno de la norma ISO 50 001: Sistemas de Gestión de la Energía, con experiencia en: Modelación energética, sistemas HVAC, ejecución de auditorías energéticas en América Latina y proyectos de certificación ambiental HQE. Se unió al equipo de Terao en el año 2019 como Ingeniero de Proyectos.



Nuestra Identidad

TERAO, una oficina de diseño pionera en medioambiente aplicado a la edificación, participa en el desarrollo de edificios y barrios sostenibles, combinando innovaciones tecnológicas, medioambientales y sociales.



Consultoría E Ingeniería

Pionera desde hace 28 años



60 Personas

París, Lyon, Asia, América



Soluciones Multidisciplinario

Por la edificación y la ciudad sostenible

Nuestros trabajos

TERAO interviene en todo el ciclo de vida del edificio, y despliega sus competencias en ingeniería, del edificio a la ciudad pasando por los eco-barrios gracias a expertos de rango internacional, interviniendo en los 5 continentes:

Asistencia técnica
Desarrollo sostenible e
innovación: **Diseño**

Asesoría Ambiental
Desarrollo sostenible e
innovación: **Edificios**



Eficiencia energética
Operación sostenible

- **Eco-barrios, proyectos de calificación urbana, zonas de actividad:** TERAO contribuye a las estrategias y acciones para la neutralidad en carbono, la naturaleza en la ciudad, la eficiencia energética, la salud y el bienestar, la resiliencia al cambio climático y la lucha contra el efecto isla de calor urbano.
- TERAO actúa como experto y consultor independiente sobre el **comportamiento energético y medioambiental de los edificios**. Apoyamos a las partes interesadas en el posicionamiento de sus proyectos, el establecimiento de un Programa Ambiental y su seguimiento desde el diseño hasta la puesta en marcha, si es necesario, pero no solo, a través de etiquetas y certificaciones ambientales. **La neutralidad de carbono, la calidad de uso, la resiliencia climática...** son el núcleo de nuestra experiencia.
- TERAO forma parte de los equipos de diseño para garantizar la **traducción operativa de objetivos de alta calidad y desempeño energético y ambiental** en los Proyectos, en los mercados privados, en leyes de construcción sostenible e incluso alineados con objetivos internacionales de desarrollo sostenible.



contact@terao.fr
Siège social - 10 Cité de Tréville
75009 - Paris
01 42 46 06 63



adminco@terao.fr
www.terao.com.co
+57 311 552 7687



www.terao.com.co