

TRABAJO FINAL ESPECIALIZACION EN DISEÑO BIOCLIMATICO

REFUNCIONALIZACIÓN ENERGÉTICA DEL CENTRO DE INTEGRACIÓN
COMUNITARIO
SUR, SECTOR SALUD, CIUDAD DE CATAMARCA A PARTIR DEL MONITOREO Y
SIMULACIÓN HIGROTÉRMICOS



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
FACEN
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CATAMARCA



TRABAJO FINAL DE ESPECIALIZACION EN DISEÑO BIOCLIMATICO

**Refuncionalización Energética del Centro de Integración Comunitario
Sur, Sector Salud, Ciudad de Catamarca a Partir del Monitoreo y
Simulación Higrotérmicos**

Ana Mariela Martinena

Universidad Nacional de Catamarca
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Especialización en Diseño Bioclimático
Directora: Dra. Arq. Celina Filippín
Co-Director: Dr. Lic. Víctor Orlando García
Trabajo de posgrado para optar por el título de Especialista en Diseño Bioclimático

San Fernando del Valle de Catamarca, Catamarca, Argentina
Abril de 2025

DEDICADO A

A mi madre, Profesora Emma Aida Carpio, por su ejemplo como mujer y profesional, por su amor incondicional y eterno.

A mi esposo, Ingeniero de Paisajes David Herrera, por su generoso y constante asesoramiento en la comprensión de la armonía entre el ambiente y la arquitectura.

AGRADECIMIENTOS

A las autoridades de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Catamarca (UNCa), en especial al Secretario de Investigación y Posgrado Dr. Víctor Ariel Vergara Roig por permitirme retomar el camino.

A mi Directora de Tesis: Arq. María Celina Filippín, Dra. en Ciencias, Área Energías Renovables (UNS), Magister en Energías Renovables (UNS), Investigadora Principal de CONICET, Argentina, por acompañarme en este proceso, alentando de manera apasionada el aprendizaje de la Arquitectura Bioclimática

A mi Co-Director de Tesis: Lic. Víctor Orlando García, Dr. en Ciencias, Área Energías Renovables (UNS), Magister en Energías Renovables (UNS), por guiarme en los complejos caminos de la física.

Al aporte de cada uno de los docentes que dictaron el posgrado quienes contribuyeron a mi formación personal y profesional.

A mi compañera de Tesis, Arq. Alicia Macias, por su ejemplo de dedicación y capacidad de trabajo.

Al personal administrativo y de maestranza del CIC Sur, organismo dependiente de la Municipalidad de San Fernando del Valle de Catamarca, por abrirme las puertas y acompañarme de manera entusiasta y receptiva en todo el proceso de monitoreo.

Resumen

La construcción de edificios públicos responde a políticas donde el objetivo está centrado en dar soluciones a las carencias sociales-culturales y sanitarias de la población del lugar, en desmedro de las resoluciones constructivas- económicas y energéticas. Los Centros Integradores Comunitarios (CIC) constituyen un modelo de gestión pública que integra y coordina políticas de Atención Primaria de Salud y Desarrollo Social en un ámbito físico común de escala municipal comenzándose a construir en Argentina a partir del año 2004. (López, 2008)

Para la evaluación se parte de la hipótesis de que el sector Salud del CIC Sur en la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca - Zona Bioambiental: II a – Cálida – (IRAM 11603, 1996) se encuentra fuera de las condiciones de confort, por las características constructivas del mismo (alta permeabilidad térmica en la envolvente y elevada insolación sobre superficies expuestas) y el clima de la ciudad, con temperaturas mínimas medias de invierno de 5,7 °C y máximas medias de verano de 36,4 °C (Vigo, 2010). Se procede al monitoreo del comportamiento higrotérmico del sector Salud, realizando mediciones de temperatura y humedad durante la estación de verano y posteriormente a la simulación térmica mediante SIMEDIF. En una etapa propositiva, se optimizan los sistemas constructivos, se mejoran carpinterías y se generan espacios que aportan sombras. Los resultados obtenidos muestran mejoras en el confort higrotérmico aplicando estrategias bioclimáticas del orden del 60% al 80%, reducción en el consumo de energía con un costo adicional al valor original de la obra del 7.3%. Se confirma la relevancia del diseño morfológico y tecnológico adaptado al clima local, así como la importancia de la rehabilitación de edificaciones existentes.

Palabras Clave: Edificios públicos, simulación, refuncionalización

Energy Refunctionalization of the South Community Integration Center, Health Sector, City of Catamarca, Based on Hygrothermal Monitoring and Simulation.

ABSTRACT.- The construction of public buildings responds to policies where the objective is focused on providing solutions to the social-cultural and health needs of the local population, to the detriment of constructive-economic and energetic resolutions. The Community Integrating Centers (CIC) constitute a public management model that integrates and coordinates Primary Health Care and Social Development policies in a common physical environment on a municipal scale, which started to be built in Argentina in 2004 (López, 2008). The evaluation is based on the hypothesis that the Health sector of CIC Sur in the city of San Fernando del Valle de Catamarca - Bioenvironmental Zone: II a - Warm - (IRAM 11603, 1996) is outside the comfort conditions, due to its construction characteristics (high thermal permeability in the envelope and high insolation on exposed surfaces) and the city's climate, with average minimum winter temperatures of 5.7 °C and average maximum summer temperatures of 36.4 °C (Vigo, 2010). The hygrothermal behavior of the health sector was monitored by taking temperature and humidity measurements during the summer season and then by thermal simulation using SIMEDIF. In a propositive stage, the construction systems are optimized, carpentry is improved and spaces that provide shadows are generated. The results obtained show improvements in hygrothermal comfort by applying bioclimatic strategies in the order of 60% to 80%, reduction in energy consumption with an additional cost of 7.3% to the original value of the work. The relevance of morphological and technological design adapted to the local climate is confirmed, as well as the importance of rehabilitating existing buildings.

Translated with DeepL.com (free version)

INDICE

Resumen	4
CAPITULO 1 - INTRODUCCION	10
Justificación del tema	12
Preguntas de Investigación.....	12
Hipótesis	13
Objetivos.....	13
<i>Objetivo General</i>	13
<i>Objetivos Específicos</i>	13
Contribuciones y Beneficios.....	14
Conclusiones esperadas	14
CAPITULO 2 – MARCO TEORICO	15
Marco Referencial y Conceptual.....	15
<i>Confort en Edificios Públicos</i>	15
<i>Refuncionalización Energética como Proceso de Cambio Estructural</i>	16
<i>Monitoreo Higrotérmico en Condiciones Reales de Uso</i>	19
<i>Modelos de Simulación Térmica en el Diseño Eficiente y la Refuncionalización Energética de Edificios</i>	21
Marco Legal	23
CAPITULO 3 - METODOLOGIA.....	26
Primera Etapa: Estudio de Antecedentes, Contexto y Centros Integradores Comunitarios	26
Segunda Etapa: Análisis Características Morfológicas y Constructivas	27
Tercera Etapa: Monitoreo y Simulación Higrotérmicas.....	28
Cuarta Etapa: Refuncionalización Energética.....	28
CAPITULO 4 – ESTUDIO DEL CONTEXTO.....	29
Medio Físico Ambiental	29
<i>Ubicación geográfica</i>	29
<i>Relieve e hidrografía</i>	29
<i>Clima</i>	30
<i>Datos Climáticos</i>	32
CAPITULO 5 – NECESIDADES HIGROTÉRMICAS INTERIORES.....	38
Cálculo de la Zona de Confort	38
Determinación de Estrategias Bioclimáticas.....	40

<i>Norma IRAM 11603</i>	40
<i>Programas Centro de Estudios Energía y Medio Ambiente (CEEMA)</i>	41
<i>Programa Climate Consultant 6.0 (Climate Consultant, 2022)</i>	45
Conclusiones Parciales	46
CAPITULO 6 – CENTROS INTEGRADORES COMUNITARIOS	49
¿Qué son?	49
Tipología.....	50
Los CIC en Catamarca	51
Contexto y Emplazamiento	52
Análisis Bioclimático	54
Planos.....	56
Consumo Energético	59
<i>Medidor Monofásico</i>	60
<i>Medidor Trifásico</i>	61
Conclusiones Parciales	63
CAPITULO 7 – ANALISIS DE LA FORMA Y LOS MATERIALES	64
La Forma	64
<i>Factor de Forma (FF)</i>	66
<i>Índice de Compacidad (IC)</i>	66
<i>Factor de Área Envolvente/Piso (FAEP)</i>	66
Los Materiales	67
<i>Sistema Constructivo</i>	67
<i>Análisis de la Propiedades Térmicas de los Materiales</i>	68
Conclusiones Parciales	72
CAPITULO 8 - BALANCE TÉRMICO Y REFUNCIONALIZACIÓN ENERGÉTICA DE LA ENVOLVENTE.....	73
Ganancias y Pérdidas de Calor – Cálculo de Cargas Térmicas: Edificio Convencional	73
<i>Balance Térmico de Invierno</i>	74
Coeficiente Neto de Perdidas	74
Coeficiente Volumétrico de Perdidas (Gcal) – IEMA.	75
Coeficiente Volumétrico de Perdidas (Gcal) - Kodols.....	76
Carga Térmica de Calefacción Anual	77

<i>Balance Térmico de Verano</i>	78
Ganancias por la envolvente.	78
Ganancias por presencia de ocupantes.	79
Ganancia por iluminación artificial.....	80
Ganancia por equipamiento.	81
Coeficiente Volumétrico de Refrigeración (GR).	82
Carga Térmica de Refrigeración.	83
Rehabilitación térmica de la envolvente	84
Ganancias y Pérdidas de Calor – Cálculo de Cargas Térmicas – Edificio Mejorado.....	92
<i>Balance térmico de invierno</i>	92
Coeficiente Volumétrico de Perdidas (Gcal).	92
Carga Térmica de Calefacción Anual.	92
<i>Balance térmico de verano</i>	94
Coeficiente Volumétrico de Refrigeración (GR).	94
Carga Térmica de Refrigeración.	94
Conclusiones Parciales	95
CAPITULO 9 - MONITOREO HIGROTÉRMICO Y ENERGÉTICO SECTOR SALUD: EDIFICIO CONVENCIONAL	100
Características Sector Salud	100
Metodología	102
Resultados del Monitoreo Higrotérmico – Edificio Convencional.....	107
<i>Resultados Ambiente</i>	107
<i>Resultados Locales</i>	110
Conclusiones Parciales	124
CAPITULO 10 - SIMULACIÓN TÉRMICA SECTOR SALUD	127
Metodología – Datos.....	128
<i>Lugar y Periodo de Simulación</i>	128
Albedo.....	128
Datos del lugar.	128
Periodo de Simulación.	128
Datos climáticos	128
<i>Descripción del Edificio</i>	128
Zonas Térmicas.....	128

Ganancias Internas.....	131
Renovaciones de aire.....	133
<i>Identificación de los elementos y características.....</i>	<i>135</i>
Paredes Masivas - T.....	135
Tabiques Livianos – T.....	141
Aberturas y Vanos.....	144
Vidriados.....	144
Resultados de la Simulación – Edificio Convencional - PPP.....	147
<i>Análisis Comportamiento Térmico.....</i>	<i>147</i>
Verano sin Termostato.....	147
Verano con Termostato.....	150
Invierno sin Termostato.....	152
Invierno con Termostato.....	156
<i>Cálculo de la Carga de Refrigeración y Calefacción(Q).....</i>	<i>158</i>
Refrigeración.....	158
Calefacción.....	160
<i>Calculo Temperatura Superficial en Paredes.....</i>	<i>161</i>
<i>Calibración de Datos.....</i>	<i>167</i>
Conclusiones Parciales.....	169
Propuesta de Mejoras en Base a Estrategias Bioclimáticas, Monitoreo y Simulación Higrotérmicos.....	172
<i>Imágenes Propuesta Refuncionalización Energética CIC Sur Sector Salud.....</i>	<i>175</i>
Resultados de la Simulación – Edificio Mejorado.....	179
<i>Análisis Comportamiento Térmico.....</i>	<i>181</i>
Verano sin Termostato - Mejorado.....	181
Verano con Termostato – Mejorado.....	186
Invierno sin Termostato – Mejorado.....	187
Invierno con Termostato – Mejorado.....	189
Conclusiones Parciales.....	190
Discusión.....	191
Conclusiones.....	196
Referencias.....	197

CAPITULO 1 – INTRODUCCION

Según la Guía de Diseño Participativo para una Red de Espacios Públicos en Cancún (ONU – HABITAT, 2022), los espacios de uso público se constituyen como detonantes de procesos virtuosos en los asentamientos humanos y están asociados al desarrollo comunitario, a la cohesión social y son elementos indispensables para combatir las inequidades sociales en las ciudades. Estos espacios públicos, tanto abiertos como cerrados, deben estar diseñados y gestionados para ser accesibles, inclusivos, multifuncionales y seguros para la salud y el bienestar humanos.

Dentro de estos espacios sociales, los edificios públicos tienen características simbólicas y funcionales que impactan en el entorno urbano por su singularidad y dinámica. Así mismo en la mayoría de los inmuebles estatales se presentan problemáticas y situaciones comunes derivadas del hecho mismo de ser “públicos”: mantenimiento mínimo, deterioro edilicio progresivo, falta de conciencia en el ahorro energético, vandalismo, deterioro del mobiliario, lo que impacta negativamente en el desempeño y productividad de los empleados y en el uso y disfrute de los vecinos.

Para las personas que trabajan o utilizan edificios públicos durante gran parte del día, es importante contar con un ambiente confortable para desarrollar sus actividades. "Una persona se encuentra confortable cuando puede observar y sentir un fenómeno sin preocupación o incomodidad" (Corbella & Yannas, 2003). Así, es posible hablar de confort térmico, acústico y lumínico, como variables del confort ambiental. Si alguno de los factores que afectan el confort del usuario se eleva por sobre ciertos límites, a largo plazo se produce un estrés negativo en el cuerpo que puede desencadenar en diversas enfermedades físicas y psicológicas asociadas". (Molina, 2012)

El Estado Nacional Argentino implementa en el año 2004, a partir de la firma de un Convenio Marco de Cooperación entre los Ministerios de Desarrollo Social de la Nación, de Salud de la Nación, de Trabajo y Seguridad Social de la Nación, de Planificación Federal, Inversión Pública de la Nación y el Consejo Nacional de Coordinación de Políticas Sociales

de la Presidencia de la Nación, el “Proyecto Centros Integradores Comunitarios” (C.I.C.) (López, 2008), edificios públicos donde se emprenden acciones de prevención, promoción y asistencia orientadas a lograr mejoras en la población más vulnerable, existiendo en la actualidad 847. Los CIC se ejecutan en todo el territorio nacional siguiendo premisas generales sin considerar las diferentes zonas bioambientales del país, las que determinan requerimientos y pautas de diseño diferenciadas. La documentación enviada por el estado nacional (pliego de especificaciones técnicas y planos generales) plantea lineamientos básicos para la construcción del prototipo, contemplando algunas consideraciones generales en relación a la adaptabilidad climática. En la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca se desarrollan dos Centros Integradores Comunitarios (CIC) emplazados al norte y al sur en sectores estratégicos de la misma donde se localizan la mayor cantidad de viviendas sociales. El CIC Sur responde a la tipología CIC Básico con tres (3) módulos: Salud, Social y SUM.

Aunque las primeras observaciones y apreciaciones basadas en la experiencia de los usuarios indican un mejor comportamiento del sector durante el período estival gracias a la ventilación y el aporte de los espacios exteriores, tanto la simulación como el monitoreo revelan discrepancias en estas apreciaciones. En verano, se requieren dispositivos de acondicionamiento térmico para alcanzar un confort adecuado durante el horario laboral. Sin embargo, estos dispositivos no están presentes en todos los ambientes, lo que genera un alto consumo de energía eléctrica y un desequilibrio en el confort de todo el sector, ya que no todos los espacios cuentan con aire acondicionado.

Frente a esta problemática y considerando el incierto contexto energético y político futuro, la aplicación de estrategias bioclimáticas y el uso de energías renovables para mejorar las condiciones de habitabilidad y ahorro energético del CIC Sur, generaría una mejor calidad de vida a los usuarios y sería un nuevo enfoque en políticas de gestión social, tal como las propuestas por el “Programa Edificios Públicos Sostenibles” (Decreto 31, 2023).

Justificación del tema

El problema identificado en las primeras observaciones y entrevistas a los usuarios, radica en que el CIC Sur sector Salud es un edificio público con serias insuficiencias en términos de funcionalidad, confort y eficiencia energética. El diseño actual del edificio no se adapta al clima de San Fernando del Valle de Catamarca, lo que resulta en problemas de habitabilidad, falta de confort y un alto consumo energético.

La solución propuesta en la actualidad consiste en la incorporación de equipos de aire acondicionado en los consultorios, mejorando las condiciones de confort del personal médico. Sin embargo, es crucial considerar que esta solución sigue las tendencias actuales en edificios públicos, pero no aborda de manera integral las necesidades de los usuarios ni promueve la sostenibilidad energética. Los edificios sanitarios deben asegurar el confort para el bienestar de los pacientes, el óptimo desempeño del personal de salud, garantizar la calidad del aire interior y posicionarse en su rol de objeto urbano ejemplarizante.

Es fundamental adoptar un enfoque holístico que incluya principios bioclimáticos y soluciones pasivas para optimizar el rendimiento energético y el confort ambiental del edificio, beneficiando tanto al personal como a los pacientes.

Preguntas de Investigación

- ¿Cuáles son las estrategias bioclimáticas apropiadas para edificios públicos en la ciudad de Catamarca?
- ¿En qué medida impactan las características morfológicas y constructivas en la relación ganancia/ pérdida de calor a través de las envolventes?
- ¿Cuál es el impacto de la acción del usuario en el confort del sector analizado?
- ¿Cuánta energía se ahorra en acondicionamiento térmico convencional mejorando las características de las envolventes del edificio?
- ¿Qué resultados podemos obtener aplicando un modelo de simulación térmica?
- ¿Cuál es el costo adicional si se plantea una refuncionalización energética y en qué tiempo se amortiza?

Hipótesis

Para la evaluación se parte de la hipótesis de que el sector Salud del CIC Sur en la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca - Zona Bioambiental: II a – Cálida – (IRAM 11603, 1996) se encuentra fuera de las condiciones de confort, por las características constructivas del mismo (alta permeabilidad térmica en la envolvente y elevada insolación sobre superficies expuestas) y el clima de la ciudad, con temperaturas mínimas medias de invierno de 5,7°C y máximas medias de verano de 36,4°C. Se considera factible alcanzar mejoras importantes en las condiciones de habitabilidad aplicando estrategias bioclimáticas, mejoras constructivas y ahorro energético.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar las condiciones de habitabilidad del Sector Salud del CIC Sur durante el período estival e invernal, determinando si cumple con los niveles de confort ambiental establecidos por la norma IRAM 11603 (1996) en función de las condiciones geográficas y climáticas de la ciudad de Catamarca. A partir de los resultados, se propondrá una refuncionalización energética mediante estrategias de diseño bioclimático y uso racional de la energía. Además, se analizará el costo económico de la implementación de dichas mejoras.

Objetivos Específicos

- Analizar el impacto de la forma del edificio CIC Sur en la relación ganancia/ pérdida de calor aplicando índices de verificación.
- Considerar y evaluar la influencia de los diferentes materiales de las envolventes en las pérdidas y ganancias de calor y los requerimientos de acondicionamiento artificial para un clima cálido seco.
- Evaluar y comparar la demanda de energía convencional para refrigerar y calefaccionar el edificio en su estado original y con las mejoras planteadas.
- Monitorear el comportamiento higrotérmico del sector Salud del CIC Sur en condiciones reales de uso, durante un periodo estival de 2021.

- Monitorear energéticamente el sector Salud del CIC Sur, evaluando la demanda de energía convencional utilizada para refrigerar e iluminar el edificio en el mismo periodo estival de 2021.
- Obtener un modelo térmico a través de la simulación del sector monitoreado en su estado original y con las mejoras planteadas utilizando el programa SIMEDIF para Windows, en periodo estival e invernal. Análisis del comportamiento de las paredes masivas del edificio. Realizar la calibración del sistema comparando resultados obtenidos entre la simulación y el monitoreo
- Proponer una refuncionalización energética mediante estrategias de diseño bioclimático y uso racional de la energía para llegar a la situación de confort (rehabilitación térmica envolventes, propuestas de acondicionamiento térmico pasivo, mejora en el acondicionamiento activo) Evaluar el costo adicional generado por la incorporación de diferentes alternativas tecnológicas (muros, techos, aberturas, pisos)
- Evaluar el sector Salud con las mejoras planteadas

Contribuciones y Beneficios

Este trabajo busca contribuir a:

- Generar Conciencia: Destacar la relevancia del diseño morfológico y tecnológico adaptado al clima local en los CIC.
- Promover la Sostenibilidad: Proporcionar recomendaciones prácticas para rehabilitar edificaciones existentes y reducir el consumo de energía.
- Mejorar la Calidad de Vida: Contribuir al bienestar de los usuarios y al desempeño eficiente de los CIC mediante estrategias de diseño bioclimático.

Conclusiones esperadas

Al finalizar este estudio, se espera confirmar la importancia de la aplicación de criterios bioclimáticos en el diseño de los edificios públicos y proporcionar soluciones prácticas que aseguren alcanzar niveles de confort medios con un bajo impacto energético y económico.

CAPITULO 2 – MARCO TEORICO

En este capítulo se presentan los marcos esenciales vinculados con la problemática central de este trabajo: la importancia del confort en edificios públicos y la aplicación de criterios bioclimáticos para lograr este objetivo de manera sostenible y sustentable tanto en procesos de diseño como de refuncionalización energética.

Para abordar esta problemática, se utilizan conceptos clave como el confort térmico, la eficiencia energética y la calidad del aire interior. El confort en estos espacios es esencial para el bienestar de los usuarios y la refuncionalización energética implica implementar medidas y tecnologías que mejoren la eficiencia energética de los edificios, como la instalación de sistemas de climatización eficientes y el uso de energías renovables. El monitoreo y la simulación higrotérmicas permiten evaluar y predecir el comportamiento térmico y de humedad en los edificios, asegurando condiciones óptimas para el confort y la conservación de energía.

Además, se revisan las leyes y regulaciones vigentes que promueven la eficiencia energética y el confort en edificios públicos.

Marco Referencial y Conceptual

Confort en Edificios Públicos

"Una persona se encuentra confortable cuando puede observar y sentir un fenómeno sin preocupación o incomodidad" (Corbella & Yannas, 2003). Así, es posible hablar de confort térmico, acústico y lumínico, como variables del confort ambiental. Si alguno de los factores que afectan el confort del usuario se eleva por sobre ciertos límites, a largo plazo se produce un estrés negativo en el cuerpo que puede desencadenar en diversas enfermedades físicas y psicológicas asociadas". (Molina, 2012)

El confort térmico es definido por el Estándar ASHRAE 55 y la Norma UNE EN ISO 7730 como el "estado de la mente que expresa satisfacción con el ambiente térmico". (ASHRAE 55, 2013) (UNE EN ISO 7730, 2006). Este es alcanzado cuando el cuerpo está en balance

térmico, es decir, cuando realizando cierta actividad, no se experimenta un estrés térmico para corregir la energía que produce el cuerpo internamente, manifestado a través de la transpiración excesiva o escalofríos.

La sociedad actual necesita para mantener su nivel de vida y de confort, un alto consumo energético. El 40% de la demanda mundial de energía y de emisiones de CO2 proviene de las edificaciones. En Argentina, los edificios son también responsables del 40% del consumo total anual de energía. (Arballo B, 2022) Esto genera un desequilibrio entre una elevada calidad de vida, confort edilicio y demanda energética.

Para las personas que trabajan o utilizan edificios públicos durante gran parte del día, es importante contar con un ambiente confortable para desarrollar sus actividades.

Según la Guía de Diseño Participativo para una Red de Espacios Públicos en Cancún (ONU – HABITAT, 2022), los espacios de uso público se constituyen como detonantes de procesos virtuosos en los asentamientos humanos y están asociados al desarrollo comunitario, a la cohesión social y son elementos indispensables para combatir las inequidades sociales en las ciudades. Estos espacios públicos, tanto abiertos como cerrados, deben estar diseñados y gestionados para ser accesibles, inclusivos, multifuncionales y seguros para la salud y el bienestar humanos.

Dentro de estos espacios sociales, los edificios públicos tienen características simbólicas y funcionales que impactan en el entorno urbano por su singularidad y dinámica.

Así mismo en la mayoría de los inmuebles estatales se presentan problemáticas y situaciones comunes derivadas del hecho mismo de ser “públicos”: mantenimiento mínimo, deterioro edilicio progresivo, falta de conciencia en el ahorro energético, vandalismo, deterioro del mobiliario, lo que impacta negativamente en el desempeño y productividad de los empleados y en el uso y disfrute de los vecinos.

Refuncionalización Energética como Proceso de Cambio Estructural

La refuncionalización energética se refiere al proceso de renovar y adaptar edificios existentes para mejorar su eficiencia energética, reducir su impacto ambiental, aumentar el

confort de los ocupantes y reducir los costos operativos a largo plazo. Este proceso puede incluir una variedad de medidas, tales como mejora del aislamiento térmico en paredes, techos y suelos para reducir la pérdida de calor en invierno y las ganancias en verano, sustitución de carpintería por otras más eficientes que reduzcan las pérdidas de energía, reemplazo de equipos de climatización antiguos por sistemas más eficientes y sostenibles, como bombas de calor o sistemas de energía solar, incorporación de energías renovables como paneles solares o sistemas de energía eólica, para reducir la dependencia de fuentes de energía no renovables.

La “Evaluación Energética y Rehabilitación de la Envolvente edilicia de una Escuela en Zona Bioambiental Templada Cálida, Argentina” (Ré y Filippín, 2021) tiene como objetivo identificar ahorros energéticos potenciales a partir de diferentes propuestas de rehabilitación de la envolvente de un edificio escolar ubicado en la ciudad de San Juan, Argentina. Se analiza el comportamiento energético a partir de los consumos históricos de electricidad y gas natural. También se evalúan las propiedades térmicas de los cerramientos y se calculan los indicadores energéticos en régimen estacionario. Para dar solución a los problemas de materialidad constructiva se elaboran propuestas que permitan a los componentes alcanzar los valores de transmitancia térmica sugeridos por la Norma IRAM 11605 en los niveles de confort térmico recomendado y medio. Los resultados alcanzados evidencian que la Rehabilitación óptima proyecta una reducción del 55% en los requerimientos energéticos para calefacción. Sin embargo, la Rehabilitación Media con ahorros del 47%, se posiciona como la más conveniente al considerar también los costos económicos de construcción actuales.

El proyecto EUROCLIMA “Edificios municipales energéticamente eficientes y sustentables” realizado por el Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable, FAU, UNLP / CIC / CONICET, 2023, permitió estudiar el comportamiento higrotérmico y energético de 47 edificios en varias regiones bioclimáticas de Argentina.

El estudio de caso “Estación Joven” corresponde a la refuncionalización de una antigua estación de ferrocarril a poca distancia de Rosario, Santa Fe. (Gómez et al, 2023) El método consiste en auditar el edificio en dos momentos del año, durante una semana, a fin de conocer

su demanda de energía y comportamiento higrotérmico y confort. El mayor inconveniente del caso analizado es estar propuesto como edificio del patrimonio cultural ya que es usual una incompatibilidad entre los requerimientos para realizar mejoras en la eficiencia energética y su aprobación por parte de los expertos en conservación del patrimonio edificado. La medida más importante es trabajar sobre la envolvente agregando 10 cm de lana de vidrio con foil de aluminio inferior en el espacio entre cabios, o sobre el cielorraso suspendido y reemplazar con tableros de yeso el cielorraso, cubrir los muros interiores con 0.05m de lana de vidrio, barrera de vapor y terminación en tableros de yeso o negociar con la comisión de patrimonio un aislamiento exterior respetando la imagen existente con 0.05m de EPS de 30kg/m³ con la técnica EIFS (SATE) y colocar DVH en ventanas fijas y móviles más protección solar. Estas soluciones no debieran afectar la imagen del edificio, conservando la construcción preexistente dándole adecuados niveles de confort higrotérmico y eficiencia energética. La solución de aislamiento interior en muros elimina el efecto benéfico de la inercia térmica. De pensarse en energías renovables la mejor opción es una bomba geotérmica frío/calor accionado por un generador FV. Además, brindaría ACS al office. El generador fotovoltaico podría alimentar además la iluminación LED (100W) y la computadora del sector administrativo.

Otro caso de estudio del mismo proyecto corresponde al CIC – Centro Integrador Comunitario “El Nido” Neuquén, Neuquén. (Czajkowski et al, 2023) El edificio es de construcción convencional en la región, de baja eficiencia energética en su envolvente. El personal manifiesta que es algo caliente en los meses de verano y cálido en los meses de invierno. El diagnóstico energético muestra que en la condición actual el edificio requiere 12586,82 kWh/año en calefacción y 11604,93 kWh/año en refrigeración y con todas las medidas de rehabilitación podría reducirse a 6441,36 kWh/año y 6043,72 kWh/año respectivamente. Implica una reducción en la demanda de 48,82 % en calefacción y 47,92 % en refrigeración. La medida más importante es trabajar sobre los vidriados, techos y muros agregando 10 cm de lana de vidrio con foil de aluminio inferior sobre el cielorraso, en muros aislar con EIFS/SATE de 4 o 5 cm de EPS de 30Kg/m³ en la cara opaca exterior, siendo la

medida más costosa cambiar las carpinterías de ventanas por otras de PVC con DVH junto a persianas metálicas exteriores automatizadas. Dado que a pesar de estas medidas el edificio seguirá demandando energía, principalmente en invierno, se sugiere un recibidor cerrado a modo de “chiflonera” o espacio esclusa en la entrada.

También se trabajó en el CIC – Centro Integrador Comunitario “Los Pioneros” de Chacabuco. Provincia de Buenos Aires. (Czajkowski et al, 2023) El edificio es de construcción reciente y de baja calidad y eficiencia energética pobre. El personal expresa y el monitoreo muestra que es confortable en invierno cubierto por el sistema de climatización y caluroso en verano. Utiliza energía eléctrica y gas licuado de petróleo en su operación. El municipio no proveyó consumos históricos para analizar. Hay monitoreo higrotérmico de verano y se perdieron las de invierno. La modelización muestra una demanda potencial de energía en climatización de 86377,10 kWh/año y 388.21 kWh/m²año que podría reducirse en un 63,41 % con medidas pasivas de rehabilitación energética. No hay fracción de ahorro en iluminación y podría haber en climatización con equipos más eficientes. La medida más importante es trabajar sobre la envolvente: a. En muros aumentar el nivel de aislamiento mediante EIFS/SATE en muros de 40mm de EPS de alta densidad. En ventanas colocar DVH y protección solar con persianas de enrollar compactas de aluminio inyectado con PUR. En techos incorporar 100mm de lana de vidrio sobre cielorrasos suspendidos o 30mm de PUR sobre la chapa y terminación con pintura blanca refractante. De pensarse en energías renovables la mejor opción es una bomba geotérmica frío/calor accionado por un generador FV. El generador fotovoltaico podría alimentar además la iluminación LED. Es un edificio con grandes posibilidades de rehabilitación energética que puede realizarse de forma progresiva. Como puede inferirse este proceso requiere de varios aspectos claves para un buen resultado: evaluación inicial, planificación diseño, implementación, monitoreo y control, educación y concientización.

Monitoreo Higrotérmico en Condiciones Reales de Uso

El monitoreo higrotérmico es el proceso de medir y analizar las condiciones de temperatura y humedad en un edificio o espacio específico. Este tipo de monitoreo es crucial para evaluar

el confort térmico y la calidad del aire interior, así como para identificar posibles problemas de condensación y humedad que puedan afectar la estructura del edificio y la salud de sus ocupantes.

Para realizar este procedimiento se instalan sensores de temperatura y humedad en diferentes puntos de un edificio y así registrar las variaciones térmicas y de humedad a lo largo del tiempo. Los datos recogidos por los sensores se almacenan y analizan para identificar patrones y anomalías y para determinar si las condiciones higrotérmicas cumplen con los estándares de confort y seguridad. Con estos resultados se pueden proponer mejoras en el diseño y funcionalidad del edificio para optimizar el confort y la eficiencia energética. Este tipo de monitoreo es especialmente útil en proyectos de arquitectura bioclimática, rehabilitación de edificios históricos, refuncionalización de edificios de uso específico: laboratorios y centros de salud, industria alimentaria, farmacéutica, archivos, museos, electrónica, invernaderos, etc

En el año 2008 se realiza el Monitoreo Higrotérmico de un Edificio Acondicionado para Propagación Agámica de Plantas (García et al, 2008) cuyo objetivo principal es conocer el comportamiento higrotérmico de la edificación a los efectos de adecuar el diseño con estrategias bioclimáticas para la producción agámica. De los resultados obtenidos, surge la necesidad de realizar el monitoreo completo durante todo un año del edificio, para delinear nuevas estrategias en su diseño con el fin de adecuarlo a los requerimientos bioclimáticos para la producción agámica de plantas y brindar un apropiado confort y bienestar a las personas que trabajan en el laboratorio.

El Monitoreo Higrotérmico, Energético y Socio Ambiental de una Escuela Solar en la Provincia de La Pampa (Filippín y Marek, 2004) permitió a partir de distintas campañas de medición, detectar que debería evitarse el uso de alfajías de madera y metal desplegado como estructura de soporte del revoque exterior para proteger la aislación térmica. El uso de madera no estacionada y condiciones climáticas adversas provocaron movimientos importantes y como consecuencia fisuras y grietas en los revoques exteriores que debieron sellarse con productos especiales. Esta opción tecnológica equivocada significó la

persistencia de la patología. Desde el punto de vista ambiental los usuarios del establecimiento, alumnos y maestros manifiestan trabajar en situación de confort térmico y lumínico. Temperaturas promedio que rara vez superan los 17°C son suficientes.

Para la ampliación de la sede de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad Nacional de Córdoba (FAUD) (Avalos et al, 2016) se realiza el monitoreo de temperaturas interiores y exteriores y humedad relativa utilizando Hobos Data Logger ubicados en puntos estratégicos del edificio, para relevar su comportamiento en distintas estaciones del año (verano y otoño) El análisis del monitoreo del mes de enero arroja curvas de temperaturas superiores a las exteriores, dando cuenta de espacios muy calurosos, donde las envolventes acumulan el calor exterior y lo ceden al interior y lo conservan. En otoño la respuesta es similar pero las temperaturas exteriores son bajas, por lo que las curvas de temperatura interior se encuentran dentro de los valores de confort (entre 20 y 25 °C), en ambos casos las curvas interiores copian la trayectoria de la curva exterior de temperatura, con poco retardo térmico y poca amortiguación térmica en verano y media en otoño. Se concluye que el edificio presenta condiciones de diseño diferentes para cada taller analizado. El taller de planta baja tiene un comportamiento más favorable que el de planta alta, por encontrarse semi-enterrado y con protecciones solares, a pesar de tener una gran masa térmica radiante. El taller de planta alta demuestra un comportamiento más desfavorable, ya que posee grandes superficies vidriadas hacia una orientación poco recomendada por las normas IRAM, como es la oeste.

Modelos de Simulación Térmica en el Diseño Eficiente y la Refuncionalización Energética de Edificios

El empleo de modelos de simulación como herramientas para la evaluación del comportamiento térmico de un edificio, son fundamentales ya que nos permiten conocer cómo actúan sus componentes frente a una determinada condición climática y predecir situaciones futuras. Existen diversos programas o softwares que permiten prever el comportamiento térmico de los edificios y lograr un diseño energéticamente eficiente. Entre ellos se encuentra

el EnergyPlus™, desarrollado por el DOE (U.S. Department of Energy's), TerMus PLUS, Desing Builder, Quick desarrollado por el Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Pretoria (Sudáfrica) ENERGY-10 creado en 1996 por el NREL (National Renewable Energy Laboratory)

El SIMEDIF (Flores Larsen et al., 2000, 2001; Flores Larsen, 2006), desarrollado en el Instituto de Investigación en Energía No Convencional (INENCO), Universidad Nacional de Salta, es un programa de simulación detallada que simula el comportamiento térmico de edificios multizona durante uno o varios días por el método de las diferencias finitas teniendo en cuenta sistemas naturales y pasivos de acondicionamiento y ganancias internas. La simulación permite analizar el comportamiento térmico del edificio, evaluando el efecto de las áreas vidriadas, la orientación de los locales, el impacto del encendido de la refrigeración y calefacción en los locales, el consumo medio de energía para refrigeración y calefacción y en periodo transitorio la temperatura superficial de las paredes y su relación con la temperatura del aire interior.

En estos últimos años se han realizados numerosos trabajos utilizando este programa:

Simulación térmica de verano de un sector del bloque de residencias estudiantiles bioclimáticas en Santa Rosa, La Pampa. (Filippín et al, 2002)

Monitoreo y simulación del comportamiento térmico de una escuela rural en Algarrobo del Águila, La Pampa. (Filippín et al, 2004)

Diseño de vivienda para la ciudad de Córdoba, Argentina Simulación energética y optimización. (Mazzocco y Filippín, 2016)

Análisis constructivo y de desempeño higrotérmico - energético en aulas del edificio de la Facultad de Arquitectura de la UNNE para periodo de invierno. (Gallipoliti et al, 2012)

Los resultados obtenidos indican que se puede predecir la performance térmica de los edificios ante la variación de las condiciones climáticas, corroborar problemas de discomfort térmico, plantear la revisión del diseño y la tecnología y de esta manera reducir la carga necesaria para calefacción o refrigeración. Esto permite evaluar y comparar el ahorro económico y energético en relación a una tecnología convencional.

En el marco de este trabajo se analiza que mucha de la obra pública es diseñada como prototipo y se construyen en diferentes localidades. Una detallada simulación permitiría adecuar las mismas a diferentes locaciones teniendo como resultado una mejor respuesta térmica y ambientes confortables.

Marco Legal

En Argentina, el marco normativo relacionado con el confort en edificios públicos, la refuncionalización energética y el monitoreo y simulación higrotérmicas incluye varias leyes y regulaciones importantes:

El Programa Edificios Públicos Sostenibles, creado a través del Decreto 31/2023 (Decreto 31, 2023), establece la obligación de implementar prácticas sostenibles de consumo y habitabilidad en los edificios del Sector Público Nacional. Este programa promueve la gestión eficiente de recursos como la energía eléctrica, el agua, el gas natural y los residuos, además de fomentar la accesibilidad y la movilidad sostenible.

La normativa relacionada con la ventilación de los ambientes está principalmente enfocada en garantizar la salud y seguridad de los ocupantes, tanto en entornos laborales como en espacios públicos y privados. La Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo (Ley 19.587, 1972) establece las condiciones mínimas de higiene y seguridad en el trabajo, incluyendo la ventilación adecuada de los ambientes laborales. El decreto que reglamenta esta ley (Decreto 351, 1979), especifica en su Capítulo XI (Artículos 64 al 70) los requisitos para la ventilación en los lugares de trabajo, destacando la necesidad de mantener condiciones ambientales que no perjudiquen la salud de los trabajadores.

Durante la pandemia de COVID-19, se emitieron recomendaciones específicas para mejorar la ventilación en espacios cerrados y reducir la transmisión del virus. Estas recomendaciones incluyen aumentar la ventilación natural y mecánica, mantener una adecuada renovación del aire y seguir las últimas normas y directrices publicadas. Estas normas incluyen requisitos para la ventilación de aire exterior en la mayoría de los espacios

residenciales y no residenciales (ASHRAE 62.1, 2019), y cubre la ventilación de aire exterior y total en instalaciones de salud. (ASHRAE 170, 2017)

En cuanto a la refuncionalización energética, Argentina cuenta con varias leyes que fomentan el uso de energías renovables y la eficiencia energética:

Ley 26.190: Régimen de Fomento Nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica. (Ley 26190, 2009)

Ley 27.191: Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía destinada a la Producción de Energía Eléctrica (Ley 27191, 2015)

Ley 27.424: Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable integrada a la Red Eléctrica Pública. (Ley 27424, 2017)

Las normas IRAM (Instituto Argentino de Normalización y Certificación) de cumplimiento voluntario en la mayoría del país, establecen las condiciones mínimas que debe reunir un producto, proceso o servicio para que sirva al uso al que está destinado. Estas normas abarcan una amplia gama de sectores y temas, incluyendo calidad, medio ambiente, seguridad, energía, y más. En relación al acondicionamiento térmico en la edificación se tienen en cuenta las siguientes:

- Norma IRAM N° 11549. Aislamiento térmico de edificios. Vocabulario. (IRAM, 1993)
- Norma IRAM N° 11601. Aislamiento térmico de edificios. Propiedades térmicas de los materiales para la construcción. Método de cálculo de la resistencia térmica total. (IRAM, 1996)
- Norma IRAM N° 11603. Aislamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina. (IRAM, 1996)
- Norma IRAM N° 11604. Aislamiento térmico de edificios. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor. (IRAM, 1990)
- Norma IRAM N° 11605. Aislamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en viviendas. Valores máximos admisibles de Transmitancia Térmica "K" (como máximo los valores correspondientes a Nivel B). (IRAM, 1996)

- Norma IRAM N° 11625. Aislamiento térmico de edificios. Verificación del riesgo de condensación del vapor de agua superficial e intersticial en paños centrales. (IRAM, 2000)
- Norma IRAM N° 11630. Aislamiento térmico de edificios. Verificación riesgo de condensación intersticial y superficial en puntos singulares. (IRAM, 2000)
- Norma IRAM N° 11659-1 Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en refrigeración. Parte 1: Vocabulario, definiciones, tablas y datos para determinar la carga térmica de refrigeración. (IRAM, 2004)
- Norma IRAM N° 11659-2 Acondicionamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en refrigeración. Parte 2: Edificios para viviendas y edificios de vivienda. (IRAM, 2007)

El Código de Edificación San Fernando del Valle de Catamarca, en su capítulo 3, inciso 10, (Ordenanza 2843, 1995) establece los valores mínimos de transmitancia térmica de los elementos constructivos a fin de preservar a los edificios de agentes térmicos que perjudiquen las condiciones de habitabilidad.

Para el monitoreo y la simulación higrotérmicas, se aplican normas técnicas y estándares que aseguran el confort térmico y la eficiencia energética en los edificios. La ley de Presupuestos Mínimos de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático (Ley 27520, 2019) establece acciones y estrategias para la adaptación y mitigación del cambio climático, lo cual incluye la mejora del confort higrotérmico en los edificios.

Surgen en este contexto los conceptos de Transición Energética Justa, Democracia Energética y la necesidad de promocionar el dialogo intercultural e intersectorial que habilite la construcción de un sentido desmercantilizado de las energías, con base en los derechos humanos. (Galindez y Javi, 2022)

CAPITULO 3 - METODOLOGIA

El trabajo es de tipo experimental y presenta un enfoque cualitativo y cuantitativo, realizados a través de las siguientes acciones:

Primera Etapa: Estudio de Antecedentes, Contexto y Centros Integradores

Comunitarios

- Recopilación e interpretación de bibliografía, normativa y ejemplos de arquitectura bioclimática. Aporte directora de tesis Dra. Arq. Celina Filippín; datos de Google Académico.
- Selección y análisis de datos climáticos para la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca. Datos del Servicio Meteorológico Nacional; Servicio Meteorológico Urbano 1996-2005 UNCA; Estación Meteorológica CAPE; Weather and Climate; Sauzuk
- Determinación de parámetros de confort y estrategias de diseño bioclimático a partir de la evaluación de normativa vigente, climogramas y programas específicos de cálculo. Norma IRAM 11603, Zonas Bioclimáticas; Necesidades de Enfriamiento y Calefacción, Centro de Estudios Energía y Medio Ambiente (CEEMA) IAA, FAU, UNT; Necesidades de Sombra, Centro de Estudios Energía y Medio Ambiente (CEEMA) IAA, FAU, UNT; Pautas de Diseño Bioclimático para climas Templado-Húmedo y Cálido-Seco, Mahoney; Bioclimograma de Olgway, CEEMA Centro de Estudios Energía y Medio Ambiente (CEEMA) IAA, FAU, UNT; Bioclimograma de Givoni, programa Bio 2.2; Bioclimograma de Givoni, programa Climate Consultant.
- Análisis de los Centros Integradores Comunitarios (CIC) en el país y en la ciudad: función, tipologías y usuarios. Documentación del Ministerio de Desarrollo de la Nación- Presidencia de la Nación.
- Descripción y caracterización del edificio CIC Sur, con elementos gráficos y especificaciones técnicas. Imágenes satelitales de Google Earth; programa Auto Cad para dibujo de planos; programa Sketchup para modelado de imágenes.

- Recopilación e interpretación de datos de consumo energético. Lectura de mediciones históricas, fuente ENRE; relevamiento in situ de equipos eléctricos y artefactos de iluminación.

Segunda Etapa: Análisis Características Morfológicas y Constructivas

- Evaluación de la forma del edificio a través de indicadores morfológicos. Índice Factor Forma (FF), (Goulding et al., 1994); Índice de Compacidad (Ic), (Mascaró, 1999); Factor área Envolvente/ Piso (FAEP) (Esteves et al., 1997) (Esteves, 2005)
- Cálculo de la Transmitancia Térmica y riesgo de condensación de todas las envolventes exteriores del CIC Sur. Norma IRAM 1601, Propiedades Térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario; Norma IRAM 11605, Valores máximo de Transmitancia térmica en cerramientos opacos; programa para la verificación de K, condensación superficial e intersticial que corre en planilla de cálculo Microsoft Excel, CEEMA Centro de Estudios Energía y Medio Ambiente (CEEMA) IAA, FAU, UNT. Guía para el Cálculo de Transmitancia Térmica. Para Sistemas Constructivos Tradicionales, Cálculos de Transmitancia Térmica (Factor K) y Riesgo de Condensación. Secretaria de Vivienda. Dirección Nacional de Acceso al Suelo y Formalizaciones.
- Determinación de la Carga Térmica de Invierno, Fracción de Ahorro Solar, Consumo de Energía Anual, Coeficiente Global de Perdidas, Coeficiente Neto de Perdidas y la Potencia Instalada necesaria del CIC Sur en su estado original. Programa de optimización de edificios basado en el balance térmico de verano e invierno que corre en planilla de cálculo Microsoft Excel, creada en el Instituto de Estudios para el Medio Ambiente-IEEMA Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (DICYT) Universidad de Mendoza (UM) (Esteves y Gelardi, 2003)
- Determinación de la Carga Térmica de Verano, la Potencia Instalada necesaria y área de apertura para enfriamiento nocturno. Programa de optimización de edificios

basado en el balance térmico de verano e invierno que corre en planilla de cálculo Microsoft Excel, creada en el Instituto de Estudios para el Medio Ambiente-IEMA Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (DICYT) Universidad de Mendoza (UM) (Esteves y Gelardi, 2003)

- Revisión del cálculo del Coeficiente Volumétrico de Perdidas de Calor (Gcal) y la Carga Térmica de Calefacción Anual (Q cal) según lo especificado en la Norma IRAM 11604, a través de un modelo que evalúa las Perdidas Energéticas (Gbase), Q auxiliar de Calefacción y Q auxiliar de Refrigeración, (Ingrid Kodols).
- Propuesta de rehabilitación energética de las envolventes del CIC Sur calculando nuevas Cargas Térmicas Unitarias y evaluando costos de la propuesta. Programa de optimización de edificios basado en el balance térmico de verano e invierno que corre en planilla de cálculo Microsoft Excel, creada en el Instituto de Estudios para el Medio Ambiente-IEMA Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (DICYT) Universidad de Mendoza (UM)

Tercera Etapa: Monitoreo y Simulación Higrotérmicas

- Monitoreo higrotérmico y energético del Sector Salud en condiciones reales de uso. Equipo: cinco (5) Data-loggers tipo HOBO U12 para adquirir datos de temperatura (°C), humedad relativa (HR%) dentro del edificio; lectura in situ del medidor trifásico del edificio.
- Simulación del comportamiento térmico del Sector Salud para dos épocas del año representativas en Junio (invierno) y Diciembre (verano). Herramienta software SIMEDIF para Windows (Larsen y Lesino, 2000)

Cuarta Etapa: Refuncionalización Energética

- Propuesta de refuncionalización energética mediante estrategias de diseño bioclimático. Simulación del edificio mejorado.
- Formulación de ajustes y optimización de variables en el proyecto.

CAPITULO 4 – ESTUDIO DEL CONTEXTO

Medio Físico Ambiental

Ubicación geográfica

El Centro de Integración Comunitario Sur C.I.C. que se analiza- se localiza en la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca, provincia de Catamarca. (Figura 1)



Su situación geográfica es:

latitud: -28,5;

longitud: -65,8;

altura sobre el nivel del mar: 531 m.s.n.m.

(IRAM 11603, 1996)

Figura 1: *Provincia de Catamarca - NOA*

Ubicada en la porción sudeste del departamento Capital (Figura 2), forma parte del aglomerado urbano conocido como Gran Catamarca junto con otras localidades y las ciudades de San Isidro y San José de Piedra Blanca, cabeceras de los departamentos Valle Viejo y Fray Mamerto Esquiú respectivamente. (Sauzuk, 2022)

Relieve e hidrografía

La ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca se encuentra situada en una depresión tectónica formada entre dos bloques sobreelevados, la sierra Ambato-Manchao al oeste y la sierra El Alto-Ancasti al este. Esa depresión es conocida como Valle Central.

Se encuentra delimitada al oeste por la sierra del Colorado y al este por el Río del Valle, que hace las veces de límite con el departamento Valle Viejo.

Son dos los ríos permanentes que llegan hasta los bordes de la ciudad, cuyas aguas son utilizadas para consumo y riego. El río El Tala que fluye a través de la quebrada homónima y cuyas aguas son aprovechadas para alimentar al dique El Jumeal y el Río del Valle, proveniente desde el departamento Fray Mamerto Esquiú. Este último cumple la función de límite interdepartamental con parte de Fray Mamerto Esquiú y Valle Viejo. Hacia el norte de la ciudad encontramos el cauce del arroyo Fariñango y hacia el oeste el arroyo La Florida, pero ambos no llevan agua en superficie. (SauzuK, 2022)



Figura 2: Departamento Capital - Wikipedia

La Ciudad Capital cuenta con 159.73 habitantes, de los cuales 82.902 son mujeres y 76.801 son varones; con un índice de masculinidad de 92.06 %. (INDEC, 2010)

Clima

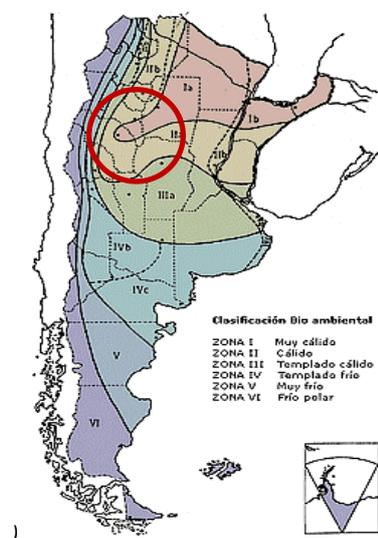


Figura 3: Clasificación Bioambiental (IRAM 11603

Según la Norma IRAM 11603, SFVC pertenece a la Zona Bioambiental: II a – Cálida. En esta zona es el verano la estación crítica, con valores de temperatura media superiores a los 24°C y máxima superiores a 30°C. Las mayores amplitudes térmicas se dan en esta época del año, con valores entre los 14°C y los 16°C. El invierno es más seco, con bajas amplitudes térmicas y temperaturas que oscilan entre 8°C y 12°C. (IRAM 11603, 1996) (Figura 3)

Según la clasificación climática de Köppen-Geiger (San Fernando del Valle de Catamarca, 2022) , San Fernando del Valle de Catamarca posee un clima semiárido cálido (BSh) en el que se identifican dos estaciones muy marcadas. La estación húmeda que va de diciembre a marzo, y la estación seca que comienza en el invierno hasta finales de la primavera.

Es en los meses húmedos del verano cuando la ciudad acumula la mayor parte de sus 460 milímetros de promedio anual gracias a las precipitaciones convectivas. Que la ciudad es seca durante gran parte del año es cierto, pero no así en el verano cuando las masas de aire tropical húmedo provenientes del norte se instalan en la región. (SauzuK, 2022)



Figura 4: Postal de la ciudad en la estación húmeda
(Sauzuk, 2022)

En ese período tienen lugar las tormentas que en su gran mayoría nacen en la zona serrana del Ambato para recién extenderse hacia la zona de la ciudad. (Figura 4)



Figura 5: Tempestad de polvo en la estación seca.
(SauzuK. 2022)

La llegada del invierno representa el inicio de la estación seca que recién en noviembre comienza a amainar. Este período intercala entre semanas de tiempo seco y templado e irrupciones de aire polar que duran 2 o 3 días. Algunas de ellas con la suficiente humedad para producir nevadas en la ciudad. (Sauzuk, 2022)
(Figura 5)

Datos Climáticos

Para el desarrollo del presente trabajo se utilizan datos climáticos proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional (periodo 1981-2010, 1991-2020) (SMN, 2021), Servicio Meteorológico Urbano UNCA - SMU (periodo 1996-2005) (Eller de Ferreyra y Vivas, 2013), Weather and Climate (Weather and Climate, 2021), Estación Meteorológica CAPE (SuCyTCa, 2021), Propuestas para el Diseño Urbano Bioambiental en Zonas Cálidas Semiáridas. Caso Área del Gran Catamarca (Vigo, 2010) y mediciones propias (Dic 2021) La Tm anual oscila entre los 14 °C y 30 °C con un promedio de TmMa que va desde los 21.50 °C y 36.40 °C. Las TmMin transitan desde los 5.70 °C y 22.10 °C. (Figura 6)

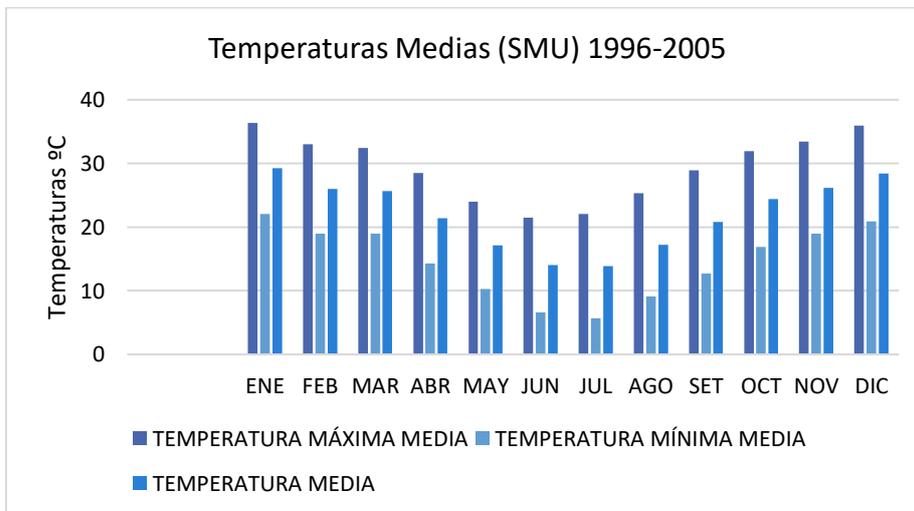


Figura 6: Temperaturas Medias SFVC – SMU (Elaboración propia)

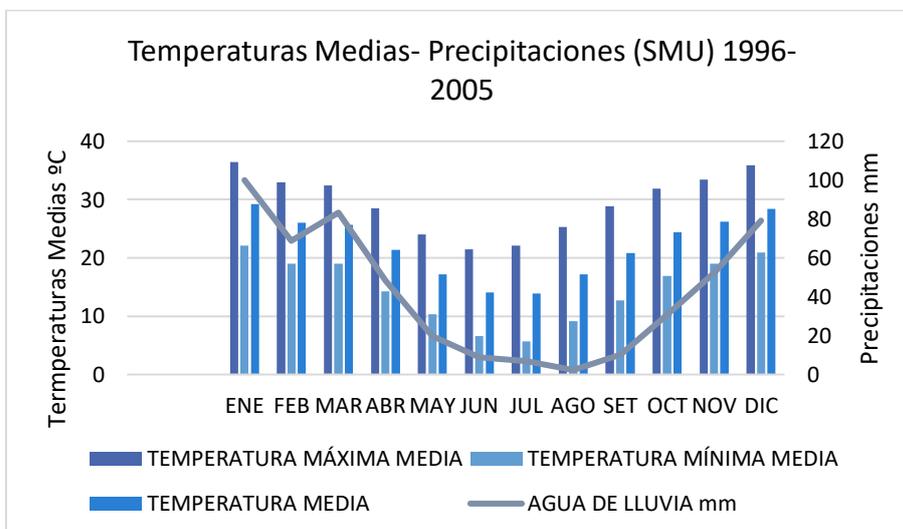


Figura 7: Relación Temperaturas Medias – Precipitaciones SFVC - SMU (Elaboración propia)

Durante el periodo octubre – marzo se producen las mayores marcas de precipitaciones, y logra niveles máximos mensuales en verano de 100.0 mm en el transcurso del mes de enero y mínimos en la época de más bajas temperaturas entre junio y agosto (prácticamente de sequía), con registros de 8.8 mm y 2.3 mm (Figura 7)

Los valores de Humedad Relativa media oscilan entre el 50% y el 70%. (Figura 8)

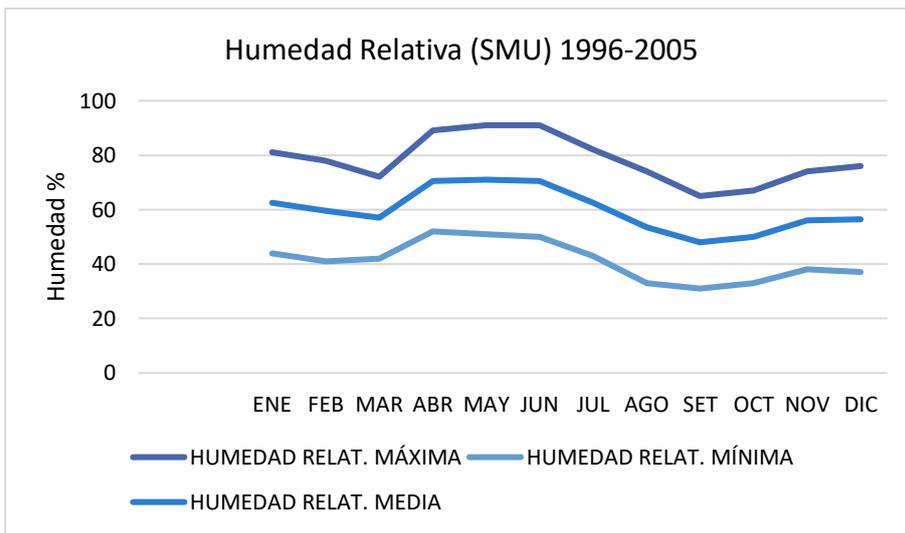


Figura 8: Humedad Relativa SFVC – SMU (Elaboración propia)

Para analizar los regímenes de los Vientos con relación a su dirección e intensidad, se consideran los datos aportados por el INTA (1981-1990) (Figuras 9 y 10)

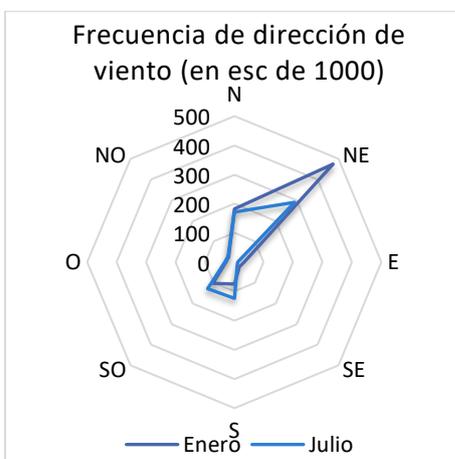


Figura 9: Frecuencia de dirección de vientos
INTA (Elaboración propia)



Figura 10: Velocidad del viento por dirección
INTA (Elaboración propia)

A mediados de la estación invernal comienza el régimen de vientos que van de intensidad moderada a fuerte que soplan desde el sector norte y noreste. Estos vientos se activan entre los meses de julio y agosto y cobran su máxima intensidad y frecuencia en octubre o noviembre. La falta de precipitaciones en esta época favorece a que las fuertes ráfagas que suelen llegar a los 80 km/h levanten grandes cantidades de polvo fácilmente, y en consecuencia, hay días tan ventosos que la visibilidad se ve muy reducida. Con la llegada de la estación húmeda, la frecuencia de los vientos va reduciéndose hasta ser prácticamente neutralizada en los meses de febrero y hasta junio inclusive. (Sauzuk, 2022)

En la fig. 11 se presenta la Heliofanía Efectiva, que corresponde a las horas de sol que posee la localidad, la cual alcanza la mayor duración desde el mes de octubre con valores comprendidos entre 7 y 8 horas de sol. (Grossi Gallegos, H y Righini, R, 2007)

En cuanto a la Heliofanía Relativa, que se obtiene entre el cociente de las horas reales y las horas teóricas de sol obtenidas (por calculo), es alta anualmente, superando el 58% en la mayoría de los meses y alcanzando aproximadamente el 66% en los últimos meses del año. (Figura 12)

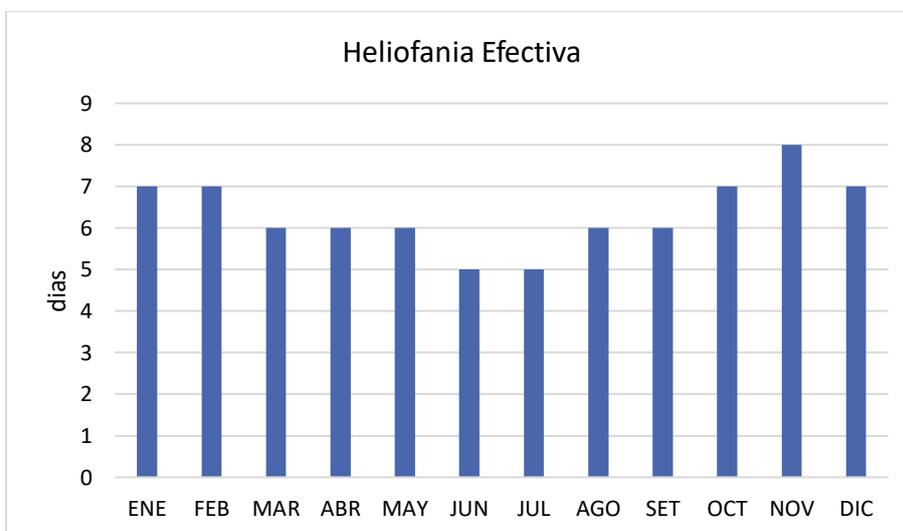


Figura 11: Heliofanía Efectiva SFVC – Atlas de Energía Solar RA, Grossi (Elaboración propia)

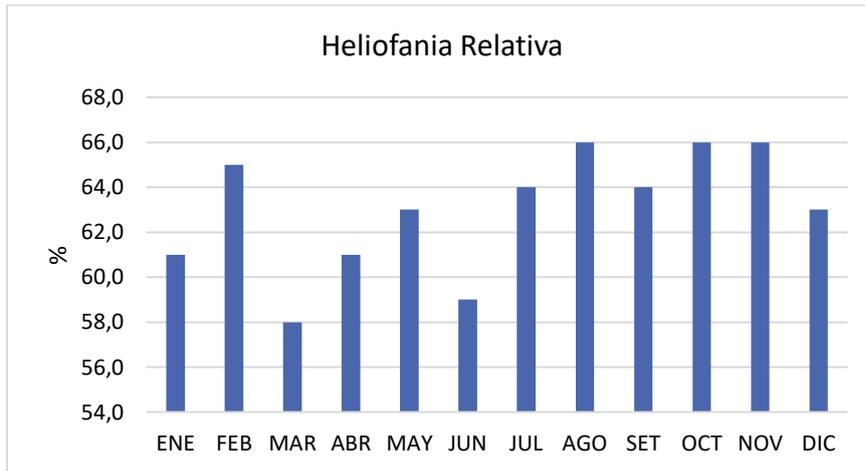


Figura 12: Heliofanía Relativa SFVC - INTA (Elaboración propia)

En cuanto a la Radiación solar, se observan niveles de irradiancia entre 2.5 y 5.5 kWh/m², según el Atlas de Energía Solar de la República Argentina (Grossi Gallegos, H y Righini, R, 2007), con los promedios más altos entre octubre y febrero (Figura 13) Consultando trabajos similares – “Estimación de la Irradiancia Solar Media Mensual”, (Watkins, M. y Salazar, G., 2012) – se observan resultados similares. (Figura 14)

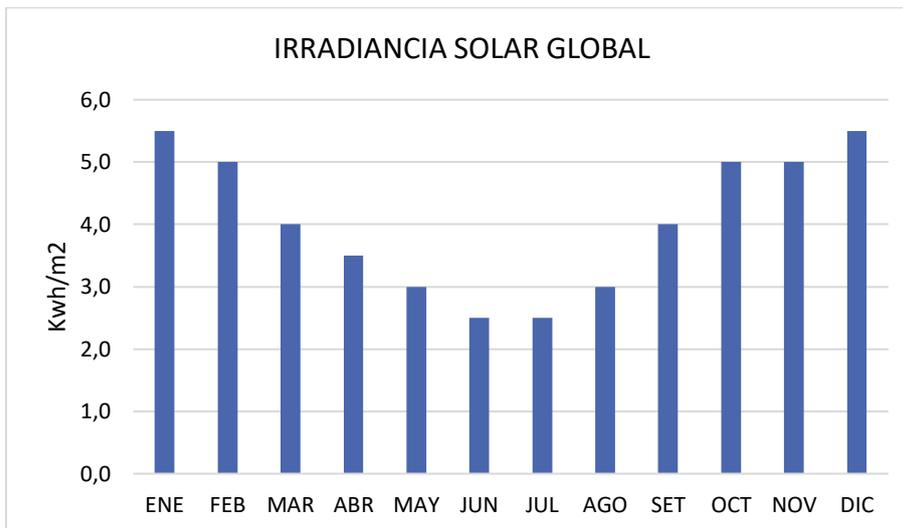


Figura 13: Irradiancia Solar Global SFVC – Atlas de Energía Solar RA, Grossi (Elaboración propia)

Resultados

	H _{BH} estimada (MJ/m ²)	H _D estimada (MJ/m ²)	H _{GH} estimada (MJ/m ²)
Enero	18.19	7.72	25.91
Febrero	16	7.1	23.1
Marzo	13.02	6.13	19.15
Abril	10.65	4.99	15.64
Mayo	7.96	3.98	11.94
Junio	6.5	3.53	10.03
Julio	7.57	3.74	11.31
Agosto	9.49	4.51	14
Septiembre	11.25	5.62	16.88
Octubre	14.81	6.71	21.52
Noviembre	17.69	7.51	25.2
Diciembre	18.41	7.84	26.25
Promedio	12.63	5.78	18.41

Tabla 2. Valores medios mensuales estimados de irradiación global, directa horizontal y difusa para la ciudad de Catamarca usando el modelo híbrido de Yang.

Estimación de la Irradiación Solar Media Mensual, para la Ciudad de Catamarca, usando el Modelo Híbrido de Yang. Watkins, M. E.; Salazar, G. A.

Figura 14: Irradiación Solar Media Mensual SFVC – Watkins, M., Salazar, G

En los registros de nubosidad medida en octavos, se puede concluir que los niveles son bajos (pocas nubes). Las mayores cantidades se alcanzan en los meses van de enero a junio con valores de 2.1 a 3.2. (Figura 15)

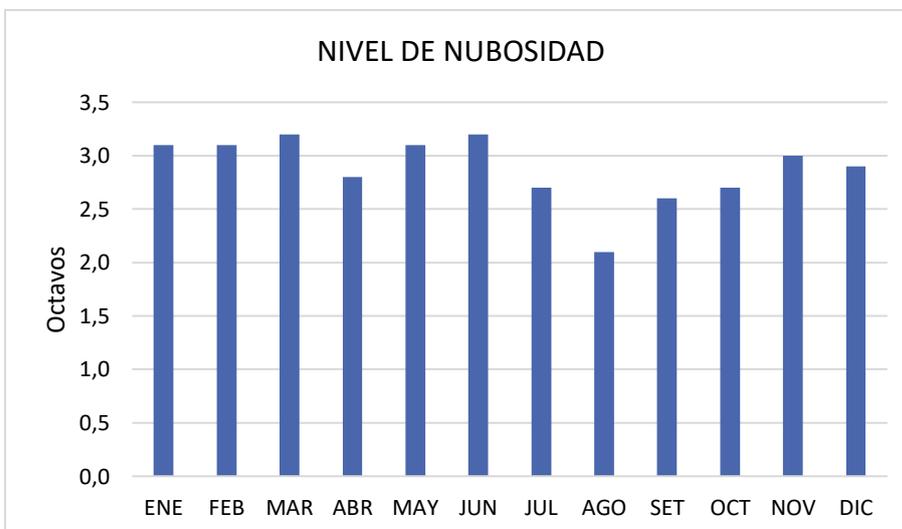


Figura 15: Nivel de Nubosidad en octavos anual SFVC – INTA, (Elaboración propia)

Los tipos de cielo de la localidad capital, revelan que la mayor cantidad de días claros corresponden al período que va desde el mes de julio hasta octubre, aumentando los cubiertos en el tramo de enero a junio. (Figura 16)

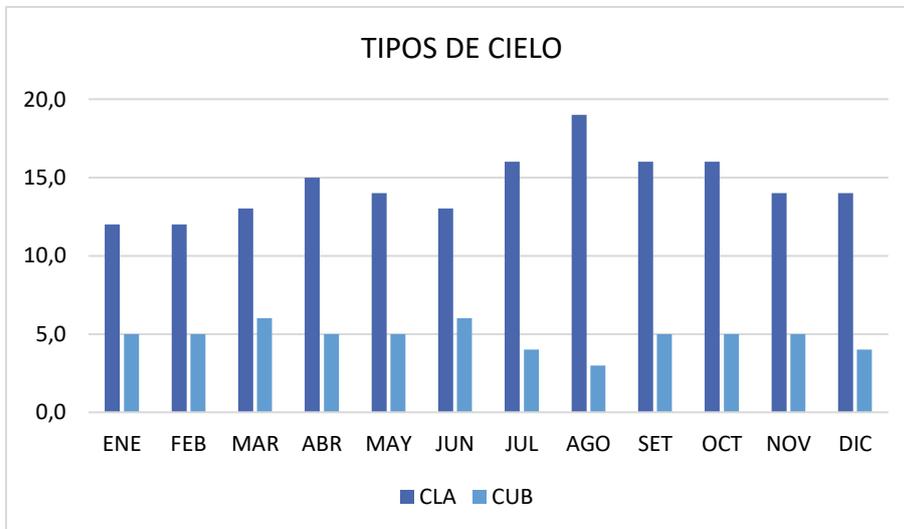


Figura 16: Tipos de cielo SFVC – INTA (Elaboración propia)

CAPITULO 5 – NECESIDADES HIGROTÉRMICAS INTERIORES

Cálculo de la Zona de Confort

Definir las condiciones higrotérmicas aptas para realizar actividades en espacios interiores, permite diseñar ambientes confortables trabajando con el clima del lugar. El impacto del medioambiente incide directamente en la energía y salud del ser humano.

Para las personas que trabajan o utilizan edificios públicos durante gran parte del día, es importante contar con un ambiente confortable para desarrollar sus actividades. Podemos considerar como variables del confort ambiental el confort higrotérmico, acústico y lumínico entre otros.

Diferentes autores analizan con climogramas, tablas y cartas bioclimáticas esta relación (Alonso, M. 2020), definiendo la zona de confort (ZC) y estrategias a utilizar con el fin de mejorar las condiciones ambientales en el edificio, mediante la utilización de sistemas naturales o mecánicos (Tabla 1):

Año	Autor	Límites de temperatura del aire para lograr confort térmico	Estudio
1963	Victor Olgyay	23.9 °C a 29.5 °C 20 – 75% de HR	Carta Bioclimática
1976	Baruch Givoni	21 °C a 26 °C 5 – 17 mm Hg	Cartas Psicométricas
1977	ASHRAE	20.55 °C a 24.44 °C (invierno) 23.3 °C a 27.22 °C	Nueva Temperatura Efectiva (ET)
1993	Auliciems Andreis	Tn: 17.6+0.31 Tm Intervalo de 2.5 °C arriba y debajo de Tn	Ecuación para conocer la neutralidad térmica
1973	Carl Mahoney	Para lugar con Tm anual >20 °C >30% Hr es de 26 °C a 33 °C >70% Hr es de 22 °C a 27 °C	Tabla de Mahoney
2000	John M. Evans	18 °C a 28 °C considerando variaciones de este intervalo debido a la oscilación térmica de hasta 8 °C de cada lugar específico	Triángulos de confort

Tabla 1: Modelos de confort higrotérmico. Fuente: Tesis de Maestría Arq. Laura Alonso

Para definir la zona de confort en SFVC, se toman los datos climáticos proporcionados por el Servicio Meteorológico Urbano de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNCA, periodo 1996-2005 (Eller de Ferreyra y Vivas, 2013), y se aplican en diferentes estudios comparativos:

Utilizando el Bioclimograma de Olgay, (CEEMA, 2003) la Zona de Confort se define entre los 20 °C y 26 °C y 20% y 55% de HR. (Figura 17)

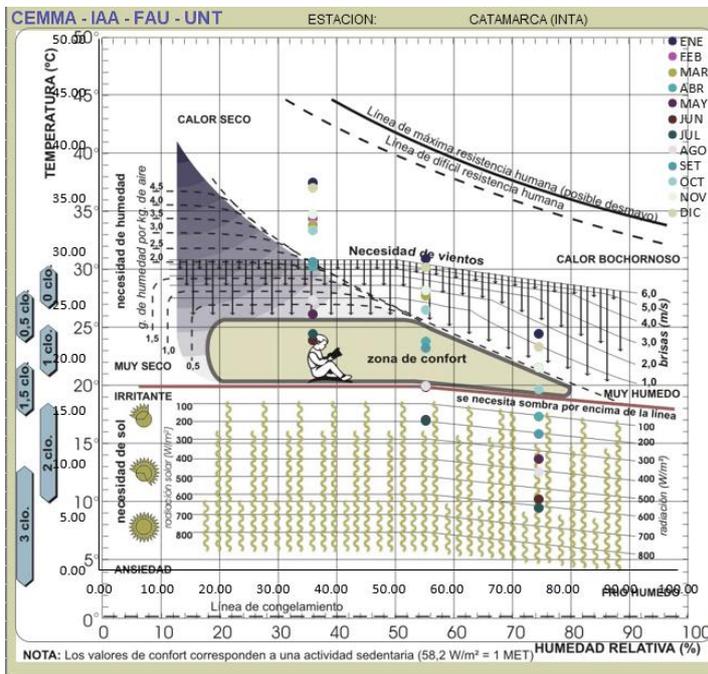


Figura 17: Bioclimograma de Olgay - CEEMA

Al aplicar el Bioclimograma de Givoni, (CEEMA, 2003) la Zona de Confort se define entre los 24.4 °C y 27.8 °C y 20% y 60% de HR. (Figura 18)

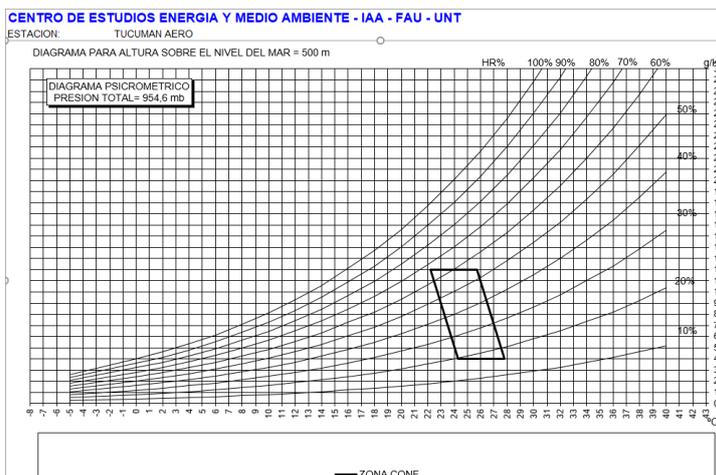


Figura 18: Bioclimograma de Givoni - CEEMA

A partir de la Temperatura media anual (T_m) y aplicando la ecuación con el coeficiente promedio determinado por Auliciems Andris (1993) se puede establecer la neutra (T_n), (Alonso, M. 2020), es decir, la temperatura óptima del aire en la que el cuerpo humano disipa el calor generado por sus funciones y la persona se encuentra en bienestar sin sentir frío ni calor y determinar los límites máximos y mínimos de la ZC, con el valor establecido para la variación de la misma en $+2.5$ ó -2.5 °C. (Tabla 2)

Temperatura Neutra Anual	T_m	T_n	ZC max	ZC min
$T_n: (T_m \cdot 0.31) + 17.6$	22.4 °C	24.5 °C	27 °C	22 °C
Temperatura Neutra Invierno	T_m	T_n	ZC max	ZC min
$T_n: (T_m \text{ min} \cdot 0.31) + 17.6$	14.6	22.1 °C	24.6 °C	19.6 °C
Temperatura Neutra Verano	T_m	T_n	ZC max	ZC min
$T_n: (T_m \text{ max} \cdot 0.31) + 17.6$	29.4 °C	26.7 °C	29.2 °C	24.2 °C

Tabla 2: Cálculo de la T_n neutra media, min y max y los rangos max y min de la ZC

Para la Ciudad de SFVC, la temperatura neutra (T_n) anual corresponde a 24.5°C, la de invierno a 22.1°C y la de verano a 29.4°C, las mismas surgen a partir de las T_m máxima y mínima. Con el fin de establecer la ZC durante todo el año y plantear las estrategias bioclimáticas, se considera que la misma se encuentra en el rango que va de los 22°C a 27 °C.

Determinación de Estrategias Bioclimáticas

La relación clima – confort define estrategias para el diseño en distintas escalas, permitiendo aprovechar los aspectos favorables, protegernos de los desfavorables y conservar las condiciones confortables. Estas pautas y estrategias pueden obtenerse de normas, como la IRAM 11603 o a través de climogramas, cartas bioclimáticas y tablas.

Norma IRAM 11603

Estrategias de diseño recomendadas por la Norma IRAM 11603 (IRAM, 1996) para la zona bioclimática Ila-Cálida:

- Aislación Térmica
 - colores claros en paredes exteriores y techos
 - gran aislación térmica en los techos y en las paredes orientadas al este y al oeste
 - si bien en esta zona, el invierno reviste limitada importancia, se deja a criterio del proyectista las condiciones de diseño que se deben adoptar
- Radiación Solar
 - proteger las superficies de la incidencia de la radiación solar. Para las ventanas, si es posible, no orientarlas al Este o al Oeste, y minimizar su superficie
- Orientaciones
 - el eje mayor de la vivienda, preferentemente, orientado al Este-Oeste
- Ventilación
 - un diseño que permita la ventilación cruzada de la vivienda, dada la influencia benéfica del movimiento sensible del aire, para disminuir la falta de confort higrotérmico, es por ello que se recomienda contemplar la necesidad de aprovechar los vientos dominantes y la creación de zonas de alta y baja presión que aumenten la circulación de aire

Programas Centro de Estudios Energía y Medio Ambiente (CEEMA)

Estrategias de diseño recomendadas utilizando Necesidades de Enfriamiento, Calefacción y Periodos de Confort, Necesidades de Sombras, Voto Medio Predecible, Porcentaje de Insatisfacción Predecible y Pautas utilizando el método de Mahoney.

El Programa del CEEMA que permite determinar los periodos de confort y necesidades de enfriamiento y calefacción (CEEMA, 2002), indica que en Catamarca predomina la necesidad de enfriamiento (39.6%) por sobre la calefacción (22.6%) observándose periodos de confort durante todo el año en diferentes horarios (37.8%) (Figura 19)

CENTRO DE ESTUDIOS ENERGIA Y MEDIO AMBIENTE - IAA - FAU - UNT VOLVER A DATOS

NECESIDADES BIOLIMATICAS: C=CONFORT - F=FRIO(NECESIDAD CALEFACCION) - E=NEC. DE ENFRIAMIENTO

ESTACION: CATAMARCA FUENTE: S.M.U. (1996-2005)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	E	E	E	C	F	F	F	F	C	C	E	E
2	E	C	C	C	F	F	F	F	F	C	C	E
3	E	C	C	F	F	F	F	F	F	C	C	C
4	C	C	C	F	F	F	F	F	F	C	C	C
5	C	C	C	F	F	F	F	F	F	F	C	C
6	C	C	C	F	F	F	F	F	F	F	C	C
7	C	C	C	F	F	F	F	F	F	F	C	C
8	C	C	C	F	F	F	F	F	F	C	C	C
9	E	C	C	F	F	F	F	F	F	C	C	C
10	E	C	C	C	F	F	F	F	C	C	C	E
11	E	E	E	E	C	C	C	C	C	E	E	E
12	E	E	E	E	C	C	C	C	E	E	E	E
13	E	E	E	E	C	C	C	C	E	E	E	E
14	E	E	E	E	C	C	C	C	E	E	E	E
15	E	E	E	E	C	C	C	C	E	E	E	E
16	E	E	E	E	C	C	C	C	E	E	E	E
17	E	E	E	E	C	C	C	C	E	E	E	E
18	E	E	E	E	C	C	C	C	E	E	E	E
19	E	E	E	E	C	C	C	C	E	E	E	E
20	E	E	E	E	C	C	C	C	E	E	E	E
21	E	E	E	E	C	F	C	C	C	E	E	E
22	E	E	E	C	C	F	F	C	C	E	E	E
23	E	E	E	C	C	F	F	C	C	E	E	E
24	E	E	E	C	C	F	F	C	C	E	E	E
FRIO	0	0	0	7	10	14	13	10	8	3	0	0
CONF.	5	9	9	6	14	10	11	14	8	7	9	7
ENF.	19	15	15	11	0	0	0	0	8	14	15	17
TOT.F	65	% F.		22.6	TOT.C	109	% C.	37.8	TOT.E	114	% E.	39.6

Figura 19: Necesidades de Enfriamiento y Calefacción – Periodo de Confort SFVC - CEEMA

CENTRO DE ESTUDIOS ENERGIA Y MEDIO AMBIENTE - IAA - FAU - UNT VOLVER A DATOS

ESTACION: CATAMARCA FUENTE: S.M.U. (1996-2005)

NECESIDADES DE SOMBRA PARA TRASLADAR AL DIAGRAMA DE TRAYECTORIAS SOLARES EN PROYECCIÓN CILINDRICA DESARROLLADA. TRASLADAR DONDE SE INDIQUE EL VALOR "S", CORRESPONDIENTES A LAS HORAS Y MESES, AL DIAGRAMA

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
5												
6												
7												
8												
9	S											
10	S											S
11	S	S	S	S						S	S	S
12	S	S	S	S					S	S	S	S
13	S	S	S	S					S	S	S	S
14	S	S	S	S					S	S	S	S
15	S	S	S	S					S	S	S	S
16	S	S	S	S					S	S	S	S
17	S	S	S	S					S	S	S	S
18	S	S	S	S					S	S	S	S
19	S	S	S	S					S	S	S	S
TOTAL	11	9	9	9	0	0	0	0	8	9	9	10
% DE SOMBRA:	41.1111											

Figura 20: Necesidades de Sombras SFVC – CEEMA

En la Figura 20 se observa que durante el mes de enero se requiere sombra (CEEMA, 2002), desde las 9 hs, en septiembre a partir de las 12 hs, desde febrero a abril y desde octubre a noviembre se adelanta a las 11 hs. En promedio en Catamarca hay una necesidad de sombras en un 41.1% anual.

El Programa del CEEMA que determina el PMV (voto medio predecible) y el PPD (porcentaje de insatisfacción predecible) (CEEMA, 2002), establece que los periodos cálidos o de calor son los que predominan en SFVC, 45,14%, neutralidad 29,86% y frio o fresco 25%.

(Figura 21)

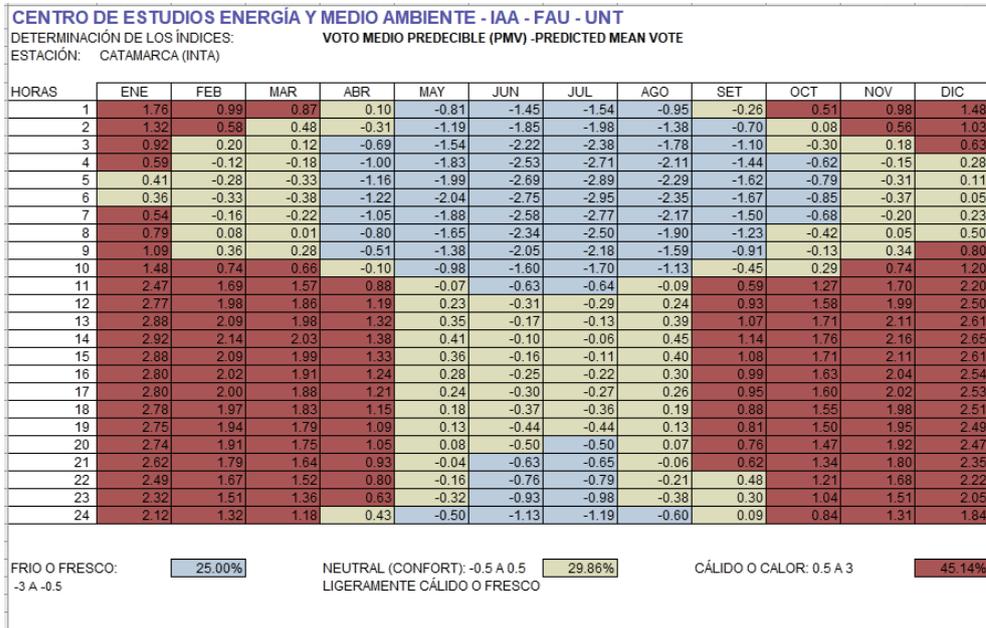


Figura 21: PMV Voto Medio Predecible SFVC - CEEMA

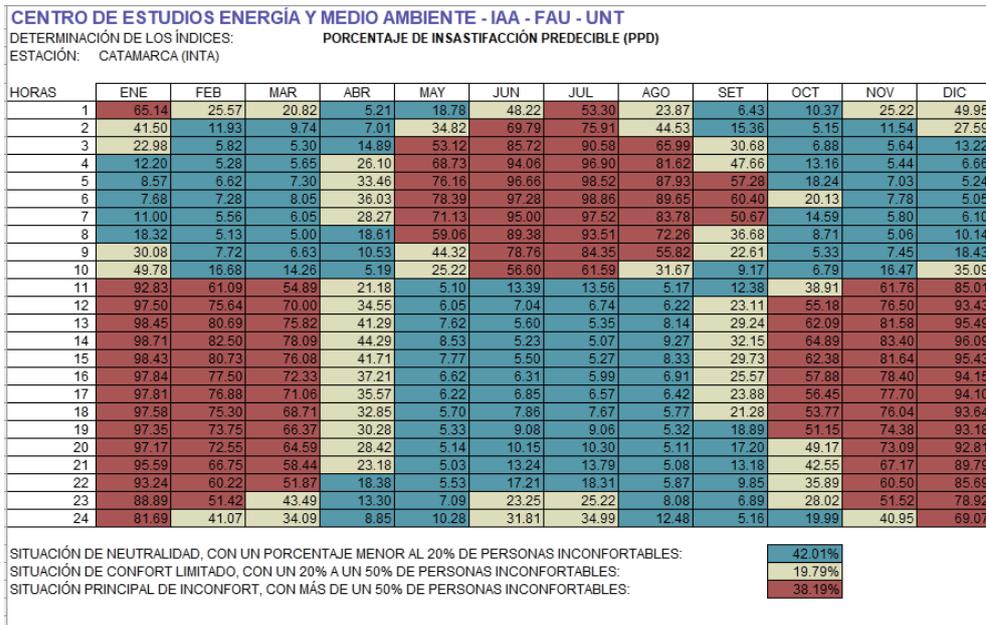


Figura 22: PPD Porcentaje de Insatisfaccion Predecible SFVC - CEEMA

La principal situación de inconfort, con más del 50% de personas inconfortables es de un 38,19% entre las 11 hs y 23 hs en los meses de enero a marzo y desde octubre a diciembre y entre la 1 hs y 10 hs en periodo invernal (mayo a agosto). La neutralidad es del 42,01%, situación que se presenta en las primeras horas de la mañana en verano y a la siesta en invierno. (Figura 22). En la Figura 23 se presentan las pautas generales de diseño para SFVC según el Método de Mahoney:

CENTRO DE ESTUDIOS ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE - IAA - FAU - UNT		MÉTODO MAHONEY	
ESTACIÓN:	CATAMARCA (INTA)	FUENTE:	S.M.U. (1996-2005) PAUTAS GENERALES
DISTRIBUCIÓN	1		
Se recomienda orientar los edificios según un eje Este-Oeste, dando al Norte y Sur las alturas mayores, para reducir la exposición al sol.			
SEPARACIÓN	5		
Se recomienda un planteo compacto si es poca la necesidad de movimiento del aire.			
MOV. DEL AIRE	8		
Si no es esencial el movimiento del aire y solo es preciso para no más de un mes, las habitaciones deben estar en dos filas y no es muy necesaria la ventilación cruzada.			
ABERTURAS	11		
Deben tener un tamaño medio, entre el 20% y el 40% de la superficie de la pared. Las aberturas en la pared Este son aconsejables cuando la temporada fría es larga. En paredes Oeste se aconsejan para climas fríos o frescos, en el trópico no se admiten.			
PAREDES	13		
Tanto las paredes externas como las internas deben ser pesadas y macizas.			
TECHOS	15		
Se recomienda un techo pesado, con capacidad térmica importante y con un retardo de 8 horas como mínimo.			
DORMITORIOS EXT.	n/a		
RESGUARDO DE LLUVIA	n/a		

CENTRO DE ESTUDIOS ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE - IAA - FAU - UNT		MÉTODO MAHONEY	
ESTACIÓN:	CATAMARCA (INTA)	FUENTE:	S.M.U. (1996-2005) PAUTAS DE DETALLES
TAMAÑO DE ABERTURAS	3		
Pequeñas, 15 a 25% área de pared. Aplicable cuando el almacenamiento térmico se necesita de 6 a 10 meses.			
POSICIÓN DE ABERTURAS	7		
Las habitaciones pueden estar en dos frentes, disponiendo en las paredes interiores aberturas adecuadas, y en este caso la orientación solar óptima debe prevalecer sobre la dirección de los vientos.			
PROTECCIÓN DE ABERTURAS	8		
Se recomienda exclusión total de la radiación solar todo el año, si la estación fría es menor a 2 meses. Si la estación fría es mayor debe admitirse el asoleamiento durante el período frío.			
PAREDES Y SUELOS	11		
Cuando se necesita almacenamiento térmico más de 2 meses se aconseja una estructura pesada (por ej. ladrillos, hormigón, adobe sólido de 30 cm) y aislación al exterior.			
TECHOS	14		
Se aconseja un techo macizo con tiempos de retardo superiores a 8 horas. Si se usan espesores bajos se aconseja el aislamiento por la parte exterior.			
ESPACIOS EXTERIORES PARA DORMIR	n/a		
CARACTERÍSTICAS EXTERNAS			

Figura 23: Pautas de Diseño Bioclimático, para climas templado-húmedo y cálido-seco Mahoney SFVC – (CEEMA,2002)

Programa Climate Consultant 6.0 (Climate Consultant, 2022)

Se trabaja sobre el diagrama psicrometrico donde cada punto representa la temperatura y la humedad de cada una de las 8760 horas del año utilizando datos climáticos en formato EPW. Las diferentes estrategias de diseño están representadas por zonas específicas en este gráfico. El porcentaje de horas que caen en cada una de las 16 zonas de estrategia de diseño diferentes da una idea relativa de las estrategias de calefacción pasiva o refrigeración pasiva más efectivas.

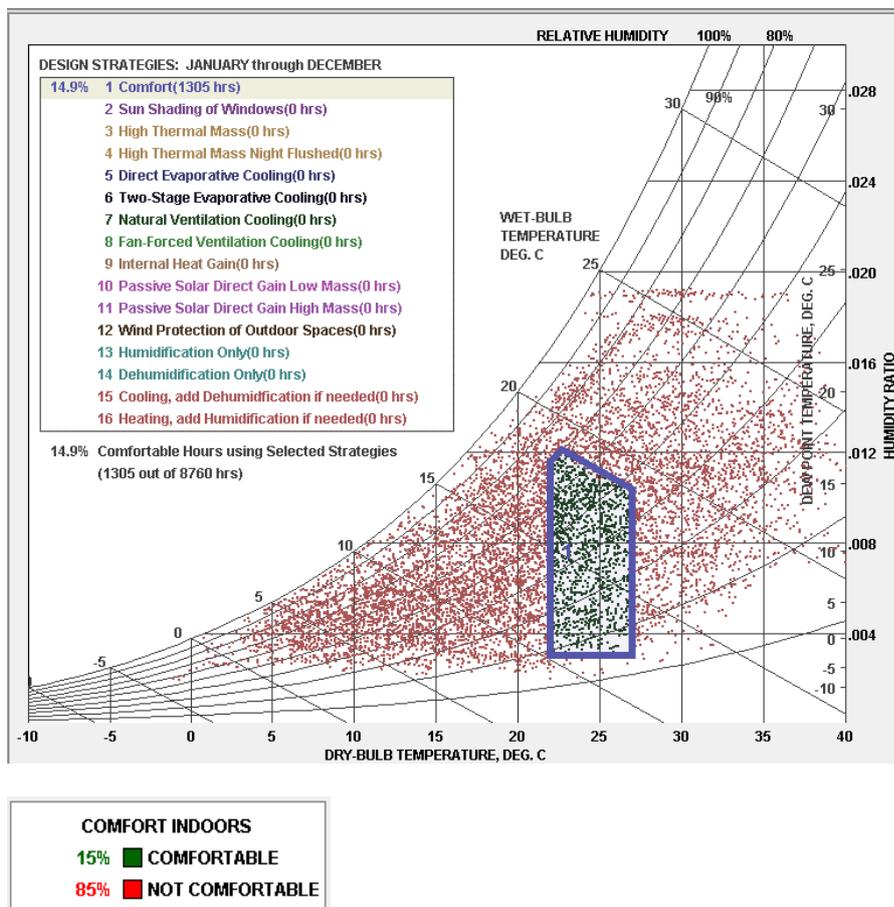


Figura 24: Zona de Confort Porcentaje de periodo confortable y en Disconfort SFVC – Climate Consultat

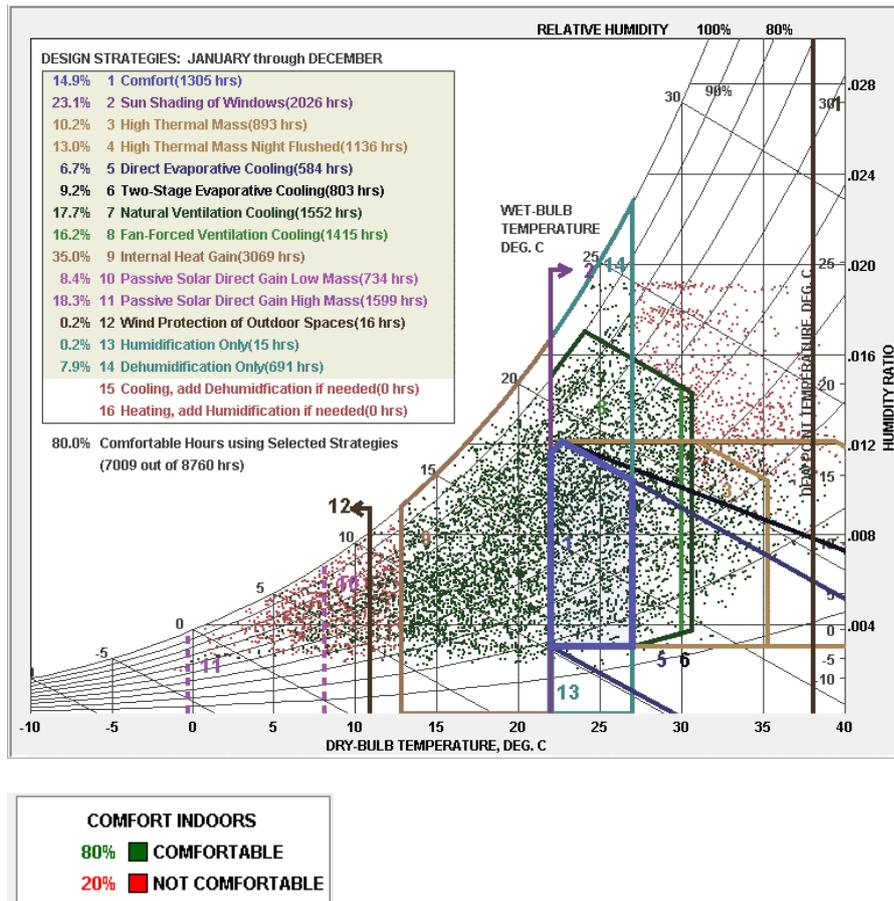


Figura 25: Zona de Confort Estrategias Bioclimaticas– Climate Consultat

En la Figura 24 se observa que, durante la mayor parte del año, se vive en situación de disconfort (85%). Aplicando estrategias bioclimáticas, se pueden lograr mejoras bajando esa situación de disconfort al 20% (Figura 25)

Conclusiones Parciales

Se puede concluir que el clima de SFVC es cálido-seco con altas temperaturas entre octubre y marzo y periodos de escasas precipitaciones en invierno. Sus cielos son diáfanos y despejados la mayor parte del año. En cuanto a los vientos son cálidos y con polvo en suspensión durante todo el año, por lo que se debe tener en cuenta para una ventilación selectiva. Considerando los altos valores de radiación solar, es relevante el estudio de

protecciones solares en espacios exteriores y en las edificaciones. De acuerdo a norma IRAM 11603, el verano es la estación crítica en esta localidad.

Con el fin de establecer la Zona de Confort (ZC) durante todo el año y plantear las estrategias bioclimáticas, se considera que la misma se encuentra en el rango que va de los 22°C a 27 °C y 20% a 50% HR.

La evaluación de los diferentes programas y normas permiten determinar que SFVC se encuentra en una situación de discomfort la mayor parte del año, siendo necesario plantear pautas y estrategias para mejorar las condiciones interiores de confort higrotérmicos de los edificios. Aplicando pautas de Enfriamiento y Calentamiento Pasivo se puede lograr una mejora en las condiciones interiores de confort higrotérmico de entre un 60 a 80% quedando el resto para emplear acondicionamiento con instalaciones termomecánicas. En verano y para lograr el Enfriamiento Pasivo se debe recurrir a los conceptos de minimizar, proteger y disipar el calor, mientras que en invierno captar, acumular y conservar el calor serían los criterios para alcanzar el Calentamiento Pasivo.

Considerando que durante el 38% del año se experimentan situaciones de confort (a la madrugada en verano y a la siesta en invierno) se plantean para la ciudad de Catamarca, las siguientes estrategias para verano e invierno (Tabla 3 y 4):

Enfriamiento (Necesidad de Enfriamiento 40%)		
Minimizar	Controlar	Disipar
Aislación techos y muros este y oeste	Tamaño y posición de aberturas	Enfriamiento Radiante
Colores claros en paredes exteriores y techos	Parasoles - Aleros	Ventilación Natural Cruzada Ventilación Forzada
Sombreado entre las 10hs y 19hs	Pérgolas - Galerías	Masa Térmica Masa Térmica más Ventilación Nocturna
Vidrios Especiales	Solados exteriores	Enfriamiento Evaporativo

Tabla 3: Estrategias de Confort Verano SFVC

Calentamiento (Necesidad de Calefacción 22%)			
Captar	Acumular	Distribuir	Controlar
Ganancias Internas	Masa térmica	Movimiento de Aire por conducción, convección, radiación	Aleros - Sombreado
Ganancia Directa por áreas vidriadas			Viento en espacios exteriores

Tabla 4: Estrategias de Confort Invierno SFVC

Se definen los siguientes lineamientos, a respetar durante todo el año.

- Formas compactas para reducir las pérdidas
- Edificios agrupados
- Edificios con eje dominante E-O
- Uso de vegetación (arboles caducos)
- Uso de espacios semienterrados y patios
- Solados absorbentes, colores claros y medios

CAPITULO 6 – CENTROS INTEGRADORES COMUNITARIOS

¿Qué son?

Se trata de espacios públicos de integración comunitaria, construidos en todo el país, para el encuentro y la participación de diferentes actores que trabajan de modo intersectorial y participativo para promover el desarrollo local en pos de la inclusión social y del mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades.

Los CIC constituyen una instancia de articulación entre el Gobierno nacional, provincial, municipal, organizaciones sociales y políticas y la sociedad civil, de la cual también participan los ministerios nacionales que conforman el Consejo Nacional de Coordinación de Políticas Sociales. Dentro de estos espacios funciona una Mesa de Gestión Local desde donde dichos actores impulsan y desarrollan, de manera conjunta, las siguientes acciones:

- Coordinación de políticas de desarrollo social y atención primaria de la salud (prevención, promoción y asistencia sociosanitaria)
- Atención y acompañamiento a los sectores más vulnerables
- Integración de instituciones y organizaciones comunitarias que favorezcan el trabajo en red
- Promoción de actividades culturales, recreativas y de educación popular

Los CIC, ubicados en las zonas más vulnerables del país, son construidos por cooperativas especialmente conformadas por familias y vecinos de la comunidad. Esta estrategia representa un modelo de gestión pública que implica la integración y coordinación de políticas de atención primaria de la salud y desarrollo social en un ámbito físico común de escala municipal. (Castrogiovanni, 2016).

Tipología

La tipología de los CIC conserva ciertas similitudes a lo largo y ancho del país (Figuras 26 a 29):

- Se ubican en terrenos grandes
- Ingreso por esquina
- Dos módulos que se unen a través de un hall de ingreso
- Puertas y ventadas de similares dimensiones



Figura 26: CIC San Miguel de Tucumán - Tucumán



Figura 27: CIC El Trevol – Santa Fe



Figura 28: CIC Corzuela – Chaco



Figura 29: CIC Bowen Gral Alvear - Mendoza

Los CIC en Catamarca

En la Ciudad de San Fernando de Catamarca funcionan dos Centros Integradores Comunitarios ubicados en sectores estratégicos de la ciudad: al norte y al sur donde se localiza la mayor cantidad de viviendas sociales. (Figuras 30 y 31)



Figura 30: CIC Norte SFVC – Construcción año 2016

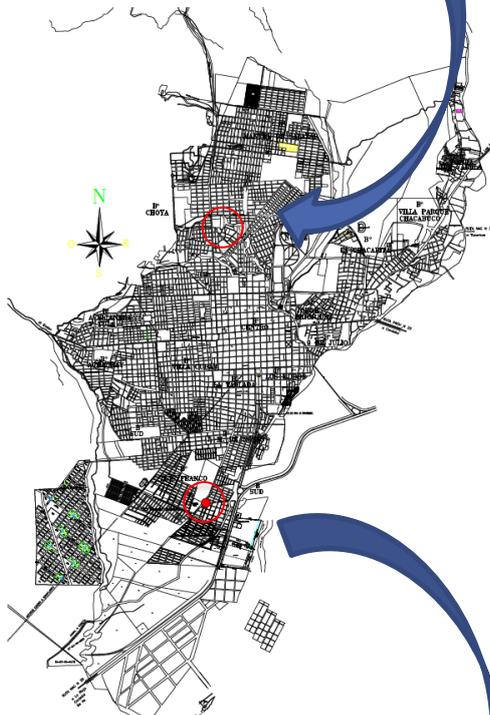


Figura 31: CIC Sur SFVC – Construcción año 2007

Contexto y Emplazamiento

Localizado en el Bº Sud a 15 minutos del centro de la Ciudad, el CIC Sur comienza a funcionar en el año 2.007, sirviendo a barrios del sur de la ciudad.



Figura 32: Vista aérea CIC Sur y entorno – Google Earth

Con un entorno de viviendas tipo I.P.V. y asentamientos precarios de una sola planta (Bº 20 de marzo, Santa Marta, I.P.V./04) el edificio se ubica en un lote triangular de 2.873 m² rodeado de avenidas como la Manuel Navarro y José Martí que lo vinculan al centro de la ciudad. Se resuelve a través de una tipología con patio cívico central en 460 m² y se divide en tres sectores diferenciados por uso y funcionalidad: Salud, Desarrollo Social y Cultural o S.U.M. vinculados por medio de pasillos y halls distribuidores. (Figura 33 y 34)

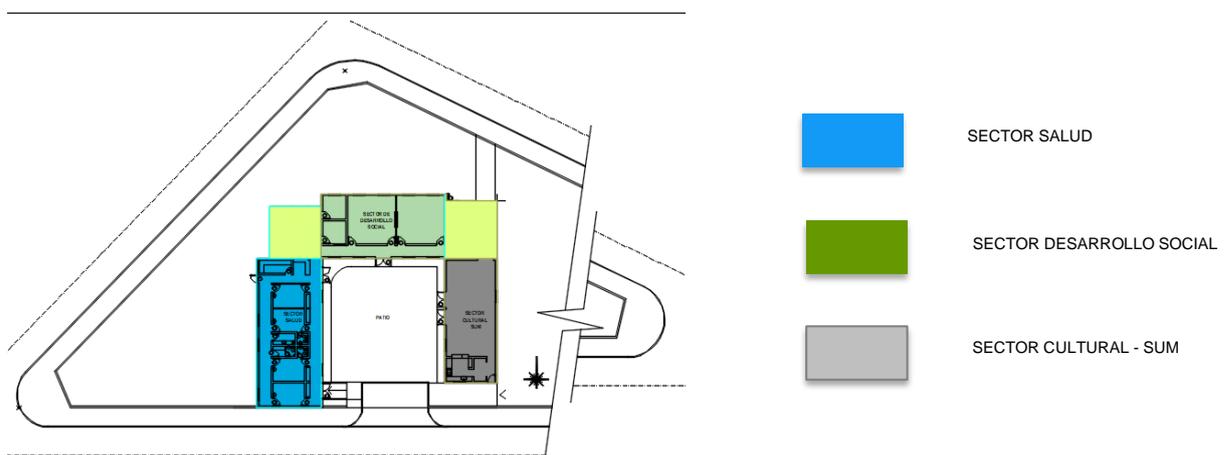
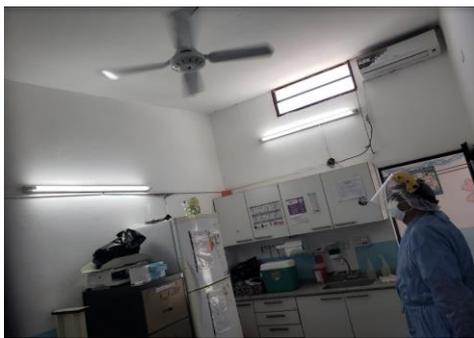


Figura 33: CIC Sur SFVC – Sectores Funcionales

Actualmente y de manera coordinada con áreas del gobierno municipal, se desarrollan en el CIC las siguientes actividades:

- Actividades Sanitarias (enfermería, clínica médica, odontología, nutrición)
- Actividades Culturales (talleres de apoyo escolar, talleres de danzas)
- Sede Policía Provincial, Sede Bomberos

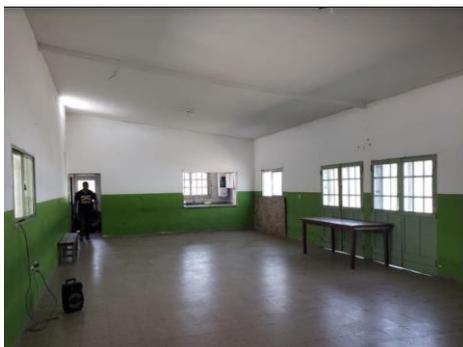
Las Actividades del SUM estuvieron interrumpidas desde marzo hasta mediados de septiembre de 2020 debido a la pandemia COVID a nivel mundial.



Sector Salud



Sector Desarrollo Social



Sector Cultural - SUM

Figura 34: CIC Sur SFVC – Sectores Funcionales

Análisis Bioclimático

Las fachadas este y norte reciben el impacto de vientos cálidos y polvorientos y las fachadas oeste una fuerte radiación solar. El patio central presenta una alta incidencia solar, solado consolidado y zona de baja presión. (Figuras 35, 36 y 37) Puertas y ventanas sin protección de aleros, celosías o cortinas.

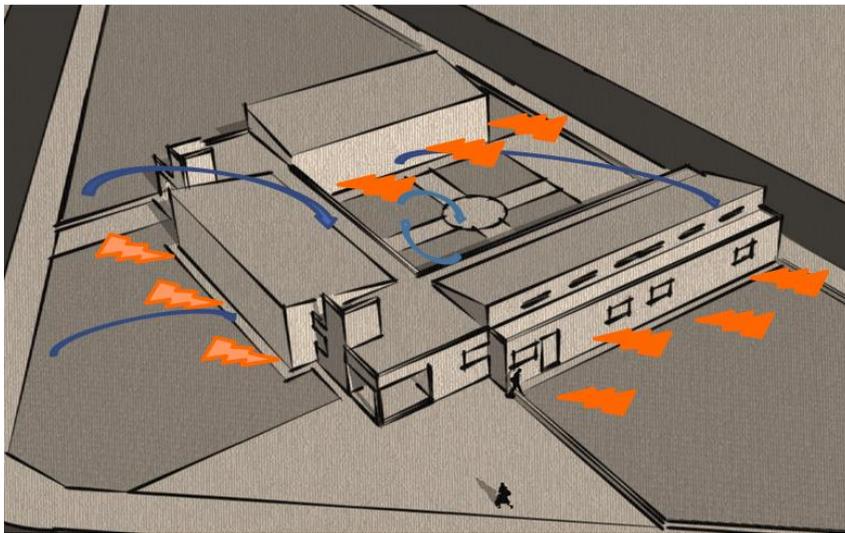


Figura 35: CIC Sur SFVC – Vientos, radiación sobre envolventes - Volumetría

No se observan zonas confortables exteriores ya que los patios y jardines se caracterizan por la ausencia de especies vegetales que proporcionen sombra y cobijo. No tienen un uso definido.

Los sectores Social y Cultural al igual que las circulaciones, reciben iluminación y ventilación directa sin controles ni tamices. En el sector Salud los consultorios no cuentan con iluminación ni ventilación natural.

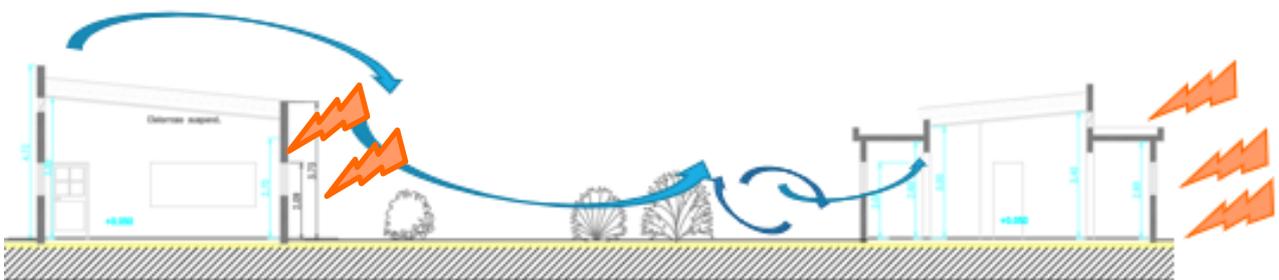


Figura 36: CIC Sur SFCV – Vientos, radiación sobre envolventes – Corte CC

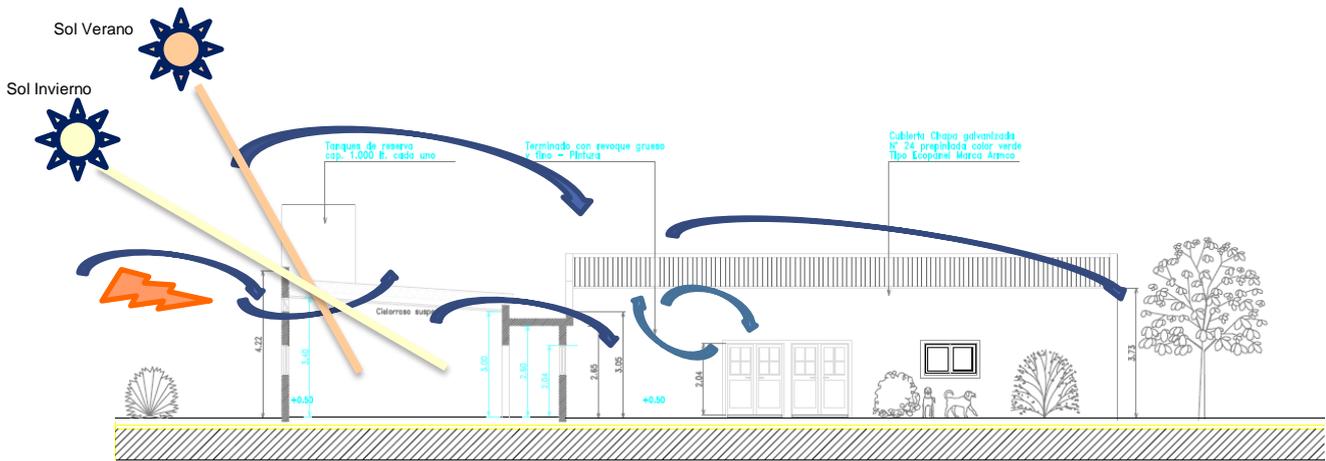


Figura 37: CIC Sur SFVC – Vientos, radiación sobre envoltentes – Corte DD

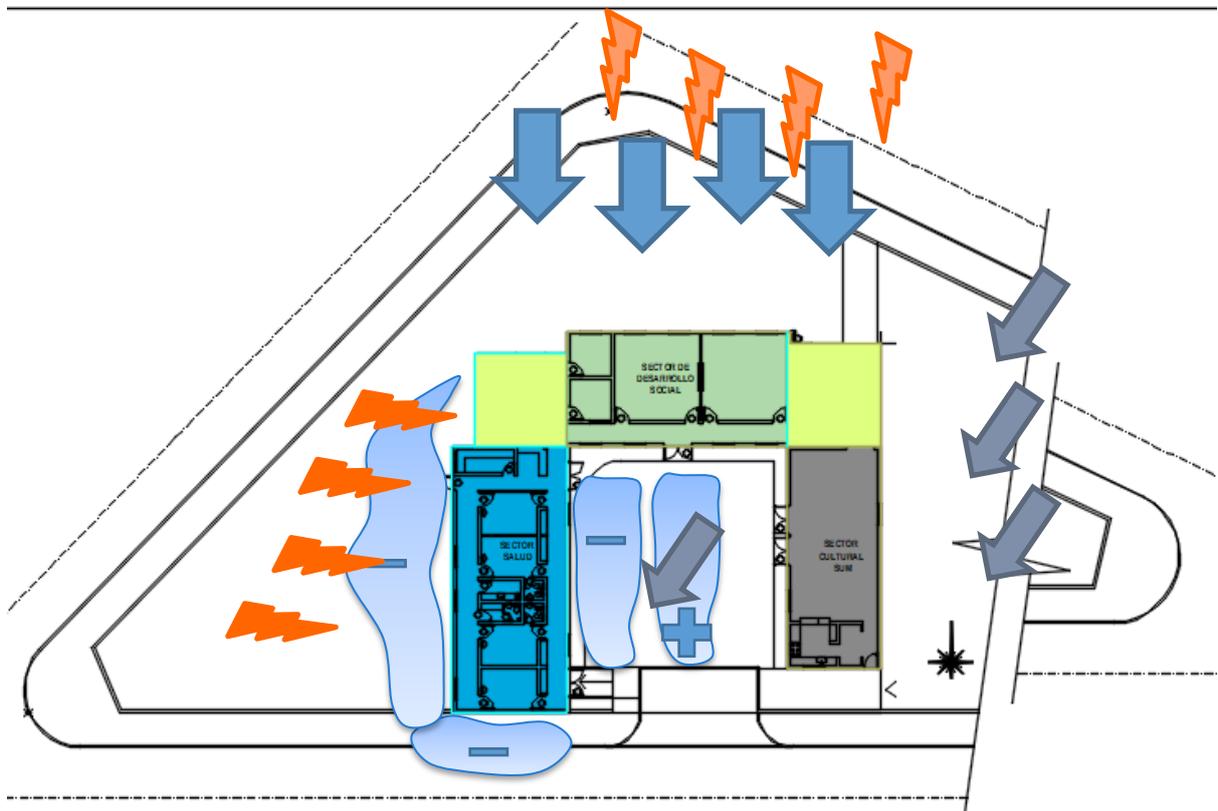


Figura 38: CIC Sur SFCV – Vientos, radiación sobre envoltentes - Planta

Planos

Se obtienen los planos Generales y de Electricidad de la Dirección de Arquitectura de la Municipalidad de la Capital. Se presentan en formato municipal con el ingreso al edificio hacia abajo.

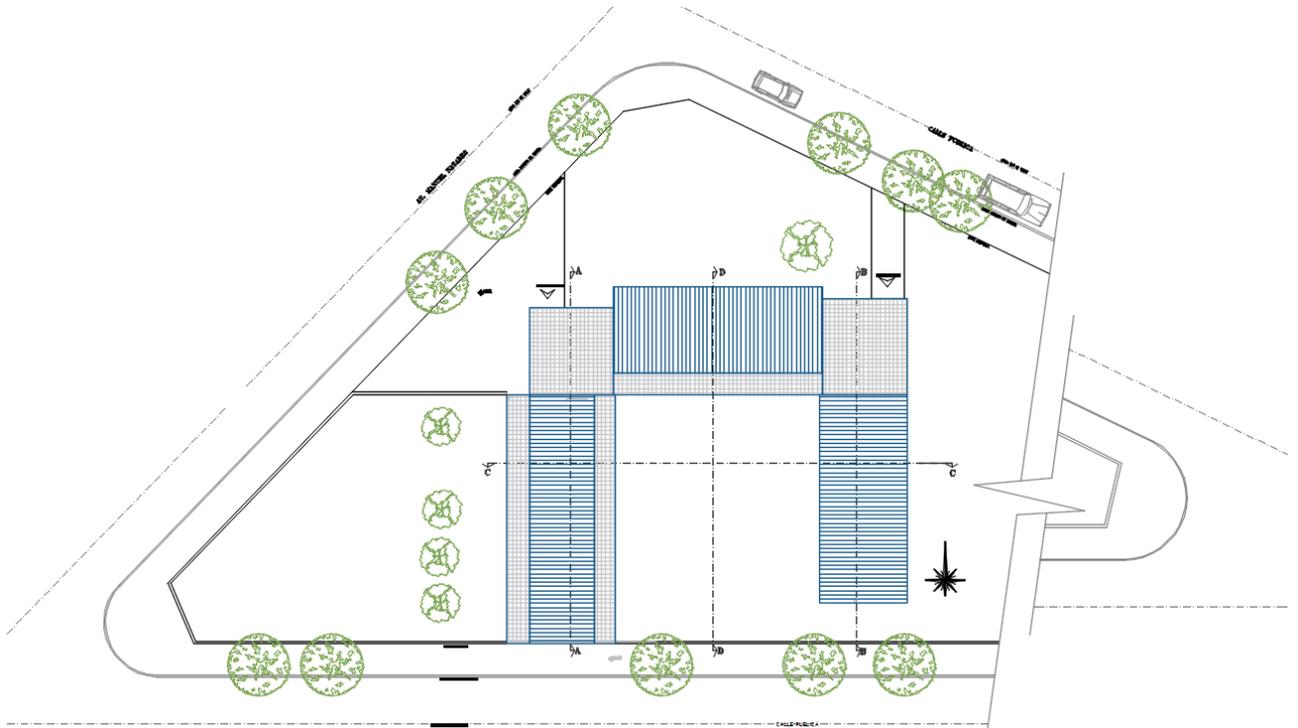


Figura 39: CIC Sur SFVC – Planimetría General

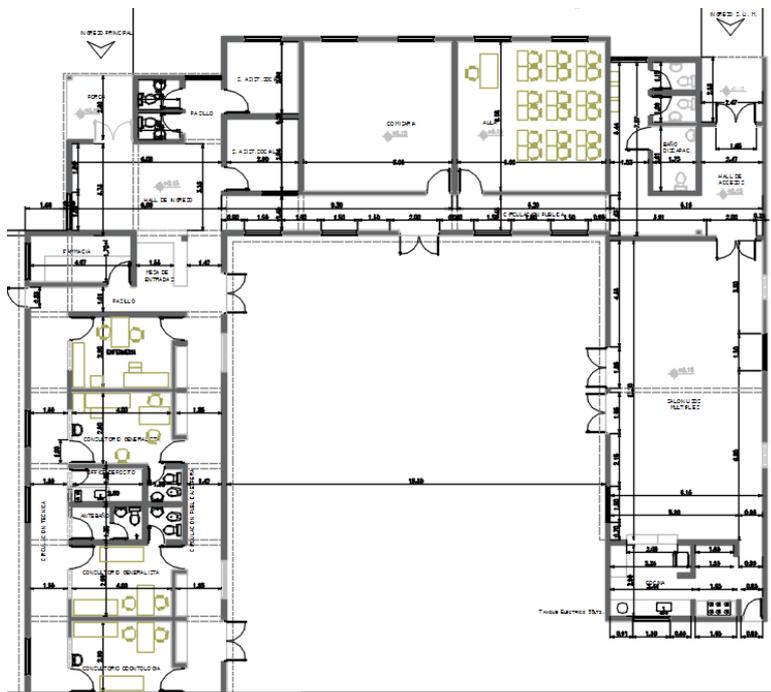


Figura 40: CIC Sur SFVC – Planta General

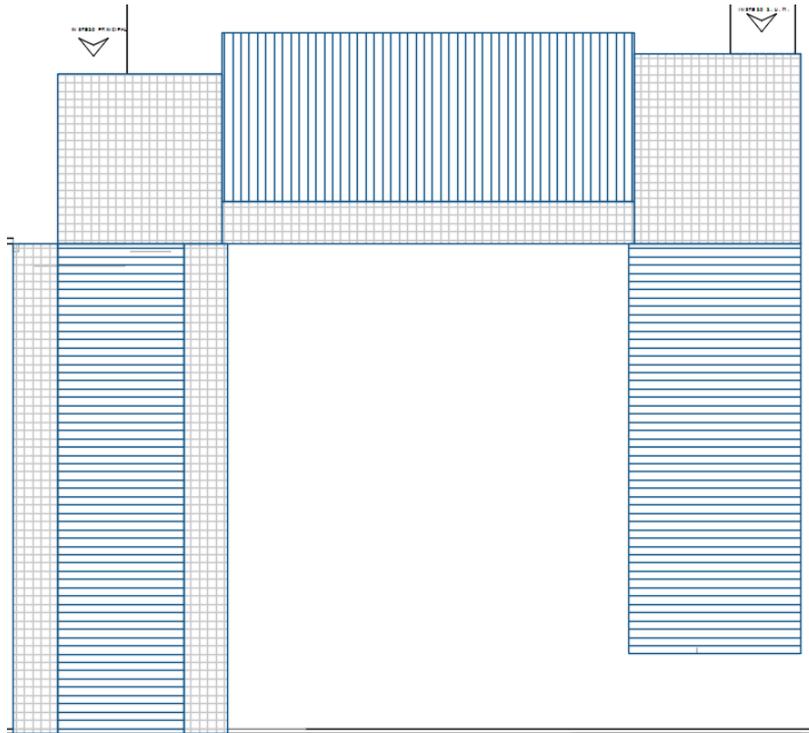


Figura 41: CIC Sur SFVC – Planta de Techos

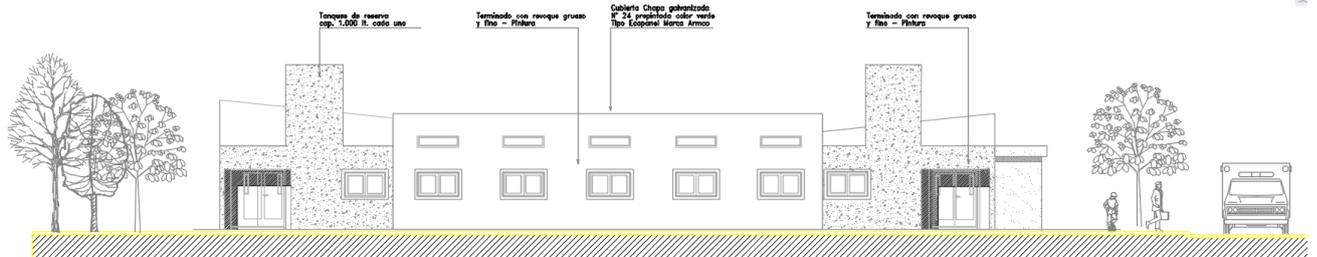


Figura 42: CIC Sur SFVC – Vista Norte

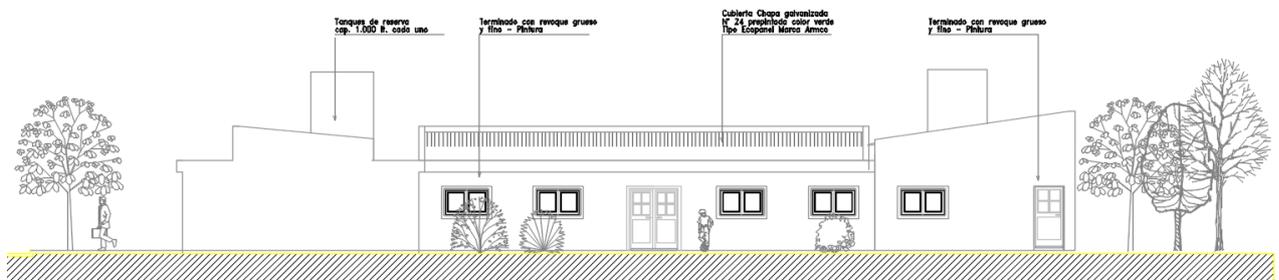


Figura 43: CIC Sur SFVC – Vista Sur

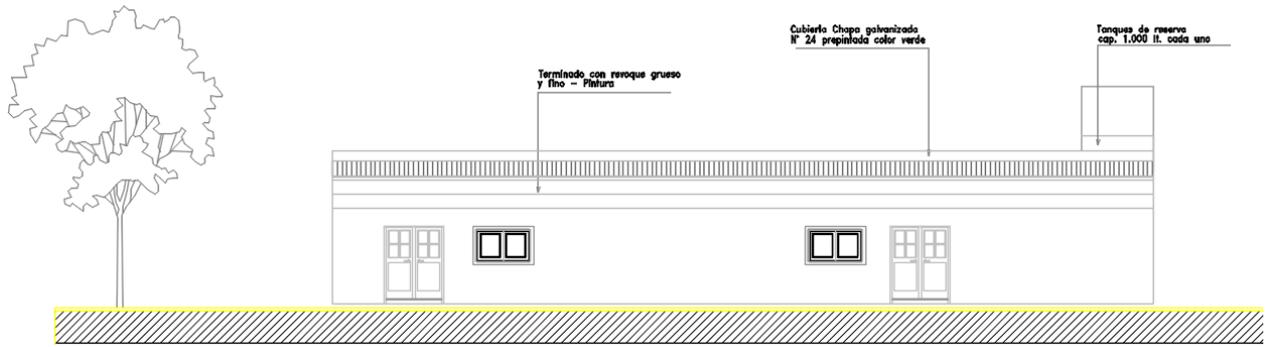


Figura 44: CIC Sur SFVC – Vista Este

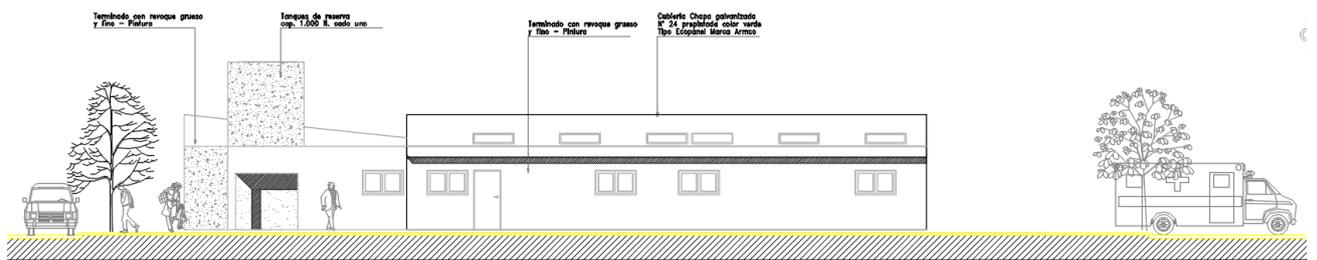


Figura 45: CIC Sur SFVC – Vista Oeste

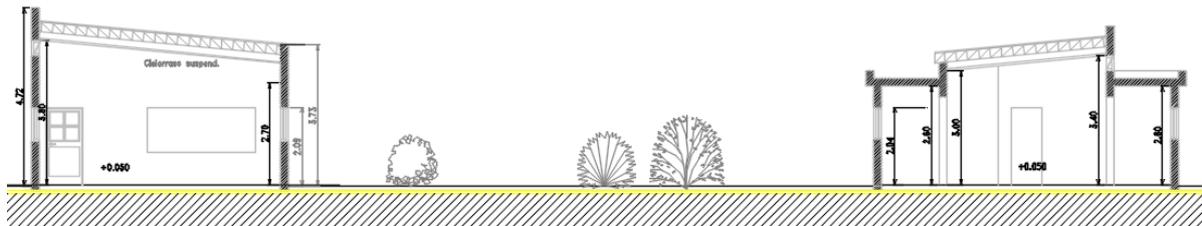


Figura 46: CIC Sur SFVC – Corte C-C

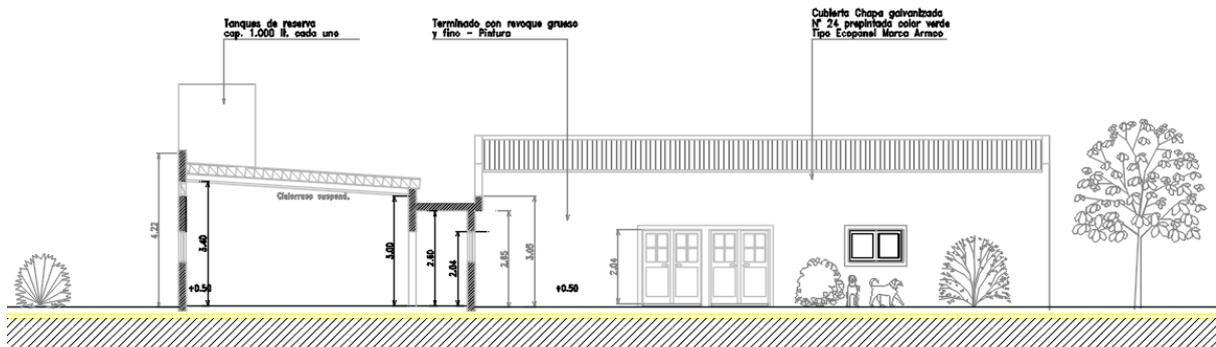


Figura 47: CIC Sur SFVC – Corte D-D

Consumo Energético

Los equipos del CIC Sur funcionan con energía eléctrica, ya que, si bien la red de Gas Natural pasa por la vereda oeste del predio, no se realizó la conexión interna del servicio. La cocina se alimenta con gas envasado (garrafa 10 kg) La empresa prestadora del servicio eléctrico elabora boletas bimestrales para la tarifa. Éstos no coinciden con los meses calendario. El bimestre 1º está integrado por febrero y marzo, mientras que al 6º, lo componen diciembre y enero del año siguiente. Debido a que el CIC Sur depende administrativamente la Municipalidad de la Capital, las boletas no llegan a la dirección real, por lo que se solicita a la empresa el registro anual de consumo. Se analizan los consumos de energía eléctrica del edificio desde el año 2012 hasta el año 2021. En el año 2016 se observa el cambio en el tipo de conexión de monofásico a trifásico. (Tablas 5 y 6)



Figura 48: CIC Sur SFVC – Plano Electricidad

Medidor Monofásico. En los cinco primeros años se observa un consumo promedio anual de 17.000 Kwh, registrándose un máximo en el año 2013 y una reducción a partir del 2015.

Año	Periodo	Medidor	Consumo (Kwh)
2012	3	2267644	3813.00
2012	4	2267644	2905.00
2012	5	2267644	4646.00
2012	6	2267644	4518.00
Total			15882.00
2013	1	2267644	3319.00
2013	2	2267644	2312.00
2013	3	2267644	3549.00
2013	4	2267644	5148.00
2013	5	2267644	4454.00
2013	6	2267644	5809.00
Total			24591.00
2014	1	2267644	3865.00
2014	2	2267644	2370.00
2014	3	2267644	3719.00
2014	4	2267644	3373.00
2014	5	2267644	2922.00
2014	6	2267644	3531.00
Total			19780.00
2015	1	2267644	3531.00
2015	2	2267644	3475.00
2015	3	2267644	1899.00
2015	4	2267644	1579.00
2015	5	2267644	2011.00
2015	6	2267644	1624.00
Total			14119.00
2016	1	2267644	2873.00
2016	2	2267644	867.00
2016	3	2267644	1961.00
2016	4	2267644	6.00
2016	5	2888881	2083.00
2016	6	2888881	2490.00
Total			10280.00
			16930.40

Tabla 5: CIC Sur SFVC – Planilla Consumo Eléctrico Medidor Monofásico 2012-2016

Medidor Trifásico. Desde el año 2017 se instala un medidor trifásico. Se observa un consumo promedio anual de 10.000 Kwh. Entre el segundo periodo de 2020 y el tercer periodo de 2021, no hubo actividad por la pandemia.

Año	Periodo	Medidor	Consumo (Kw/h)
2017	1	2888881	2595.00
2017	2	2888881	2157.00
2017	3	2888881	2698.00
2017	4	2888881	2581.00
2017	5	2888881	2244.00
2017	6	2888881	2212.00
Total			14487.00
2018	1	2888881	2290.00
2018	2	2888881	2017.00
2018	3	2888881	1672.00
2018	4	2888881	2003.00
2018	5	2888881	1616.00
2018	6	2888881	1507.00
Total			11105.00
2019	1	2888881	1449.00
2019	2	2888881	1112.00
2019	3	2888881	851.00
2019	4	2888881	1126.00
2019	5	2888881	798.00
2019	6	2888881	1246.00
Total			6582.00
2020	1	2888881	1590.00
2020	2	2888881	1119.00
2020	3	2888881	1571.00
2020	4	2888881	2024.00
2020	5	2888881	2374.00
2020	6	2888881	1636.00
Total			10314.00
2021	1	2888881	1770.00
2021	2	2888881	1543.00
2021	3	2888881	1419.00
2021	4	2888881	2344.00
2021	5	2888881	
2021	6	2888881	
Total			7076.00
			49564.00

Tabla 6: CIC Sur SFVC – Planilla Consumo Eléctrico Medidor Trifásico 2017-2021

Se relevan los equipos eléctricos y a gas que se encuentran instalados en el CIC sur y por sectores. (Tabla 7) Los datos de potencia se obtienen de lectura directa de las características de los mismos o se estiman en bases a tablas. (Ministerio de Economía – ENRE, 2022)

Ubicación	Cantidad	Tipo	Marca	Potencia (W)
SUM				
	1	Termotanque	ECOTERMO 106 Lts	2000
	1	Cocina	SOL REAL Industrial a gas, 6 hornallas	-
	1	Parlante		150
SOCIAL				
	2	Heladera dispenser	20 pies	1240
	1	agua	agua fria y caliente	500
	2	TV	14"	1200
	2	radio	radio policial y bomberos	100
	1	computadora	de escritorio	510
	1	ventilador	de techo	700
	2	ventiladores	de pared	1400
SALUD				
	5	ventiladores	de techo	3500
	3	A°A°	2500 frig	8700
	2	heladeras dispenser	20 pies	1440
	1	agua	agua fria y caliente	500
	2	esterilizadores	grandes	3000
	1	esterilizador	chico	500
	1	sillon	odontologo	750
	1	compresor	50 LTS	1500

Tabla 7: CIC Sur SFVC – Planilla Potencia Electrodomésticos

Se advierte una notable variación en la cantidad y el tipo de luminarias empleadas en el CIC.

En el sector Salud, se encuentran registradas las siguientes luminarias:

- 18 lámparas tipo LED (15W) en pasillos y mesa de entradas (270W)
- 9 lámparas LED de 120 cm (35W) en los consultorios (315W)
- 5 lámparas tipo LED (15W) en el hall de acceso Oeste (75W)

En el sector Social y SUM, muchos de los dispositivos de iluminación no cuentan con lámparas, y algunos están equipados con lámparas incandescentes (60W). Se observan las siguientes instalaciones:

- 4 lámparas incandescentes (60W) en el hall de acceso Este (240W)
- 5 lámparas LED (15W) en pasillos y SUM (75W)
- 1 lámpara fluorescente (35W) en la cocina (35W)
- 5 lámparas fluorescentes (35W) en aulas y oficinas (175W)

Conclusiones Parciales

Con relación al consumo energético se observa que, a pesar de tener el doble de lámparas instaladas en el sector Salud (32) con una potencia total de 660W, la diferencia en comparación con el sector Social y SUM, que cuenta con 15 lámparas y una potencia de 525W, radica en el uso de luminarias LED.

El área que más aparatos eléctricos posee es el sector Salud con una potencia estimada de 19.890 W, mientras que en el sector Social y SUM se registran 5.450 W y 2.150 W.

Potencia Iluminación y Artefactos CIC Sur (W)			
	SUM	SOCIAL	SALUD
Iluminación	65	460	660
Acondicionamiento Térmico		2100	12200
Otros	2150	3350	7690
	2215	5910	20550
TOTAL: 28.675 W			

Tabla 8: CIC Sur SFVC – Potencia Iluminación, Acondicionamiento térmico y otros

De esa potencia (28.675 W), el 50% corresponde a acondicionamiento térmico siendo el sector con artefactos de mayor potencia el de Salud: 72%

CAPITULO 7 – ANALISIS DE LA FORMA Y LOS MATERIALES

La Forma

“La forma de los edificios es en conjunto con las características termo-físicas de los materiales, los elementos que el diseñador puede cambiar para optimizar el comportamiento térmico del edificio en una localidad determinada. La forma del edificio también tiene peso sobre la cantidad de material involucrado en la construcción del edificio y por ende, en el valor monetario de la construcción del mismo. Sin embargo, no es muy común realizar una optimización de la forma siendo que para la arquitectura sustentable resulta importante en todos estos aspectos” (Esteves y Gelardi, 2006)

La evaluación de la forma aplicando determinados índices, como el factor de forma (FF) de Goulding, índice de compacidad (Ic) de Mascaró y el factor de Área Envolvente /Piso (FAEP) (Esteves, 2005), permiten determinar si un edificio se aleja de una forma eficiente (semiesfera)

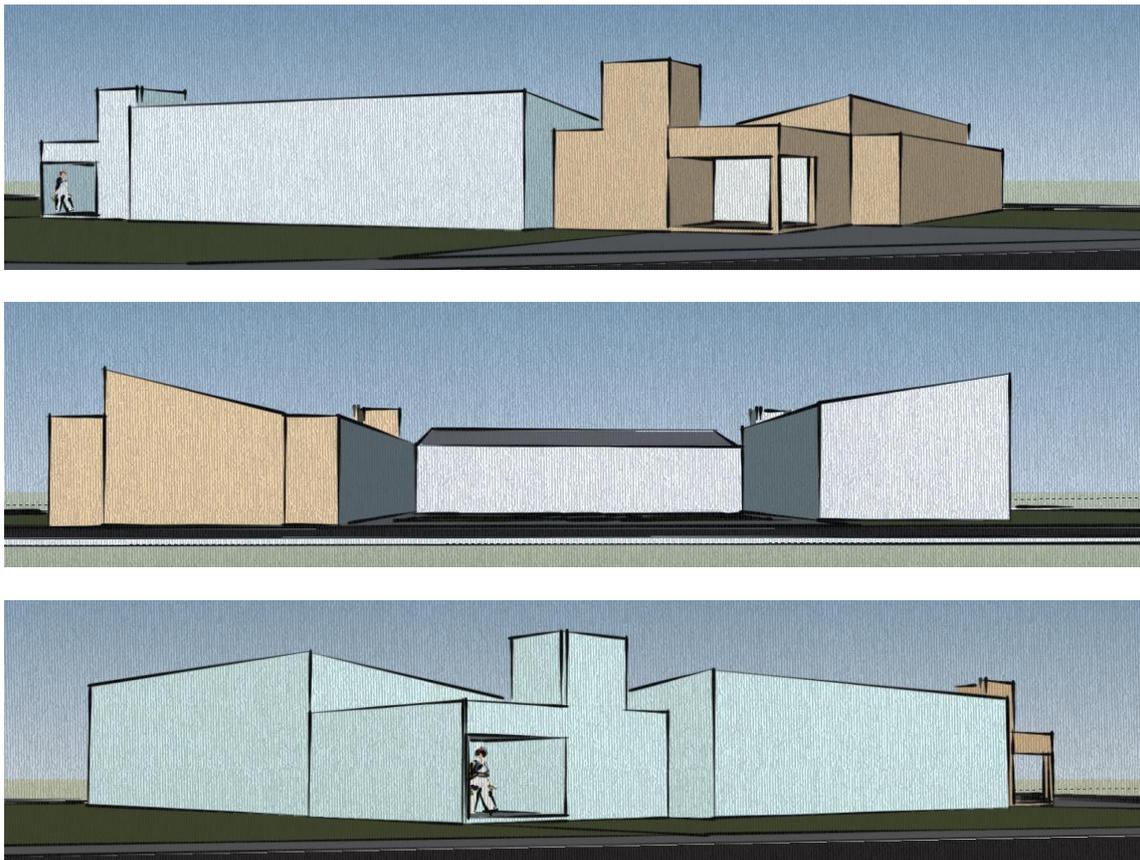


Figura 49: CIC Sur SFVC – Volumetrías

Las formas y dimensiones del edificio determinan las superficies de intercambio entre el exterior e interior. Cuanto más compacto es el edificio menor superficie expuesta posee. Los volúmenes más compactos conservan mejor la energía porque disminuyen las superficies en contacto con el exterior. Pero los volúmenes más extensos/abiertos ayudan a aumentar el intercambio haciendo posible una mayor disipación del calor. La forma óptima, considerando el ahorro de energía, es la que permite minimizar las pérdidas de energía en invierno y las ganancias en verano. Así mismo la forma influye sobre la cantidad de material utilizado en la construcción de un edificio y en el valor monetario del mismo. (Esteves y Gelardi, 2006)

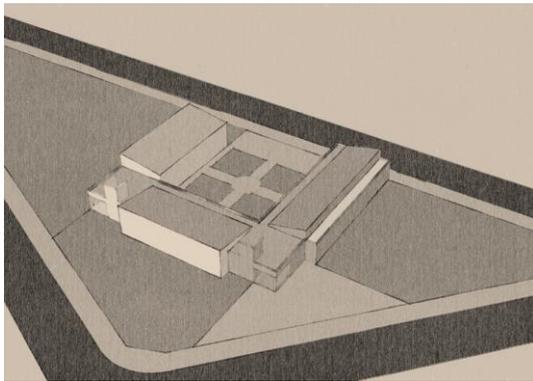


Figura 50: *CIC Sur – Volumetría*

El edificio se divide en tres sectores diferenciados por usos y volúmenes agrupados alrededor de un patio central. (Figura 50)

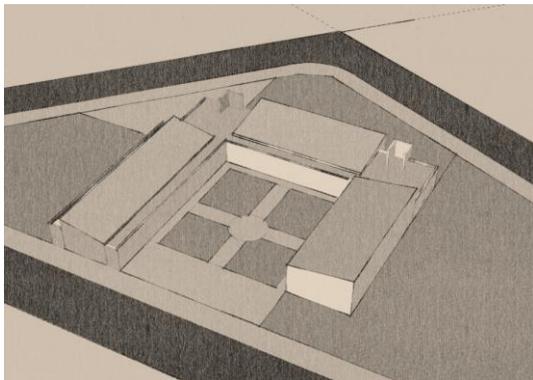


Figura 51: *CIC Sur SFVC – Volumetría*

Son tres prismas rectangulares con la cara superior inclinada con un ángulo de 5°, unidos por prismas rectangulares y cubos más bajos. (Figura 51)

Se realiza la evaluación de la forma del CIC Sur utilizando diferentes índices:

Factor de Forma (FF)

Sus límites son 0.6 y 1.2 m⁻¹. Para climas fríos se recomienda un pequeño factor de forma, entre 0.5 y 0.8, mientras que para climas cálidos es apropiado uno grande, superior a 1.2.

Resultado: **0.65 m²/m³ NO VERIFICA**

$$FF = \frac{\text{Sup. techos} + \text{Sup. muros} + \text{Sup. ventanas} + \text{Sup. puertas}}{\text{Volumen}} = \frac{\text{m}^2}{\text{m}^3}$$

$$FF = \frac{458.18 \text{ m}^2 + 402.91 \text{ m}^2 + 53.00 \text{ m}^2 + 6.68 \text{ m}^2}{1.416 \text{ m}^3} = \frac{0.65 \text{ m}^2}{\text{m}^3}$$

Índice de Compacidad (IC)

Matemáticamente el índice máximo de compacidad es 100 y mientras más cercano a este número, mayor compacidad se tiene.

$$Ic = Pc/Pp * 100$$

Pc= perímetro de un círculo de área igual al área de proyecto

Pp= perímetro de las paredes exteriores en planta del proyecto

$$Ic = 75.75 \text{ ml} / 141.24 \text{ ml} * 100$$

Ic= 53.63 Este valor indica que el edificio no es compacto, por lo que su compacidad ayuda a las pérdidas/ ganancias de calor. **NO VERIFICA**

Factor de Área Envolvente/Piso (FAEP)

Podemos tomar la semiesfera como forma energéticamente eficiente y para ella, el FAEP es 2, es decir, 2 m² de superficie de envolvente por cada m² de superficie cubierta. Un valor mayor a 3 indicara que el edificio está alejado de la forma eficiente desde el punto de vista de la conservación de la energía. (Esteves,2006). **2.02 m²/m² VERIFICA**

$$FAEP = \frac{\text{Sup. techos} + \text{Sup. muros} + \text{Sup. ventanas} + \text{Sup. puertas}}{\text{Superficie Cubierta}} = \frac{\text{m}^2}{\text{m}^2}$$

$$FAEP = \frac{458.18 \text{ m}^2 + 402.91 \text{ m}^2 + 53.00 \text{ m}^2 + 6.68 \text{ m}^2}{454.18 \text{ m}^2} = \frac{2.02 \text{ m}^2}{\text{m}^2}$$

Los Materiales

Sistema Constructivo

El Centro de Integración Comunitario Municipal Sur (CIC) se desarrolla en una sola planta con techos planos en halls y pasillos formados por losa maciza de 10 cm de espesor, membrana de aluminio de 4 mm asentada sobre hormigón de pendiente con agregados pétreos, carpeta de asiento y bovedillas cerámicas; la terminación interior es un cielorraso aplicado a la cal. Los techos inclinados en aulas, consultorios y SUM están integrados por: estructura metálica con cubierta de chapa galvanizada del 20, membrana de espuma termoplástica y cielorraso de placas de Durlock pintados al látex color blanco.

Los muros con altura promedio de 3.00 mts, se materializan con ladrillos cerámicos huecos de 18 cm., revocados en ambas caras, pintura interior al látex celeste y blanca y al exterior, celeste, sin aislación.

Ventanas metálicas con marcos y hojas de chapa doble, vidrios simples de 4 mm, sin burletes y puertas exteriores de iguales características. (Figura 52)

Techa Losa

Carpintería Chapa

Techo Chapa



Figura 52: CIC Sur SFVC – Patio

Análisis de la Propiedades Térmicas de los Materiales

Las propiedades térmicas de los materiales permiten determinar cómo se comportan los mismos frente al calor. Para el cálculo de la Transmitancia Térmica (K) y Verificación del Riesgo de Condensación Superficial e Intersticial se utiliza el programa desarrollado en el Centro de Estudios Energía y Medio Ambiente (CEEMA, 2000), basado en la metodología de la Normas IRAM 11601 (IRAM, 1996), IRAM 11625 (IRAM, 2000), IRAM 11630 (IRAM, 2000). En ella se establece que K es la inversa de la Resistencia térmica total de un elemento constructivo. La Norma IRAM 11605 (IRAM, 1996) determina valores máximos admisibles para K en techos y muros que garantizan condiciones mínimas de habitabilidad considerando tres niveles de confort higrotérmico: Nivel A (recomendado); Nivel B (medio); Nivel C (mínimo). (Tabla 9) Se obtienen valores comparativos de la Guía para el Cálculo de Transmitancia Térmica. (Ministerio del Interior. Obras Públicas y Vivienda, 2018)

Para el desarrollo del presente trabajo se considera el nivel B (medio)

Estación	Datos Base	Nivel A		Nivel B		Nivel C	
		Muros	Techos	Muros	Techos	Muros	Techos
Invierno	$T_{ed} = -3.2 \text{ °C}$	0.33	0.29	0.91	0.74	1.59	1.00
Verano	Zona Bioambiental	0.45	0.18	1.10	0.45	1.80	0.72
	II						

Tabla 9: Valores de $K_{max adm}$ para SFVC IRAM 11605 – en W/m^2K

TECHO LOSA MACIZA

CENTRO DE ESTUDIOS ENERGIA Y MEDIO AMBIENTE - IAA - FAU - UNT												
PLANILLA PARA LA INCORPORACION DE DATOS PARA CADA CAPA DEL CERRAMIENTO												
N° Elem.	CAPAS	Espesor m	Conductividad W/m.K	Resist. térmica m².K/W	Peso Espec. Kg/m³	Peso Unit. Kg/m²	VERIFICA K SINO		VERIFICA QUE NO CONDENSA			
							MINIMO	NO VERIFICA	SUPERFICIAL	INTERSTICIAL	NO VERF.	
NO INGRESAR VALOR DE CONDUCTIVIDAD EN CASO DE CAMARAS DE AIRE							Permeabilidad g/m.h.kPa	Permeancia g/m².h.kPa	Resist. vapor tot. m².h.kPa/g	Presión vapor kN/m²	Temp. real (°C)	Temp. rocío (°C)
			Ver Planilla CONDUCCION				Ver Planilla PERM					
AIRE INTERIOR												
R.S.I.												
			0.100						1.40 18.00 0.00			
1	REVOQUE INTERIOR	0.0150	0.930	0.016	1900	28.5	0.044	0.0000	0.34	1.40	12.02	11.17
2	LOSA MACIZA Hº Aº	0.1000	1.740	0.057	2500	250.0	0.020	0.0000	5.00	1.38	11.05	11.01
3	Hº DE PENDIENTE NORMAL C/ AGREGADOS PETREOS	0.0600	0.970	0.062	1800	108.0	0.060	0.0000	1.00	1.17	7.61	8.49
4	MEMBRANA ALUMINIO	0.0040	0.700	0.006	2000	8.0	0.000	0.0650	15.38	1.13	3.91	7.93
5	CARPETA DE NIVELACION	0.0300	1.300	0.023	1750	52.5	0.080	0.0000	0.38	0.47	3.57	-3.94
6	BOVEDILLA CERAMICA	0.0200	0.400	0.050	1100	22.0	0.160	0.1600	0.13	0.46	2.19	-4.32
7		0.0000	0.000	0.000	0	0.0	0.000	0.0000	0.00	0.45	-0.81	-4.45
8		0.000	0.000	0.000	0	0.0	0.000	0.0000	0.00	↗ #N/A	↗ #N/A	↗ #N/A
9		0.000	0.000	0.000	0	0.0	0.000	0.0000	0.00	↗ #N/A	↗ #N/A	↗ #N/A
10		0.000	0.000	0.000	0	0.0	0.000	0.0000	0.00	↗ #N/A	↗ #N/A	↗ #N/A
11		0.000	0.000	0.000	0	0.0	0.000	0.0000	0.00	↗ #N/A	↗ #N/A	↗ #N/A
R.S.E.												
			0.040						0.45 -3.20			
AIRE EXTERIOR												
									0.45 -3.20			
Espesor Total: 0.229				Res.Ter.Tot. 0.354		K=1/Rt 2.823		Peso Total 469.00		Resis.paso vapor tot. 22.226		

PLANILLA PARA LA VERIFICACION DE K DE NORMA IRAM 11605/96 [W/m2.K]				
TIPO DE K	VERANO	INVIERNO	VERANO C/COLOR	VERIFICACION
K calculado:	2.36	2.82		
K mínimo	0.72	1.00	0.72	NO VERIFICA
K recomendado	0.45	0.74	0.45	NO VERIFICA
K ecológico	0.18	0.29	0.18	NO VERIFICA

VERIFICACION CONDENSACION SUPERFICIAL				
CONDICIONES SUP. INT.	UNIDAD	VALOR	VERIFICACION	
Presión de vapor interior	kPa	1.40		
Presión de vapor exterior	kPa	0.45		
Diferencia de temperatura (Ti-Te)	°C	21.20		
Resistencia superficial interior	m².K/W	0.17		
Caída de temperatura en la sup. int.	°C	8.50		
Temperatura de la superficie interna	°C	9.50		
Temperatura de rocío sup. int.	°C	11.17		SI CONDENSA

VERIFICACION CONDENSACION INTERSTICIAL				
N° CAPA	TEMP.	TEMP.ROCÍO	VERIFICACIÓN	
Aire interior	18.00			
REVOQUE INTERIOR	12.02	11.17	NO CONDENSA	
LOSA MACIZA Hº Aº	11.05	11.01	NO CONDENSA	
ENDIENTE NORMAL C/ AGREGADO	7.61	8.49	SI CONDENSA	
MEMBRANA ALUMINIO	3.91	7.93	SI CONDENSA	
CARPETA DE NIVELACION	3.57	-3.94	NO CONDENSA	
BOVEDILLA CERAMICA	2.19	-4.32	NO CONDENSA	
0	-0.81	-4.45	NO CONDENSA	
0	↗ #N/A	↗ #N/A	#N/A	
0	↗ #N/A	↗ #N/A	#N/A	
0	↗ #N/A	↗ #N/A	#N/A	
0	↗ #N/A	↗ #N/A	#N/A	
Superficie exterior	-3.20	↗ #N/A	#N/A	
Aire exterior	-3.20			

Figura 53: Techo Losa Maciza (2.36 W/m2.K verano / 2.82 W/m2.K invierno)

Techo losa: **NO VERIFICA** en los tres niveles de confort higrotérmico (IRAM 11605, 1996) y presenta riesgo de condensación superficial e intersticial en la 3º y 4º capa. (Figura 53)

TECHO CHAPA

CENTRO DE ESTUDIOS ENERGIA Y MEDIO AMBIENTE - IAA - FAU - UNT

PLANILLA PARA LA INCORPORACION DE

DATOS PARA CADA CAPA DEL CERRAMIENTO

N° Elem.	CAPAS	Espesor m	Conductividad W/m.K	Resist. térmica m².K/W	Peso Espec. Kg/m³	Peso Unit. Kg/m²	VERIFICA K SINO		VERIFICA QUE NO CONDENSA			
							MINIMO	SI VERIFICA	SUPERFICIAL	INTERSTICIAL	SI VERIF.	
NO INGRESAR VALOR DE CONDUCTIVIDAD EN CASO DE CAMARAS DE AIRE							ECOLOGICO	NO VERIFICA				
	AIRE INTERIOR		Ver Planilla				Ver Planilla	Ver Planilla	1.40	18.00	0.00	
	R.S.I.		CONDUCT	0.100			PERM	PERM				
1	PINTURA AL LATEX	0.0010	0.160	0.006	1050	1.1	0.000	1.1300	0.88	#DIV/0!	14.55	#DIV/0!
2	PLACA YESO	0.0125	0.250	0.050	800	10.0	0.110	0.0000	0.11	#DIV/0!	12.92	#DIV/0!
3	CAMARA AIRE	0.0500	0.000	0.170	0	0.0	0.626	0.0000	0.08	#DIV/0!	7.40	#DIV/0!
4	MEMBRANA ISOLANT	0.0100	0.035	0.286	35	0.4	0.000	0.0330	30.30	#DIV/0!	-1.88	#DIV/0!
5	CHAPA GALVANIZADA 20	0.0300	58.000	0.001	0	0.0	0.000	0.0000	#DIV/0!	#DIV/0!	-1.90	#DIV/0!
6		0.0000	0.000	0.000	0	0.0	0.000	0.0000	0.00	#DIV/0!		
7		0.0000	0.000	0.000	0	0.0	0.000	0.0000	0.00	#N/A	#N/A	#N/A
8		0.000	0.000	0.000	0	0.0	0.000	0.0000	0.00	#N/A	#N/A	#N/A
9		0.000	0.000	0.000	0	0.0	0.000	0.0000	0.00	#N/A	#N/A	#N/A
10		0.000	0.000	0.000	0	0.0	0.000	0.0000	0.00	#N/A	#N/A	#N/A
11		0.000	0.000	0.000	0	0.0	0.000	0.0000	0.00	#N/A	#N/A	#N/A
	R.S.E.			0.040							0.45	-3.20
	AIRE EXTERIOR										0.45	-3.20
Esposer Total:				0.104	Res.Ter.Tot.	0.652	K=1/Rt	1.533	Peso Total	11.40	Resis.paso vapor tot.	#DIV/0!

PLANILLA PARA LA VERIFICACION DE K DE NORMA IRAM 11605/96 [W/m2.K]

TIPO DE K	VERANO	INVIERNO	VERANO C/COLOR	VERIFICACION
K calculado:	1.38	1.53		
K minimo	0.72	1.00	0.72	NO VERIFICA
K recomendado	0.45	0.74	0.45	NO VERIFICA
K ecológico	0.18	0.29	0.18	NO VERIFICA

VERIFICACION CONDENSACION SUPERFICIAL

CONDICIONES SUP. INT.	UNIDAD	VALOR	VERIFICACION
Presión de vapor interior	kPa	1.40	
Presión de vapor exterior	kPa	0.45	
Diferencia de temperatura (Ti-Te)	°C	21.20	
Resistencia superficial interior	m².K/W	0.17	
Caída de temperatura en la sup. int.	°C	4.99	
Temperatura de la superficie interna	°C	13.01	
Temperatura de rocío sup. int.	°C	11.17	NO CONDENSA

VERIFICACION CONDENSACION INTERSTICIAL

N° CAPA	TEMP.	TEMP.ROCÍO	VERIFICACIÓN
Aire interior	18.00		
PINTURA AL LATEX	14.75	11.17	NO CONDENSA
PLACA YESO	14.55	11.14	NO CONDENSA
CAMARA AIRE	12.92	11.14	NO CONDENSA
MEMBRANA ISOLANT	7.40	11.13	SI CONDENSA
CHAPA GALVANIZADA 20	-1.88	10.17	SI CONDENSA
0	-1.90	-4.45	NO CONDENSA
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
Superficie exterior	-3.20	#N/A	#N/A
Aire exterior	-3.20		

Figura 54: Techo Chapa (1.38 W/m2.K verano / 1.53 W/m2.K invierno)

Techo Chapa: **NO VERIFICA** en los tres niveles de confort, y presenta riesgo de condensación intersticial en la 3º y 4º capa. (Figura 54)

MURO LADRILLO CERAMICO HUECO

CENTRO DE ESTUDIOS ENERGIA Y MEDIO AMBIENTE - IAA - FAU - UNT														
PLANILLA PARA LA INCORPORACION DE DATOS PARA CADA CAPA DEL CERRAMIENTO											VERIFICA K S/NO		VERIFICA QUE NO CONDENSA	
N° Elem.	CAPAS	Espesor m	Conductividad W/m.K	Resist. térmica m².K/W	Peso Espec. Kg/m³	Peso Unit. Kg/m²	Permeabilidad g/m.h.KPa		Resist. vapor tot. m².h.KPa/g	Presión vapor kN/m²	Temp. real (°C)	Temp. rocío (°C)		
							Ver Planilla	Ver Planilla						
AIRE INTERIOR				NO INGRESAR VALOR DE CONDUCTIVIDAD EN CASO DE CAMARAS DE AIRE		MINIMO SI VERIFICA		SUPERFICIAL SI VERIF.						
R.S.I.				Ver Planilla CONDUCCION		RECOMEN. NO VERIFICA		INTERSTICIAL SI VERIF.						
R.S.E.				Ver Planilla		ECOLOGICO NO VERIFICA								
1	REVOQUE INTERIOR	0.0150	0.930	0.016	1900	28.5	0.044	0.0000	0.34	1.40	18.00	0.00		
2	LADRILLO CERAMICO HUECO	0.1800	0.400	0.450	1100	198.0	0.160	0.1600	1.13	1.40	13.75	11.17		
3	REVOQUE EXTERIOR	0.0150	1.160	0.013	1900	28.5	0.440	0.0000	0.03	1.18	13.23	8.65		
4		0.0000	0.000	0.000	0	0.0	0.000	0.0000	0.00	0.47	-1.47	-3.94		
5		0.0000	0.000	0.000	0	0.0	0.000	0.0000	0.00	0.45	-1.89	-4.45		
6		0.0000	0.000	0.000	0	0.0	0.000	0.0000	0.00	#N/A	#N/A	#N/A		
7		0.0000	0.000	0.000	0	0.0	0.000	0.0000	0.00	#N/A	#N/A	#N/A		
8		0.0000	0.000	0.000	0	0.0	0.000	0.0000	0.00	#N/A	#N/A	#N/A		
9		0.0000	0.000	0.000	0	0.0	0.000	0.0000	0.00	#N/A	#N/A	#N/A		
10		0.0000	0.000	0.000	0	0.0	0.000	0.0000	0.00	#N/A	#N/A	#N/A		
11		0.0000	0.000	0.000	0	0.0	0.000	0.0000	0.00	#N/A	#N/A	#N/A		
R.S.E.				Ver Planilla						0.45		-3.20		
AIRE EXTERIOR				Ver Planilla						0.45		-3.20		
Espesor Total:				Res.Ter.Tot. K=1/Rt		Peso Total		Resis.paso vapor tot.						
0.210				0.649		1.541		255.00				1.500		

PLANILLA PARA LA VERIFICACION DE K DE NORMA IRAM 11605:96 [W/m2.K]				
TIPO DE K	VERANO	INVIERNO	VERANO C/COLOR	VERIFICACION
K calculado:	1.54	1.54		
K mínimo	1.80	1.58	2.16	SI VERIFICA
K recomendado	1.10	0.90	1.32	NO VERIFICA
K ecológico	0.45	0.33	0.54	NO VERIFICA

VERIFICACION CONDENSACION SUPERFICIAL				
CONDICIONES SUP. INT.	UNIDAD	VALOR	VERIFICACION	
Presión de vapor interior	kPa	1.40		
Presión de vapor exterior	kPa	0.45		
Diferencia de temperatura (Ti-Te)	°C	21.20		
Resistencia superficial interior	m².K/W	0.17		
Caída de temperatura en la sup. int.	°C	5.23		
Temperatura de la superficie interna	°C	12.77		
Temperatura de rocío sup. int.	°C	11.17		NO CONDENSA

VERIFICACION CONDENSACION INTERSTICIAL			
N° CAPA	TEMP.	TEMP.ROCÍO	VERIFICACION
Aire interior	18.00		
REVOQUE INTERIOR	13.75	11.17	NO CONDENSA
LADRILLO CERAMICO HUECO	13.23	8.65	NO CONDENSA
REVOQUE EXTERIOR	-1.47	-3.94	NO CONDENSA
0	-1.89	-4.45	NO CONDENSA
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
Superficie exterior	-3.20	#N/A	#N/A
Aire exterior	-3.20		

Figura 55: Muro Ladrillo Cerámico Hueco (1.54 W/m2.K verano / 1.54 W/m2.K invierno)

Muro: **VERIFICA EN C**, valor mínimo recomendado, no presentando riesgo de condensación. (Figura 55)

Conclusiones Parciales

Los resultados obtenidos utilizando los indicadores morfológicos, indican que el edificio no es eficiente energéticamente. El Índice de Compacidad (IC) muestra que el edificio no es compacto, lo cual contribuye a pérdidas significativas de calor. Asimismo, el Factor de Forma (FF) no verifica para asegurar una estructura adecuada para climas cálidos. Sin embargo, el Factor de Área Envolvente/Piso (FAEP) verifica, aunque apenas, sugiriendo una configuración moderadamente aceptable en términos de conservación energética.

El análisis del comportamiento térmico de los materiales que forman los muros y techos del CIC Sur, determina que el edificio no cumple con las condiciones de confort higrotérmico medio (B). El techo de losa presenta riesgo de condensación superficial e intersticial y no cumple con el K mínimo recomendado. La misma situación se presenta con el techo de chapa, aunque sin registrarse condensación superficial. El techo de losa tiene un K de 2.82 W/m³K superando al techo de chapa con un K de 1.53 W/m³K. Los muros exteriores con ladrillos cerámicos huecos de 18 cm presentan una transmitancia térmica de 1.54 W/m³K, cumpliendo con el K mínimo recomendada, es decir C. La carpintería existente es de marco de chapa con vidrio simple. Presenta altos valores transmitancia térmica y graves problemas de infiltración de aire. Las ventanas no poseen burlete ni cierre hermético. Este sistema constructivo, ampliamente utilizado en la región por costumbre, costos y por requerir mano de obra no especializada, no responde a las necesidades de confort para un clima de las características de la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca.

CAPITULO 8 - BALANCE TÉRMICO Y REFUNCIONALIZACIÓN ENERGÉTICA DE LA ENVOLVENTE

Ganancias y Pérdidas de Calor – Cálculo de Cargas Térmicas: Edificio Convencional

Un edificio puede ser creado para que cumpla con las necesidades de los usuarios en cuanto al confort visual y térmico, consumiendo un mínimo de energía para operar y consecuentemente tener un impacto más reducido en el medio ambiente (Esteves y Gelardi, 2003).

Para el cálculo de las pérdidas y ganancias de calor se emplea el programa de optimización de edificios basado en el balance térmico de invierno y verano que corre en planilla de cálculo Microsoft Excel, creada en el Instituto de Estudios para el Medio Ambiente- IEMA Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (DICYT) Universidad de Mendoza (UM). Se obtienen como resultado la Carga Térmica de Invierno (Kwh/año), la Fracción de Ahorro Solar (%), el Consumo de Energía Anual (Kwh/año, m³ gas natural, kg de gas licuado o envasado, litros de kerosene o kg de leña), el Coeficiente Volumétrico de Pérdidas y el Coeficiente Neto de Pérdidas y la Potencia de Calefacción necesaria (kcal/h). Con respecto al enfriamiento en verano, se obtiene la Carga Térmica de Verano (W/h), la Potencia Instalada Necesaria (frig/h) y el área de apertura necesaria si se elige el enfriamiento nocturno como estrategia pasiva.

A fin de contrastar resultados se realiza el cálculo del Coeficiente Volumétrico de Perdidas de Calor (Gcal) y la Carga Térmica de Calefacción Anual (Q cal) según lo especificado en la Norma IRAM 11604 (IRAM, 1990), a través de un modelo que evalúa las Perdidas Energéticas (Gbase), Q auxiliar de Calefacción y Q auxiliar de Refrigeración, desarrollado por Ingrid Kodols.

La Norma IRAM 11604 no presenta valores Gcal admisibles para edificios de otros usos diferentes al residencial. Para el presente trabajo se toman como referencia los valores disponibles.

Balance Térmico de Invierno

Para definir las pérdidas de calor que se producen por conducción (transmisión) a través de las superficies que limitan el ambiente (muros, piso, techo, ventanas, puertas) y las pérdidas de calor originadas por el ingreso de aire exterior (efecto del viento a través de rendijas y la ventilación), se realiza el balance térmico de invierno. Se toman como datos de base los obtenidos a través del relevamiento exhaustivo del CIC Sur y cálculos de la forma y las propiedades térmicas de los materiales. Se consideran las fundaciones sin aislación térmica, y un valor de 3 para las renovaciones de aire teniendo en cuenta el tipo de ventanas (vidrio simple y sin burletes), Temperatura mínima de diseño: TDMN: -3.2 °C (IRAM 11603, 1996)

Coefficiente Neto de Pérdidas. El cálculo del Coeficiente Neto de Pérdidas (W/k) determina que las mayores pérdidas de calor se producen por el ingreso de aire exterior a través de infiltraciones (39.9%), por transmisión a través de techos (27.1%) y muros (18.5%), siendo menor en fundaciones (5.3%) y por conductancia en ventanas (9.2%)

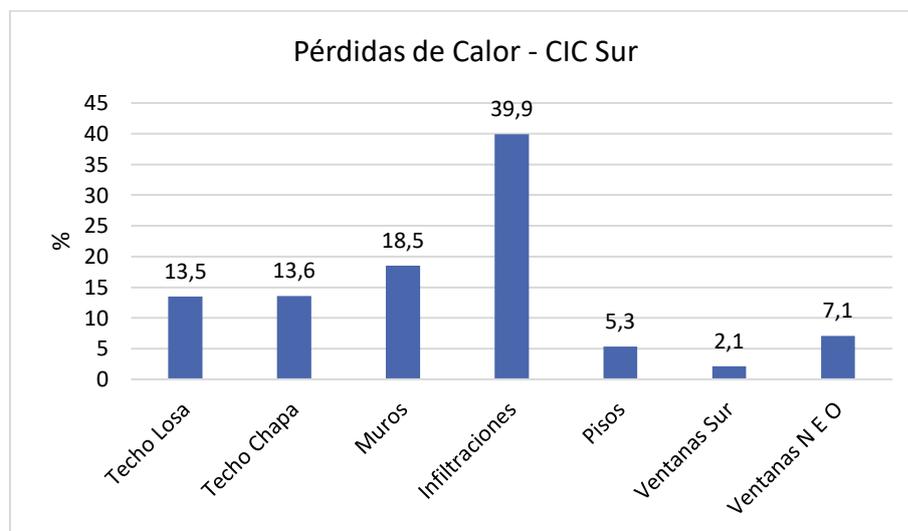


Figura 56: Coeficiente Neto de Pérdidas CIC Sur SFVC

F.A.S. Para evaluar la Fracción de Ahorro Solar, es decir, el porcentaje que se ahorraría aplicando alguna estrategia bioclimática de calentamiento pasivo en un año, se llega a un 2.2

% considerando GANANCIA DIRECTA por ventanas orientadas hacia el norte (10.71 m2), en el sector Social. Si incorporamos las ventanas orientadas hacia el oeste – sector Salud y SUM - este porcentaje aumenta a 6.5% (29.7 m2)

Coefficiente Volumétrico de Perdidas (Gcal) – IEMA. Representa el grado de pérdida de energía térmica de un edificio debido a la diferencia de temperatura entre el interior del mismo y el exterior. El Gcal se obtiene de la sumatoria de los K por unidad de superficie (K.S) de los cerramientos de la envolvente: opacos (m y t) muro 1, techo 1 y techo 2, no opacos (v y p) ventanas y puertas; el perímetro del piso en contacto con el exterior (Per.) y sus pérdidas (Pp.); dividido en el volumen interior calefaccionado (V). A esto se le suman las pérdidas de calor por infiltración, de acuerdo la capacidad específica del aire (0,35) y al número de renovaciones (n). Este valor no debe superar el valor máximo admisible fijado en la Norma IRAM 11604 (IRAM,1990), y de esta manera cumplir con el ahorro energético requerido.

$$G_{cal} = \frac{\Sigma K_m S_m + \Sigma K_v S_v + \Sigma \gamma K_r S_r + Per P_p}{V} + 0,35 n$$

Componente	Area (A) m2	Transmitancia W/m2K	(A).(K)
Muro 1	402.91	1.54	620.5
Techo 1 losa	161.11	2.82	454.3
Techo 2 chapa	297.07	1.53	454.5
Ventanas sur tipo 1	12.03	5.80	69.8
Fundaciones	0	0.72	176.6
Infiltracion			1338.1
Vent. norte	10.71	5.8	62.1
Vent. Noreste	0.00	0	0.0
Vent. Este	11.43	5.8	66.3
Vent. Oeste	18.94	5.8	109.9
Vent. noreste	0.00	0	0.0
CGP			3352.0
Factor "G" - Norma IRAM 11604			2.37
NO VERIFICA			1.32

Tabla 10: Coeficiente Volumétrico de Perdidas CIC Sur SFVC – Gcal W/m3K

Con un volumen a calefaccionar de 1.416 m3 el valor máximo admisible es de: G_{adm} 1.32 W/m3K. De acuerdo al cálculo realizado en el CIC, el G_{cal} es de 2.37 W/m3K superando el G admisible según zona bioclimática. El edificio no cumple con las condiciones de ahorro energético. (Tabla 10)

Coefficiente Volumétrico de Perdidas (Gcal) - Kodols. A fin de contrastar resultados se realiza el cálculo del Coeficiente Volumétrico de Perdidas de Calor (Gcal), a través de un modelo que evalúa las Perdidas Energéticas (Gbase), Q auxiliar de Calefacción y Q auxiliar de Refrigeración, desarrollado por Ingrid Kodols. Este nuevo cálculo permite corroborar que el edificio no cumple con las condiciones de ahorro energético (Tabla 11)

NORMA IRAM 11604				
CALCULO COEFICIENTE GLOBAL DE PERDIDAS TERMICAS (G cal)				
EDIFICIO (1)		Centro Integrador Comunitario Sur		
ENVOLVENTE(2)				
SUPERFICIE CALEFACIONADA (3) m ²	ALTURA (4) m	PLANTAS (5)	VOLUMEN(6) m ³	
456.5	3.05	1	1416	
CERRAMIENTOS OPACOS EXTERIORES (muros, techos, entrepisos sobre espacios abiertos)				
ELEMENTO	S (7) m ²	K (8) W/m ² .K	S.Km (9) W/K	
Muro 1 externo	402.91	1.54	620.48	
Techo 1	161.11	2.82	454.33	
Techo 2	297.07	1.53	454.52	
		sumatoria (Σ)	1529.33	
CERRAMIENTOS NO OPACOS EXTERIORES				
ELEMENTO	S (10) m ²	N (11)	Kv (12) W/m ² K	S.Kv.N(13) W/K
Puertas	6.68		5.8	38.744
Ventanas	53.11		5.8	308.04
		sumatoria (Σ)		346.78
OTROS CERRAMIENTOS(entrepisos sobre sótanos, o muros que separan locales no calefaccionados)				
ELEMENTO	S (14) m ²	Y (15)	Kr (16) W/m ² K	S.Y.Kr (17) W/K
	0	0	0.00	0
		sumatoria (Σ)		
PISOS EN CONTACTO CON EL TERRENO	Perímetro(18) m	Pp (19) W/mk		Pérdidas p (20) W/K
	141.24	1.28		180.7872
PERDIDAS VOLUMETRICAS POR INFILTRACION DE AIRE (22)=0,35X (21)	n (21)		Pérdida n (22) W/m ³ K	
	3		1.05	
PERDIDAS POR TRANSMISIÓN= (9)+(13)+(17)+(20)=			2056.90	W/K (23)
PERDIDAS VOLUMÉTRICAS POR TRANSMISIÓN		23/6 =	1.45	W/m ³ K (24)
PERDIDAS VOLUMÉTRICAS GLOBALES	G cálculo	22+24 =	2.50	(25) W/m ³ K
	G admisible		1.32	(26) W/m ³ K
Gcal < Gadm = NO CUMPLE NORMA 11604				

Tabla 11: Coeficiente Volumétrico de Perdidas CIC Sur SFVC – Gcal W/m³K

Carga Térmica de Calefacción Anual. Es la cantidad de calor que se debe aportar para lograr el balance térmico, es decir, la cantidad de energía que debe suplir anualmente el equipo de calefacción para mantener constante la temperatura interior. Para el cálculo del Q_{cal} se toman los Grados Día (GD) de calefacción para una temperatura base 20°C. De acuerdo a la Norma IRAM 11603 (IRAM, 1996) a la ciudad de SFVC le corresponde un valor de 841°D de calefacción. Las horas de funcionamiento son 12h, de acuerdo a los horarios de uso del CIC a diferencia de edificios residenciales donde la ecuación tiene un valor de 24h. Si bien la Norma establece que este cálculo se aplica a las zonas bioclimáticas III, IV, V y VI, se opta por este valor considerando una condición mínima de confort higrotérmico.

$$Q = \frac{24 \text{ } ^\circ\text{D G}_{cal} V}{1000}$$

En Tabla 12 se presentan los resultados obtenidos aplicando ambas planillas de cálculo:

Programas	Gcal	Qcal	Potencia
	W/m3k	Kwh/ año	Kcal/h
IEMA	2,37	33.828	66.881
KODOLS	2,50	35.763	66.853

13 CALEFACTORES DE 5000 Kcal

Tabla 12: Cuadro comparativo resultados Balance Térmico Invierno CIC Sur SFVC

De acuerdo a los volúmenes de los locales que componen el CIC Sur, la potencia de calefacción se distribuiría de la siguiente manera (Figura 57):

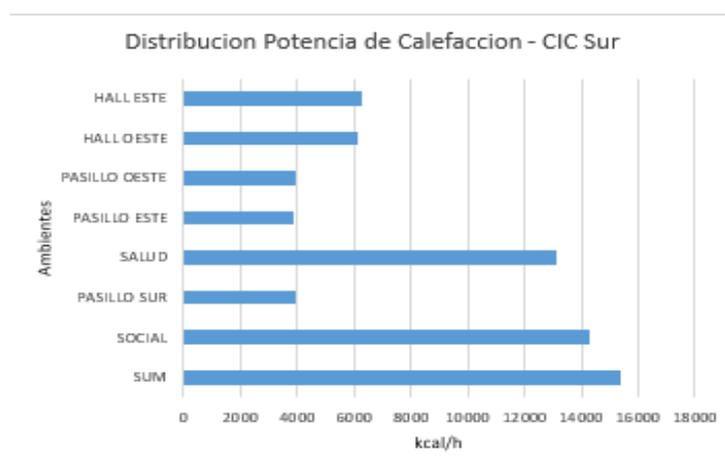


Figura 57: Distribución Potencia de Calefacción CIC Sur SFVC

Balance Térmico de Verano

Durante el período de verano los edificios reciben calor por diversas fuentes. Por paredes, techos y vidriados, el calor exterior aportará calor al interior elevando la temperatura. Además, el sol aportará calor por radiación de forma directa en las superficies vidriadas y de forma indirecta en cerramientos opacos. También el aire exterior más caliente hará su aporte y que sumado al calor por ocupación nos dará la cantidad total de calor a extraer del local. Se toman como datos de base los obtenidos a través del relevamiento exhaustivo del CIC Sur y cálculos de la forma y las propiedades térmicas de los materiales. Se consideran valores de temperatura y humedad interior en función de la actividad de 27°C - 50% para un Nivel de confort B (medio), Norma IRAM 11659 (IRAM, 2004) y temperatura máxima de diseño: 41.1°C Norma IRAM 11603. (IRAM, 1996)

El balance térmico de verano, empleando el programa de optimización de edificios (IEMEA) y comparando con el desarrollado por Ingrid Kodols, realiza el cálculo para el día y la hora más crítica del verano. Así mismo indica las ganancias de calor separándolas en: ganancias por la envolvente (externas) y ganancias internas. Las ganancias por la envolvente tienen en cuenta las ganancias por techos y muros, por ventanas (por conducción y radiación), por infiltración y por ventilación. Las ganancias internas involucran la iluminación artificial, la presencia de personas y el equipamiento

Ganancias por la envolvente. La ganancia por muros presenta un valor de 57976 W y por techos de 120897 W, siendo mayor a través del techo de chapa. Se consideró un valor de Temperatura interior de 27°C (Nivel de confort B, Norma IRAM 11659-2) (IRAM, 2007). Se registra un valor de 11681 W.

En la evaluación de la ganancia de energía por radiación solar a través de ventanas, se consideró un valor de 1 para el índice por tipo de protección, ya que las ventanas y puertas tienen vidrio simple sin ningún tipo de protección. Se registra un valor de 54964 W

La ganancia de calor por infiltración de aire caliente y salida de aire fresco del interior es de 49049 W y depende del tipo de carpintería (puertas y ventanas de chapa doble, vidrio simple, sin burletes ni protecciones interiores ni exteriores) por lo que el valor de las renovaciones es 3.

Para el cálculo de los aportes por ventilación se consideraron las ventanas abiertas durante la mañana (8.00 a 12.00hs) a la siesta cerradas y una nueva apertura a partir de las 20.00 hs. El valor utilizado (15 r/h) se tomó considerando como uso: oficinas (invierno/ verano) Se registran 112973 W de ganancias. (Tabla 13)

Horas	Ganancias por la envolvente – 454007 W							Ventilac.
	Muros 1	Muros 2	Techos 1	Techos 2	Ventanas Conducción	Radiación	Infiltracion	
0	4664.6	0.0	1140.7	1229.9	-377.9	0.0	-1586.6	0.0
2	3620.1	0.0	1140.7	1229.9	-881.6	0.0	-3701.7	0.0
4	2771.7	0.0	1140.7	1229.9	-1385.3	0.0	-5816.7	0.0
6	2677.5	0.0	3802.2	4099.6	-1725.1	4280.5	-7243.7	0.0
8	2759.7	0.0	3802.2	4099.6	-1051.5	8120.0	-4415.2	-22075.8
10	3906.0	0.0	3802.2	4099.6	1812.9	8209.1	7612.5	38062.4
12	5082.2	0.0	4182.4	4509.5	3500.0	6017.9	14696.5	73482.7
14	5998.3	0.0	6463.7	6969.3	4343.5	10252.3	18238.6	0.0
16	6068.0	0.0	7604.4	8199.1	3839.8	11708.8	16123.5	0.0
18	6581.3	0.0	8745.1	9429.0	2486.5	6376.2	10441.0	0.0
20	7295.6	0.0	8364.8	9019.0	969.4	0.0	4070.4	20352.2
22	6551.0	0.0	7984.6	8609.1	150.1	0.0	630.3	3151.7
Total	57976.0	0.0	58173.6	62723.4	11681.1	54964.8	49049.1	112973.1
Porcentaje	17.0%	0.0%	17.1%	18.4%	3.4%	16.1%	14.4%	33.1%

Tabla 13: Ganancias Internas por envolvente CIC Sur SFVC – W

Ganancias por presencia de ocupantes. Para la evaluación de las ganancias por presencia de ocupantes se tomó un promedio de ocupantes, considerando que en el CIC se desarrollan diferentes actividades: sociales, culturales y de salud.

A la cantidad de personas que trabajan de manera permanente hay que agregar la presencia de vecinos que se acercan al CIC para utilizar sus instalaciones. (Tabla 14)

CIC ACTIVIDADES ANUALES					
ZONAS	LOCALES	ACTIVIDADES	DIAS	HORARIOS	PERSONAS
SUM	SALON	TALLERES	LUNES A VIERNES	15 A 17:30	4/6
		DANZAS	LUNES A VIERNES	18 A 23	1/12 + PROFESOR
CULTURAL	AULA 1	APOYO ESCOLAR	LUNES A VIERNES	09 A 12	3/4 + PROFESORA
				14:30 A 17:30	3/4 + PROFESORA
	AULA2	COMISARIA	LUNES A DOMINGO	0 A 24	2 PERSONAS
	OFICINA	ADMINISTRACION	LUNES A VIERNES	07 A 12	1 PERSONA
				14 A 23	2 PERSONAS
SALUD	CONSULTORIO 1	ADMINISTRACION	LUNES A VIERNES	7 A 12:30	2 PERSONAS
				14 A 17	2 PERSONAS
	CONSULTORIO 2	PEDIATRIA	LUNES A VIERNES	7:30 A 9	2/3 PERSONAS
		CLINICO	LUNES A VIERNES	15 A 16:30	2/3 PERSONAS
	CONSULTORIO 3	ODONTOLOGIA	LUNES A VIERNES	7:30 A 8:30	2 PERSONAS
			LUNES A VIERNES	8:30 A 9:30	2 PERSONAS
	CONSULTORIO 4	NUTRICIONISTA	LUNES MIERCOLES	8:30 A 11:30	2/3 PERSONAS
			VIERNES		
	PASILLO ESTE	ESPERA	LUNES A VIERNES	INDISTINTO	2 PERSONAS

Tabla 14: Actividades en el CIC Sur SFVC

La ocupación del edificio se inicia a las 7:00 a.m. y se prolonga hasta las 12:30 hs. tanto en el sector cultural (aulas, oficinas, comisaria) como en el de salud (consultorios, farmacia). Entre las 14:00 p.m. y 18:00 p.m. se realizan actividades en las aulas, consultorios y en el SUM (talleres, danzas) continuando estas hasta las 23:00 p.m. Desde esa hora y hasta las 7:00 a.m. permanece una guardia policial. Se registra un promedio de 20 personas a la mañana, 30 personas a la tarde y 2 durante la madrugada. Las ganancias de calor por ocupantes son de 25936 W. (Tabla 15)

Ganancia por iluminación artificial. Se observa una marcada diferencia en la cantidad y tipo de luminarias utilizadas en el CIC. En el sector Salud se instalaron 18 lámparas tipo LED (15W) en pasillos y mesa de entradas y en los consultorios 9 lámparas LED 120 cm (35W). En el hall de acceso Oeste se observan 5 lámparas tipo LED (15W). En el sector Social muchos de los artefactos de iluminación carecen de lámparas y algunos tienen lámparas incandescentes (60W). Se observan 4 en el hall de acceso Este. En pasillos y SUM se instalaron 5 lámparas LED (15W) y en la cocina 1 lámpara fluorescente (35W) En aulas y oficinas se registraron 5 lámparas fluorescentes (35W).

Para el cálculo se consideraron las lámparas LED y tubos fluorescentes. Las ganancias por iluminación artificial son de 3430 W. (Tabla 15)

Ganancia por equipamiento. La ganancia por equipamiento es la que ocurre al utilizar equipos que en su accionamiento emiten calor: computadoras, ventiladores, heladera, cafeteras, etc. En el CIC la mayor cantidad de artefactos se localizan en el sector Salud, identificándose, 3 A°A°, 2 heladeras, 1 dispenser de agua, 5 ventiladores de techo y artefactos propios de la práctica médica (esterilizadores, placa oculista) En el sector Social se encuentran: 2 heladeras, 1 dispenser de agua, 2 radios, 1 computadora, 1 televisor y 2 ventiladores de pared. Se registra un valor de 17100 W. (Tabla 15)

Horas	Ganancias internas		
	Ocup.	Ilumin.	Equip.
0	253.5	160	350
2	253.5	160	0
4	253.5	160	350
6	253.5	160	0
8	1655.2	420	2850
10	3310.4	420	2500
12	3310.4	420	2850
14	1655.2	0	2500
16	3310.4	420	2850
18	4138.0	510	2500
20	3771.4	300	350
22	3771.4	300	0
Total	25936.5	3430.0	17100.0
Porcentaje	7.6%	1.0%	5.0%

Tabla 15: Ganancias Internas por equipamiento CIC Sur SFVC – W

La ganancia de calor que se registra en el edificio demuestra que las mismas se producen principalmente a través de techos (35.5%), ventilación (33.1%), de muros (17.0%), radiación (16.1%) e infiltración (14.4%), siguiendo por la cantidad de personas y tipo de actividad (7.6%), equipos (5.0%), ventanas (3.4%) y finalmente iluminación (1.0%) (Figura 58)

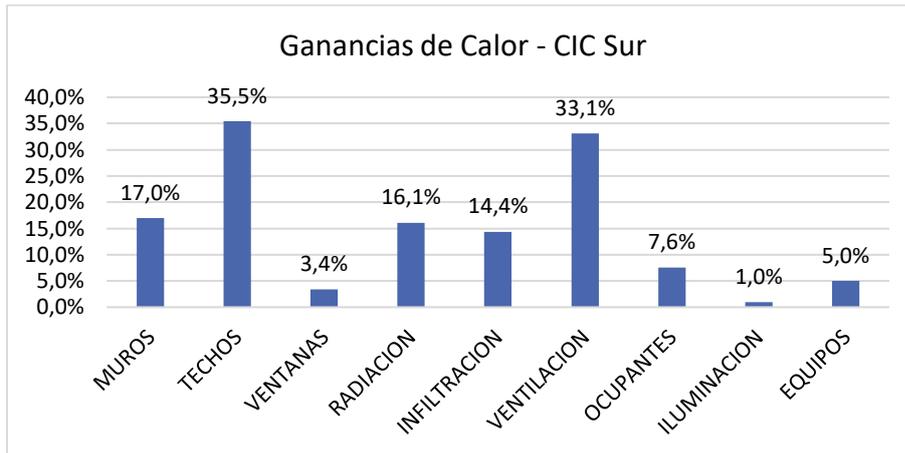


Figura 58: Ganancias de Calor CIC Sur SFVC

Coefficiente Volumétrico de Refrigeración (GR). Representa el grado de ganancia de energía térmica de un edificio debido a la diferencia de temperatura entre el exterior del edificio y el interior. Se obtiene de la sumatoria de las ganancias de calor adquiridas a través de la envolvente y las ganancias internas dividido en el volumen a refrigerar. No debe superar el valor máximo admisible fijado en la Norma IRAM 11659-2 (IRAM,2007), y de esta manera cumplir con el ahorro energético requerido. Con un volumen a refrigerar de 1.416 m³ el valor máximo admisible es de: $G_{\text{RADM}} 26.20 \text{ W/m}^3\text{K}$. De acuerdo al cálculo realizado en el CIC, el G_R es de $37.70 \text{ W/m}^3\text{K}$ superando el G admisible según zona bioclimática. El edificio no cumple con las condiciones de ahorro energético. (Tabla 16)

Total Carga Refrigeration	
Total calor sensible (W)	51748.24
Total calor latente (W)	1633.2
TOTAL sumatoria (Σ)	53381.44
Potencia frig/h	45908.03
TOTAL en TN refrigeración= Total (w) /3480	15.34
Volumen a refrigerar (m ³)	1416.00
Coefficiente volumétrico de refrigeración Gr (W/m³)	37.70
Coefficiente volumétrico admisible refrigeración Gr adm (W/m³)	26.2
$G_{\text{cal}} > G_{\text{adm}} = \text{NO CUMPLE NORMA 11659-2}$	

Tabla 16: Coeficiente Volumétrico de Refrigeración CIC Sur SFVC – Kodols - $G_R \text{ W/m}^3$

Carga Térmica de Refrigeración. Es la cantidad de calor que se debe extraer para lograr el balance térmico, es decir, la cantidad de energía que debe suplir el equipo de refrigeración para mantener constante la temperatura interior. Para el cálculo del Q_R se suman las respectivas cargas térmicas aportadas por la envolvente opaca y transparente, por ventilación, carga térmica solar y las cargas por fuentes internas. (Tabla 17)

Carga Térmica	W	%	Posibilidad de reducción
Por conducción	26453.16	50%	Mejorando aislamiento termico en envolvente
Solar	16832.20	32%	Mejorando protección solar
Calor Sensible interno	8410.00	16%	Mejorando el sistema de iluminación
Calor Sensible del Aire exterior	52.88	0%	
Calor Latente interno	1560	3%	
Calor latente Aire exterior	73.2	0%	
TOTAL	53381.44	100%	

Tabla 17: Carga Térmica de Refrigeración CIC Sur SFVC - Kodols - W

Este edificio, con las mencionadas características, genera los siguientes resultados (Tabla 18):

Programas	GR	QR	Potencia	
	W/m3	W	Frig/h	Tn
IEMA		60.124	51.707	17,24
KODOLS	37,70	53.381	45.908	15,34
17 EQUIPOS DE 3000 FRIG				

Tabla 18: Cuadro comparativo resultados Balance Térmico Verano CIC Sur SFVC

Rehabilitación térmica de la envolvente

La evaluación de las propiedades de los materiales empleados en la construcción del CIC Sur, determina que en los mismos se produce condensación superficial e intersticial y se encuentran fuera de los parámetros de confort higrotérmico. Para prevenir la condensación intersticial la temperatura en cada punto del cerramiento tiene que estar por encima de la temperatura de rocío. Para ello habrá que bajar la humedad relativa del aire del interior y elevar la temperatura interior del cerramiento incrementando el aislamiento térmico. Las mejoras de los cerramientos opacos se resuelven con la incorporación de aislación térmica exterior. Para la protección mecánica de terminación, se prioriza la durabilidad y resistencia de los materiales y aquellos que logren una integración con la imagen y tecnología constructiva utilizada en los edificios de esta tipología.

Para un nivel medio de confort (B) se realizan diferentes propuestas de mejoras en techos y muro, evaluando valores de transmitancia térmica, riesgo de condensación superficial e intersticial y su relación con la envolvente original. (Tabla 19)

Envolventes	K invierno	K verano	R	Transmitancia	Condensacion
	W/m2.K	W/m2.K	m2.K/W		
TECHO 1: LOSA K adm	0,74	0,45			
Original	2,82	2,36	0,35	NO VERIFICA	CONDENSA
Con placas de poliestireno exterior	0,42	0,41	2,40	VERIFICA EN B	NO CONDENSA
Techo verde	0,35	0,40	2,88	VERIFICA EN B	NO CONDENSA
Lana de vidrio y placa de yeso interior	0,43	0,43	2,30	VERIFICA EN B	CONDENSA
TECHO 2: CHAPA K adm	0,74	0,45			
Original	1,53	1,38	0,65	NO VERIFICA	CONDENSA
Con espuma de poliuretano exterior	0,40	0,39	2,49	VERIFICA EN B	NO CONDENSA
MURO 1: LADRILLO CERAMICO HUECO K adm	0,91	1,10			
Original	1,54	1,54	0,64	VERIFICA EN C	NO CONDENSA
Con poliestireno expandido y revoque exterior	0,47	0,47	2,11	VERIFICA EN B	CONDENSA
Lana de vidrio y placa de yeso interior	0,53	0,53	1,89	VERIFICA EN B	CONDENSA
Con poliestireno expandido y revoque con perlitas	0,45	0,45	2,22	VERIFICA EN B	NO CONDENSA
VENTANAS Y PUERTAS VIDRIADAS					
Original	5,80		0,17		
Con celosias exteriores	4,10		0,24		

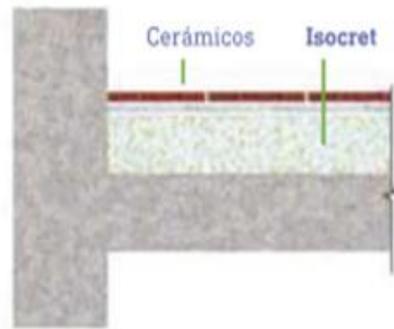
Tabla 19: Cuadro Comparativo Propuestas para Envolventes - Original y con mejoras – CIC Sur SFVC

Techo 1: Losa Maciza

Si consideramos que en este trabajo se está realizando una Refuncionalización energética, las propuestas de mejoras tanto en muros como en techos, deben plantearse en función de lo construido.

La 1º propuesta consiste en agregar placas de poliestireno expandido de 7 cm, carpeta y membrana líquida sobre la superficie existente. Con esta mejora se logró llegar al nivel de confort recomendado sin producirse condensación superficial ni intersticial. (Figura 59)

Contrapiso sobre losa.
Mínimas sobrecargas, máxima reducción de ruidos con la mejor aislación térmica.



R: 2.40 m².K/W
K: 0.42 W/m².K

PLANILLA PARA LA VERIFICACION DE K DE NORMA IRAM 11605/96 [W/m².K]

TIPO DE K	VERANO	INVIERNO	VERANO C/COLOR	VERIFICACION
K calculado:	0.41	0.42		
K minimo	0.72	1.00	0.72	SI VERIFICA
K recomendado	0.45	0.74	0.45	SI VERIFICA
K ecológico	0.18	0.29	0.18	NO VERIFICA

VERIFICACION CONDENSACION SUPERFICIAL

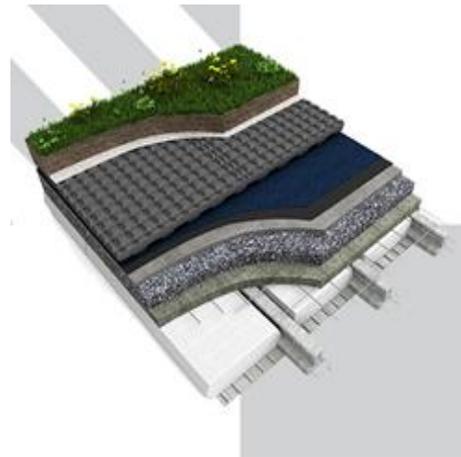
CONDICIONES SUP. INT.	UNIDAD	VALOR	VERIFICACION
Presión de vapor interior	kPa	1.40	
Presión de vapor exterior	kPa	0.45	
Diferencia de temperatura (Ti-Te)	°C	21.20	
Resistencia superficial interior	m ² .K/W	0.17	
Caída de temperatura en la sup. int.	°C	1.46	
Temperatura de la superficie interna	°C	16.54	
Temperatura de rocío sup. int.	°C	11.17	NO CONDENSA

VERIFICACION CONDENSACION INTERSTICIAL

Nº CAPA	TEMP.	TEMP.ROCÍO	VERIFICACIÓN
Aire interior	18.00		
REVOQUE INTERIOR	17.12	11.17	NO CONDENSA
LOSA MACIZA Hº Aº	16.98	11.04	NO CONDENSA
PENDIENTE NORMAL C/ AGREGADOS	16.47	8.98	NO CONDENSA
+CAPASIBIS	15.93	8.53	NO CONDENSA
CARPETA DE NIVELACION	15.88	-0.50	NO CONDENSA
BOVEDILLA CERAMICA	15.67	-0.77	NO CONDENSA
POLIESTIRENO EXPANDIDO	15.23	-0.87	NO CONDENSA
CARPETA DE NIVELACION	-2.39	-3.36	NO CONDENSA
MEMBRANA LIQUIDA	-2.59	-3.67	NO CONDENSA
0	-2.85	-4.45	NO CONDENSA
0	#N/A	#N/A	#N/A
Superficie exterior	-3.20	-3.36	NO CONDENSA
Aire exterior	-3.20		

Figura 59: Mejora incorporando Poliestireno Expandido (0.41 W/m².K verano / 0.42 W/m².K invierno)

Para la 2º propuesta se plantea utilizar sobre la bovedilla existente un techo verde, empleando para ello placas termodrenantes de poliestireno expandido de 6.5 cm y 10 cm de sustrato natural. Con esta opción se consigue un nivel de confort recomendado y sin condensación superficial ni intersticial. (Figura 60)



R: 2.88 m².K/W
K: 0.40 W/m².K

PLANILLA PARA LA VERIFICACION DE K DE NORMA IRAM 11605/96 [W/m².K]

TIPO DE K	VERANO	INVIERNO	VERANO C/COLOR	VERIFICACION
K calculado:	0.40	0.35		
K minimo	0.72	1.00	0.72	SI VERIFICA
K recomendado	0.45	0.74	0.45	SI VERIFICA
K ecológico	0.18	0.29	0.18	NO VERIFICA

VERIFICACION CONDENSACION SUPERFICIAL

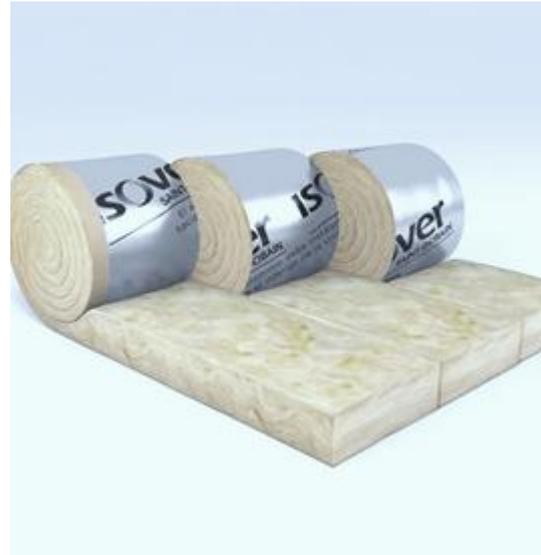
CONDICIONES SUP. INT.	UNIDAD	VALOR	VERIFICACION
Presión de vapor interior	kPa	1.40	
Presión de vapor exterior	kPa	0.45	
Diferencia de temperatura (Ti-Te)	°C	21.20	
Resistencia superficial interior	m ² .KW	0.17	
Caída de temperatura en la sup. int.	°C	1.22	
Temperatura de la superficie interna	°C	16.78	
Temperatura de rocío sup. int.	°C	11.17	NO CONDENSA

VERIFICACION CONDENSACION INTERSTICIAL

Nº CAPA	TEMP.	TEMP.ROCÍO	VERIFICACIÓN
Aire interior	18.00		
REVOQUE INTERIOR	17.27	11.17	NO CONDENSA
LOSA MACIZA Hº Aº	17.15	11.05	NO CONDENSA
PENDIENTE NORMAL C/ AGREGADOS	16.72	9.22	NO CONDENSA
MEMBRANA ALUMINIO	16.27	8.82	NO CONDENSA
CARPETA DE NIVELACION	16.23	1.07	NO CONDENSA
BOVEDILLA CERAMICA	16.06	0.84	NO CONDENSA
PLACA TERMODRENANTE POLIESTIRE	15.69	0.76	NO CONDENSA
SUSTRATO NATURAL	0.29	-1.17	NO CONDENSA
0	-2.91	-4.45	NO CONDENSA
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
Superficie exterior	-3.20	-1.17	SI CONDENSA
Aire exterior	-3.20		

Figura 60: Mejora incorporando Techo Verde (0.40W/m².K verano / 0.35 W/m².K invierno)

Y en la 3º propuesta se consideró plantear las modificaciones desde el interior del edificio. Se propuso utilizar lana de vidrio en rollo con film de polietileno como barrera de vapor de 8 cm y placa de yeso como cielorraso. Sin embargo se produce condensación intersticial. (Figura 61)



PLANILLA PARA LA VERIFICACION DE K DE NORMA IRAM 11605/96 [W/m2.K]

TIPO DE K	VERANO	INVIERNO	VERANO C/COLOR	VERIFICACION
K calculado:	0.43	0.43		
K mínimo	0.72	1.00	0.72	SI VERIFICA
K recomendado	0.45	0.74	0.45	SI VERIFICA
K ecológico	0.18	0.29	0.18	NO VERIFICA

VERIFICACION CONDENSACION SUPERFICIAL

CONDICIONES SUP. INT.	UNIDAD	VALOR	VERIFICACION
Presión de vapor interior	kPa	1.40	
Presión de vapor exterior	kPa	0.45	
Diferencia de temperatura (Ti-Te)	°C	21.20	
Resistencia superficial interior	m².K/W	0.17	
Caída de temperatura en la sup. int.	°C	1.51	
Temperatura de la superficie interna	°C	16.49	
Temperatura de rocío sup. int.	°C	11.17	NO CONDENSA

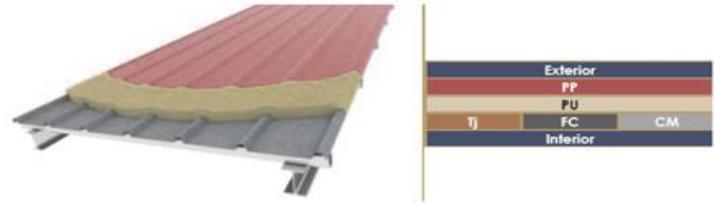
VERIFICACION CONDENSACION INTERSTICIAL

Nº CAPA	TEMP.	TEMP.ROCÍO	VERIFICACIÓN
Aire interior	18.00		
PLACA DE YESO	17.08	11.17	NO CONDENSA
FILM DE POLIETILENO	16.62	11.12	NO CONDENSA
LANA DE VIDRIO	16.62	11.11	NO CONDENSA
REVOQUE INTERIOR	-0.87	11.04	SI CONDENSA
LOSA MACIZA Hº Aº	-1.01	10.89	SI CONDENSA
PENDIENTE NORMAL C/ AGREGADO:	-1.54	8.38	SI CONDENSA
MEMBRANA ALUMINIO	-2.11	7.82	SI CONDENSA
CARPETA DE NIVELACION	-2.16	-3.95	NO CONDENSA
BOVEDILLA CERAMICA	-2.37	-4.32	NO CONDENSA
0	-2.83	-4.45	NO CONDENSA
0	#N/A	#N/A	#N/A
Superficie exterior	-3.20	-3.95	NO CONDENSA
Aire exterior	-3.20		

Figura 61: Mejora incorporando Lana de Vidrio (0.43 W/m2.K verano / 0.43 W/m2.K invierno)

Techo 2: Chapa

Como alternativa de mejora se propone el uso de espuma de poliuretano aplicada sobre la chapa existente, protegida con pintura poliuretánica. (Figura 62)



PP: Capa de protección del poliuretano (Pintura, Elastómero... etc)
 PU: Aislamiento Térmico de Poliuretano Proyectado por el exterior
 Tj: Acabado de teja
 FC: Placa de Fibrocemento
 CM: Chapa metálica

R: 2.49 m².K/W
 K: 0.40 W/m².K

PLANILLA PARA LA VERIFICACION DE K DE NORMA IRAM 11605/96 [W/m².K]

TIPO DE K	VERANO	INVIERNO	VERANO C/COLOR	VERIFICACION
K calculado:	0.39	0.40		
K mínimo	0.72	1.00	0.72	SI VERIFICA
K recomendado	0.45	0.74	0.45	SI VERIFICA
K ecológico	0.18	0.29	0.18	NO VERIFICA

VERIFICACION CONDENSACION SUPERFICIAL

CONDICIONES SUP. INT.	UNIDAD	VALOR	VERIFICACION
Presión de vapor interior	kPa	1.40	
Presión de vapor exterior	kPa	0.45	
Diferencia de temperatura (Ti-Te)	°C	21.20	
Resistencia superficial interior	m ² .K/W	0.17	
Caída de temperatura en la sup. int.	°C	1.41	
Temperatura de la superficie interna	°C	16.59	
Temperatura de rocío sup. int.	°C	11.17	NO CONDENSA

VERIFICACION CONDENSACION INTERSTICIAL

Nº CAPA	TEMP.	TEMP.ROCÍO	VERIFICACIÓN
Aire interior	18.00		
PINTURA AL LATEX	17.15	11.17	NO CONDENSA
PLACA YESO	17.10	11.14	NO CONDENSA
CAMARA AIRE	16.67	11.14	NO CONDENSA
MEMBRANA ISOLANT	15.48	11.13	NO CONDENSA
CHAPA GALVANIZADA 20	13.05	10.18	NO CONDENSA
ESPUMA DE POLIURETANO	13.04	-4.33	NO CONDENSA
PINTURA ACRILICA ELASTOMERIC	-2.71	-4.33	NO CONDENSA
0	-2.86	-4.45	NO CONDENSA
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
Superficie exterior	-3.20	-4.45	NO CONDENSA
Aire exterior	-3.20		

Figura 62: Mejora incorporando Espuma de Poliuretano (0.39 W/m².K verano / 0.40 W/m².K invierno)

Muro Ladrillo Cerámico Hueco

En la 1º propuesta se contempló pintar la cara exterior del muro con pintura asfáltica, luego una placa de 5 cm de poliestireno expandido, terminando con un revoque hidrófugo.

PLANILLA PARA LA VERIFICACION DE K DE NORMA IRAM 11605/96 [W/m2.K]

TIPO DE K	VERANO	INVIERNO	VERANO C/COLOR	VERIFICACION
K calculado:	0.47	0.47		
K mínimo	1.80	1.58	2.16	SI VERIFICA
K recomendado	1.10	0.90	1.32	SI VERIFICA
K ecológico	0.45	0.33	0.54	NO VERIFICA

VERIFICACION CONDENSACION SUPERFICIAL

CONDICIONES SUP. INT.	UNIDAD	VALOR	VERIFICACION
Presión de vapor interior	kPa	1.40	
Presión de vapor exterior	kPa	0.45	
Diferencia de temperatura (Ti-Te)	°C	21.20	
Resistencia superficial interior	m².K/W	0.17	
Caída de temperatura en la sup. int.	°C	1.67	
Temperatura de la superficie interna	°C	16.33	
Temperatura de rocío sup. int.	°C	11.17	NO CONDENSA

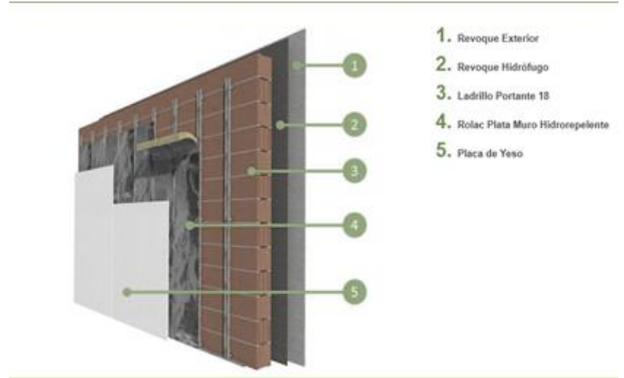
VERIFICACION CONDENSACION INTERSTICIAL

Nº CAPA	TEMP.	TEMP.ROCÍO	VERIFICACIÓN
Aire interior	18.00		
REVOQUE INTERIOR	16.70	11.17	NO CONDENSA
LADRILLO CERAMICO HUECO	16.53	10.33	NO CONDENSA
REVOQUE EXTERIOR	12.02	7.16	NO CONDENSA
PINTURA ASFALTICA	11.89	7.05	NO CONDENSA
POLIESTIRENO EXPANDIDO	11.67	6.81	NO CONDENSA
REVOQUE HIDROFUGO	-2.67	-2.36	SI CONDENSA
0	-2.80	-4.45	NO CONDENSA
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
Superficie exterior	-3.20	#N/A	#N/A
Aire exterior	-3.20		

Figura 63: Mejora incorporando Poliestireno Expandido (0.47 W/m2.K verano / 0.47 W/m2.K invierno)

Si bien se consiguió la verificación en el nivel de confort recomendado, presentó condensación intersticial en la última capa. (Figura 63)

Para la 2º propuesta se planteó incorporar 5 cm de lana de vidrio internamente como aislante térmico, un film de polietileno y terminación interior de placa de yeso.



PLANILLA PARA LA VERIFICACION DE K DE NORMA IRAM 11605/96 [W/m2.K]

TIPO DE K	VERANO	INVIERNO	VERANO C/COLOR	VERIFICACION
K calculado:	0.53	0.53		
K mínimo	1.80	1.58	2.16	SI VERIFICA
K recomendado	1.10	0.90	1.32	SI VERIFICA
K ecológico	0.45	0.33	0.54	NO VERIFICA

VERIFICACION CONDENSACION SUPERFICIAL

CONDICIONES SUP. INT.	UNIDAD	VALOR	VERIFICACION
Presión de vapor interior	kPa	1.40	
Presión de vapor exterior	kPa	0.45	
Diferencia de temperatura (Ti-Te)	°C	21.20	
Resistencia superficial interior	m².K/W	0.17	
Caída de temperatura en la sup. int.	°C	1.87	
Temperatura de la superficie interna	°C	16.13	
Temperatura de rocío sup. int.	°C	11.17	NO CONDENSA

VERIFICACION CONDENSACION INTERSTICIAL

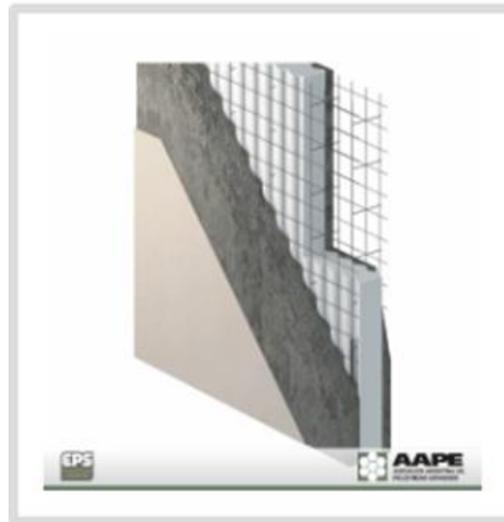
Nº CAPA	TEMP.	TEMP.ROCÍO	VERIFICACIÓN
Aire interior	18.00		
PLACA DE YESO	16.54	11.17	NO CONDENSA
FILM DE POLIETILENO	15.98	10.48	NO CONDENSA
LANA DE VIDRIO	15.98	10.48	NO CONDENSA
REVOQUE INTERIOR	2.62	9.84	SI CONDENSA
LADRILLO CERAMICO HUECO	2.44	7.43	SI CONDENSA
REVOQUE EXTERIOR	-2.61	-4.00	NO CONDENSA
0	-2.75	-4.45	NO CONDENSA
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
Superficie exterior	-3.20	#N/A	#N/A
Aire exterior	-3.20		

Figura 64: Mejora incorporando Lana de Vidrio (0.53 W/m2.K verano / 0.53 W/m2.K invierno)

esta propuesta se consiguió el nivel de K recomendado, sin embargo, la condensación intersticial aumentó y alcanzó las capas interiores del muro. (Figura 64)

En la 3º propuesta se mejoraron las características de la última capa exterior, agregando una placa de poliestireno expandido de 5 cm y empleando un revoque con perlitas de EPS. (Figura 65)

R: 2.22 m².K/W
K: 0.45 W/m².K



PLANILLA PARA LA VERIFICACION DE K DE NORMA IRAM 11605/96 [W/m².K]

TIPO DE K	VERANO	INVIERNO	VERANO C/COLOR	VERIFICACION
K calculado:	0.45	0.45		
K mínimo	1.80	1.58	2.16	SI VERIFICA
K recomendado	1.10	0.90	1.32	SI VERIFICA
K ecológico	0.45	0.33	0.54	NO VERIFICA

VERIFICACION CONDENSACION SUPERFICIAL

CONDICIONES SUP. INT.	UNIDAD	VALOR	VERIFICACION
Presión de vapor interior	kPa	1.40	
Presión de vapor exterior	kPa	0.45	
Diferencia de temperatura (Ti-Te)	°C	21.20	
Resistencia superficial interior	m ² .K/W	0.17	
Caída de temperatura en la sup. int.	°C	1.59	
Temperatura de la superficie interna	°C	16.41	
Temperatura de rocío sup. int.	°C	11.17	NO CONDENSA

VERIFICACION CONDENSACION INTERSTICIAL

Nº CAPA	TEMP.	TEMP.ROCÍO	VERIFICACIÓN
Aire interior	18.00		
REVOQUE INTERIOR	16.76	11.17	NO CONDENSA
LADRILLO CERAMICO HUECO	16.61	10.27	NO CONDENSA
REVOQUE EXTERIOR	12.33	6.85	NO CONDENSA
POLESTIRENO EXPANDIDO	12.20	6.73	NO CONDENSA
REVOQUE CON PERLITA	-1.39	-3.25	NO CONDENSA
0	-2.82	-4.45	NO CONDENSA
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
Superficie exterior	-3.20	#N/A	#N/A
Aire exterior	-3.20		

Figura 65: Mejora incorporando Revoque con Perlitas Telgopor (0.45 W/m².K verano / 0.45 W/m².K invierno)

Ganancias y Pérdidas de Calor – Cálculo de Cargas Térmicas – Edificio Mejorado

Balance térmico de invierno

Se realiza nuevamente el Balance térmico de invierno para comprobar si las mejoras planteadas inciden en la respuesta del edificio frente a las variables climáticas.

Coefficiente Volumétrico de Perdidas (Gcal). Con un volumen a calefaccionar de 1.416 m³ el valor máximo admisible es de: $G_{adm} 1.32 \text{ W/m}^3\text{K}$. Considerando las mejoras planteadas, el G_{cal} es de $1.10 \text{ W/m}^3\text{K}$ siendo menor al G admisible según zona bioclimática. El edificio cumple con las condiciones de ahorro energético. (Tabla 20)

Componente	Area (A) m ²	Transmitancia W/m ² K	(A).(K) W/K
Muro 1	402.91	0.45	181.3
Techo 1 losa	161.11	0.42	67.7
Techo 2 chapa	297.07	0.40	118.8
Ventanas sur tipo 1	12.03	4.10	49.3
Fundaciones	0	0.72	175.2
Infiltración			669.1
Vent. norte	10.71	4.1	43.9
Vent. Noreste	0.00	0	0.0
Vent. Este	11.43	4.1	46.9
Vent. Oeste	18.94	4.1	77.7
Vent. noreste	0.00	0	0.0
CGP			1598.2
Factor "G" - Norma IRAM 11604		Gcal W/m ³ K	1.1
VERIFICA		Gadm W/m ³ K	1.32

Tabla 20: Coeficiente Volumétrico de Perdidas Edificio Mejorado CIC Sur SFVC – Gcal W/m³K

Carga Térmica de Calefacción Anual. Optimizando las envolventes opacas y no opacas, se calcula nuevamente la cantidad de energía que debe suplir anualmente el equipo de calefacción para mantener constante la temperatura interior.

En Tabla 21 se presentan los resultados obtenidos aplicando ambas planillas de cálculo:

Programas	Gcal	Qcal	Potencia
	W/m3K	Kwh/ año	Kcalh
IEMA	1,10	16.129	31.888
KODOLS	1,61	22.968	23.015

6 CALEFACTORES DE 5000 Kcal

Tabla 21: Balance Térmico de Calefacción Edificio Mejorado CIC Sur SFVC

Comparado los resultados del edificio convencional e incorporando las mejoras, resulta en un **ahorro del 57%** en Carga Térmica de Calefacción Anual. (Figura 66)

Si consideramos que para calefaccionar el CIC Sur en su estado original se necesitan 13 calefactores de 5000 kcalh, realizando las mejoras el numero baja a 6 artefactos de las mismas características. (Tabla 22)

Balance Calefacción	G cal	Carga Térmica de Calefacción Anual	Potencia de Calefacción necesaria para dimensionar equipos
CIC SUR	W/m3.K	kwh/año	kcal/h
Edificio Convencional	2,37	33.828	66.881
Edificio Mejorado	1.10	16.129	31.888

Tabla 22: Cuadro comparativo resultados edificio convencional y mejorado Invierno – CIC Sur SFVC

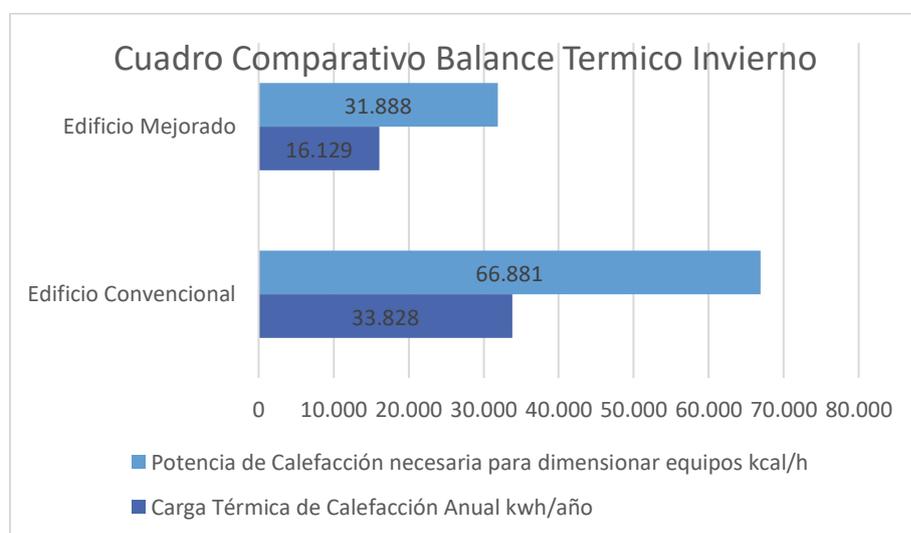


Figura 66: Cuadro Comparativo Balance Térmico invierno Edificio convencional y mejorado – CIC Sur SFVC

Balance térmico de verano

Se realiza nuevamente el Balance térmico de verano para comprobar si las mejoras planteadas inciden en la respuesta del edificio frente a las variables climáticas.

Coefficiente Volumétrico de Refrigeración (GR). Con un volumen a refrigerar de 1.416 m³ el valor máximo admisible es de: G_{RADM} 26.20 W/m³K. De acuerdo al cálculo realizado en el CIC y considerando las mejoras planteadas, el G_R es de 25.51 W/m³K siendo menor al G admisible según zona bioclimática. El edificio cumple con las condiciones de ahorro energético. (Tabla 23)

Total Carga de Refrigeración	
Total calor sensible (W)	34485.07
Total calor latente (W)	1633.2
TOTAL sumatoria (Σ)	36118.27
Potencia frig/h	31061.72
TOTAL en TN refrigeracion= Total (w) /3480	10.38
Volumen a refrigerar (m ³)	1416.00
Coefficiente volumétrico de refrigeración G_R (W/m ³)	25.51
Coefficiente volumétrico admisible refrigeración G_R adm (W/m³)	26.2
$G_{cal} > G_{adm} = \text{SI CUMPLE NORMA 11659-2}$	

Tabla 23: Coeficiente Volumétrico de Refrigeración Edificio mejorado CIC Sur SFVC – Kodols - G_R W/m³

Carga Térmica de Refrigeración. Con las mejoras propuestas se calcula nuevamente la cantidad de calor que debe extraer el equipo para lograr el balance térmico.

Este edificio, con las mejoras propuestas, genera los siguientes resultados (Tabla 24):

Programas	GR	QR	Potencia	
	W/m ³	Wh	Frig/h	Tn
IEMA		34.476	29.650	9,88
KODOLS	25.51	36.118	31.061	10,3
10 EQUIPOS DE 3000 FRIG				

Tabla 24: Balance Térmico de Refrigeración Edificio Mejorado CIC Sur SFVC

Comparado los resultados del edificio convencional e incorporando las mejoras, resulta en un **ahorro del 34%** en Carga Térmica de Refrigeración Anual. (Figura 67)

Si consideramos que para refrigerar el CIC sur en su estado original se necesitan 17 A⁰A⁰ de 3000 frig/h, realizando las mejoras el numero baja a 10 artefactos de las mismas características. (Tabla 25)

Balance Refrigeracion	G refrig.	Carga Térmica de Refrigeracion Anual	Potencia de Refrigeración necesaria para dimensionar equipos	Potencia de Refrigeración necesaria para dimensionar equipos
CIC SUR	W/m3.K	Wh	frig/h	Tn refrig.
Edificio Convencional	37.70	60.124	51.707	17,24
Edificio Mejorado	25.51	34.476	29.650	9.88

Tabla 25: Cuadro comparativo resultados edificio convencional y mejorado Verano – CIC Sur SFVC

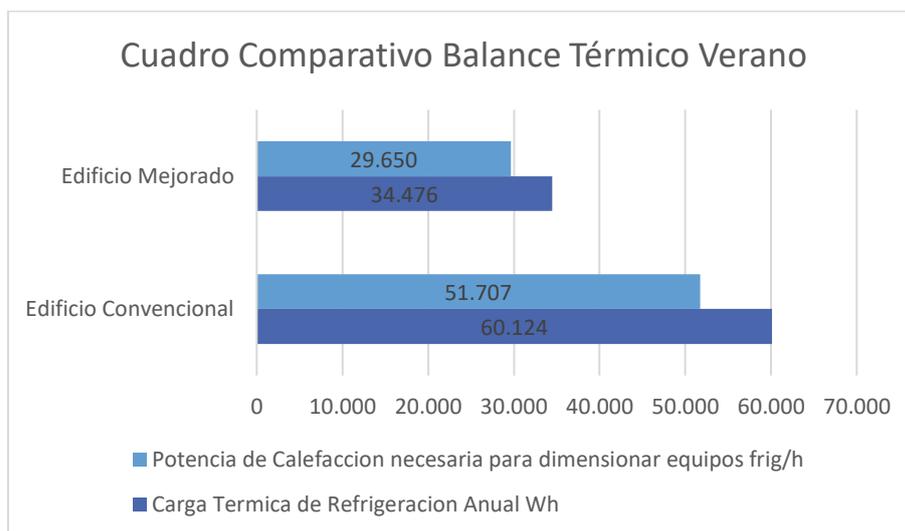


Figura 67: Cuadro Comparativo Balance Térmico verano Edificio convencional y mejorado – CIC Sur SFVC

Conclusiones Parciales

Las soluciones tecnológicas propuestas son de factible ejecución empleando materiales accesibles en la zona y con una mejora en la transmitancia térmica. Esto se advierte en el análisis comparativo de los K de cálculo con los K admisibles de invierno y verano. (Figuras 68, 69 y 70)

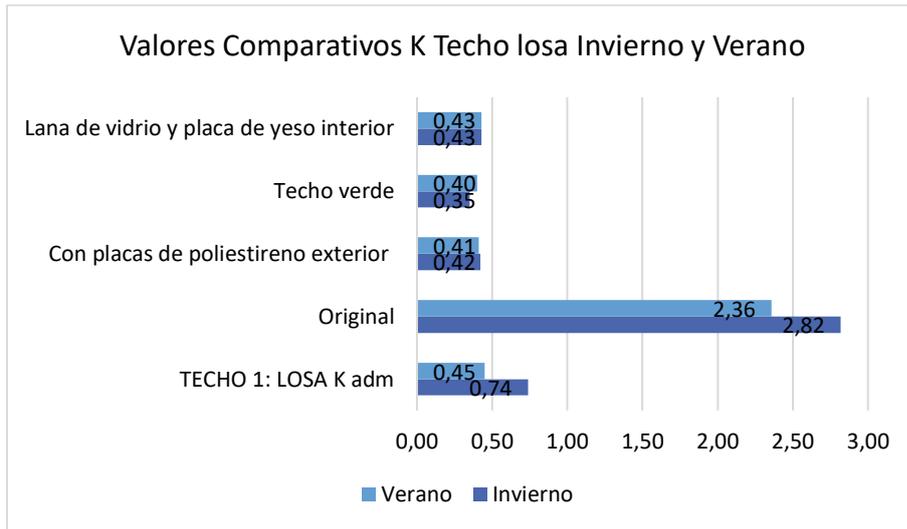


Figura 68: Cuadro Comparativo Transmitancia Térmica Techo de Losa

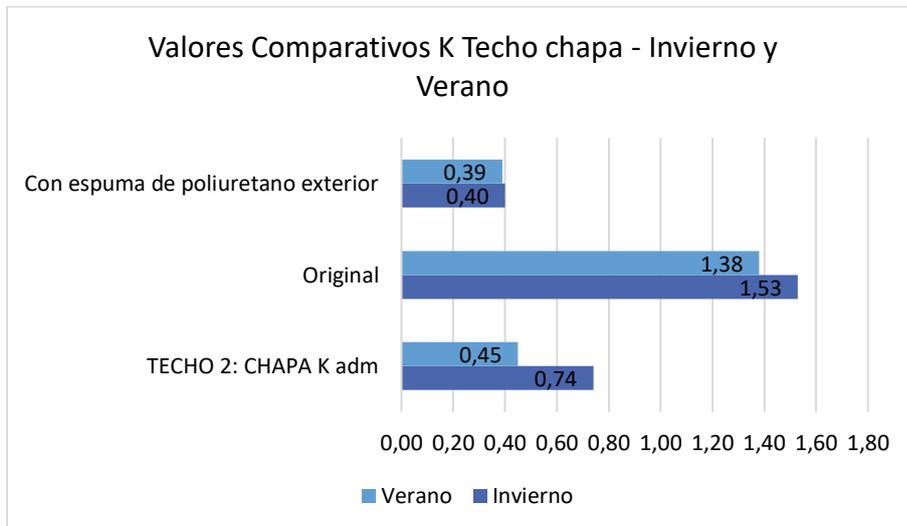


Figura 69: Cuadro Comparativo Transmitancia Térmica Techo de Chapa

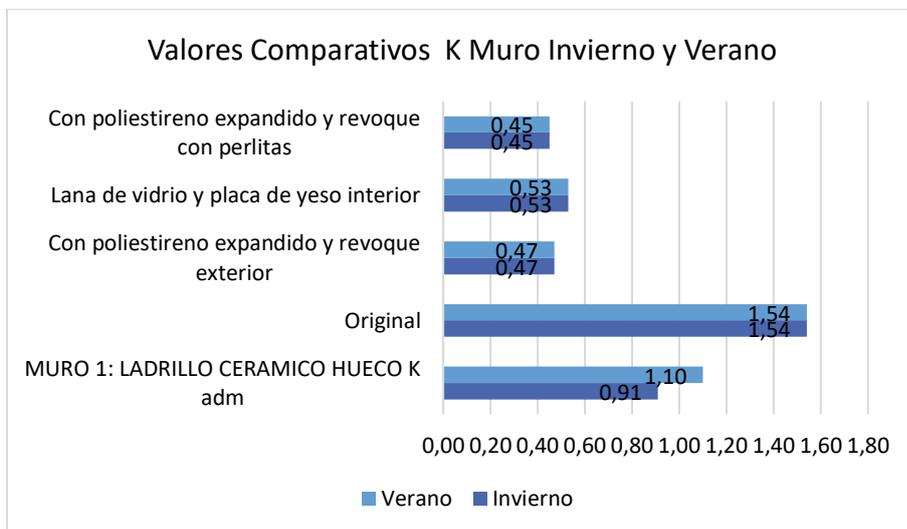


Figura 70: Cuadro Comparativo Transmitancia Térmica Muro Ladrillo Cerámico Hueco

El Balance Térmico de Invierno (BTI) del edificio convencional indica que las mayores pérdidas de calor se producen por infiltración, debido a la mala calidad de las carpinterías y falta de elementos de protección como celosías y burletes, seguido por los dos tipos de techos en igual proporción. La Carga Térmica de Calefacción Anual necesaria para compensar las pérdidas de calor es de 33.828 kwh/año y la Potencia de Calefacción necesaria es de 66.881 Kcal/h. Por el tipo de actividades que se realizan en el CIC sería óptimo plantear un sistema centralizado de calefacción, ya que los pasillos y halls se utilizan como Salas de Espera y reunión. Se podría considerar un sistema de radiadores alimentados por paneles solares fotovoltaicos de manera tal de mejorar el confort no solo al personal de salud sino también a los vecinos, usuarios del CIC.

El Balance Térmico de Verano (BTV) del edificio convencional indica que las mayores ganancias de calor se producen por calor sensible a través de los techos y la ventilación generada por los usuarios para “refrescar” los ambientes. El otro elemento que influye es la carpintería ya que por conducción, infiltración y radiación alcanza valores similares a las ganancias por techo. La Carga Térmica de Refrigeración necesaria para compensar las ganancias de calor es de entre 60.124 W y la Potencia de Refrigeración necesaria es de 17.24 Ton refig. Por el tipo de actividades que se realizan en el CIC sería óptimo plantear un sistema centralizado de refrigeración y ventilación selectiva, ya que los pasillos y halls se utilizan como Salas de Espera y reunión, beneficiando al personal y vecinos del CIC.

La rehabilitación media planteada, verifica el Coeficiente Volumétrico de Perdidas de Calor ($G_{cal} = 1.10 \text{ W/m}^3\text{K}$) y el Coeficiente de Refrigeración ($G_r = 25.51 \text{ W/m}^3\text{K}$) y alcanza ahorros energéticos para refrigeración del 34% y del 57% para calefacción.

En cuanto a la rehabilitación de los componentes constructivos de forma individual, el mayor potencial económico corresponde a los techos (losa: 12%, chapa 44%) y muros (30%) seguido por la optimización de las carpinterías (14%). Éstas permiten mejorar las transmittancias térmicas y disminuir las infiltraciones de aire con la incorporación burletes y celosías exteriores en ventanas. (Figura 71)

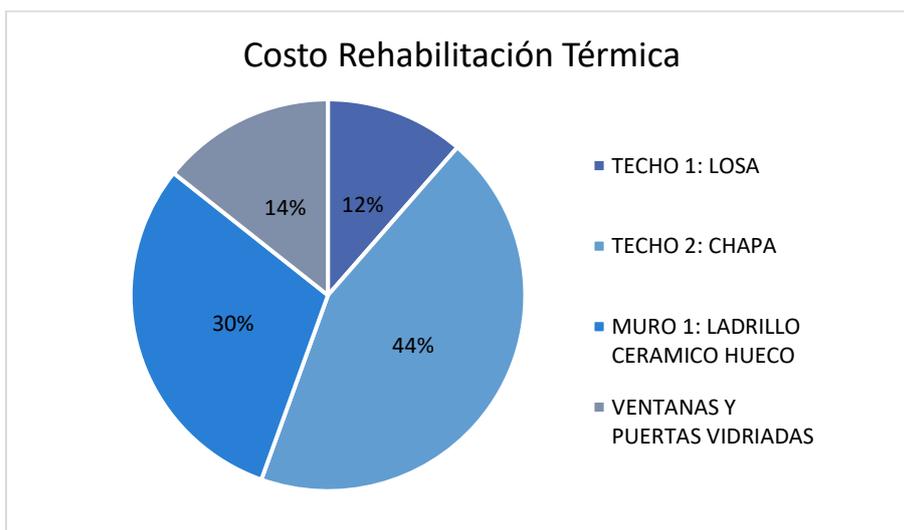


Figura 71: Costo Rehabilitación Envolverte CIC Sur SFVC

Los resultados alcanzados muestran el potencial de rehabilitación que posee el caso de estudio para el mejoramiento de las condiciones térmicas y la disminución de la energía necesaria para refrigeración. Las soluciones presentadas también permiten aumentar los niveles de confort en invierno. Este aumento de costos se encuentra en un porcentaje que oscila entre un 5 y un 10% adicional al costo del edificio tradicional dependiendo del nivel de terminaciones del mismo. Considerando el precio del m² de construcción en enero de 2022 a un valor de \$136.752 y tomando los precios en el mercado argentino en esa fecha, se indican los costos de los elementos. (Tabla 26)

ENVOLVENTES		SUPERFICIE	CANTIDAD	UNIDAD	MATERIAL	TOTAL materiales	MANO DE OBRA
		m ²			\$	\$	
TECHO 1: LOSA	\$ 607.046,40	162,00					
Placas de poliestireno expandido de alta densidad - 7 cm			162,00	Un.	\$ 1.552,00	\$ 251.424,00	
Carpeta de nivelacion - 3 cm			162,00	m ²	\$ 240,00	\$ 38.880,00	
Membrana liquida - 1.5 m ² /lt			110,00	Lts	\$ 810,00	\$ 89.100,00	
						\$ 379.404,00	
TECHO 2: CHAPA	\$ 2.350.400,00	300,00					
Espuma de poliuretano - 5 cm			300,00	m ²	\$ 24,00	\$ 1.404.000,00	
Pintura acrilica elastomerica			5,00	Un.	\$ 13.000,00	\$ 65.000,00	
						\$ 1.469.000,00	
MURO 1: LADRILLO CERAMICO HUECO	\$ 1.214.720,00	400,00					
Placas de poliestireno expandido de alta densidad - 5 cm			400,00	Un.	\$ 528,00	\$ 211.200,00	
Malla Sima 4.2			40,00	Un.	\$ 4.400,00	\$ 176.000,00	
Revoque con perlitas de EPS - 2 cm			400,00	Un.	\$ 930,00	\$ 372.000,00	
						\$ 759.200,00	
VENTANAS Y PUERTAS VIDRIADAS	\$ 402.160,00						
Burletes			205,00	ml	\$ 130,00	\$ 26.650,00	
Celosias Exteriores			21,00	Un.	\$ 10.700,00	\$ 224.700,00	
						\$ 251.350,00	\$ 1.715.372,40
	\$ 4.574.326,40						
						\$ 2.858.954,00	\$ 4.574.326,40

Tabla 26: Detalle Costo Rehabilitación Envolverte: 7.3% adicional al costo edificio tradicional – enero 2022

La inversión de \$ 4.574.326 (U\$S 43.878) para la rehabilitación de la envolvente del CIC Sur representa un 7.3% adicional al costo original de la obra. Dicha inversión actualizada a enero de 2024 representa un total de \$35.343.729 (Dólar Oficial \$805.50) (BNA, 2024)

A estas mejoras hay que sumar el costo de los equipos de calefacción y refrigeración necesarios para compensar las pérdidas y ganancias de calor en el CIC Sur y el costo de la energía eléctrica necesaria para su funcionamiento.

Actualmente el CIC Sur cuenta solamente con el servicio de Energía Eléctrica, ya que, si bien el servicio de Gas Natural pasa por la vereda oeste del edificio, no se realizaron las obras internas. Si se considera el funcionamiento de los equipos de calefacción a gas natural o energía eléctrica, serían necesarios:

- Gas natural: $1675 \text{ m}^3 \times \$14.07 = \$23.567$ al año (U\$S 226)
- Energía Eléctrica: $33,18 \text{ Kw} \times \$ 7.832 = \259.866 al año (U\$S 2.492)

Esta evaluación permite determinar que el combustible de menor costo es el gas natural seguido de la energía eléctrica. Una evaluación aparte merece el empleo de paneles solares como una alternativa sustentable y necesaria para la resolución de esta situación.

CAPITULO 9 - MONITOREO HIGROTERMICO Y ENERGÉTICO SECTOR SALUD: EDIFICIO CONVENCIONAL

“El monitoreo higrotérmico y energético es una herramienta muy utilizada para el análisis, y validación de edificios diseñados con criterios ambientalmente conscientes. (Filippín et al. 2004) al igual que en la realización de auditorías energéticas de edificios convencionales (Díaz et al. 2005). Por otro lado, Casado (2001) afirma que la mayoría de las auditorías energéticas no consideran al usuario como “variable interviniante” que afecta los consumos energéticos en los mismos, considerándolo sólo de manera “ideal y abstracta”. (García et al, 2012). Se toma el Sector Salud para realizar la evaluación higrotérmica y energética ya que en el mismo se encuentran diferentes áreas funcionales (circulación, espera, oficinas y consultorios) y sistemas constructivos.

Características Sector Salud

El sector Salud se ubica al oeste del edificio desarrollándose en una superficie de 160 m². Se accede a través de un espacio común: hall y baños públicos con 40 m² de superficie. Los sectores de circulación y hall de ingreso se desarrollan bajo un techo de losa y tienen 2.60 mts. de altura, mientras los 4 consultorios, baños, ofice y farmacia lo hacen bajo un techo inclinado de chapa y una altura promedio de 3.20 mts. (Figuras 72 a 75)

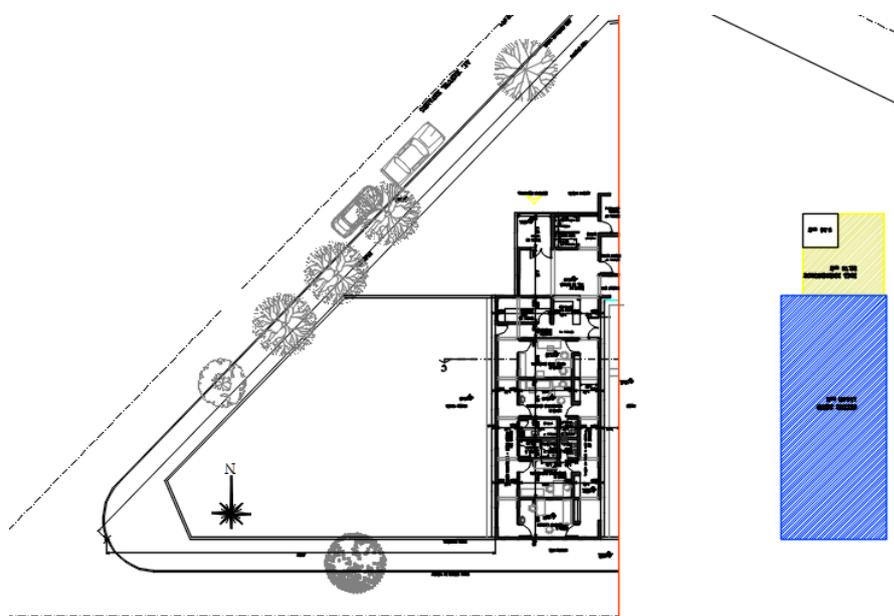


Figura 72: Sector Salud CIC Sur SFVC – Planta General



Figura 73: Vista NO Sector Salud



Figura 74: Volumetría SO Sector Salud



Figura 75: Volumetría SE Sector Salud

La envolvente interior y exterior del sector es del tipo muro simple de ladrillo cerámico hueco (18 cm de ladrillo y 1.5 cm de revoque común en ambos paramentos), mientras que el piso consta de un contrapiso de 10 cm, mortero de asiento y mosaicos graníticos.

El sector posee ventanas y puertas ventanas de chapa con vidrio simple sin ningún tipo de protección interior o exterior.

Metodología

El monitoreo de las condiciones higrotérmicas del sector Salud se realizó en condiciones reales de uso y se extendió **durante nueve días corridos** desde el martes 07 de diciembre de 2021 al jueves 16 de diciembre de 2021, correspondiente a la 2º y 3º semana de diciembre. Abarcó siete días laborales con actividad matutina y vespertina (de 8.00 a 12.00 hs y de 14.00 a 19.00 hs) y dos días de fin de semana donde el sector Salud permanece cerrado. Para la evaluación se enumeraron los espacios del CIC Sur, definiéndose para el sector Salud 17 locales. Se los agrupa en locales cerrados (consultorios, enfermería) circulaciones (pasillos y hall) y apoyo (sanitarios y oficce)

El Local 14, correspondiente al Hall de Ingreso Oeste, es un espacio de uso común para todo el CIC y permanece abierto. Para poder plantear un análisis comparativo, se escogieron dos consultorios, los pasillos y el hall de ingreso para ubicar los sensores y registrar el comportamiento higrotérmico del sector Salud. El criterio de esta selección está basado en los diferentes usos, tecnologías constructivas y ubicación de los locales dentro del edificio. Para adquirir datos de temperatura (°C), humedad relativa (HR%) dentro del edificio se utilizaron cinco (5) data-loggers tipo HOBO U12 que realizaron registros cada 15 minutos y se ubicaron en las siguientes áreas funcionales. (Tabla 27) (Figura 76)

Local	Ubicación	Sensor
Local 1	Consultorio - Oculista	HOBO 1 - 2448449
Local 9	Consultorio - Enfermería	HOBO 2 - 2551899
Local 12	Pasillo Este - Espera	HOBO 4 - 9658045
Local 13	Pasillo Oeste – Circulación Técnica	HOBO 11 - 1111984
Local 14	Hall Ingreso Oeste - Espera	HOBO 3 - 2448454
	Patio Cívico - Exterior	HOBO U12 - 1111989

Tabla 27: Distribución Sensores por Locales sector Salud CIC Sur SFVC

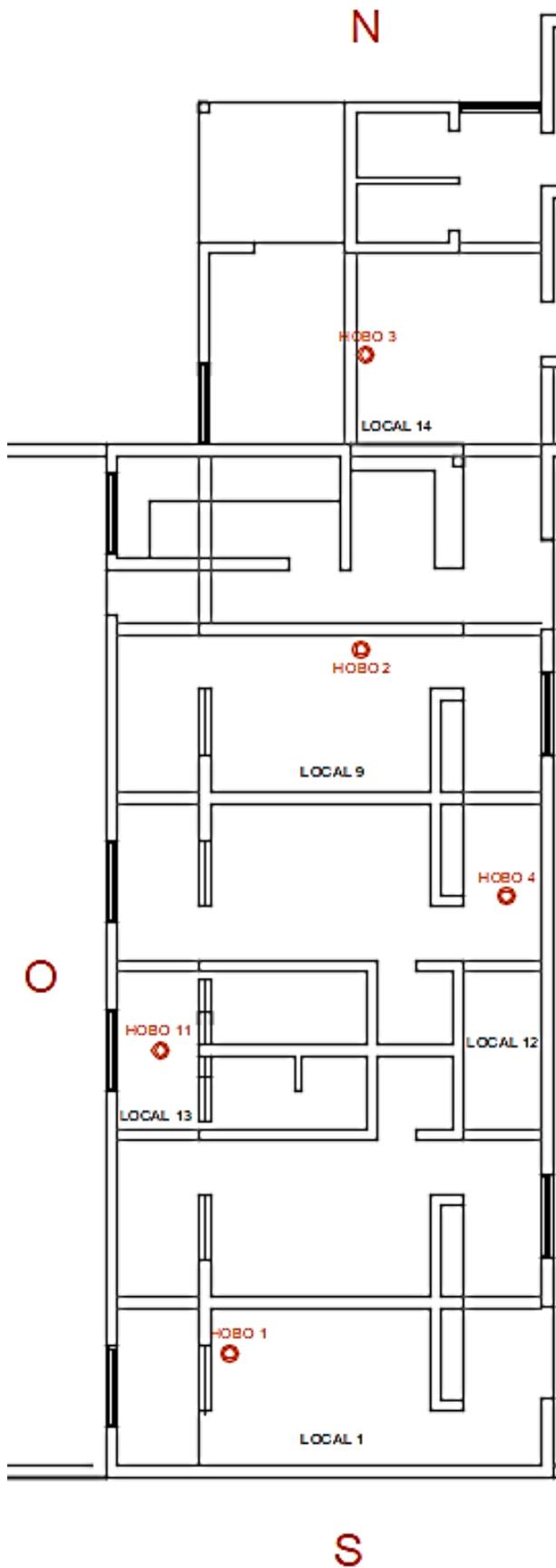


Figura 76: Ubicación Sensores tipo HOBO Sector Salud

Para conocer el ambiente exterior se colocó un sensor tipo HOBO U12 que registró temperatura y humedad también cada 15 minutos. Se contó además con datos de radiación solar, velocidad y dirección del viento provistos por la Estación Meteorológica SuCyTCa ubicada en el predio del CAPE. (Figura 77)

Figura 77: Sensor tipo HOBO



Los sensores se cubrieron con protecciones de poliestireno expandido perforados en toda su superficie y abiertos en su cara inferior a fin de evitar la incidencia y acumulación de calor radiante proveniente de lámparas, paredes o techo. (Figura 78)

Figura 78: Protección Sensor tipo HOBO



En los pasillos y hall de ingreso se colgaron los HOBOS desde el techo de losa maciza a una distancia de 0.30 m. y en los consultorios y patio cívico se colocaron en paredes separadas de las mismas 0.30 m mediante gancho metálico. (Figuras 79 a 84)



Figura 79:
HOBO 1 – Local 1 (Consultorio Odontología)



Figura 80:
HOBO 2 – Local 9 (Consultorio Enfermería)



Figura 81:
HOBO 3 – Local 12 (Pasillo Este – Espera)



Figura 82:
HOBO 4 – Local 13 (Pasillo Oeste Circulación Técnica)



Figura 83:
HOBO 5 – Local 14 (Hall Ingreso Oeste)



Figura 84:
HOBO 12 – Local 13 (Patio Cívico)

Durante el periodo de monitoreo - martes 07 de diciembre al jueves 16 de diciembre de 2021 - y a fin de evaluar el consumo de energía eléctrica destinada a iluminación y refrigeración del edificio, se realizó la lectura del medidor trifásico 3 veces al día. (Tabla 28)

REGISTRO MEDIDOR CIC SUR					
Medidor Trifasico Electronico N° 02888881					
MODELO A 1052 Plus					
Tipo: A1052-d					
FECHA	HORA DE REGISTRO	88	0,1	0,20	d5
			Kwh	kvarh	Prev. kW
MARTES	12,00		61474,80	22326,30	7,50000
7/12/2021					
	8,00		-	-	-
	19,00		61553,60	22340,00	7,50000
MIERCOLES	23,00		-	-	-
8/12/2021					
	14,00		61589,30	22345,00	7,50000
	19,00		61598,10	22346,40	7,50000
JUEVES	23,00		61606,20	22347,90	7,50000
9/12/2021			sin luz	de 7 a 15 hs	
	8,00		-	-	-
	15,00		61622,50	22350,10	7,50000
	19,00		61631,7	22352,6	7,5
VIERNES	23,00		61633,50	22355,80	7,50000
10/12/2021					
	8,00		-	-	-
	15,00		61649,60	22360,50	7,50000
	19,00		61653,80	??	7,50000
SABADO	23,00		61658,70	22364,20	7,50000
11/12/2021			sin luz	de 7 a 13 hs	
	8,00				-
	14,00		61673,70	22368,20	7,50000
DOMINGO	23,00		-	-	-
12/12/2021					
	8,00		-	-	-
	15,00		-	-	-
LUNES	22,00		61734,20	22377,70	7,500000
13/12/2021					
	8,00		-	-	-
	15,00		61762,30	22384,10	7,500000
	19,00		61767,20	22386,50	7,500000
MARTES	23,00		61771,60	22388,10	7,500000
14/12/2021					
	11,30		61787,70	22392,90	7,50
	18,30		61808,10	22396,40	7,50
MIERCOLES			-	-	
15/12/2021					
	15,00		61835,50	22404,50	7,50
	19,00		61850,50	22406,70	7,50
JUEVES	23,00		61856,10	22408,20	7,50
16/12/2021					
	17,00		61891,20	22415,50	7,50
			337,60	75,50	413,10
			potencia activa	potencia reactiva	potencia aparente

Tabla 28: Registro Consumo Eléctrico CIC Sur SFVC

Resultados del Monitoreo Higrotérmico – Edificio Convencional

Resultados Ambiente

En la Figura 85 se observa el comportamiento de la temperatura y de la humedad en el ambiente exterior, registrados con el sensor N° 12 ubicado en el Patio Cívico.

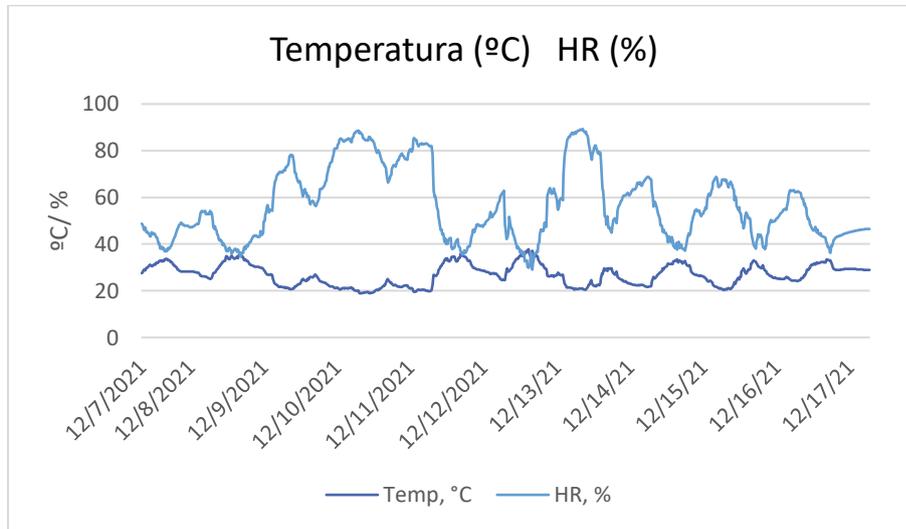


Figura 85: Registro Temperatura y Humedad Ambiente Exterior – Patio CIC Sur SFVC

Los datos se completan con los registros obtenidos sobre radiación solar, precipitaciones y velocidad del viento para el mismo periodo (07/12-16/12/21), en la estación meteorológica ubicada en el CAPE. (Figuras 86 a 88)

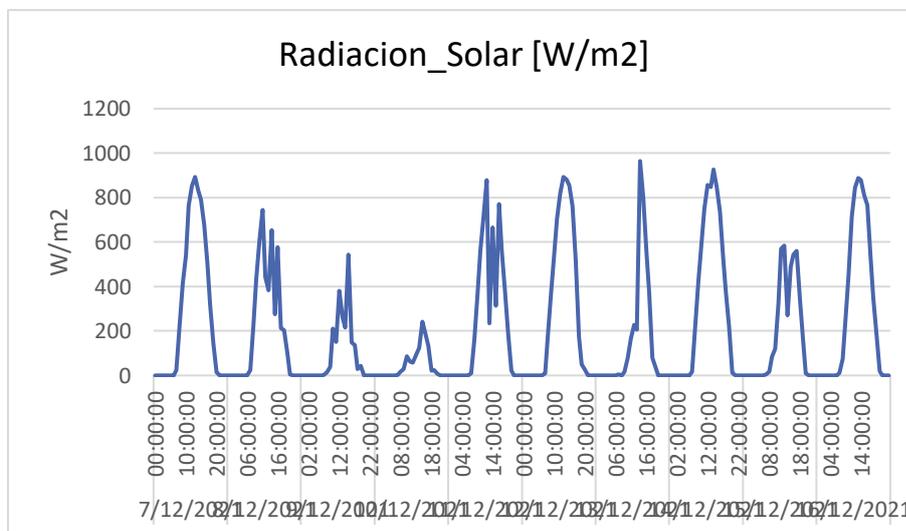


Figura 86: Registro Radiación Solar – EM CAPE

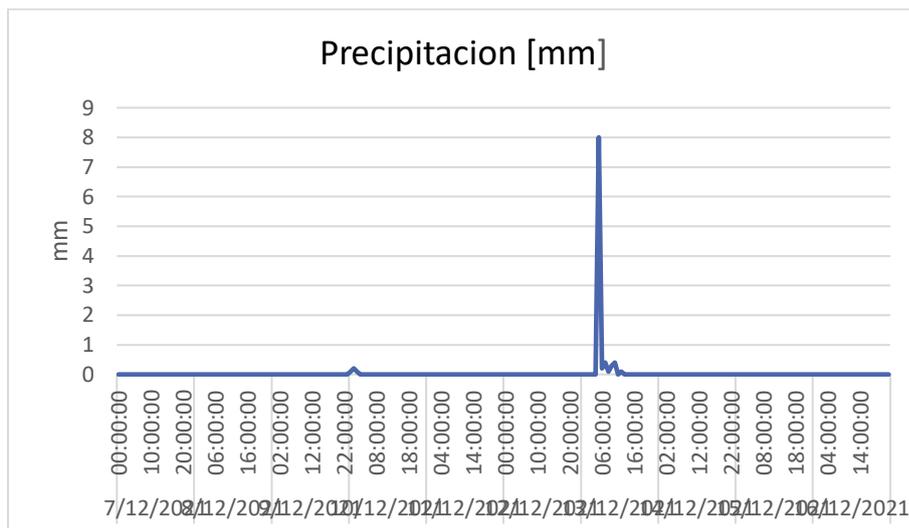


Figura 87: Registro Precipitaciones - EM CAPE

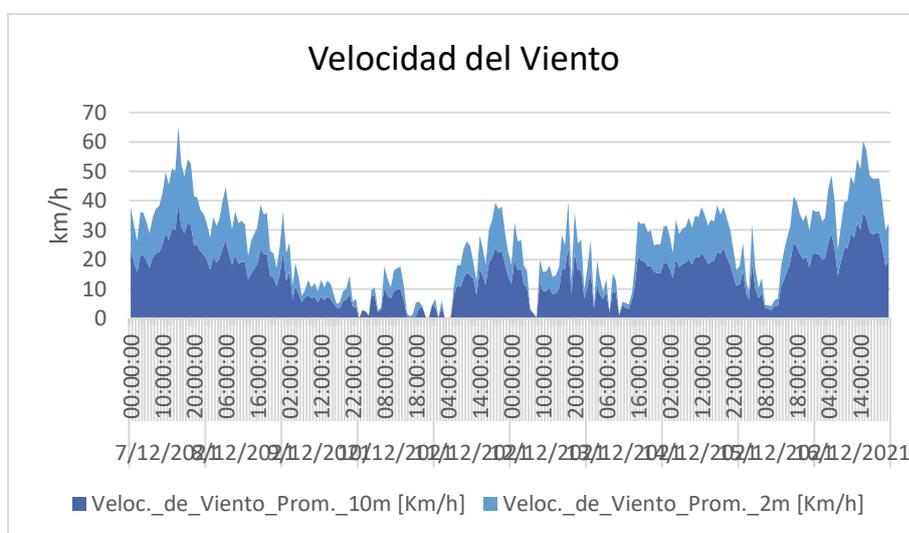


Figura 88: Registro Velocidad del Viento – EM CAPE

El periodo monitoreado se caracterizó por una fluctuación en la temperatura y humedad ambiente, comenzando con días cálidos y secos seguidos por días frescos y lluviosos, luego cálidos y húmedos, culminando con cálidos y ventosos. Las temperaturas máximas se registraron entre las 15 y 17 hs. y las mínimas entre las 05 y 07 hs.

De acuerdo a registros del SMN, en la última década se registró una clara tendencia de aumento de temperaturas, siendo el año 2019 el más cálido en el promedio de temperaturas de 1981 a 2010 (3 °C)

Durante los 7 días hábiles monitoreados – momento en el que se realizan las actividades en el sector Salud, con afluencia de público y presencia permanente de médicos, enfermeros y ayudantes - en cinco de esos días se registraron temperaturas máximas superiores a los 32 °C y un promedio de 50% HR

Los días 11 y 12 de diciembre – sábado y domingo - marcaron las temperaturas más cálidas (35 °C y 38 °C) del periodo monitoreado. (Tabla 29)

El promedio de temperatura y humedad registrado para el mes de diciembre 2021 en la estación meteorológica localizada en el CAPE fue de 28 °C y 40%, siendo la del periodo monitoreado del orden de 27 °C y 56%, es decir fue más húmeda.

Día	Temp.Promedio	Temp.	Temp.	Amplitud Térmica	HR	Observaciones	
		Mínima	Máxima				
martes	07/12	30,11	27,65	33,75	6,10	43,67	Calor
miércoles	08/12	30,13	25,16	35,04	9,88	43,76	Calor
jueves	09/12	23,38	20,62	28,84	8,21	65,95	Fresco y con lluvia
viernes	10/12	20,88	18,93	22,65	3,72	80,50	Fresco
sábado	11/12	27,78	19,55	34,70	15,14	56,16	Calor
domingo	12/12	30,00	24,50	37,81	13,30	46,98	Calor
lunes	13/12	23,95	20,48	29,54	9,05	70,34	Fresco y con lluvia
martes	14/12	27,01	21,65	33,57	11,92	52,43	Calor y humedad
miércoles	15/12	25,45	20,36	31,56	11,19	54,54	Calor y viento
jueves	16/12	28,11	24,19	32,43	8,23	49,89	Calor y viento
		27 °C	22 °C	32 °C			

Tabla 29: Síntesis Temperaturas y HR Ambiente Exterior en el periodo monitoreado

Resultados Locales

En la Figura 89 se observan los valores de temperatura registrados en los cinco locales monitoreados del sector Salud:

- Locales cerrados: Local 1 (consultorio) Local 9 (enfermería)
- Circulaciones: Local 12 (pasillo este – sala espera), Local 13 (pasillo oeste – circulación técnica), Local 14 (hall ingreso)

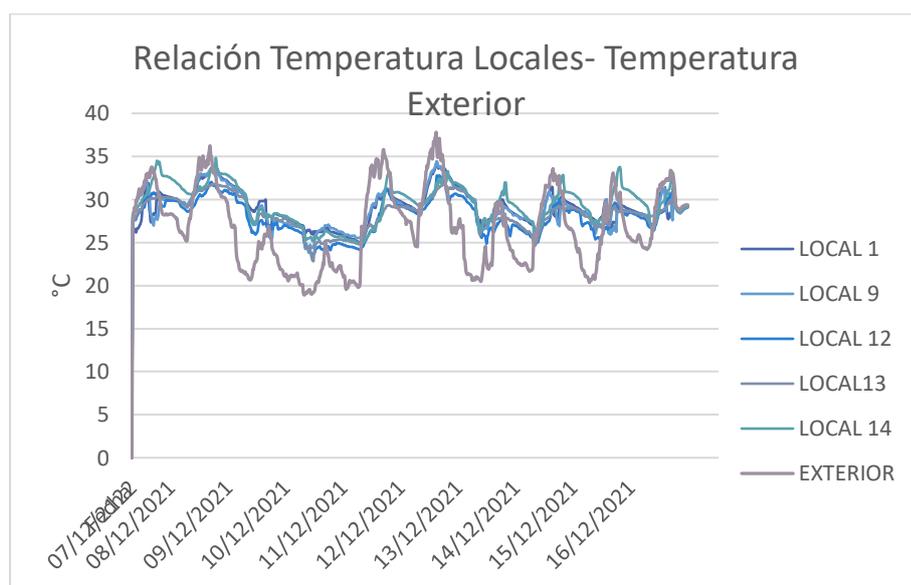


Figura 89: Temperaturas Interiores Locales sector Salud – Temperatura exterior

Se adoptan como umbrales que definen la zona de confort los calculados en el Capítulo 5 “Calculo de la Zona de Confort” que oscilan entre los 22 °C y los 27 °C de temperatura y entre el 50% y el 55% de HR, para actividades de poco desgaste físico (oficinas Norma IRAM 11659/2004)

Local 1. Recibe la mayor radiación a través del techo de chapa y por la porción de muro que da al exterior que contiene un ventiluz y aporta radiación en muros interiores del local. Además, recibe en menor cantidad, radiación por la pared sur. (Figuras 90 y 91)

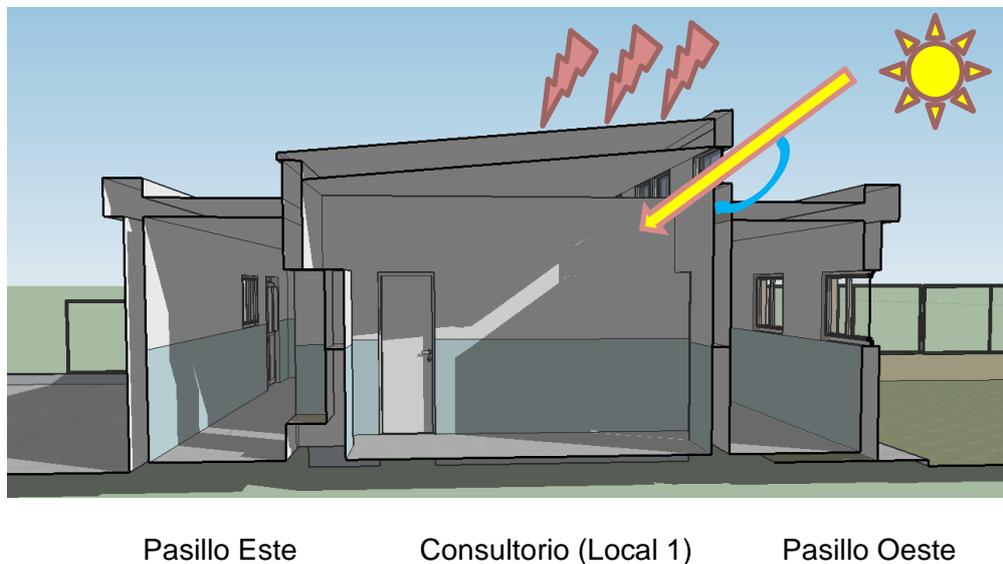


Figura 90: Corte Fugado Locales Sector Salud – Local 1

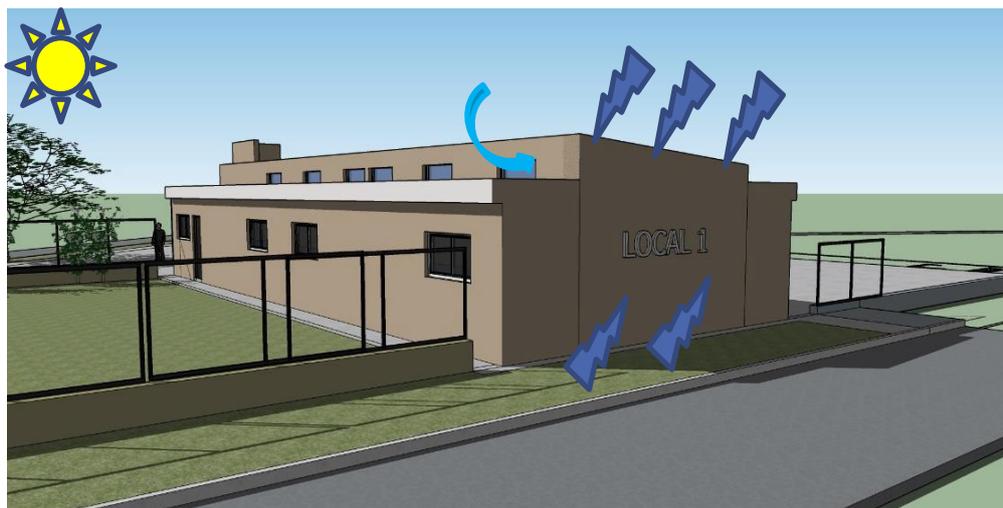


Figura 91: Volumetría Local 1

Se registran temperaturas interiores del orden de los 24 °C Y 34 °C durante el monitoreo, con una amplitud térmica del orden de los 10 °C. (Tabla 30)

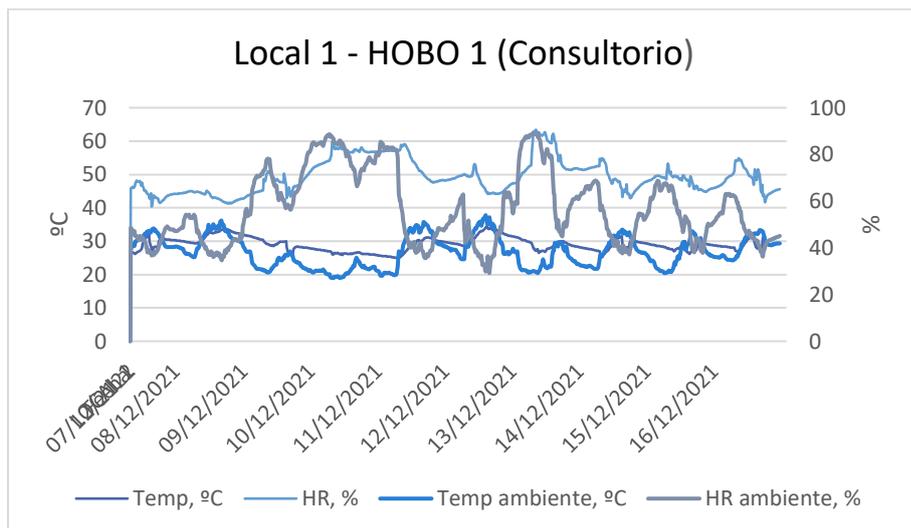


Figura 92: Relación Temperatura y Humedad Ambiente y Local 1

Temperatura °C				Humedad %		
Min	Max	Promedio	Amplitud	Min	Max	Promedio
24,99	34,36	29,01	9,36	40,39	63,39	49,29

Tabla 30: Registro Temperatura y Humedad Promedio Local 1

En los días más cálidos, con valores de temperatura ambiente superiores a los 30 °C, el Local 1 no alcanza temperaturas de confort higrotérmico en ningún momento del día.

A medida que la temperatura exterior aumenta, los sensores interiores registran un rápido ascenso en la temperatura interior, mientras que cuando la temperatura exterior desciende no se produce el mismo proceso, el local tarda 1 día en bajar la temperatura. Mientras afuera se registran 20 °C, interiormente llega a 26 °C.

En los días más frescos se registra un periodo de confort entre las 08 y 10 hs. con un registro de 25 °C y 57% HR.

Las mayores temperaturas interiores se registran a partir de las 17 hs, es decir una hora después de la máxima exterior y se mantiene en ese rango durante toda la noche y madrugada. A la mañana, a medida que la temperatura exterior aumenta, el local acompaña este proceso. Los días 7, 9 y 14 entre las 17 y 18 hs se observa un periodo de confort (26 °C 50%) por el uso de un equipo de refrigeración. (Figura 92)

Local 9. Se encuentra completamente en el interior del edificio – no tiene muros en contacto con el exterior - y al igual que el Local 1, recibe la mayor radiación a través del techo de chapa y por la porción de muro que da al exterior y contiene un ventiluz que aporta radiación en muros interiores del local. (Figuras 93 y 94)

Se registran amplitudes térmicas del orden de los 11 °C y un promedio del 51 % de HR

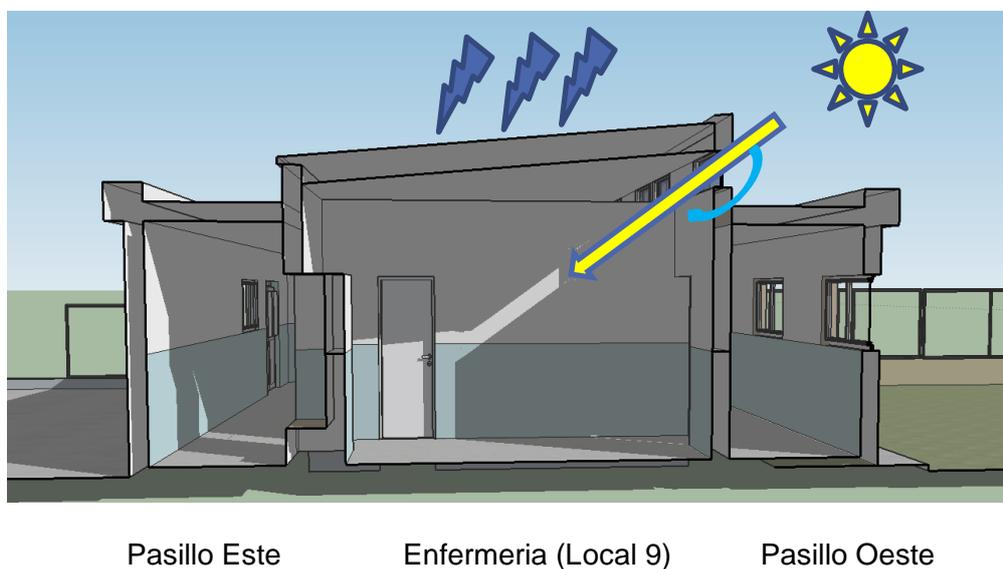


Figura 93: Corte Fugado Locales Sector Salud – Local 9



Figura 94: Volumetría Local 9

En los días más cálidos, con valores de temperatura ambiente superiores a los 30 °C, el Local 9 no alcanza temperaturas de confort higrotérmico en ningún momento del día.

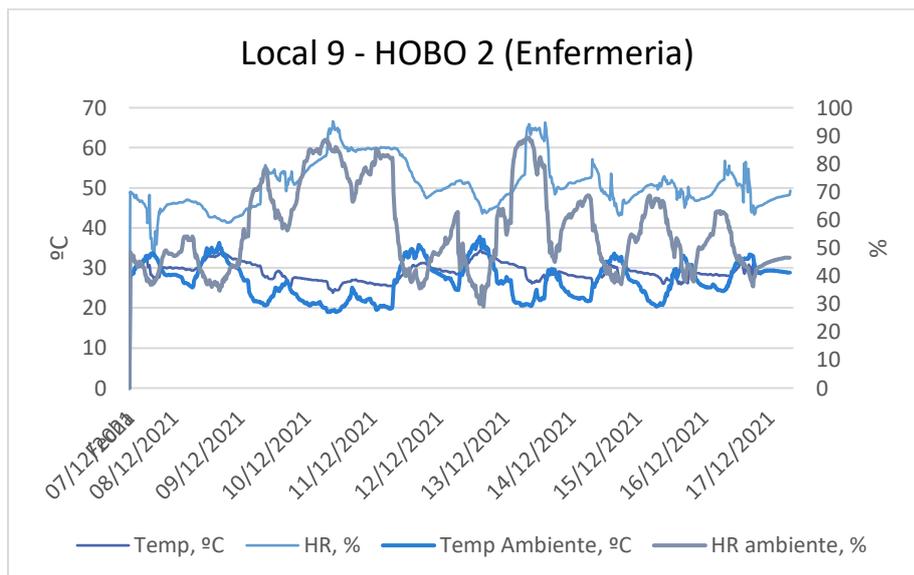


Figura 95: Relación Temperatura y Humedad Ambiente y Local 9

Temperatura °C				Humedad %		
Min	Max	Promedio	Amplitud	Min	Max	Promedio
23,80	34,44	28,93	10,63	33,95	66,61	50,71

Tabla 31: Registro Temperatura y Humedad Promedio Local 9

Cuando se suceden varios días de temperaturas elevadas, el local registra durante todo el día y noche, temperaturas entre 29 °C y 33 °C. Se observan las mismas temperaturas en el interior y exterior o con una diferencia de 1 °C. (Tabla 31)

A medida que la temperatura exterior aumenta, los sensores interiores registran un rápido ascenso en la temperatura interior, mientras que cuando la temperatura exterior descende no se produce el mismo proceso, el local tarda 1 día en bajar la temperatura. Mientras afuera se registran 20 °C, interiormente llega a 26 °C.

Las mayores temperaturas interiores se registran a partir de las 17 hs, es decir una hora después de la máxima exterior y se mantiene en ese rango durante toda la noche y madrugada. A la mañana, a medida que la temperatura exterior aumenta, el local acompaña este proceso. Los días 7, 9 y 14 entre las 17 y 18 hs se observa un periodo de confort (26 °C 50%) por el uso de un equipo de refrigeración. (Figura 95)

Local 12. Recibe radiación sobre el muro Este desde la salida del sol hasta el mediodía y radiación por ganancia directa a través de 2 ventanas y 1 puerta ventana que carecen de protecciones internas o externas. El alero, por su reducida dimensión, no colabora en el sombreado de las superficies vidriadas. (Figuras 96 y 97)

Se registran temperaturas interiores del orden de los 22 °C Y 32 °C durante el monitoreo con una amplitud térmica del orden de los 10 °C



Pasillo Este 8 hs

Figura 96: Volumetría Local 12



Figura 97: Volumetría Local 9 - Mediodía

El Patio Cívico no presenta ningún tipo de vegetación que disminuya el impacto de la radiación solar sobre el local 12.

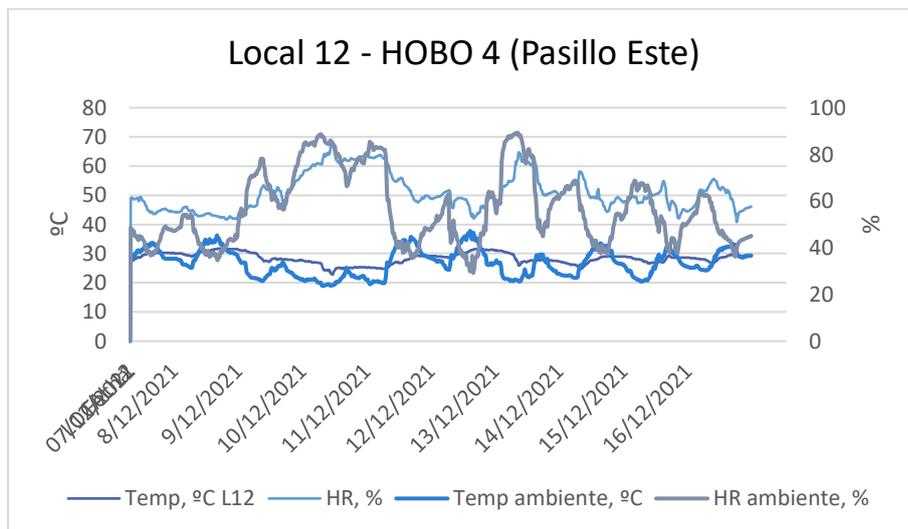


Figura 98: Relación Temperatura y Humedad Ambiente y Local 12

Temperatura °C				Humedad %		
Min	Max	Promedio	Amplitud	Min	Max	Promedio
22,85	31,79	28,36	8,94	40,84	67,69	50,91

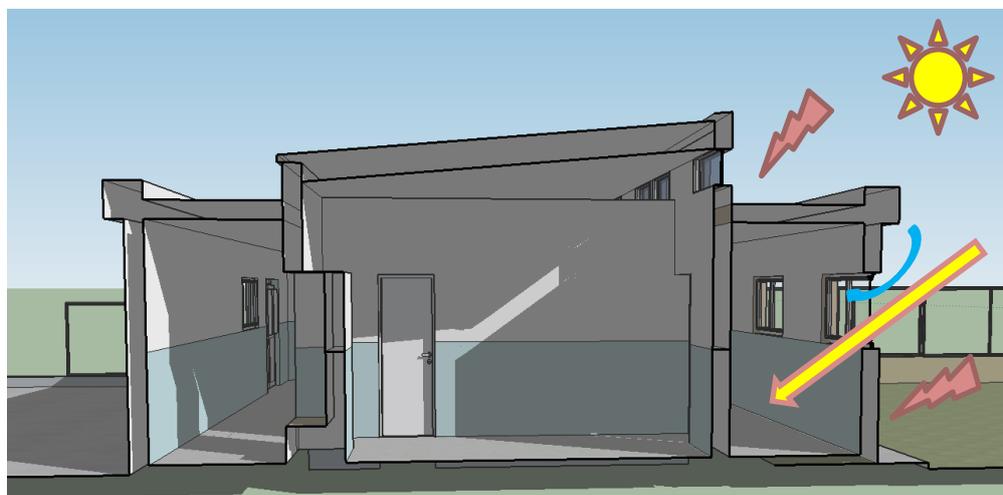
Tabla 32: Registro Temperatura y Humedad Promedio Local 12

El pasillo Este registra valores menores de temperatura y humedad en relación al pasillo oeste, ya que recibe radiación durante la mañana, lo que presupone una mejor situación considerando que éste se comporta como sala de espera.

El local se mantiene con valores promedio de 28 °C durante todo el día, no registrándose disminución durante la noche, ya que el mismo permanece cerrado sin ventilación natural. (Tabla 32)

Los fines de semana se observa poca fluctuación entre los valores de temperatura y HR en relación al exterior. (Figura 98). Los días más frescos se registran periodos de confort higrotérmico durante la mañana, a partir del mediodía inicia un proceso de aumento de la temperatura que continua durante la noche.

Local 13. Presenta la mayor área expuesta al sol durante las horas de la tarde (muros) en coincidencia con el momento del día en que se registran las temperaturas más elevadas. Así mismo recibe radiación por ganancia directa a través de 3 ventanas con orientación oeste que carecen de toda protección interior o exterior y que permanecen cerradas la mayor parte del día (solo se abren por la mañana) (Figuras 99 y 100)



Pasillo Este

Consultorio

Pasillo Oeste (Local 13)

Figura 99: Corte Fugado Locales Sector Salud – Local 13

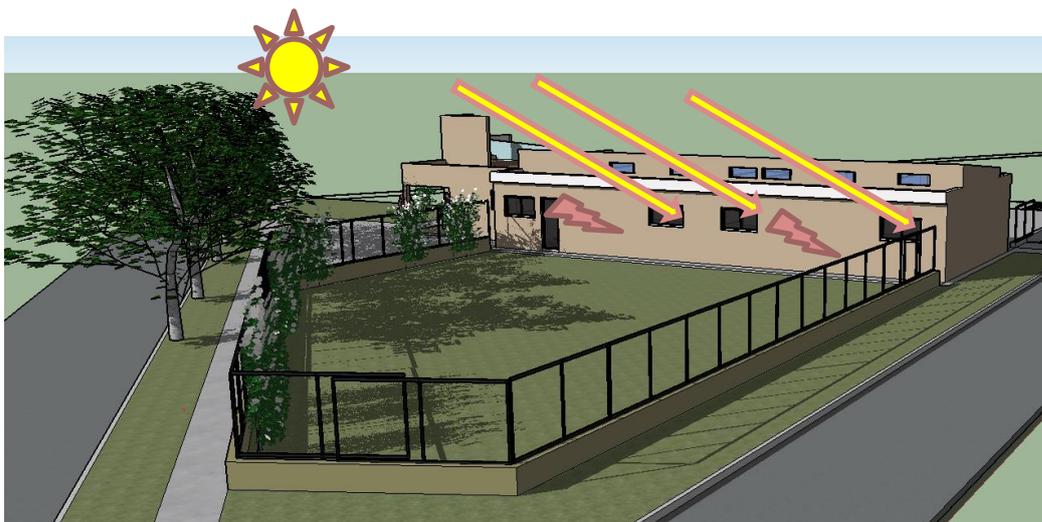


Figura 100: Volumetría Local 13

En los días más cálidos, con valores de temperatura ambiente superiores a los 30 °C, el Local 13 no alcanza temperaturas de confort higrotérmico en ningún momento del día.

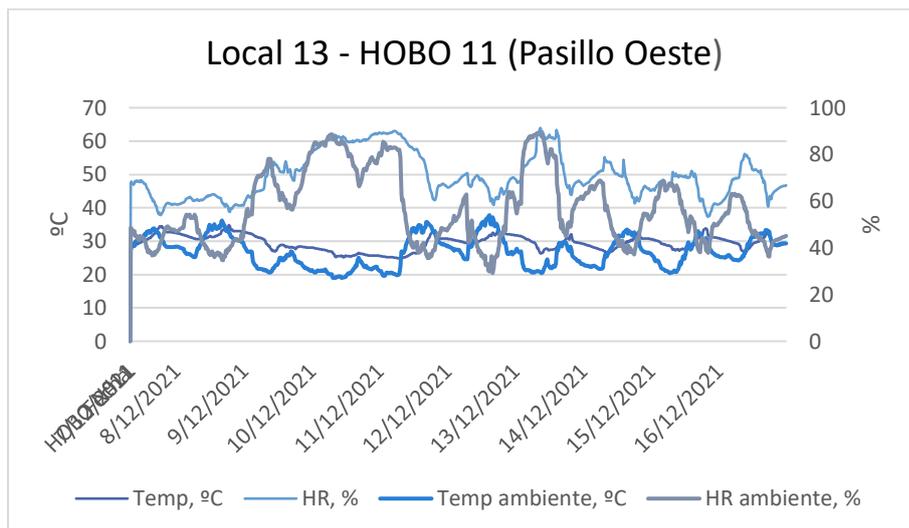


Figura 101: Relación Temperatura y Humedad Ambiente y Local 13

Temperatura °C				Humedad %		
Min	Max	Promedio	Amplitud	Min	Max	Promedio
24,84	34,84	29,41	10	37,33	63,96	49,50

Tabla 33: Registro Temperatura y Humedad Promedio Local 13

Se registran temperaturas interiores del orden de los 25 °C Y 34 °C durante el periodo monitoreado con una amplitud térmica del orden de los 10 °C. (Tabla 33)

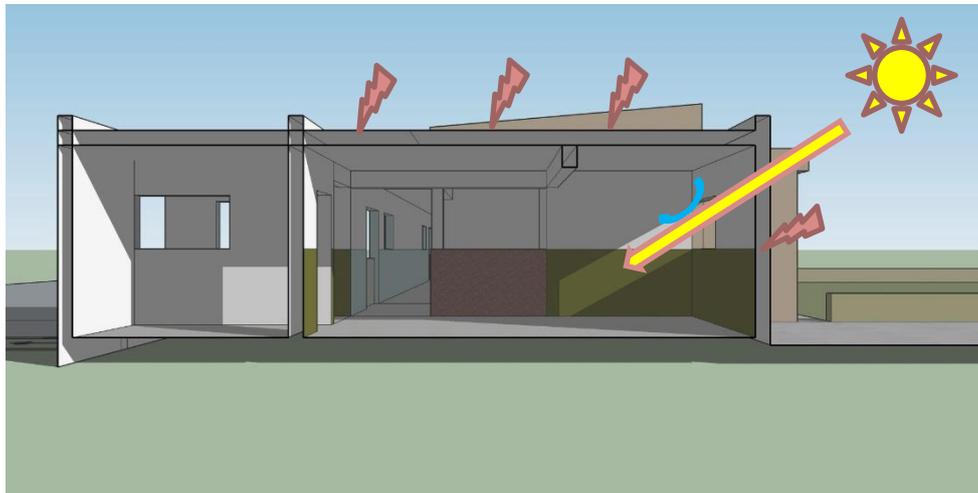
Las mayores temperaturas interiores se registran entre las 18 y 19 hs, dos horas después de la máxima exterior en un rango de 31 °C a 34 °C.

En los días con temperaturas entre 20 °C y 25 °C y HR 60%, es decir frescos y húmedos, se registra un periodo de confort entre las 7 y 11 a.m. (27 °C 50%)

A medida que la temperatura exterior aumenta, los sensores interiores registran un ascenso en la temperatura interior. (Figura 101)

Local 14. Recibe la mayor radiación a través del techo de losa y por el muro oeste que contiene una ventana que aporta radiación en muros interiores del local. (Figuras 102 y 103)

Se registran amplitudes térmicas del orden de los 9 °C y un promedio del 52 % de HR



Oficina Social

Hall Ingreso Oeste (Local 14)

Exterior

Figura 102: Corte Fugado Locales Sector Salud – Local 14



Figura 103: Volumetría Local 14

En el Hall de ingreso oeste los días más cálidos (fin de semana), se observan las mayores temperaturas interiores entre las 13 y 18 hs, con valores entre 29 °C y 32 °C y entre 42% y 50% de promedio de HR, disminuyendo en 1 °C o 2°C durante la noche. (Tabla 34)

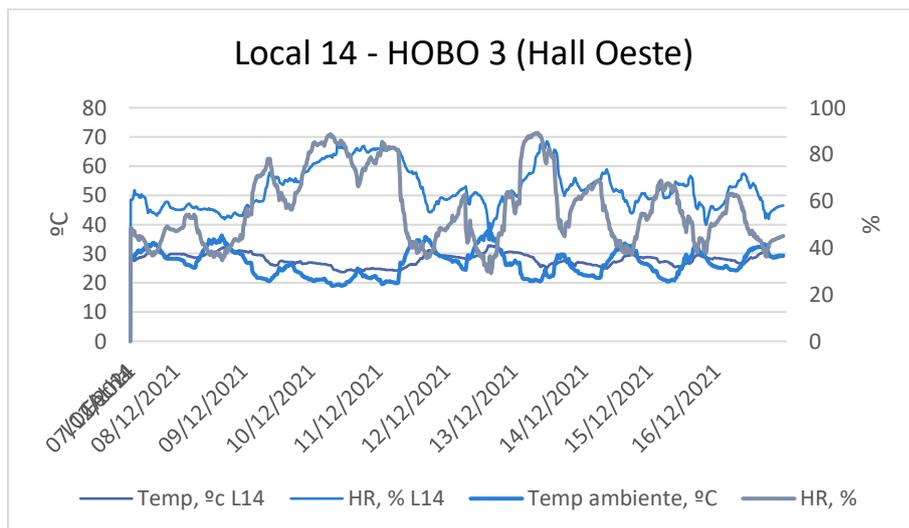


Figura 104: Relación Temperatura y Humedad Ambiente y Local 14

Temperatura °C				Humedad %		
Min	Max	Promedio	Amplitud	Min	Max	Promedio
23,64	32,79	27,98	9,15	37,42	68,50	52,37

Tabla 34: Registro Temperatura y Humedad Promedio Local 14

Los días en que refresca (20 °C de temperatura exterior) se registran temperaturas de confort durante la mañana entre las 8 y 12 hs con valores promedio de 26 °C y 55% HR. Es el local que menos temperatura interior alcanza en el periodo monitoreado, influyendo en esta situación el sistema constructivo y la permanente ventilación natural. (Figura 104)

Evaluación Energética

Consumo de energía eléctrica

El relevamiento diario del consumo eléctrico durante el periodo monitoreado arrojó como resultado que durante esos días se consumieron 337.60 Kwh es decir, un promedio de 1.56 kWh diario en todo el edificio CIC Sur.

El día donde se registra el mayor consumo (60 Kwh) es el domingo que coincide con una suba de la temperatura exterior. (Figura 105). Sin embargo, al ser fin de semana, el sector Salud se encuentra cerrado, correspondiendo este consumo a otras áreas del CIC Sur (oficinas de la Policía de la provincia que, si bien no ocupan dependencias del CIC Sur, si se conectan al medidor eléctrico)

Durante los días hábiles más calurosos se registran los siguientes consumos (Tabla 35):

Fecha	Temp Máxima °C	Consumo Kwh
08/12	35	52,60
12/12	37	60,00
14/12	34	36,50
16/12	32	35,10

Tabla 35: Consumo energía eléctrica días máximas temperaturas

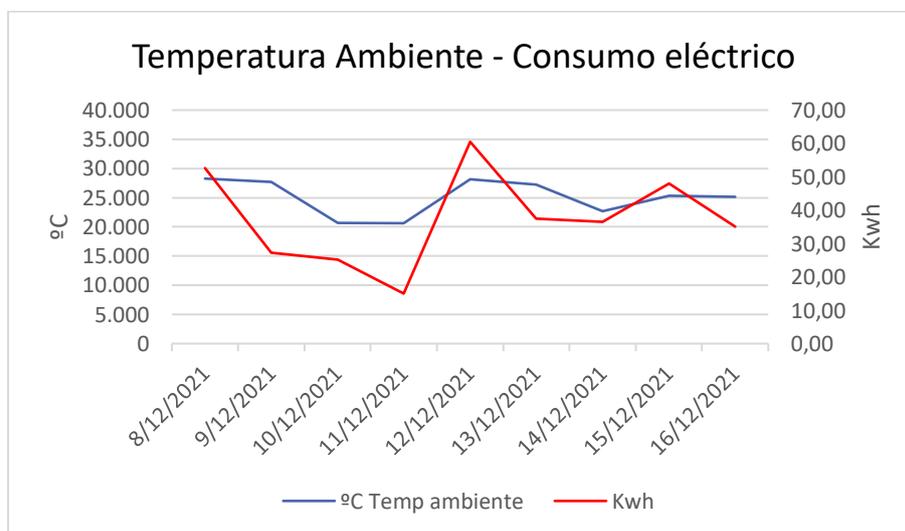


Figura 105: Consumo energía eléctrica días máximas temperaturas

Uso equipos de acondicionamiento térmico (A^{AA})

En las Tablas 36 y 37 se detallan la utilización de los equipos de acondicionamiento térmico durante el periodo monitoreado en los locales 1 y 9 destinados a consultorio y enfermería respectivamente.

LOCAL 1 - Consultorio

Fecha	Horario hs	Temp Interior °C	Temp Exterior °C	Tiempo de Uso hs	Observaciones
09/12	16 a 17	26	26	1	fresco
14/12	7 a 8	26	26 a 32	2	calor
	16 a 17	27			
15/12	14 a 17	26,5	32	3	calor
16/12	15 a 16	27	33	1	calor

Tabla 36: Relación Temperatura Interior y Exterior con el uso de AA – Local 1

LOCAL 9 - Enfermería

Fecha	Horario hs	Temp Interior °C	Temp Exterior °C	Tiempo de Uso hs	Observaciones
07/12	16 a 17	27	33	1	calor
09/12	8 a 11	27	20	7	fresco
	14 a 18	26	25		
10/12	8 a 10	24	19	2	fresco
13/12	8 a 11	26	20	3	fresco
14/12	7 a 8	26	26 a 32,5	2	calor
	16 a 17	27,5			
15/12	14 a 17	26	32	3	calor

Tabla 37: Relación Temperatura Interior y Exterior con el uso de AA – Local 9

Esta estimación surge del análisis de los datos obtenidos en el monitoreo, por el descenso repentino de la temperatura interior en valores de hasta 3 °C, y el registro diario de las actividades en el sector Salud. Los equipos utilizados son del tipo Split frío-calor con una potencia de 2900 W (2500 kcal)

Durante el periodo monitoreado en el Local 1 se utilizó el equipo de A°A durante 7 hs particularmente en el horario de la siesta, mientras que en el Local 9 se lo utilizo durante 18hs en la mañana y la siesta de igual manera. (Tabla 38)

Fecha	Tiempo de Uso	Consumo	Consumo	% Consumido
	hs	Diario Salud Kwh	Diario CIC Kwh	sector Salud por día
07/12	1	2,9	78,8	3,6
09/12	8	23,2	27,30	84,9
10/12	2	5,8	25,20	23,0
13/12	3	8,7	37,4	23,2
14/12	4	11,6	36,5	31,7
15/12	6	17,4	48,0	36,2
16/12	1	2,9	35,0	8,3

Tabla 38: Relación Tiempo de Uso, Carga, Consumo – Local 1

CARGA (durante todo el periodo de monitoreo)

- Local 1: 2900 W x 7 hs= 20300 Wh (20.3 Kwh)
- Local 9: 2900 W x 18 hs= 52200 Wh (52.2 Kwh)

La carga total de los 2 locales monitoreados asciende a **72500 Wh (72.5 Kwh)**

CONSUMO (durante todo el periodo de monitoreo)

Carga/eficiencia del equipo

72.5 KWh/2.00 = **36.2 KWh**

Conclusiones Parciales

La orientación del edificio hace que las mayores superficies de muros se encuentren orientadas al Este y Oeste, recibiendo gran radiación en muros y ventanas que carecen de todo tipo de protección. Los pasillos y lugares de espera tienen dimensiones reducidas y una gran superficie de ventanas que iluminan y ventilan de manera natural estos espacios, no así los consultorios que se ubican rodeados por las circulaciones, resultando insuficientes tanto la iluminación como la ventilación. Se generan ambientes en estado de discomfort permanente en el periodo monitoreado

A pesar de los diferentes sistemas constructivos empleados (techos de chapa o losa maciza), diferentes superficies expuestas a la radiación solar, sectores con mayor o menor ventilación natural, el comportamiento térmico de los cinco locales es muy parecido: se mantienen fuera de la zona de confort, con una variación térmica entre los 24 °C y 34 °C y 50 % de HR. El local 13 (paseo Oeste) es el lugar más cálido del sector Salud con un promedio de temperatura de 29.4 °C seguido por los locales 1 (consultorio) y 9 (enfermería) con un promedio de 29 °C y posteriormente los locales 12 (paseo este) y 14 (hall oeste) con un registro de 28 °C. (Figura 106)

Aunque la temperatura exterior baja, la temperatura interior se mantiene constante y elevada durante los días monitoreados. Los locales que más rápido se calientan durante las horas de sol son los correspondientes a consultorio (local 1) y enfermería (local 9) con techo de chapa, escasa ventilación natural y las ganancias de calor por equipos y personas. Mantienen el rango de temperatura durante todo el día y la noche evidenciando la necesidad de emplear energía auxiliar para el acondicionamiento térmico del edificio.

Los locales destinados a circulación y espera, a pesar de estar construidos con techo de losa y mayor ventilación natural, no consiguen el confort higrotérmico debido a la gran superficie vertical expuesta a la radiación (muros este y oeste) y las ganancias directas por vidriados sin protección. El hall de ingreso, compacto, ventilado y sin grandes superficies expuestas a la radiación directa, se presenta como el local más confortable.

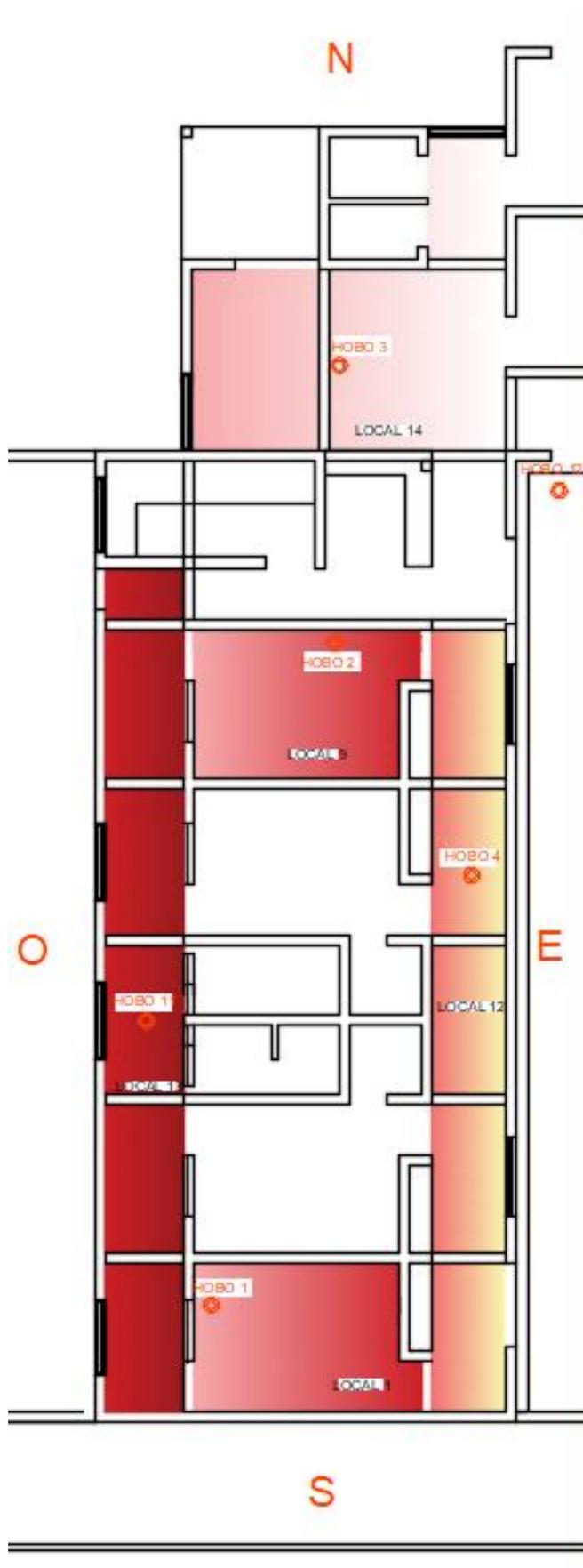


Figura 106: Comportamiento Zonas Térmicas

De acuerdo a los resultados obtenidos durante el monitoreo, el consumo total de energía eléctrica en acondicionamiento térmico e iluminación en el sector Salud es de 36.2 Kwh. Si se relaciona con el consumo total del edificio CIC sur (337.60 Kwh) equivale al 10.7%.

Cabe señalar que solamente existen 3 locales acondicionados mecánicamente en el edificio CIC sur, dos de los cuales fueron monitoreados. La intensidad de uso de los equipos registrada durante las mediciones, indica que los 10 locales habitables del CIC sur se encuentran en permanente estado de discomfort térmico y solo 3 pueden mejorar esta situación en determinadas horas del día.

Lindero al edificio principal se construyó la sede de una comisaría, la cual se encuentra conectada al tablero general de electricidad. Dicha oficina cuenta con un equipo de acondicionamiento térmico de similares características a los descritos, cuyo consumo se ve reflejado el día domingo 12/12 con un registro del 60 kwh

CAPITULO 10 - SIMULACIÓN TÉRMICA SECTOR SALUD

El SIMEDIF (Flores Larsen et al., 2001), desarrollado en el Instituto de Investigación en Energía No Convencional (INENCO), Universidad Nacional de Salta, es un programa de simulación detallada que simula el comportamiento térmico de edificios multizona durante uno o varios días por el método de las diferencias finitas teniendo en cuenta sistemas naturales y pasivos de acondicionamiento y ganancias internas. La simulación permite analizar el comportamiento térmico del edificio, evaluando el efecto de las áreas vidriadas, la orientación de los locales, el impacto del encendido de la refrigeración y calefacción en los locales, el consumo medio de energía para refrigeración y calefacción y en periodo transitorio la temperatura superficial de las paredes y su relación con la temperatura del aire interior. Se simulan 8 días para el período caluroso – 08/12 al 16/12 - coincidiendo con el periodo monitoreado y 9 días para el periodo frio – 01/07 al 10/07 - y se tuvo en cuenta las características funcionales y constructivas del edificio. Se realiza la simulación en periodo periódico permanente para las estaciones de verano e invierno, y en periodo transitorio en verano utilizando los datos medidos de temperatura exterior, promediando hora a hora e ingresando estos datos al programa. (Figura 107)

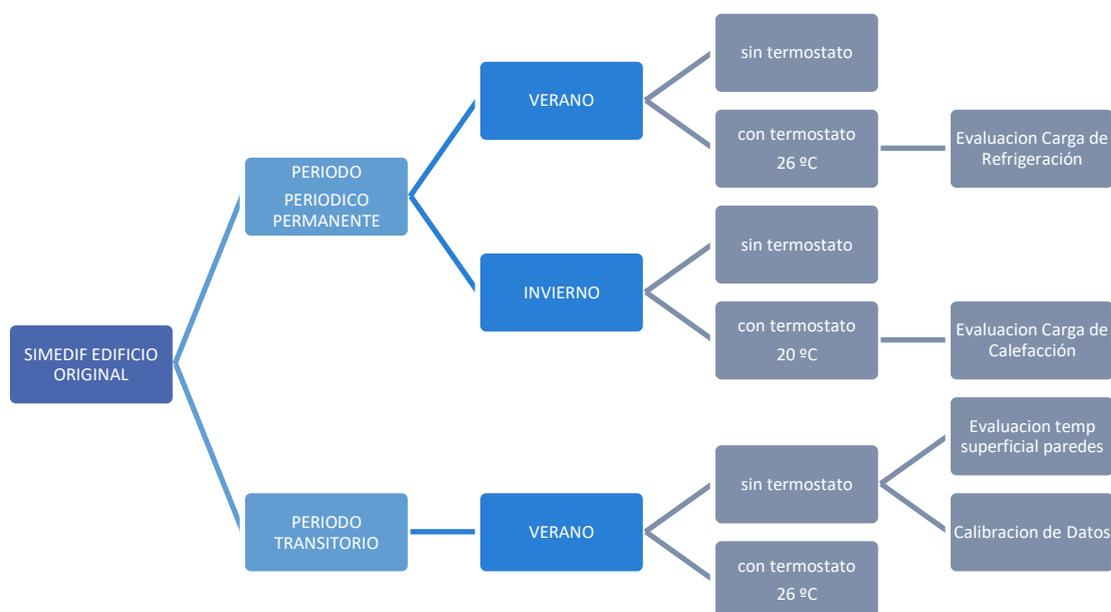


Figura 107: Estructura de Desarrollo Simulación Térmica con SIMEDIF

Los primeros días, son necesarios para que todo el sistema alcance el estado estacionario. Se realiza la simulación, tomando como temperatura de inicio para cada local, la temperatura de equilibrio -considerada cuando el edificio entra en régimen- es decir alcanza el estado estacionario mencionado anteriormente. Se toman los días **14 y 15 de diciembre** para evaluar el sector.

Metodología – Datos

Lugar y Periodo de Simulación

Albedo. El sector Salud del CIC Sur se encuentra rodeado de espacios verdes (jardín oeste, vereda norte y sur) y un patio cívico con piso de cemento alisado. Se elige “Pasto seco” con albedo 0.3

Datos del lugar. El edificio está ubicado en la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca, a una latitud de -28.5° , longitud de -65.8° y una altitud de 531 msnm

Periodo de Simulación. Se considera simular el comportamiento térmico los mismos días en los que se monitoreo el edificio: 08/12 al 16/12 de 2021 y 10 días para el periodo frio – 01/07 al 10/07

Datos climáticos. Para simular en periodo periódico permanente se utilizan datos climáticos a partir de promedios diarios (SMN, 2021) y para el periodo transitorio los valores obtenidos en el monitoreo.

Descripción del Edificio

Zonas Térmicas. Se definen 20 zonas isotermas o locales que son simulados y corresponden a los consultorios, circulaciones, sectores sanitarios y de servicio del sector Salud. (Figura 108)

Las dimensiones de los locales se especifican en la Tabla 39. Así mismo se discriminan los locales acondicionados (1, 8 y 9), los no acondicionados y el exterior (Tabla 40). En base a lo indicado en la Norma IRAM 11659 (IRAM, 2007) y lo establecido en el cálculo de ZC

(Capítulo 5), se establece una temperatura de confort para verano de 26°C y 50% HR (Nivel de confort B) que deberán mantenerse en cada espacio a acondicionar de acuerdo al horario de uso de los mismos, y para invierno 20 °C.

Local	Nombre	Ancho	Profundidad	Superficie	Alto	Volumen
		mt	mt	m2	mt	m3
1	Consultorio Oculista	2.90	4.00	12.02	3.20	38.58
2	Consultorio Odontología	2.90	4.00	12.02	3.20	38.58
3	Baño Consultorio Odontología	1.38	1.35	1.86	3.06	5.66
4	Baño Area Salud	1.35	1.20	1.62	3.20	5.18
5	Antebañó	1.35	1.53	2.07	3.33	6.88
6	Baño Consultorio Medico Generalista	1.38	1.35	1.86	3.06	5.70
7	Office	1.35	2.85	3.85	3.30	12.70
8	Consultorio Medico Generalista	2.90	4.00	12.02	3.20	38.58
9	Consultorio Enfermería	2.90	4.00	12.02	3.20	38.58
10	Farmacia	1.90	4.07	7.73	2.60	20.11
11	Pasillo Farmacia	1.00	2.77	14.32	2.60	37.23
	Mesa de Entradas	3.50	3.30			
12	Pasillo Este - Espera	1.43	15.50	22.17	2.60	57.63
13	Pasillo Oeste - Circulacion Tecnica	1.50	16.50	24.75	2.60	64.35
14	Hall Ingreso Oeste	3.73	6.08	26.58	2.60	69.10
	Pasillo Baños	1.50	2.60			
15	Baño Ingreso 1	1.10	1.70	1.87	2.60	4.86
16	Baño Ingreso 2	1.20	1.70	2.04	2.60	5.30
17	Porch	2.70	2.60	7.02	2.60	18.25
18	Oficina Bomberos	2.94	2.90	8.53	2.60	22.17
19	Oficina Social	2.94	2.90	8.53	2.60	22.17
20	Pasillo Sur	1.43	15.25	21.81	2.60	56.70

Tabla 39: Dimensiones Locales

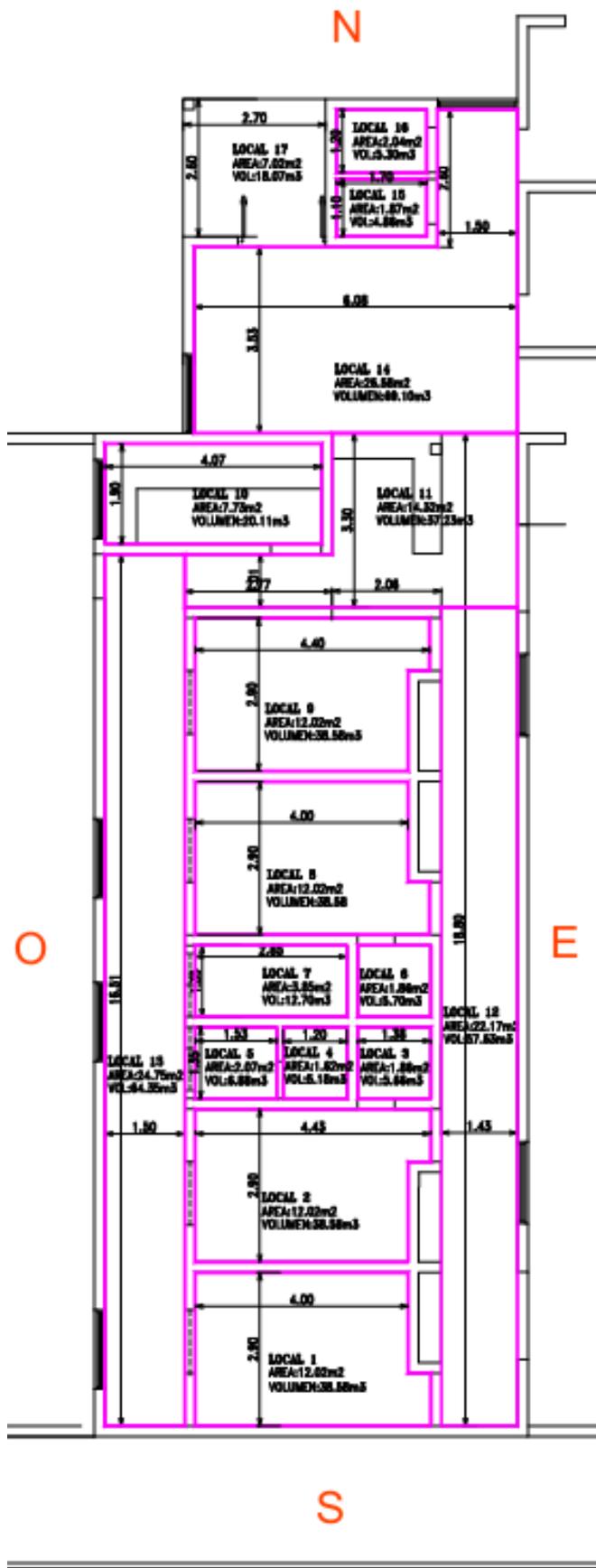


Figura 108: Zonas Isotermas para SIMEDIF

Local	Nombre	Temperatura	Horario de Uso
		Termostato °C	hs
1	Consultorio Oculista	26°	13 a 20
2	Consultorio Odontología	-	-
3	Baño Consultorio Odontología	-	-
4	Baño Area Salud	-	-
5	Antebañó	-	-
6	Baño Consultorio Medico Generalista	-	-
7	Office	-	-
8	Consultorio Medico Generalista	26°	13 a 20
9	Consultorio Enfermería	26°	13 a 20
10	Farmacia	-	-
11	Pasillo Farmacia	-	-
	Mesa de Entradas	-	-
12	Pasillo Este - Espera	-	-
13	Pasillo Oeste - Circulacion Tecnica	-	-
14	Hall Ingreso Oeste	-	-
	Pasillo Baños	-	-
15	Baño Ingreso 1	-	-
16	Baño Ingreso 2	-	-
17	Porch	-	-
18	Oficina Bomberos	-	-
19	Oficina Social	-	-
20	Pasillo Sur	-	-

Tabla 40: Locales - *Termostato*

Ganancias Internas. Corresponden a ganancias/ pérdidas provenientes de equipos como estufas, refrigeración, luminarias, personas, etc. Se considera el valor de calor disipado en cada uno de ellos. (Tabla 41)

Item	Tipo Artefacto	Potencia W	Disipacion W
1	Tubo Led	36	2
2	Lampara Led	10	0.5
3	Ventilador Techo	85	30
4	Heladera c/ freezer	350	350
5	AA	2900	-2900

Tabla 41: *Potencia Equipos*

Los equipos, sus características y horarios de uso se especifican en la Tabla 42:

Local	Nombre	Estufas – A ^o A			Iluminacion		
		Cantidad	Potencia W	Uso hs	Cantidad	Potencia W	Uso
1	Consultorio Oculista	1	-2900	13 a 20	2	2	8 a 20
2	Consultorio Odontología	-	-	-	2	2	8 a 20
3	Baño Consultorio Odontología	-	-	-	1	0.50	-
4	Baño Area Salud	-	-	-	1	0.50	-
5	Antebañ	-	-	-	1	0.50	-
6	Baño Medico General.	-	-	-	1	0.50	-
7	Office	-	-	-	1	0.50	8 a 20
8	Consultorio Medico Generalista	1	-2900	13 a 20	2	2	8 a 20
9	Consultorio Enfermería	1	-2900	13 a 20	2	2	8 a 20
10	Farmacia	-	-	-	1	2	8 a 20
11	Pasillo Farmacia Mesa de Entradas	-	-	-	3	0.50	19 a 23
12	Pasillo Este - Espera	-	-	-	5	0.50	19 a 8
13	Pasillo Oeste - Circulacion Tecnica	-	-	-	6	0.50	19 a 8
14	Hall Ingreso Oeste Pasillo Baños	-	-	-	3	0.50	19 a 8
15	Baño Ingreso 1	-	-	-	1	0.50	-
16	Baño Ingreso 2	-	-	-	1	0.50	-
17	Porch	-	-	-	1	1.50	-
18	Oficina Bomberos	-	-	-	1	2	8 a 20
19	Oficina Social	-	-	-	1	2	8 a 20
20	Pasillo Sur	-	-	-	2	0.50	19 a 8
Local	Nombre	Equipos			Personas		
		Cantidad	Potencia W	Uso	Cantidad	Potencia W	Uso
1	Consultorio Oculista	1	30	8 a 20	3	60	8 a 20
2	Consultorio Odontología	1	30	8 a 20	3	60	8 a 20
3	Baño Consultorio Odontología	-	-	-	-	-	-
4	Baño Area Salud	-	-	-	-	-	-
5	Antebañ	-	-	-	-	-	-
6	Baño Medico General.	-	-	-	-	-	-
7	Office	1	350	0 a 23	-	-	-
8	Consultorio Medico Generalista	1	30	8 a 20	3	60	8 a 20
9	Consultorio Enfermería	1	350	0 a 23	4	60	8 a 20
10	Farmacia	1	30	8 a 20	2	60	8 a 20
11	Pasillo Farmacia Mesa de Entradas	-	-	-	1	60	8 a 20
12	Pasillo Este - Espera	-	-	-	8	60	8 a 20
13	Pasillo Oeste - Circulacion Tecnica	-	-	-	-	-	-
14	Hall Ingreso Oeste Pasillo Baños	-	-	-	6	60	8 a 20
15	Baño Ingreso 1	-	-	-	-	-	-
16	Baño Ingreso 2	-	-	-	-	-	-
17	Porch	-	-	-	-	-	-
18	Oficina Bomberos	1	350	0 a 23	4	60	8 a 20
19	Oficina Social	-	-	-	1	60	8 a 20
20	Pasillo Sur	-	-	-	-	-	-

Tabla 42: Locales – Ganancias Internas

Renovaciones de aire. Para cada zona térmica se definen los aportes o pérdidas de calor debido al ingreso de aire proveniente del exterior. El ingreso del aire puede ser:

- Voluntario (ventilación por apertura de puertas y ventanas)
- Involuntario (infiltraciones a través de hendiduras, marcos, etc.)

Para calcular el ingreso de aire voluntario por ventanas, se tomaron como base las renovaciones por hora, de acuerdo al destino del local, recomendadas por la Norma DIN 1946-4. (DIN, 2014) Con estos valores de renovación por hora, se estableció el volumen a renovar en cada zona. (Tabla 43)

Local	Nombre	Volumen teórico	Volumen real - Factor variable	Renovaciones m3/h	Caudal Total m3/h
1	Consultorio Oculista	38.58	23.15	4	92.59
2	Consultorio Odontología	38.58	23.15	4	92.59
3	Baño Consultorio Odontología	5.66	4.53	8	36.22
4	Baño Area Salud	5.18	4.15	8	33.18
5	antebañ	6.88	5.50	8	44.02
6	Baño Consultorio Medico Generalista	5.70	4.56	8	36.48
7	Office - Depósito	12.70	10.16	8	81.26
8	Consultorio Medico Generalista	38.58	23.15	4	92.59
9	Consultorio Enfermería	38.58	23.15	4	92.59
10	Farmacia	20.11	12.06	4	48.25
11	Mesa de Entradas	37.23	37.23	4	148.93
12	Pasillo Este - Espera	57.63	57.63	4	230.52
13	Pasillo Oeste - Circulacion Tecnica	64.35	64.35	4	257.40
14	Hall Ingreso Oeste	69.10	69.10	4	276.42
15	Baño Ingreso 1	4.86	3.89	8	31.12
16	Baño Ingreso 2	5.30	4.24	8	33.95
TOTAL		449.03	370.00		1628.11

Tabla 43: Locales – Renovaciones por ventilación

Para calcular las renovaciones por infiltración a través de puertas y ventanas, se aplica la siguiente formula en base a IRAM 11604 (IRAM,1990) (Figura 109)

$$n_{\text{infiltr}} = \frac{\sum_i 0.0464 l_i q_i [0.516 (c_i v_i)^2]^{0.67}}{V_{\text{zona}}}$$

en donde:

n_{infiltr}	número de renovaciones por hora de la zona térmica (1/h)
l_i	longitud de las juntas de contacto de la carpintería i (m)
q_i	caudal de infiltración de aire por unidad de longitud de la junta (ver norma IRAM 11523, presión de ensayo 100 Pa), de la carpintería i de la zona (m^3/h).
c_i	coeficiente de corrección (según tabla B.1)
v_i	velocidad de viento en la localidad considerada (m/s)
V_{zona}	volumen de la zona térmica (m^3)

Figura 109: Formula Calculo Infiltraciones – IRAM 11604

Las puertas y ventanas del CIC Sur son metálicas con marcos y hojas de chapa doble, vidrios simples de 4 mm y sin burletes. (k : 5.8 W/m²K). Para este ejercicio se considera un caudal de infiltraciones $q_i = 30 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}$ según recomienda Volantino y Cornejo Siles (2008) para carpintería combinada con marco metálico y hojas de aluminio.

Los consultorios ventilan a través de ventiluces, cuya longitud de junta es $l_i = 2.80 \text{ mts}$, $q_i = 30 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}$, $c_i = 1$ (según Tabla de la sección 2.3 Ingreso de renovaciones de aire), $v_i = 6.22 \text{ m/s}$ (en diciembre), $V_{\text{zona}} = 38.58 \text{ m}^3$.

Este cálculo resulta en un valor de 0.75 renovaciones por hora en diciembre para los locales destinados a Consultorios. De igual manera se realizó el cálculo para el resto del sector Salud. Los baños no ventilan, por lo que se considera un valor de cero (0) Para el periodo invernal se considera solamente el aporte de renovaciones por infiltración. (Tabla 44)

Local	Carpinteria	Cantidad	li	qi	ci	vi	(cixv1) ²	0.67	V zona	Nº infiltr			
Farmacia	V8	1	0.0464	7.36	30	0.516	1	6.22	38.6884	19.96	7.43	20.11	3.79
Pasillo Baños	V10	1	0.0464	4.20	30	0.516	1	6.22	38.6884	19.96	7.43	10.14	4.29
Consultorios	V11, 12, 15, 16	1	0.0464	2.80	30	0.516	1	6.22	38.6884	19.96	7.43	38.58	0.75
	D1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	2	0.0464	6.00	30	0.516	1	6.22	38.6884	19.96	7.43	38.58	3.22
Antebañó	V13	1	0.0464	2.80	30	0.516	1	6.22	38.6884	19.96	7.43	6.88	4.21
Office	V14	1	0.0464	2.80	30	0.516	1	6.22	38.6884	19.96	7.43	12.70	2.28
Pasillo Este	V 2, 3	2	0.0464	4.80	30	0.516	1	6.22	38.6884	19.96	7.43	57.63	1.72
	V1	1	0.0464	7.36	30	0.516	1	6.22	38.6884	19.96	7.43	57.63	1.32
Pasillo Oeste	V5, 6, 7	3	0.0464	4.80	30	0.516	1	6.22	38.6884	19.96	7.43	64.35	2.32
	P3	1	0.0464	6.00	30	0.516	1	6.22	38.6884	19.96	7.43	64.35	0.96
Mesa Entradas	V4	1	0.0464	7.36	30	0.516	1	6.22	38.6884	19.96	7.43	37.23	2.05
Hall	P1	1	0.0464	7.36	30	0.516	1	6.22	38.6884	19.96	7.43	58.96	1.29
	V9	1	0.0464	4.80	30	0.516	1	6.22	38.6884	19.96	7.43	58.96	0.84
Bomberos	V2	1	0.0464	4.80	30	0.516	1	6.22	38.6884	19.96	7.43	22.17	2.24
Pasillo Sur	V2	2	0.0464	4.80	30	0.516	1	6.22	38.6884	19.96	7.43	56.88	1.75
	V1	1	0.0464	7.36	30	0.516	1	6.22	38.6884	19.96	7.43	56.88	1.34

Tabla 44: Locales – Renovaciones por infiltración

Identificación de los elementos y características

Se identifican los distintos elementos que estructuran el edificio y sus conexiones. Las paredes con masa térmica se identifican con la letra P seguida del número. Los tabiques se identifican con la letra T, las ventanas con V, las puertas y vanos con D.

Paredes Masivas - T. El sector Salud cuenta con 24 paredes exteriores, 34 paredes interiores, 17 pisos y 8 techos de losas.

Tanto los muros interiores como exteriores se componen de tres (3) capas, una pendiente de 90°, y un azimut que depende de la orientación.

Se consideran las áreas asoleadas interiores (pisos y muros) por ventanas o puertas ventanas.

Se aplica un valor de Absortancia Solar de 0.2 para el interior (pintura celeste) y 0.50 para el exterior (color beige intermedio).

El Coeficiente Convectivo Radiativo depende de si las superficies reciben asoleamiento o no y la acción del viento. Los valores empleados en este ejercicio son:

$h = 2.8 + 3 \times V$ PARA SUPERFICIES NO ASOLEADAS (se considera una velocidad del aire baja)

$$h = 2.8 + 3 \times 1 \text{ m/s} = 5.8 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$h = 5.7 + 3.8 \times V$ PARA SUPERFICIES ASOLEADAS (se considera la velocidad del aire ligeramente mayor)

$$h = 5.7 + 3.8 \times 1.2 \text{ m/s} = 10.26 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$h = 5.7 + 3.8 \times V$ PARA SUPERFICIES ASOLEADAS EXTERIORES (se considera la velocidad del aire real)

$$h = 5.7 + 3.8 \times 6.11 \text{ m/s} = 28.9 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Los valores correspondientes a cada pared se plasman en la Tabla 45 y 46

Nº	Conecta	Area Relevamiento	Otras Especificaciones	Pendiente	Azimuth	Asoleada por...	Area vano	Cantidad Ventanas	Incidencia
	LADO 1 - LADO 2		Nº de Capas				m2	%	m2
P1	Local 13 - Exterior Oeste	37.05	3.00	90°	270°				
P2	Local 10 - Exterior Oeste	4.14	3.00	90°	270°				
P3	Local 10 - Exterior Norte	4.89	3.00	90°	180°				
P4	Local 14 - Exterior Oeste	7.86	3.00	90°	270°				
P5	Local 17 - Local 14 (semicubierta)	3.63	3.00	90°	270°	vano porch oeste	4.92	1	40 1.97
P6	Local 15 - Local 17 (semicubierta)	3.12	3.00	90°	270°	vano porch oeste	4.92	1	30 1.48
P7	Local 16 - Local 17	3.12	3.00	90°	270°	vano porch oeste	4.92	1	30 1.48

	(semicubierta)					
P8	Local 16 - Exterior Norte	5.46	3.00	90°	180°	
P9	Local 14 - Exterior Norte	2.84	3.00	90°	180°	
P10	Oficina Bomberos - Local 14 (pared int.)	2.11	3.00	90°	0°	no recibe sol
P11	Oficina Social - Local 14 (pared int.)	6.22	3.00	90°	0°	no recibe sol
P12	Local 11 - Exterior Este	5.45	3.00	90°	90°	
P13	Local 12 - Exterior Este	34.12	3.00	90°	90°	
P14	Local 12 - Exterior Sur	4.24	3.00	90°	0°	
P15	Local 1 - Exterior Sur	16.66	3.00	90°	0°	
P16	Local 13 - Exterior Sur	4.42	3.00	90°	0°	

Tabla 45: Elementos – Paredes Masivas

Elemento	Pared Masiva	Lado	Absortancia Solar	Coef. Convectivo Radiativo	Area Asoleada	Area
				W/m2K	m2	m2
Paredes Exteriores	P1	Local 13	0.2	6	0.00	37.05
		Exterior Oeste	0.5	29	37.05	
	P2	Local 10	0.2	6	0.00	4.14
		Exterior Oeste	0.5	29	4.14	
	P3	Local 10	0.2	6	0.00	4.89
		Exterior Norte	0.5	29	4.89	
	P4	Local 14	0.2	6	0.00	7.86
		Exterior Oeste	0.5	29	7.86	
	P5	Local 17	0.5	8	1.97	3.63
		Local 14	0.2	6	0.00	
	P6	Local 15	0.2	6	0.00	3.12
		Local 17	0.5	8	1.48	
	P7	Local 16	0.2	6	0.00	3.12
		Local 17	0.5	8	1.48	
	P8	Local 16	0.2	6	0.00	5.46

	Exterior Norte	0.5	29	5.46	
P9	Local 14	0.2	6	0.00	2.84
	Exterior Norte	0.5	29	2.84	
P10	Oficina Bomberos	0.2	6	0.00	2.11
	Local 14	0.2	6	0.00	
P11	Oficina Social	0.2	6	0.00	6.22
	Local 14	0.2	6	0.00	
P12	Local 11	0.2	6	0.00	5.45
	Exterior Este	0.55	29	5.45	
P13	Local 12	0.2	6	0.00	34.12
	Exterior Este	0.55	29	34.12	
P14	Local 12	0.2	6	0.00	4.24
	Exterior Sur	0.5	29	4.24	
P15	Local 1	2	6	0.00	16.66
	Exterior Sur	0.5	29	16.66	
P16	Local 13	0.2	6	0.00	4.42
	Exterior Sur	0.5	29	4.42	

Tabla 46: Elementos – Paredes Masivas – Elementos que reciben Radiación

Los pisos se componen de cuatro (4) capas, una pendiente de 0°, un azimut 0° si el piso se encuentra en sombra y el mismo varia si recibe el asoleamiento desde una ventana; en ese caso se coloca el azimut de la ventana.

Se aplica un valor de Absortancia Solar de 0.4 para el interior (piso de mosaico granítico color gris y amarillo) y 0.6 para el exterior (tierra).

El valor del Coeficiente Convectivo Radiativo en el Lado 2 (exterior – suelo) es de **0.001 W/m² K**; para superficies asoleadas **10.26 W/m²K** y no asoleadas **5.8 W/m²K**

Los techos de losa se componen de seis (6) capas, una pendiente de 0°, un azimut 90°.

Se aplica un valor de Absortancia Solar de 0.2 para el interior (pintura blanca) y 0.65 para el exterior (bovedilla cerámica color naranja claro).

El valor del Coeficiente Convectivo Radiativo en el Lado 2 (exterior) es de **28.9 W/m² K** y para superficies no asoleadas **5.8 W/m²K**

Los valores correspondientes a cada pared se plasman en la Tabla 47 y 48.

Nº	Conecta	Area Relevamiento	Otras Especificaciones	Pendiente	Azimuth	Asoleada por...	Area van o	Cantidad Ventanas	Incidencia %	m2
P59	Local 1 - Exterior	12.02	4.00	0º	0º	Piso sin sol				
P60	Local 2 - Exterior	12.02	4.00	0º	0º	Piso sin sol				
P61	Local 3 - Exterior	1.86	4.00	0º	0º	Piso sin sol				
P62	Local 4 - Exterior	1.62	4.00	0º	0º	Piso sin sol				
P63	Local 5 - Exterior	2.07	4.00	0º	0º	Piso sin sol				
P64	Local 6 - Exterior	1.86	4.00	0º	0º	Piso sin sol				
P65	Local 7 - Exterior	3.85	4.00	0º	0º	Piso sin sol				
P66	Local 8 - Exterior	12.02	4.00	0º	0º	Piso sin sol				
P67	Local 9 - Exterior	12.02	4.00	0º	0º	Piso sin sol				
P68	Local 10 - Exterior	7.73	4.00	0º	0º	Piso sin sol				
P69	Local 11 - Exterior	14.32	4.00	0º	0º	Piso sin sol				
P70	Local 12 - Exterior	22.17	4.00	0º	0º	Piso sin sol				
P71	Local 13 - Exterior	24.75	4.00	1º	270º	V5	1.5	1	100	1.50
P72	Local 14 - Exterior	26.58	4.00	1º	180º	V10	1.2	1	100	1.20
P73	Local 15 - Exterior	1.87	4.00	0º	0º	Piso sin sol				
P74	Local 16 -	2.04	4.00	0º	0º	Piso sin sol				

P75	Exterior Local 17 - Exterior	7.02	4.00	1°	180°	Vano porch norte	4.9 2	1	100	4.9 2
P76	Exterior Local 12 - Exterior	22.17	6.00	0°	90°					
P77	Exterior Local 13 - Exterior	24.75	6.00	0°	90°					
P78	Exterior Local 11 - Exterior	4.719	6.00	0°	90°					
P79	Exterior Local 10 - Exterior	2.85	6.00	0°	90°					
P80	Exterior Local 14 - Exterior	26.58	6.00	0°	90°					
P81	Exterior Local 15 - Exterior	1.87	6.00	0°	90°					
P82	Exterior Local 16 - Exterior	2.04	6.00	0°	90°					
P83	Exterior Local 17 - Exterior	7.02	6.00	0°	90°					

Tabla 47: Elementos – Paredes Masivas – Pisos y Losas

Elemento	Pared Masiva	Lado	Absortancia Solar	Coef. Convectivo Radiativo W/m2K	Area Asoleada m2	Area m2
PISOS	P59	Local 1	0.4	6	0.00	12.02
		Exterior	0.6	0.001	0.00	
	P60	Local 2	0.4	6	0.00	12.02
		Exterior	0.6	0.001	0.00	
	P61	Local 3	0.4	6	0.00	1.86
		Exterior	0.6	0.001	0.00	
	P62	Local 4	0.4	6	0.00	1.62
		Exterior	0.6	0.001	0.00	
	P63	Local 5	0.4	6	0.00	2.06
		Exterior	0.6	0.001	0.00	
	P64	Local 6	0.4	6	0.00	1.86
		Exterior	0.6	0.001	0.00	
	P65	Local 7	0.4	6	0.00	3.84
		Exterior	0.6	0.001	0.00	
	P66	Local 8	0.4	6	0.00	12.02
		Exterior	0.6	0.001	0.00	
	P67	Local 9	0.4	6	0.00	12.02
		Exterior	0.6	0.001	0.00	

LOSAS	P68	Local 10	0.4	8	0.15	7.73
		Exterior	0.6	0.001	0.00	
	P69	Local 11	0.4	8	0.15	14.32
		Exterior	0.6	0.001	0.00	
	P70	Local 12	0.4	8	0.45	22.16
		Exterior	0.6	0.001	0.00	
	P71	Local 13	0.4	8	3.96	24.75
		Exterior	0.6	0.001	0.00	
	P72	Local 14	0.4	8	0.58	26.58
		Exterior	0.6	0.001	0.00	
	P73	Local 15	0.4	6	0.00	1.87
		Exterior	0.6	0.001	0.00	
	P74	Local 16	0.4	6	0.00	2.04
		Exterior	0.6	0.001	0.00	
	P75	Local 17	0.4	8	2.95	7.02
		Exterior	0.6	0.001	0.00	
	P76	Local 12	0.2	6	0.00	22.16
		Exterior	0.65	29	22.16	
	P77	Local 13	0.2	6	0.00	24.75
		Exterior	0.65	29	24.75	
	P78	Local 11	0.2	6	0.00	4.71
		Exterior	0.65	29	4.71	
	P79	Local 10	0.2	6	0.00	2.85
		Exterior	0.65	29	2.85	
	P80	Local 14	0.2	6	0.00	26.58
		Exterior	0.65	29	26.58	
	P81	Local 15	0.2	6	0.00	1.87
		Exterior	0.65	29	1.87	
	P82	Local 16	0.2	6	0.00	2.04
		Exterior	0.65	29	2.04	
P83	Local 17	0.2	6	0.00	7.02	
	Exterior	0.65	29	7.02		

Tabla 48: Elementos – Paredes Masivas – Pisos y Losas – Elementos que reciben Radiación

Tabiques Livianos – T. se consideran como tales a los elementos que no acumulan calor significativamente, con masa térmica relativamente pequeña. En el Sector Salud se identifican 18 Tabiques: 11 correspondientes a Techos de chapa y 7 correspondientes a Puertas que se consideran cerradas de manera permanente (baños y office)

El techo de chapa se encuentra en el centro del edificio, cubriendo los locales de consultorios, baños, office y parte de Mesa de Entradas y Farmacia. Está conformado por estructura metálica con cubierta de chapa galvanizada del 20, membrana de espuma termoplástica y cielorraso de placas de Durlock pintados al látex color blanco. La conductividad térmica del mismo es de 1.38 W/m-K.

Se utiliza un coeficiente de absorción del lado exterior de 0.40 (chapa gris) y en la parte interior 0.2 (pintura blanca). Los coeficientes globales de convección/radiación son similares a los definidos para Paredes Masivas.

Dos tipos de puertas se utilizan para cerrar los locales: puertas placas y de chapa. Se usan los siguientes valores de conductividad térmica: 3.50 W/m-k y 6.00 W/m-K respectivamente.

Como coeficiente de absorción solar se emplea 0.88 (gris oscuro)

Los valores correspondientes a cada tabique se plasman en la Tabla 49 y 50.

	Conecta	Dimensiones Elementos			K	Pendiente	Azimut	Asoleada por...	Área Vano	Cantidad ventanas	Incidencia	
		LADO 1 - LADO 2	LARGO ml	ALTO ml							ÁREA A	W/m ² K
T1	Local 1 - Exterior	2.90	4.00	12.02	1.38	5°	90°					
T2	Local 2 - Exterior	2.90	4.00	12.02	1.38	5°	90°					
T3	Local 3 - Exterior	1.38	1.35	1.86	1.38	5°	90°					
T4	Local 4 - Exterior	1.35	1.20	1.62	1.38	5°	90°					
T5	Local 5 - Exterior	1.35	1.53	2.07	1.38	5°	90°					
T6	Local 6 - Exterior	1.38	1.35	1.86	1.38	5°	90°					
T7	Local 7 - Exterior	1.35	2.85	3.85	1.38	5°	90°					
T8	Local 8 - Exterior	2.90	4.00	12.02	1.38	5°	90°					
T9	Local 9 - Exterior	2.90	4.00	12.02	1.38	5°	90°					
T10	Local 10 - exterior			8.95	1.38	5°	90°					
T11	Local 11 - Exterior	1.90	2.37	4.50	1.38	5°	90°					
T12	Local 3 - Local 2	0.7	2.05	1.44	3.50	90°	0°	no recibe sol				
T13	Local 4 - Local 5	0.7	2.05	1.44	3.50	90°	0°	no recibe sol				
T14	Local 5 - Local 13	0.95	2.05	1.95	6.00	90°	0°	no recibe sol	1.5	1	30	0.45
T15	Local 8 - Local 6	0.7	2.05	1.44	3.50	90°	0°	no recibe sol	0.33	1	10	0.03
T16	Local 7 - Local 13	0.75	2.05	1.54	3.50	90°	0°	no recibe sol				

T17	Local 14 - Local 15	0.75	2.05	1.54	3.50	90°	0°	no recibe sol				
T18	Local 14 - Local 16	0.75	2.05	1.54	3.50	90°	0°	no recibe sol	1.2	1	4 0	0.4 8

Tabla 49: Elementos - Tabiques

Elemento	Tabique Liviano	Lado	Absortancia Solar	Coef. Convectivo Radiativo W/m2K	Area Asoleada m2	Area m2
TABIQUES TECHOS DE CHAPA	T1	Local 1	0.4	29	12.02	12.02
		Exterior	0.2	6	0.00	
	T2	Local 2	0.4	29	12.02	12.02
		Exterior	0.2	6	0.00	
	T3	Local 3	0.4	29	1.86	1.86
		Exterior	0.2	6	0.00	
	T4	Local 4	0.4	29	1.62	1.62
		Exterior	0.2	6	0.00	
	T5	Local 5	0.4	29	2.06	2.06
		Exterior	0.2	6	0.00	
	T6	Local 6	0.4	29	1.86	1.86
		Exterior	0.2	6	0.00	
	T7	Local 7	0.4	29	3.84	3.84
		Exterior	0.2	6	0.00	
	T8	Local 8	0.4	29	12.02	12.02
		Exterior	0.2	6	0.00	
	T9	Local 9	0.4	29	12.02	12.02
		Exterior	0.2	6	0.00	
T10	Local 10	0.4	29	8.95	8.95	
	Exterior	0.2	6	0.00		
T11	Local 11	0.4	29	4.50	4.50	
	Exterior	0.2	6	0.00		
TABIQUES PUERTAS CRRADAS	T12	Local 3	0.88	6	0.00	1.43
		Local 2	0.88	6	0.00	
	T13	Local 4	0.88	6	0.00	1.43
		Local 5	0.88	6	0.00	
	T14	Local 5	0.88	6	0.00	1.94
		Local 13	0.88	8	0.12	
	T15	Local 8	0.88	8	0.03	1.43
		Local 6	0.88	6	0.00	
	T16	Local 7	0.88	6	0.00	1.53
		Local 13	0.88	6	0.00	
	T17	Local 14	0.88	6	0.00	1.53
		Local 15	0.88	6	0.00	
T18	Local 14	0.88	8	0.38	1.53	
	Local 16	0.88	6	0.00		

Tabla 50: Elementos – Tabiques - Elementos que reciben Radiación

Aberturas y Vanos. Las aberturas que conectan dos zonas térmicas son identificadas con la letra D en el programa y en el sector Salud se reconocen dos tipos: puertas y vanos.

Las puertas se abren y cierran durante la mañana, siesta y tarde, pero como solo se puede cargar un solo valor, se realiza un promedio en función de las siguientes consideraciones: D1, 3 y 7 permanecen más tiempo cerradas porque comunican los Consultorios con el Pasillo Este que funciona como Sala de Espera. D2, 6 y 8 permanecen más tiempo abiertas porque comunican los Consultorios con el Pasillo Técnico, mientras que D9, 10 y 11 están casi siempre abiertas.

Se consideraron dos valores de coeficiente de descarga: 0.6 y 1 indicando el porcentaje de apertura de las mismas.

Los Vanos, identificados desde D12 a D17 corresponden a la unión entre pasillos y halles, por lo que se consideró una apertura total las 24 hs del día.

Los valores correspondientes a cada Abertura se plasman en la Tabla 51

Vidriados. Las ventanas, ventiluces y puertas ventanas del sector Salud no tienen persianas exteriores ni cortinas interiores para oscurecer. Las cortinas fueron retiradas por disposición del Ministerio de Salud en el marco de la pandemia por Covid 19. Se utiliza el mismo valor de U (5.8 W/m-K) para el vidriado que para vidriado+postigo y no es necesario definir hora de apertura y cierre de los postigos.

En SIMEDIF, el vidriado permite el ingreso de radiación y la transferencia de calor ya que el ingreso de aire exterior se modela en Renovaciones.

Se definen las áreas que reciben radiación a través de los vidriados, como pisos y muros interiores. Si bien durante el transcurso del día una misma ventana aporta radiación a dos elementos diferentes (piso y muro interior) se utiliza el 100% al elemento más afectado.

Los valores correspondientes a cada Vidriado se plasman en la Tabla 52.

	Conecta	Dimensiones			Coeficiente de Descarga	Hora Apertura	Hora Cierre	Cantidad de Horas abierta
	LADO 1 - LADO 2	LARGO ml	ALTO ml	AREA m2				
D1	Local 12 - Local 1	0.95	2.05	1.95	0.6	10	13	3.00
D2	Local 1 - Local 13	0.95	2.05	1.95	1	10	16	6.00
D3	Local 12 - Local 2	0.95	2.05	1.95	0.6	10	13	3.00
D4	Local 2 - Local 13	0.95	2.05	1.95	0.6	10	16	6.00
D5	Local 12 - Local 8	0.95	2.05	1.95	0.6	10	13	3.00
D6	Local 8 - Local 13	0.95	2.05	1.95	0.6	10	16	6.00
D7	Local 12 - Local 9	0.95	2.05	1.95	0.6	10	13	3.00
D8	Local 9 - Local 13	0.95	2.05	1.95	1	8	18	10.00
D9	Local 10 - Local 11	0.95	2.05	1.95	0.6	8	18	10.00
D10	Oficina Social - Local 14	0.95	2.05	1.95	1	8	20	12.00
D11	Oficina Bomberos - Local 14	0.95	2.05	1.95	1	8	20	12.00
D12	Local 11 - Local 12	1.43	2.40	3.43	1	0	23	24.00
D13	Local 11 - Local 13	1.00	2.40	2.40	1	0	23	24.00
D14	Local 14 - Local 11	3.50	2.40	8.40	1	0	23	24.00
D15	Pasillo Sur - Local 14	1.43	2.40	3.43	1	0	23	24.00
D16	Porch - Exterior Norte	2.50	2.40	6.00	1	0	23	24.00
D17	Porch - Exterior Norte	2.40	2.40	5.76	1	0	23	24.00

Tabla 51: Elementos – Aberturas y Vanos

	Conecta	Dimensiones	Pendiente	Azimuth	Nº de Vidrio	K	K	Mayor Sup Asoleada	Material	Indice de Refraccion	Coef de Extincion por Espesor
	LADO 1 - LADO 2	AREA m2					con proteccion				
V1	Local 12 - Exterior Este	1.20	90°	90°	1	5.8	5.8	P29 - Lado 1	vidrio comun	1.526	0.07
V2	Local 12 - Exterior Este	1.12	90°	90°	1	5.8	5.8	P28 - Lado 1	vidrio comun	1.526	0.07
V3	Local 12 - Exterior Este	1.12	90°	90°	1	5.8	5.8	P24 - Lado 1	vidrio comun	1.526	0.07
V4	Local 12 - Exterior Este	1.20	90°	90°	1	5.8	5.8	P23 - Lado 1	vidrio comun	1.526	0.07
V5	Local 13 - Exterior Oeste	1.12	90°	270°	1	5.8	5.8	P71 - Lado 1	vidrio comun	1.526	0.07
V6	Local 13 - Exterior Oeste	1.12	90°	270°	1	5.8	5.8	P71 - Lado 1	vidrio comun	1.526	0.07
V7	Local 13 - Exterior Oeste	1.12	90°	270°	1	5.8	5.8	P71 - Lado 1	vidrio comun	1.526	0.07
V8	Local 10 - Exterior Oeste	1.12	90°	270°	1	5.8	5.8	P44 - Lado 1	vidrio comun	1.526	0.07
V9	Local 14 - Exterior Oeste	1.12	90°	270°	1	5.8	5.8	P45 - Lado 1	vidrio comun	1.526	0.07
V10	Local 14 - Exterior Oeste	0.88	90°	180°	1	5.8	5.8	P72 - Lado 1	vidrio comun	1.526	0.07
V11	Local 1 - Exterior Oeste	0.33	90°	270°	1	5.8	5.8	P15 - Lado 1	vidrio comun	1.526	0.07
V12	Local 2 - Exterior Oeste	0.33	90°	270°	1	5.8	5.8	P30 - Lado 1	vidrio comun	1.526	0.07
V13	Local 5 - Exterior Oeste	0.33	90°	270°	1	5.8	5.8	P33 - Lado 1	vidrio comun	1.526	0.07
V14	Local 7 - Exterior Oeste	0.33	90°	270°	1	5.8	5.8	P38 - Lado 1	vidrio comun	1.526	0.07
V15	Local 8 - Exterior Oeste	0.33	90°	270°	1	5.8	5.8	P41 - Lado 1	vidrio comun	1.526	0.07
V16	Local 9 - Exterior Oeste	0.33	90°	270°	1	5.8	5.8	P42 - Lado 1	vidrio comun	1.526	0.07

Tabla 52: Elementos – Aberturas y Vanos – Elementos que reciben Radiación

Resultados de la Simulación – Edificio Convencional - PPP

Análisis Comportamiento Térmico

Verano sin Termostato. Realizada la simulación del edificio, en periodo periódico permanente, pueden observarse en la Figura 110 los resultados del comportamiento térmico de los 20 locales durante los 2 penúltimos días. Una primera observación permite ver que todos los locales registran temperaturas por encima de la temperatura exterior, cuyas máximas se producen entre las 13 hs y 17 hs. con un promedio de 33.5 °C.

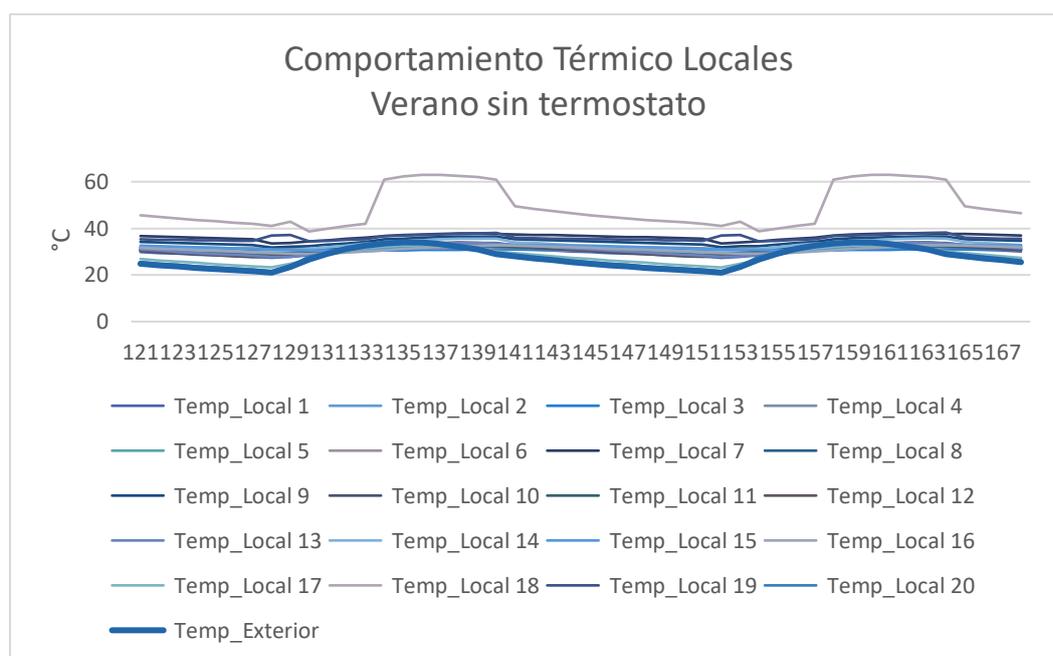


Figura 110: Comportamiento Térmico Locales Sector Salud – Verano sin Termostato

El Local 18 donde funciona la oficina de Bomberos se presenta como el más cálido del sector (Figura 112), con temperaturas que alcanzan los 63 °C entre las 14 hs y 20 hs, seguido por el Local 19 (oficina Social) y Local 9 (enfermería), con un promedio de 36 °C, luego los locales 8 (consultorio), 10 (farmacia) y 2 (consultorio) con 32 °C y finalmente el Local 1 (consultorio) con 30 °C. (Figura 111)

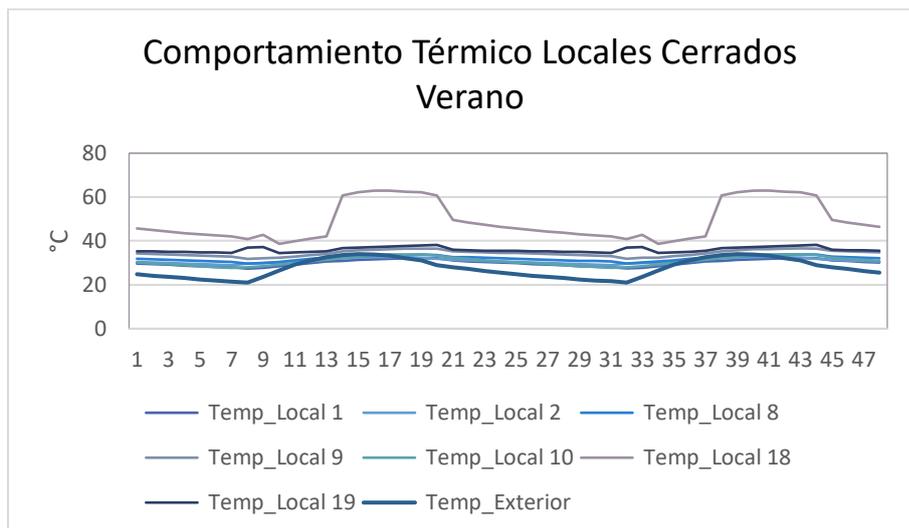


Figura 111: Comportamiento Térmico Locales cerrados – Verano sin Termostato



Figura 112: Local 18 Oficina Bomberos

En las zonas de Circulaciones y Halles de Espera las temperaturas promedio son del orden de los 33.5 °C. El local más cálido es el 14 (Hall de ingreso Oeste) con 35 °C, seguido por el Local 13(pasillo oeste), Local 12 (pasillo este) y Local 11 (Mesa de Entradas) con 33.4 °C. Estas temperaturas máximas se registran entre las 18 hs y 19 hs.

(Figura 113)

Los Locales 20 (pasillo sur) y 17 (porch) registran las máximas temperaturas interiores – 32.5 °C – entre las 15 hs y 17 hs (Figura 114)

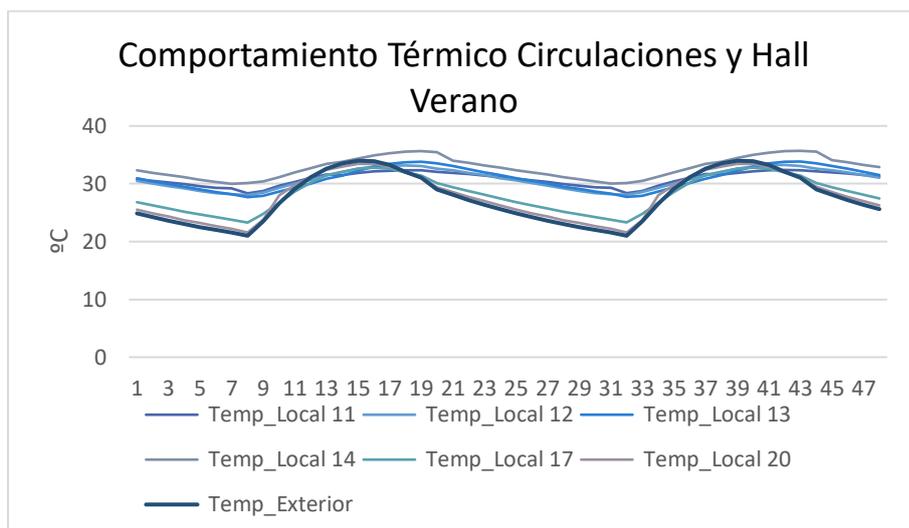


Figura 113: Comportamiento Térmico Circulaciones y Espera – Verano sin Termostato



Figura 114: Local 14 Hall Ingreso – Local 13 Pasillo Oeste

Los sectores de apoyo, baños y office, que carecen de ventilación e iluminación natural, registran temperaturas promedio de 32.8 °C entre las 17 hs y 23 hs, siendo el más cálido el Local 7 (office) 38 °C, seguido por los Locales 15 y 16 (baños sector social) con 32.5 °C y finalmente los baños del sector salud Locales 3, 4, 5 y 6 con un promedio de 32 °C. Figuras 115 y 116)

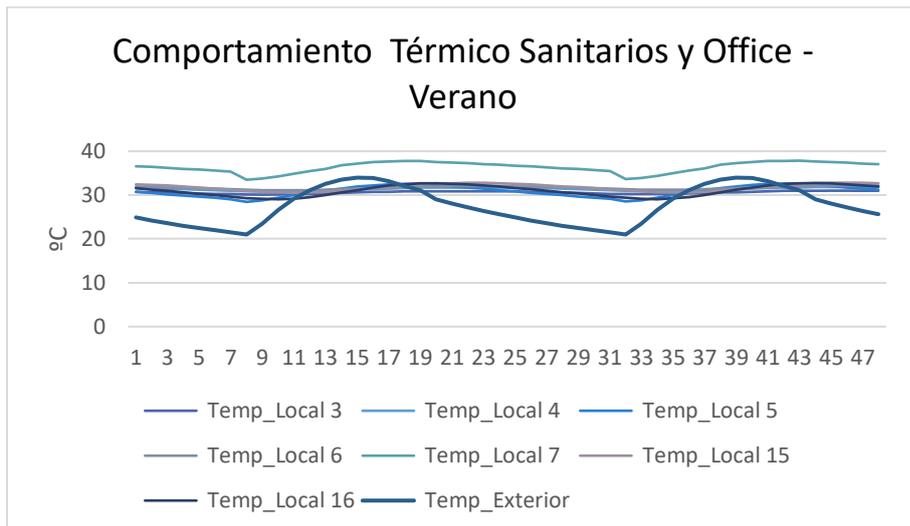


Figura 115: Comportamiento Térmico Sanitarios y Office – Verano sin Termostato



Figura 116: Comportamiento Térmico Sanitarios y Office

Verano con Termostato. Se corre el programa considerando la utilización de equipos de acondicionamiento térmico en los Locales 1 (consultorio), 8 (consultorio) y 9 (enfermería) con una potencia de 2900 W y que funcionan entre las 13 hs y 20 hs. Se fija el termostato en 26 °C.

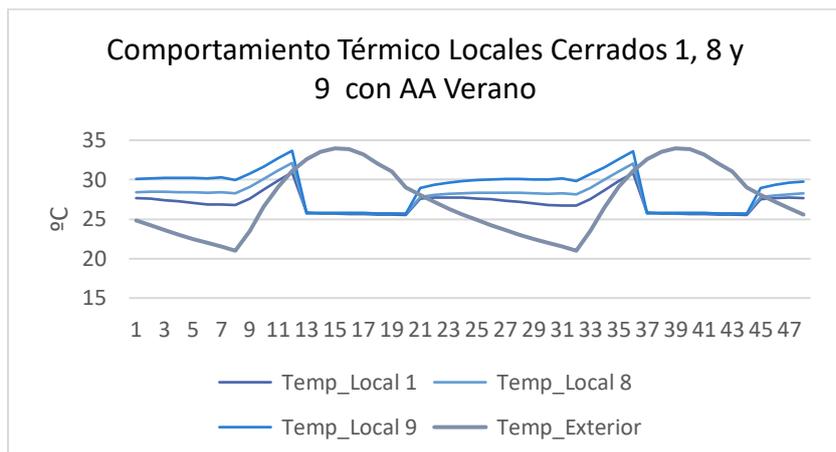


Figura 117: Comportamiento Térmico Locales Cerrado - Verano con AA

En los horarios de mayor temperatura ambiente, los locales con AA se mantienen en 26 °C durante las 7 horas de funcionamiento. Durante la noche y madrugada, cuando la temperatura exterior desciende, se produce una elevación de la temperatura interior con un promedio de 30 °C (Figura 117)

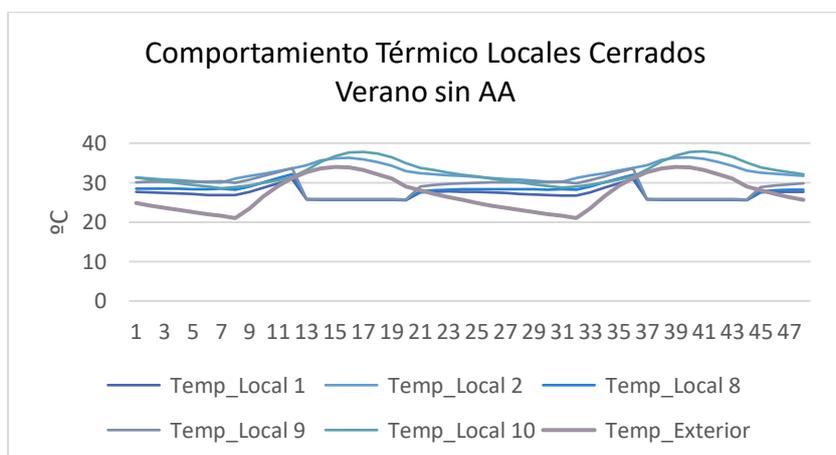


Figura 118: Comportamiento Térmico Locales Cerrados - Verano sin AA

Si se comparan los resultados entre los locales cerrados con equipos de acondicionamiento térmico y los que funcionan sin ellos, puede observarse una diferencia de hasta 11 °C entre ellos. Registran temperaturas por encima de la máxima diaria, siendo los más cálidos el 10 (farmacia) y el 2 (consultorio) con un promedio de 37.7 °C. (Figura 118)

Invierno sin Termostato. Se simula el edificio en periodo invernal desde el 01/07 al 10/07 considerando igual cantidad de días hábiles y fines de semana que en verano.

En la Figura 119 se grafican los resultados del comportamiento térmico de los 20 locales durante los 2 penúltimos días del periodo invernal (8/07 y 9/07).

Se modifican las variables climáticas, y la cantidad de horas y horarios de ventilación (2 a 3 horas entre las 14 hs y 16 hs)

En este caso todos los locales también registran temperaturas por encima de la temperatura exterior (promedio 11.5 °C), resultando más favorable esta situación que en verano.

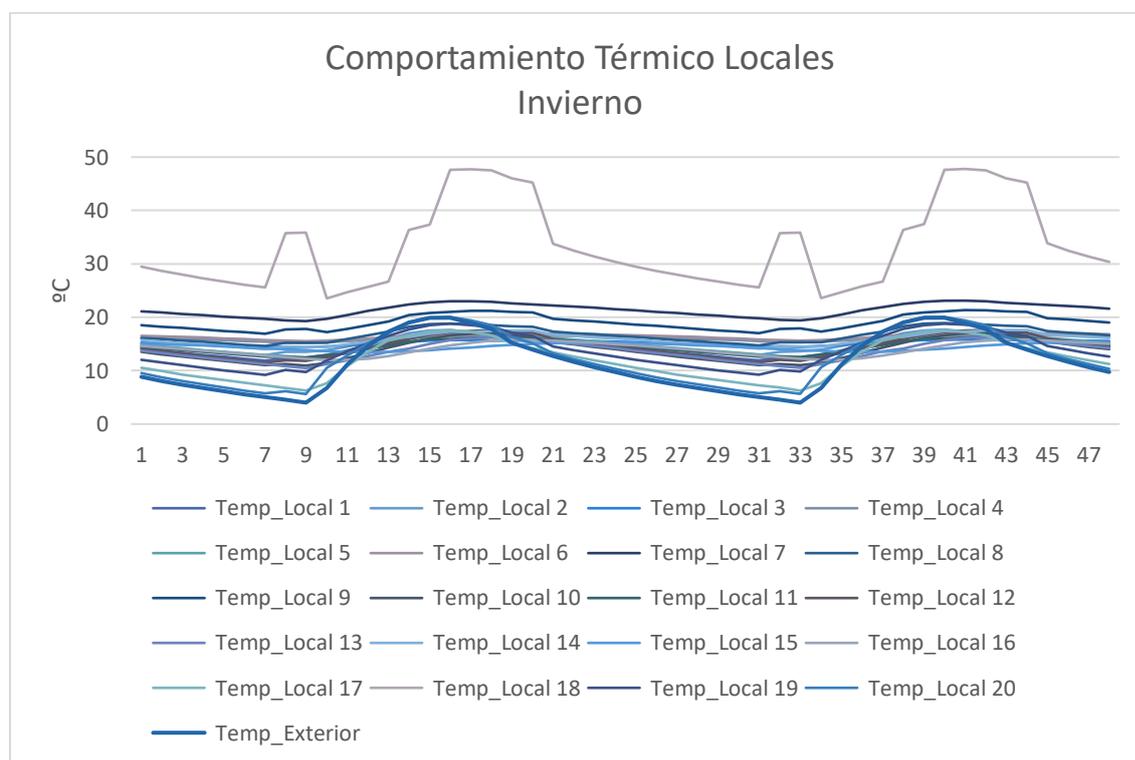


Figura 119: Comportamiento Térmico Locales Sector Salud – Invierno sin Termostato

En los siguientes gráficos se observa el comportamiento térmico de los locales cerrados (consultorios, enfermería y oficinas), las circulaciones y sectores de apoyo (sanitarios y office) durante los penúltimos días de la simulación.

Los Locales 10 (enfermería) y 19 (oficina social) registran las temperaturas más bajas entre las 6.00 hs y 9.00 hs con un promedio de 13.7 °C, seguidos por el Local 1 (consultorio) ubicado en el extremo sur del edificio y con temperaturas promedio de 14.5 °C

Los locales 2, 8 y 9 (consultorios y enfermería) se mantienen con temperaturas promedio de 17 °C. El Local 18 es el más cálido con promedios de 33.3 °C. El Local 9 alcanza temperaturas de confort 20 °C entre las 14 hs y 20 hs. (Figura 120 y 121)

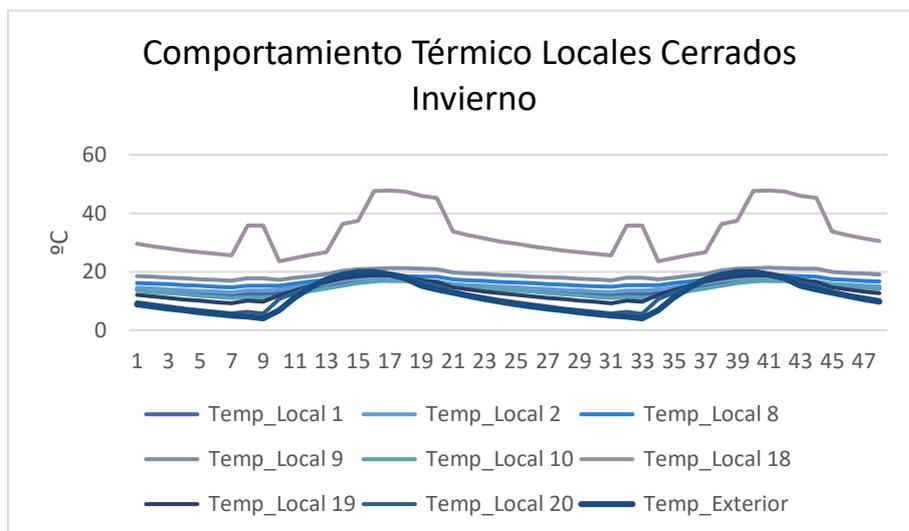


Figura 120: Comportamiento Térmico Locales Cerrados – Invierno sin Termostato



Figura 121: Local 1

Todas las áreas de circulaciones y esperas se encuentran fuera del confort. El sector más frío es el Local 17 (porch) seguido por el Local 20 (pasillo sur) con una temperatura de 12 °C. Le siguen los locales 13, 12, 11 y 14 (pasillos oeste, este, mesa de entrada y hall) con un promedio de 14 °C. (Figuras 122 y 123)

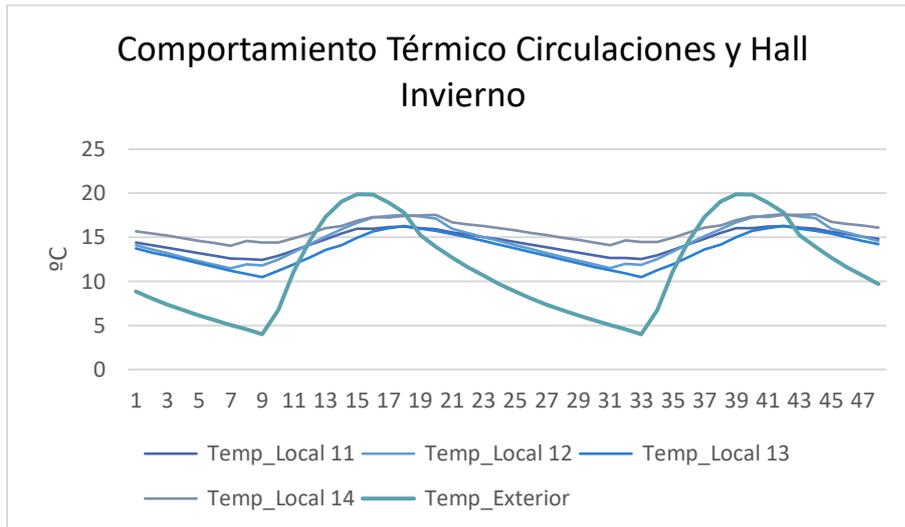


Figura 122: Comportamiento Térmico Circulaciones – Invierno sin Termostato

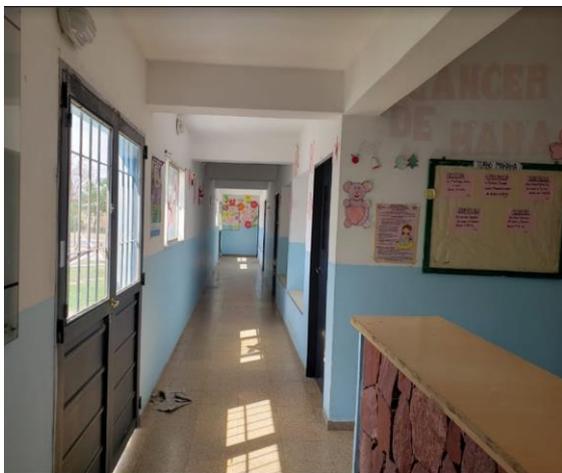


Figura 123: Local 11 y 12

Los locales de servicios sanitarios y oficina se mantienen por encima de las temperaturas mínimas, permaneciendo constantes durante todo el periodo con temperaturas entre 12 °C y 15 °C. El Local 7 (office) es el más cálido con 23 °C. (Figuras 124 y 125)

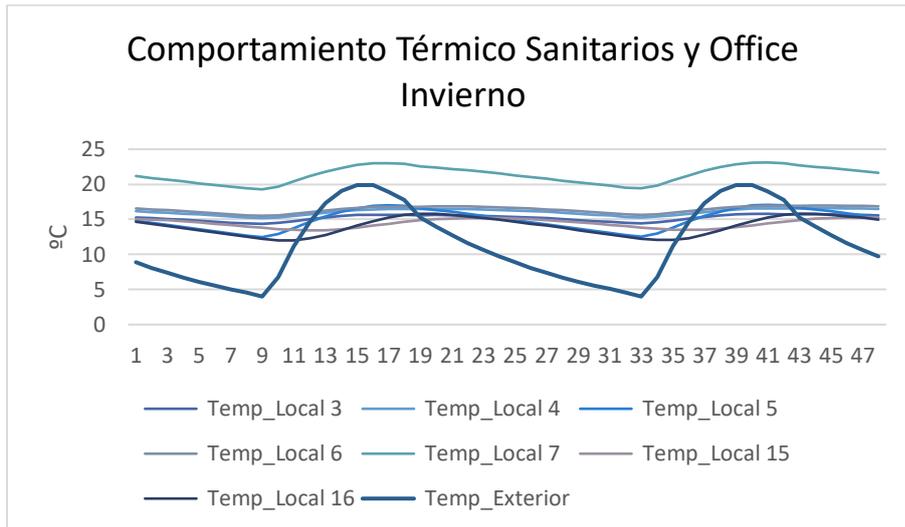


Figura 124: Comportamiento Térmico Sector Apoyo – Invierno sin Termostato



Figura 125: Local 7

Invierno con Termostato. El análisis del comportamiento térmico de los locales en invierno, indica que los locales que necesitan carga auxiliar de calefacción son los locales 1 y 2, no tanto así el Local 9 que alcanza temperaturas de confort (de 18 °C a 20 °C) durante toda la jornada laboral, y más de 21 °C a la siesta. (Figura 126)

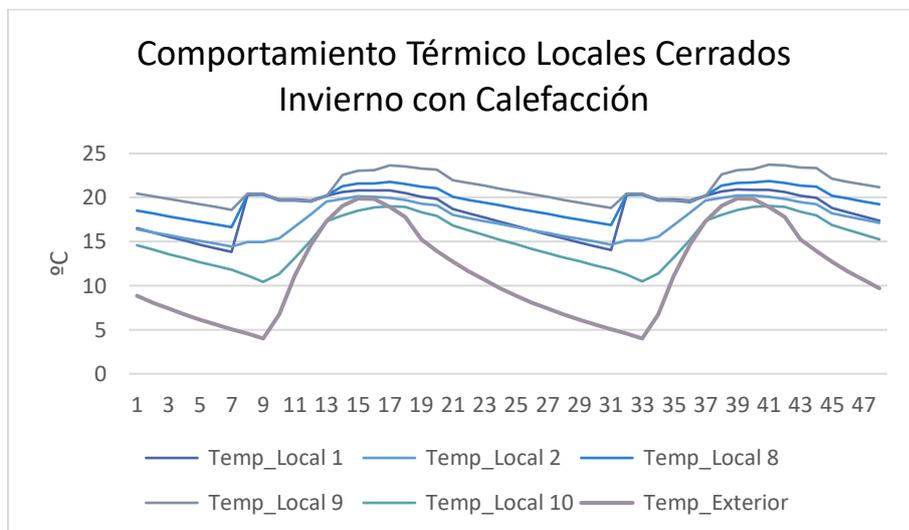


Figura 126: Comportamiento Térmico Locales Cerrados - Invierno con termostato

Se corre el programa considerando la utilización de equipos de acondicionamiento térmico en los Locales 1, 8 y 9 con una potencia de 2900 W y que funcionan en las horas más frías de la jornada laboral: 8.00 hs a 13 hs

La utilización del equipo de acondicionamiento entre las 8 hs y 13 hs, impacta en el comportamiento térmico de los locales simulados, ya que posterior a su apagado, se registran temperaturas de confort hasta las 00 hs. Hay un incremento de hasta 4 °C en relación a la situación sin AA. (Figura 127)

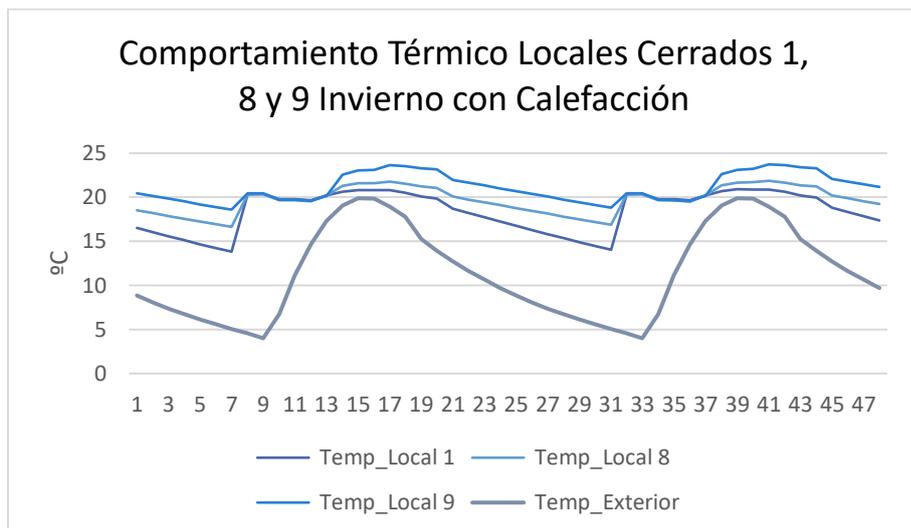


Figura 127: Comportamiento Térmico Locales Cerrados 1, 8 y 9 - Invierno con Termostato

Los locales a los que se los considera funcionando con energía auxiliar para mejorar sus condiciones de confort (1, 8 y 9) alcanzaron este objetivo, sin embargo, si se los compara con los otros locales habitables (2, 10 y 19) que no cuentan con energía auxiliar, los mismos registran temperaturas interiores entre 10 °C y 19 °C. (Figura 128)

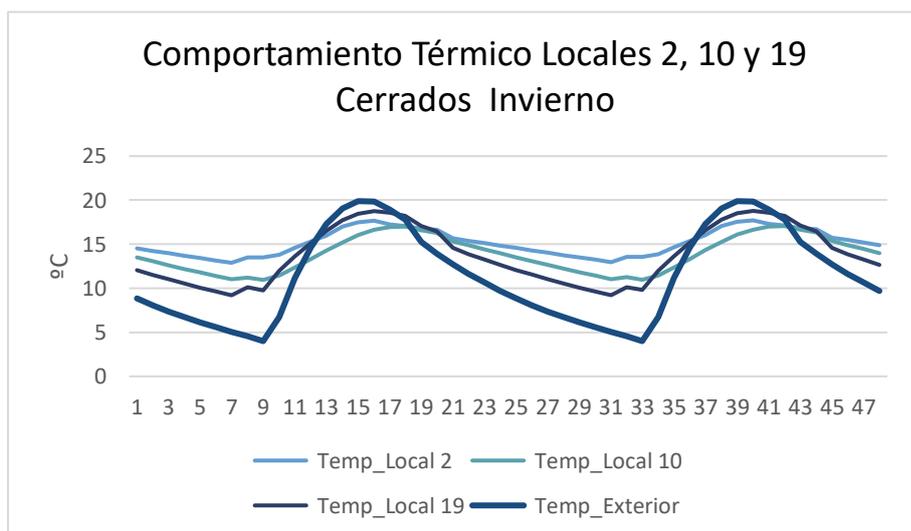


Figura 128: Comportamiento Térmico Locales Cerrados 2, 10 y 19– Invierno sin Termostato

Cálculo de la Carga de Refrigeración y Calefacción(Q)

La carga térmica es el aporte de calor que tenemos que agregar o quitar para lograr el balance térmico, es la energía que tiene que suplir el equipo de calefacción o refrigeración para mantener constante la temperatura interna.

Refrigeración. El análisis de los gráficos de la Energía Auxiliar para refrigeración durante el penúltimo día de la simulación (15/12), considerando una temperatura de confort de 26 °C, determina que en tres locales es necesario extraer energía para alcanzar dicha temperatura entre las 13 hs y 20 hs. (Figura 129)

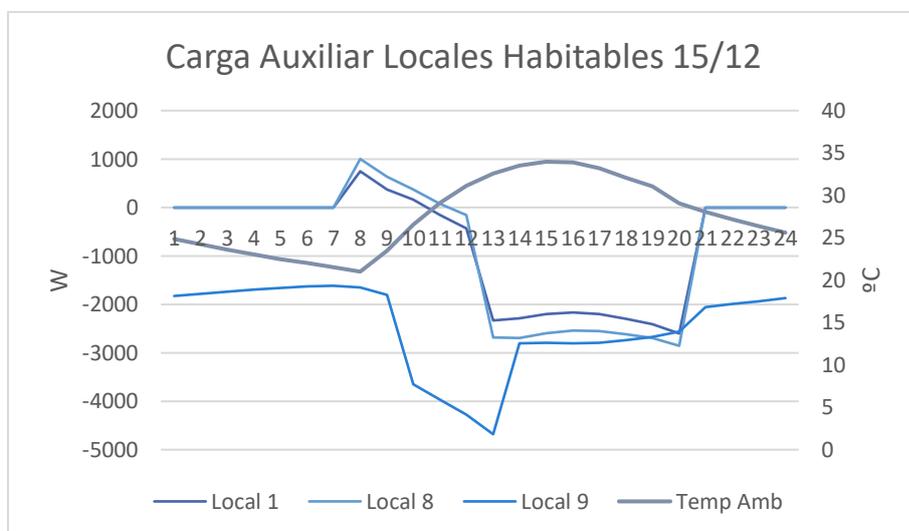


Figura 129: Carga Auxiliar Refrigeración Locales Cerrados 1, 8 y 9

Si se consideran los valores producidos por el programa, en el Local 1 (consultorio) son necesarios 2300 W de potencia auxiliar para alcanzar los niveles de confort entre las 13 y las 20 hs. mientras que en el Local 8 (consultorio) se necesitan 2700 W y en el local 9 (enfermería) se necesitan 2800 W de potencia en el mismo horario. (Figuras 130 a 132)

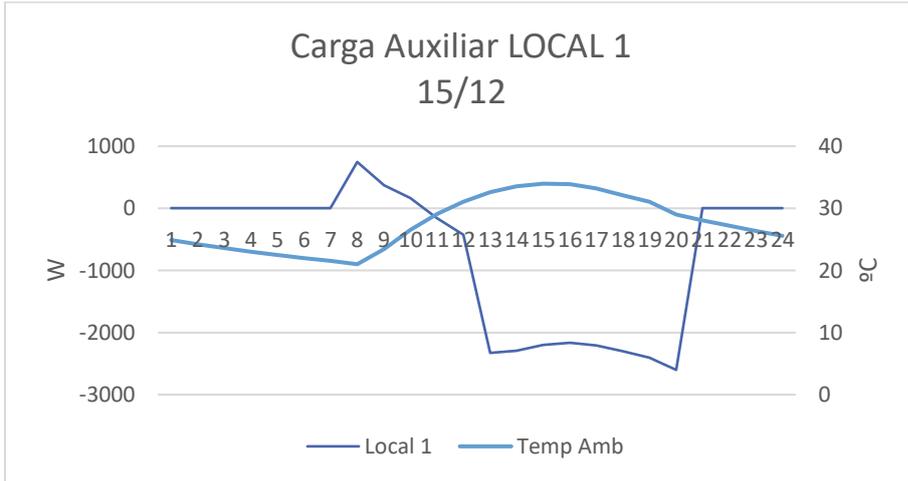


Figura 130: Carga Auxiliar Refrigeración Local 1 – 2300 W

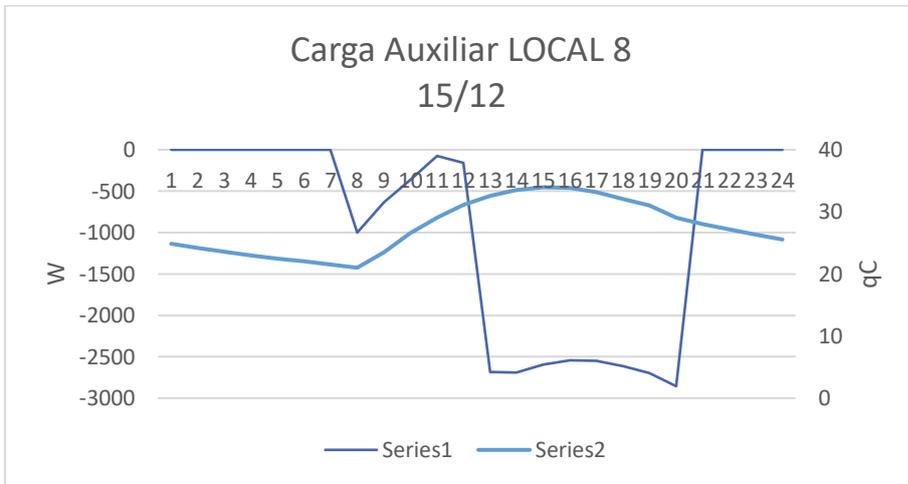


Figura 131: Carga Auxiliar Refrigeración Local 8 – 2700 W

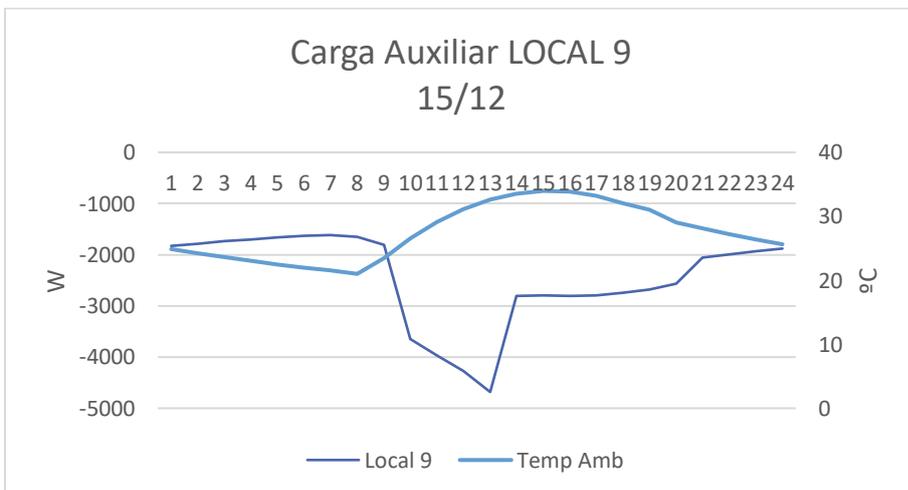


Figura 132: Carga Auxiliar Refrigeración Local 9 - 2800 W

Para realizar el análisis se consideró el empleo de energía auxiliar entre las 13 hs y 20 hs en verano, es decir, 7 hs y equipos de AA.

CARGA

- Local 1: 2300 W x 7 hs= 16100 Wh (16.1 Kwh)
- Local 8: 2700 W x 7 hs= 18900 Wh (18.9 Kwh)
- Local 9: 2800 W x 7 hs= 19600 Wh (19.6 Kwh)

La carga total diaria de los 3 locales simulados asciende a **54600 Wh (54.6 Kwh)**

CONSUMO Carga/eficiencia del equipo

- $54.6 \text{ KWh} / 2.00 = 27.3 \text{ KWh}$

De acuerdo a los resultados obtenidos en el Simedif, el consumo total diario en refrigeración para los tres locales simulados en el sector Salud es de 27.3 Kwh.

Calefacción. Considerando los resultados del análisis de las temperaturas internas registradas en los locales habitables, utilizando un equipo de 2900 W y que con este no se lograban las temperaturas de confort, se realiza la evaluación con un equipo de 2200 W

El análisis de los gráficos de la Energía Auxiliar para calefacción, determina que para los locales que cuentan con equipos de acondicionamiento térmico – Local 1, 8 y 9 -, son necesarios entre 2400 W y 2900 W de potencia auxiliar para alcanzar los niveles de confort. (Figura 133)

Para realizar el análisis se consideró el empleo de energía auxiliar entre las 8 hs y 13 hs en invierno, es decir, 7 hs y equipos de acondicionamiento térmico con una eficiencia de 2.00

CARGA

- Local 1: 2400 W x 7 hs= 16800 Wh (16.8 Kwh)
- Local 8: 2700 W x 7 hs= 18900 Wh (18.9 Kwh)
- Local 9: 2900 W x 7 hs= 20300 Wh (20.3 Kwh)

La carga total diaria de los 3 locales simulados asciende a 56000 Whs (56.0 Kwh)

CONSUMO Carga/eficiencia del equipo

- $56.0 \text{ KWh}/2.00 = 28.0 \text{ KWh}$

De acuerdo a los resultados obtenidos en el SIMEDIF, el consumo total diario en calefacción para los 3 locales acondicionados en el sector Salud es de 28.0 Kwh

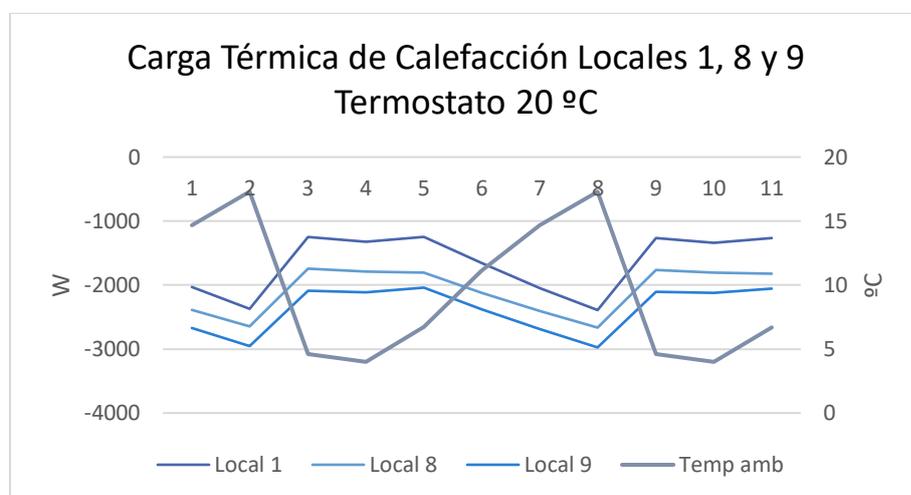


Figura 133: Carga Auxiliar Calefacción Locales Cerrados 1, 8 y 9

Calculo Temperatura Superficial en Paredes

SIMEDIF permite analizar las temperaturas en las caras externas e internas de las paredes masivas en periodo transitorio. (Flores Larsen et al, 2004)

Se analizan 4 paredes localizadas en las diferentes orientaciones: norte, sur, este y oeste relacionando su comportamiento con las temperaturas externas y la radiación. (Figura 134)

En la Pared 1 Oeste se observan temperaturas en la cara exterior de hasta 50 °C a partir del 4º día de medición, mientras que la temperatura ambiente es de 35 °C. Coincide con los registros más altos en radiación solar. A pesar de que la temperatura exterior disminuye, se produce un proceso de acumulación de calor. La diferencia con la cara interior es del orden de los 14 °C (casi igual que la temperatura ambiente) Este proceso se produce entre las 10 hs y 11 hs. A las 16 hs se registra la máxima temperatura ambiente lo que se manifiesta en la cara exterior del muro entre las 17 hs y 19 hs. (Figura 135)

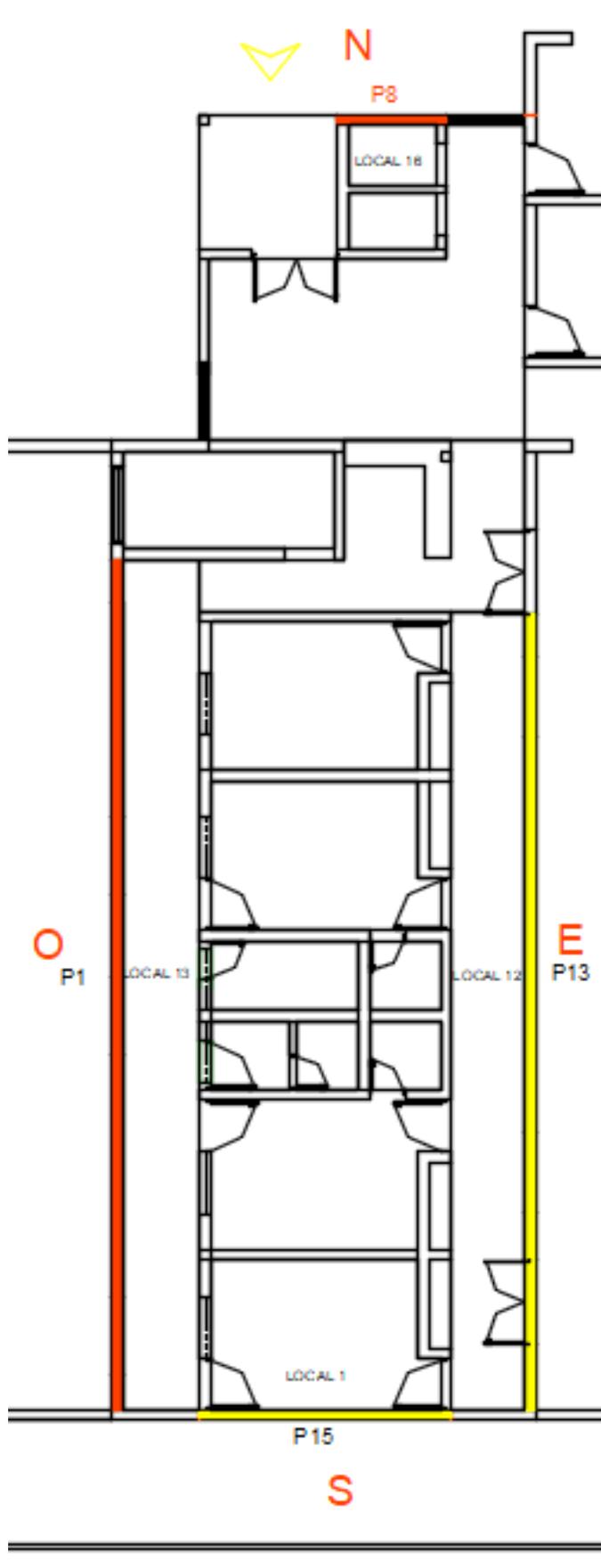


Figura 134: Ubicación Paredes Simuladas – Sector Salud

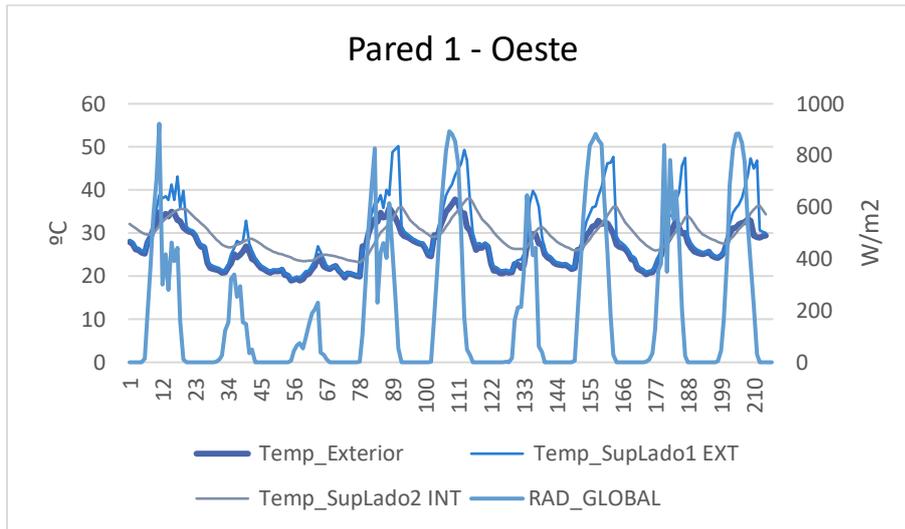


Figura 135: Temperatura Superficial Pared 1

La Pared 1 le da cerramiento al Local 13 (pasillo técnico). Se observa que la temperatura interior del local y la temperatura superficial de la cara interior del muro son similares, con diferencias en los días más cálidos de 2 °C en el aire interior. La permanente ventilación del local contribuye al descenso de la temperatura. (Figura 136)

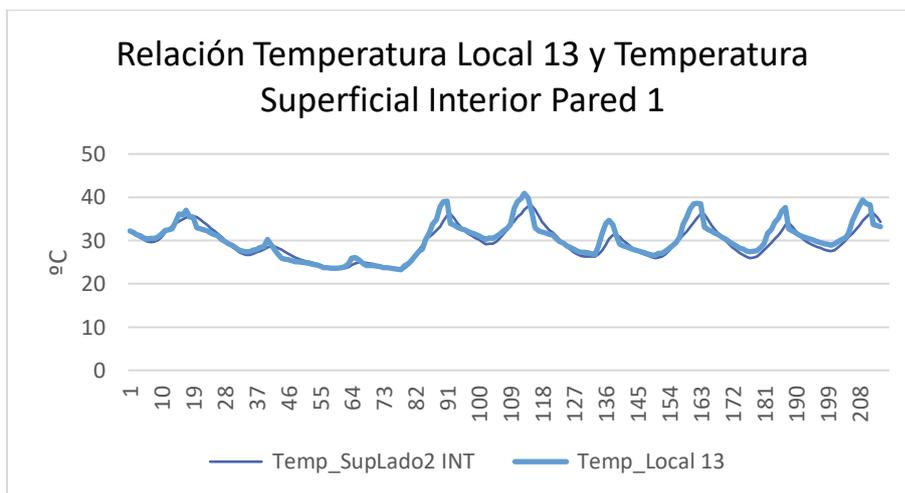


Figura 136: Temperatura Superficial Pared 1 y Local 13

En la Pared 8 Norte se observan temperaturas en la cara exterior de hasta 43 °C a partir del 4º día de medición, mientras que la temperatura ambiente es de 35 °C. Coincide con los registros más altos en radiación solar. En este caso, la temperatura de la cara interior de la

pared se mantiene sin grandes variaciones en el orden de los 25 °C y 35 °C durante todo el periodo, debido a que el local 16 carece de ventilación. (Figura 137)

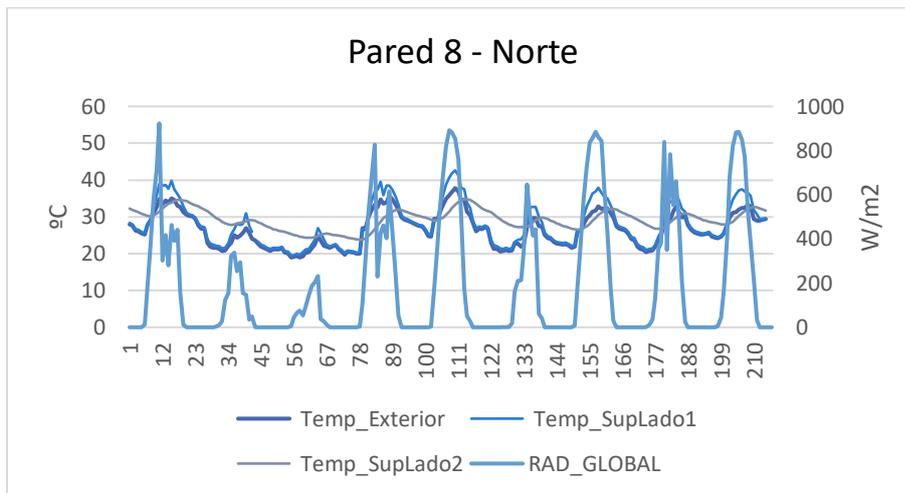


Figura 137: Temperatura Superficial Pared 8

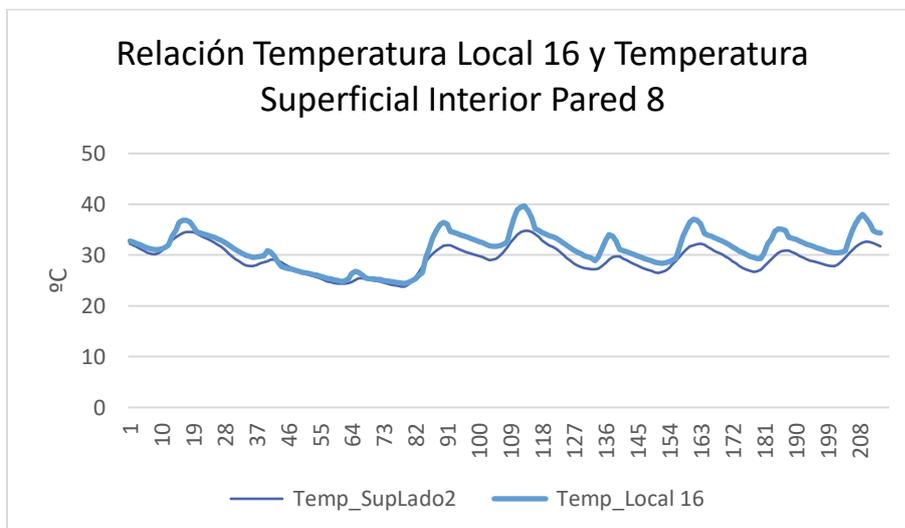


Figura 138: Temperatura Superficial Pared 8 y Local 16

A pesar de que la temperatura exterior disminuye, se produce un proceso de acumulación de calor. La diferencia con la cara interior es del orden de los 7 °C (superior a la temperatura ambiente) Entre las 14 hs y 15 hs se registran las máximas temperaturas en las superficies de la pared norte. La Pared 8 le da cerramiento al Local 16 (baño). Se observa que la temperatura interior del local y la temperatura superficial de la cara interior del muro son similares, con diferencias en los días más cálidos de 5 °C en el aire interior, siendo más cálido el aire interior por la falta de ventilación. (Figura 138)

En la Pared 13 Este se observan temperaturas en la cara exterior de hasta 41 °C a partir del 4º día de medición, mientras que la temperatura ambiente es de 35 °C. Coincide con los registros más altos en radiación solar. A pesar de que la temperatura exterior disminuye, se produce un proceso de acumulación de calor. La diferencia con la cara interior es del orden de los 6 °C (casi igual que la temperatura ambiente) Las máximas temperaturas en las caras de las paredes se producen entre las 14 hs y 16 hs. (Figura 139)

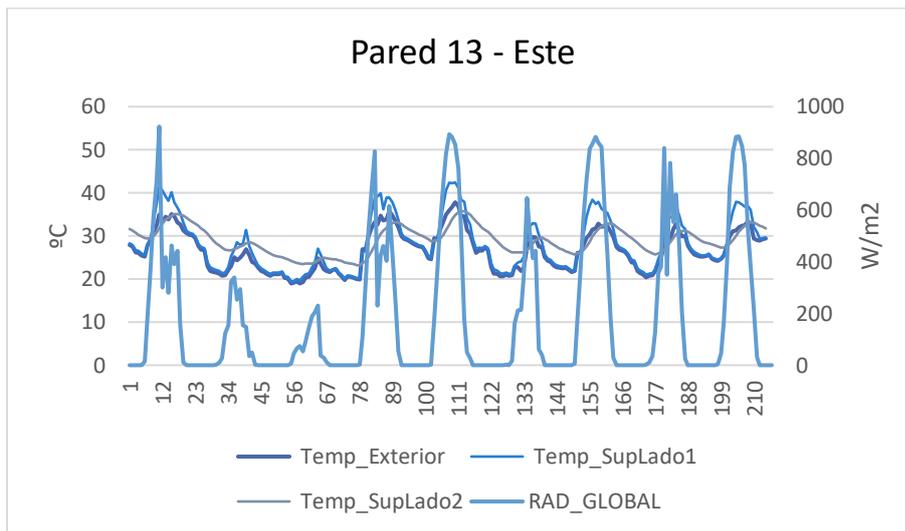


Figura 139: Temperatura Superficial Pared 13

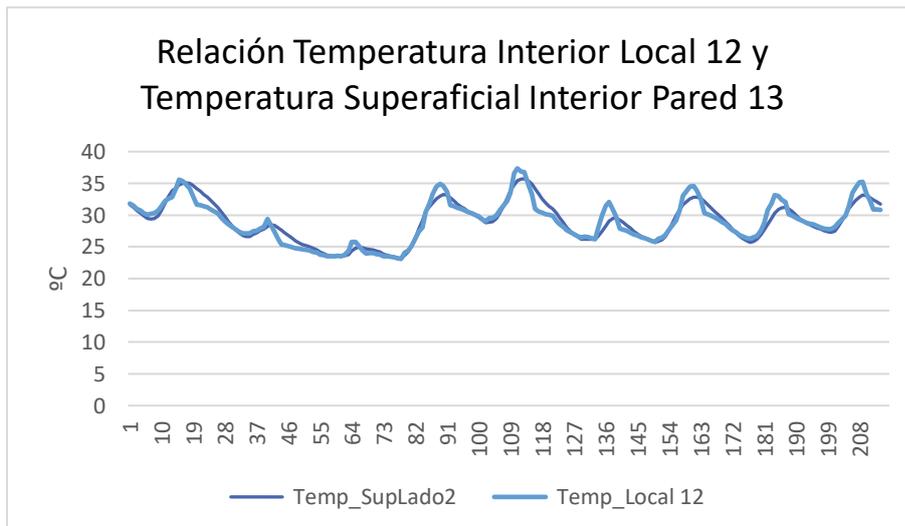


Figura 140: Temperatura Superficial Pared 13 y Local 12

La Pared 13 le da cerramiento al Local 12 (pasillo espera). Se observa que la temperatura interior del local y la temperatura superficial de la cara interior del muro son similares, con

diferencias en los días más cálidos de 2 °C en el aire interior. La permanente ventilación del local contribuye al descenso de la temperatura. (Figura 140)

En la Pared 15_Sur se observan temperaturas en la cara exterior de hasta 35 °C a partir del 4º día de medición. A diferencia que el resto de las paredes, la cara interior de la pared registra temperaturas superiores a la exterior y a la temperatura ambiente. Esta tendencia se manifiesta durante todo el periodo monitoreado. (Figura 141)

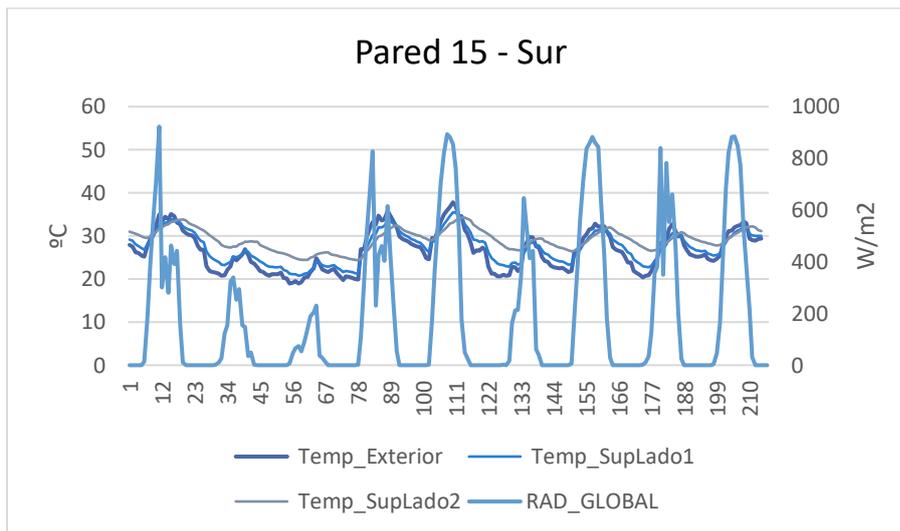


Figura 141: Temperatura Superficial Pared 15

La Pared 15 le da cerramiento al Local 1 (consultorio). Se observa que la temperatura interior del local se mantiene más fresca que la cara interior de la pared con diferencias de hasta 7 °C. (Figura 142)

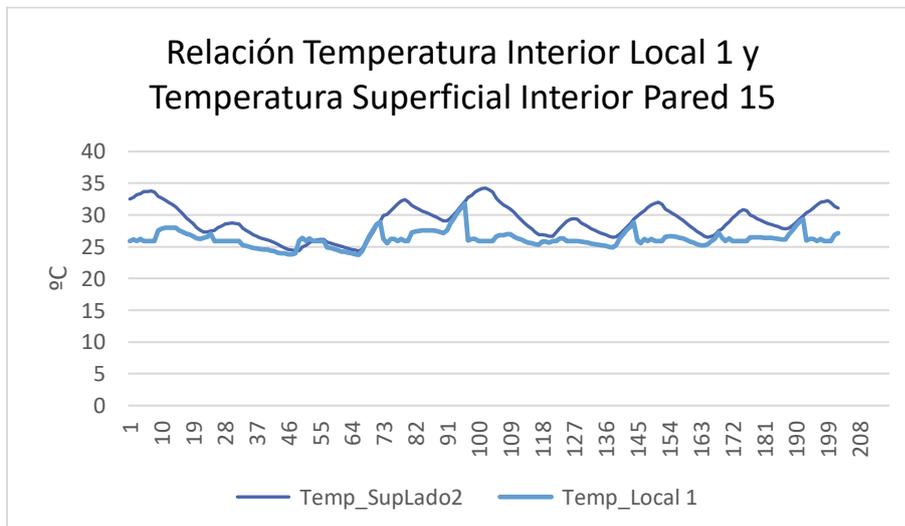


Figura 142: Temperatura Superficial Pared 15 y Local 1

Calibración de Datos

Se corre el programa utilizando los datos de temperatura y humedad obtenidos del monitoreo higrotérmico realizado durante 8 días en verano y datos de radiación obtenidos de la Estación Meteorológica SuCyTCa ubicada en el predio del CAPE.

Las figuras muestran los valores de temperatura interior conseguidos en el monitoreo y la simulación de 5 locales:

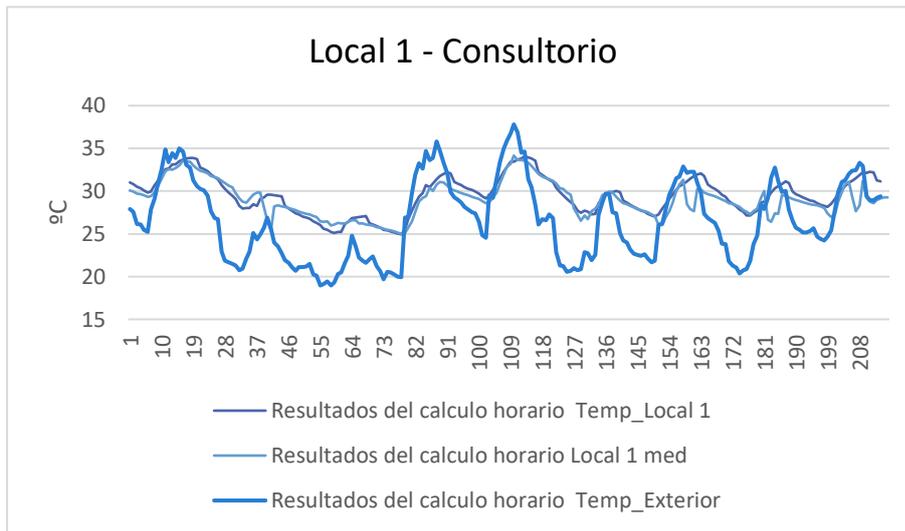


Figura 143: Calibración Datos Local 1 (Consultorio)

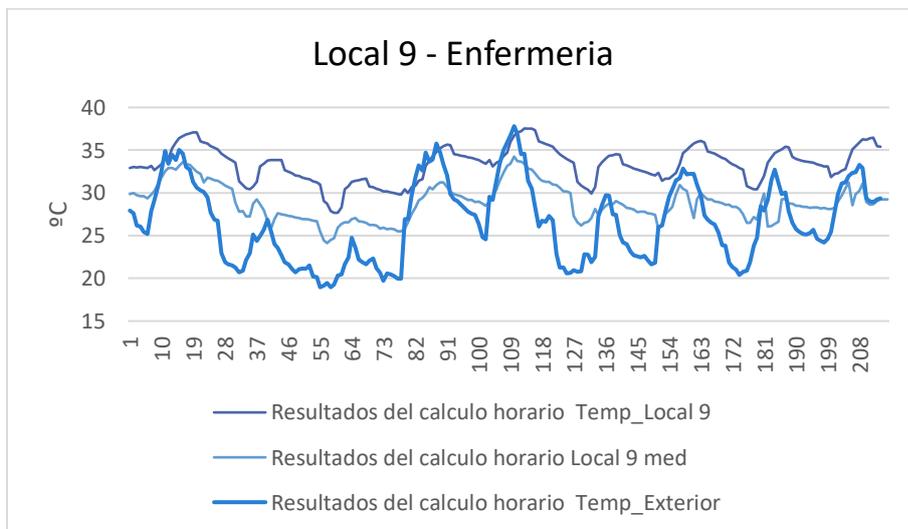


Figura 144: Calibración Datos Local 9 (Enfermería)

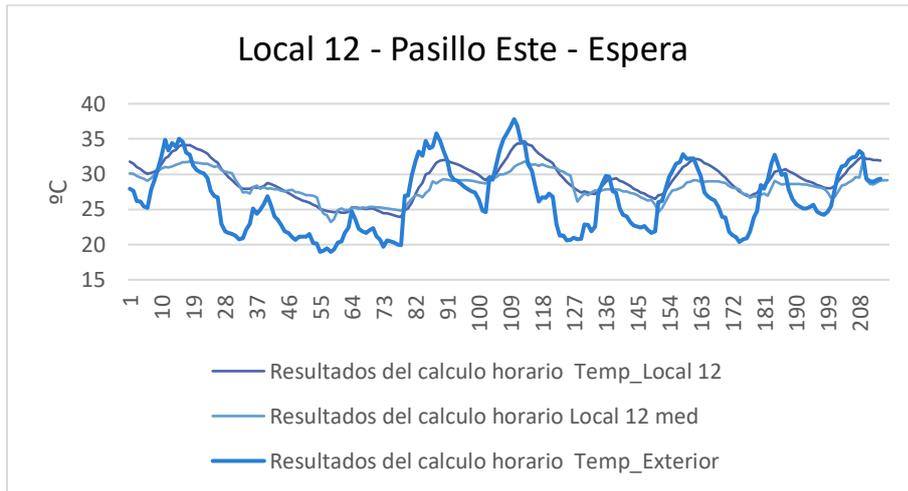


Figura 145: Calibración Datos Local 12 (Pasillo Este – Espera)

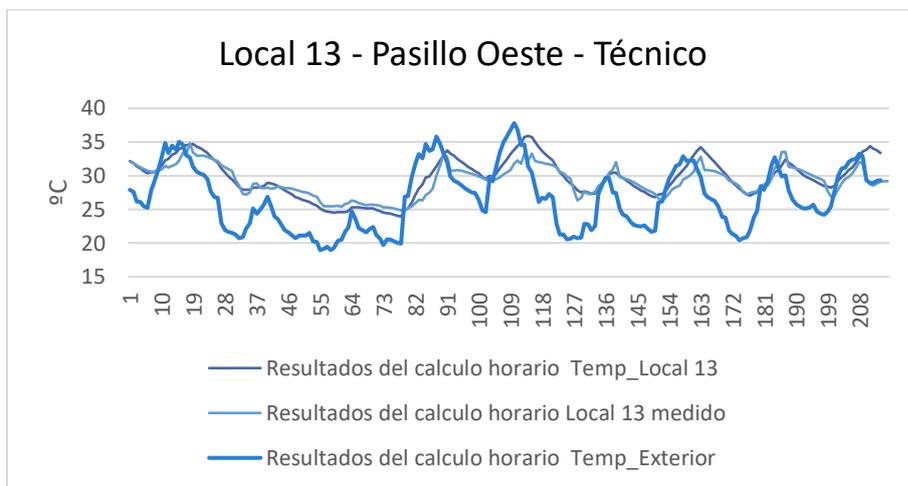


Figura 146: Calibración Datos Local 13 (Pasillo Oeste – Técnico)

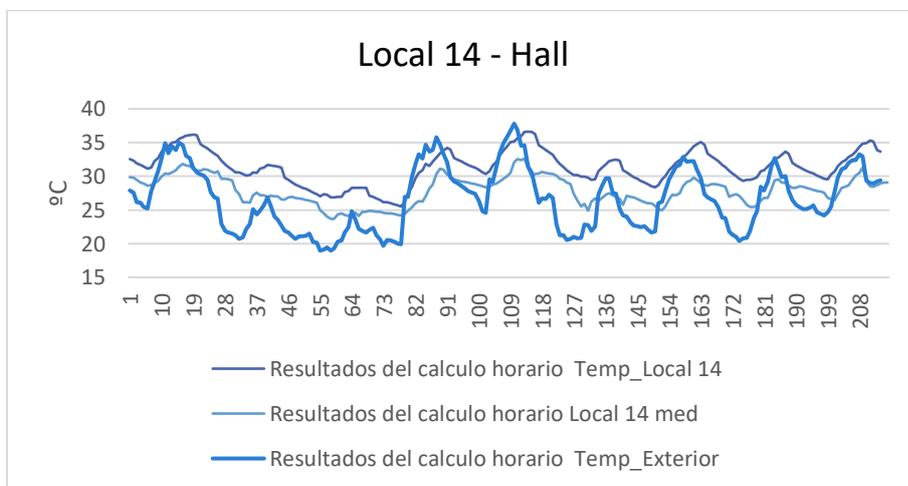


Figura 147: Calibración Datos Local 14 (Hall)

Según se observa en estas 5 figuras, el error de ajuste entre los valores medidos y simulados con SIMEDIF es del orden de 1 o 2 °C en los Locales 1, 12 y 13. (Figuras 143, 145

y 146) Las curvas se grafican con el mismo ritmo, apreciándose las mayores diferencias cuando la temperatura exterior alcanza los máximos valores.

En los Locales 9 y 14 es donde se producen los mayores errores. (Figuras 144 y 147)

Este resultado indica que se deben realizar ajustes en los datos utilizados en la simulación.

Conclusiones Parciales

En la Figura 148 se observan las áreas más cálidas del sector simulado, que se ubican al norte del edificio. En las circulaciones y halles de espera la temperatura interior acompaña la variación de la temperatura exterior en los locales más ventilados. Los sectores de apoyo, que carecen de ventilación natural, se mantienen con elevadas temperaturas por encima de la media diaria. Los locales habitables cerrados también se mueven por encima de la temperatura ambiente, sin registrar fluctuación. En la Figura 149 se observan las áreas más frías del sector simulado, que se ubican en el perímetro del edificio, es decir, los locales que están en contacto con el exterior. Los locales ubicados en la parte central del edificio, son los más cálidos, manteniendo las temperaturas entre 12 °C y 15 °C. Los locales 9 (enfermería) y 18 (oficina Bomberos) se mantienen por encima de las temperaturas de confort (20 °C). Si se comparan los resultados obtenidos entre la energía auxiliar para refrigerar durante el monitoreo y la simulación: 36.2 Kwh (monitoreo), 27.0 Kwh (simulación) La diferencia radica en que se monitorearon solo 2 de los 3 locales que cuentan con equipos de AA y la frecuencia de uso es diferente en ambos casos. En la simulación se consideraron 7 hs diarias de uso en los 3 locales, sin discriminar local por local. Nota: esta comparación permite advertir que, en el caso de una refuncionalización energética, como es el caso en estudio, es necesario registrar detalladamente las actividades, horarios y frecuencia de uso de los locales, para así evitar errores en la simulación. En las Pared Oeste y Norte se registran las mayores temperaturas, coincidiendo con las horas de mayor radiación solar. En estas paredes y en la Este, la mayor temperatura la registran las caras exteriores, mientras que en la pared Sur es a la inversa.

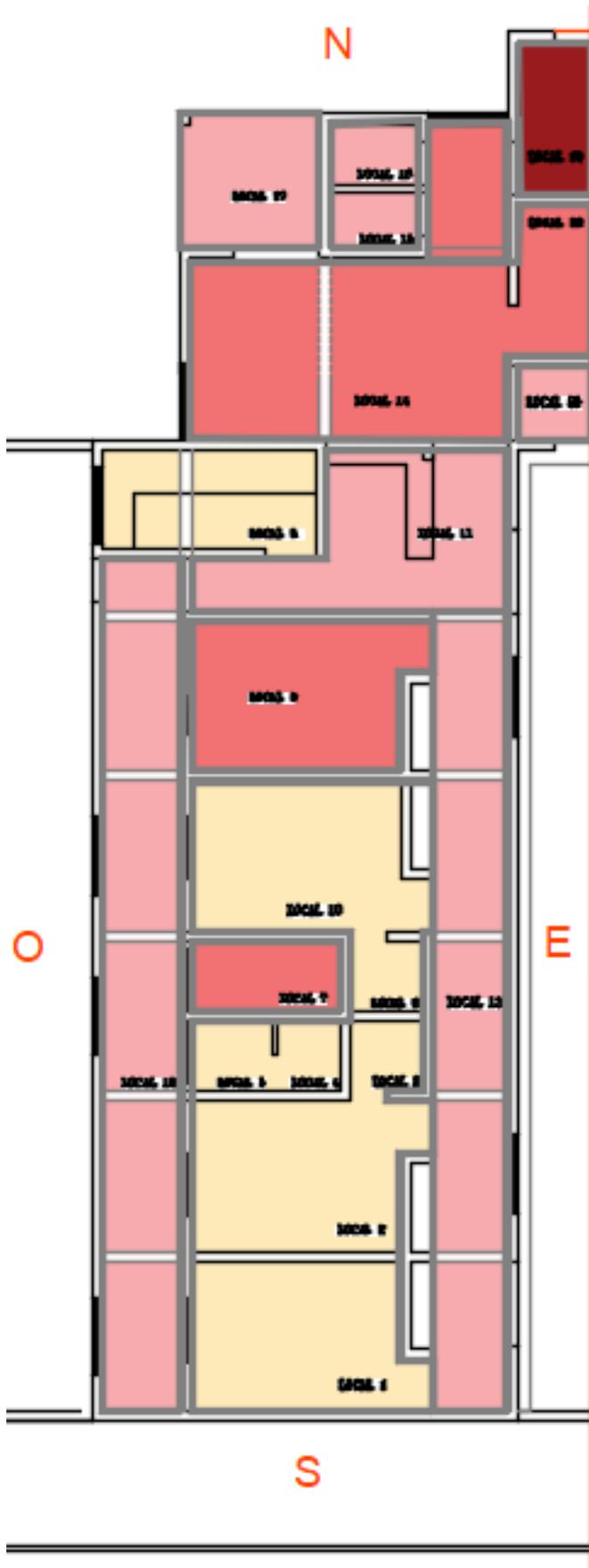


Figura 148: Locales y Zonas más cálidas

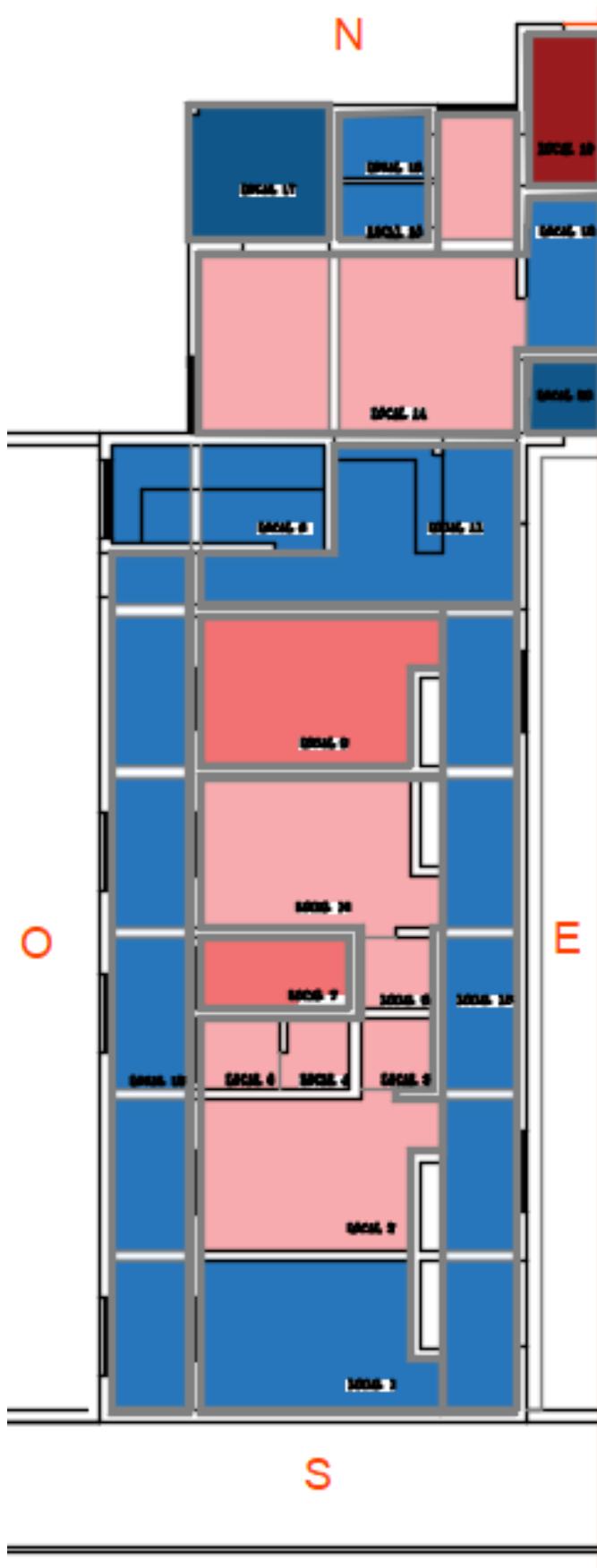


Figura 149: Locales y Zonas más frías

Propuesta de Mejoras en Base a Estrategias Bioclimáticas, Monitoreo y Simulación Higrotérmicos

Los resultados obtenidos en la simulación y monitoreo higrotérmicos del Sector Salud del CIC sur indican que los locales cerrados analizados, las circulaciones, zonas de espera y sectores de apoyo no alcanzan el confort higrotérmico en ninguna de las dos estaciones analizadas.

Esta situación obedece a factores tales como grandes superficies expuestas a radiación en horas de la siesta, áreas vidriadas sin ningún tipo de protección, falta de ventilación natural que permita sacar el calor acumulado durante el día y envolventes sin masa térmica que producen una rápida transmisión del calor a los ambientes.

Se realiza la siguiente propuesta considerando Estrategias Bioclimáticas (Figuras 150 y 151):

VERANO



Figura 150: Propuesta Re funcionalización Energética Verano

INVIERNO

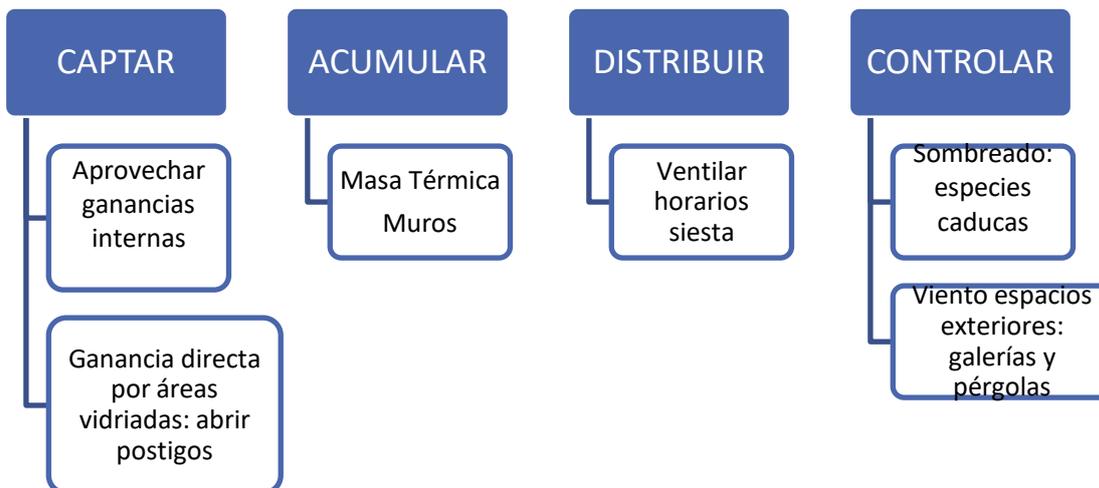


Figura 151: Propuesta Re funcionalización Energética Invierno

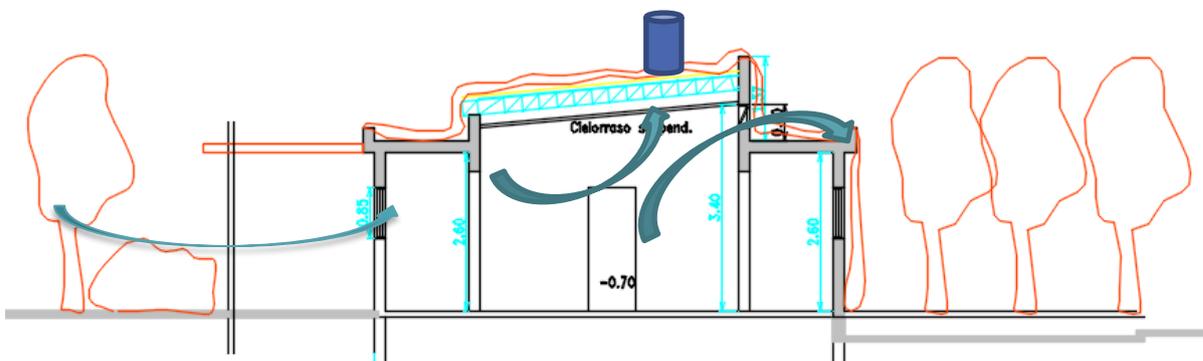


Figura 152: Primera aproximación a las mejoras

- REHABILITACION ENVOLVENTE

- Mejora de la resistencia térmica de muros, techos y carpinterías evitando el sobrecalentamiento. Se agregan placas de poliestireno expandido de 7 cm en cara exterior del techo de losa más membrana líquida color blanco. En techo de chapa se coloca espuma poliuretánica y pintura acrílica elastomérica color blanco. A los muros N, S y O se los mejora colocando placas de poliestireno expandido de 5 cm y revoque con perlitas. En puertas y ventanas se agregan burletes (no se incorporan cortinas

interiores por disposiciones de Salud en relación a la pandemia por Covid-19) y celosías exteriores en las carpinterías orientadas al oeste y norte.

- SOMBREADO

- Incorporación de una galería con pérgola (viña) que cumple la función de espera. Se generan sombras desde las 10 hs hasta las 12 hs en muro Este.
- Forestación del Patio Cívico con arbustos de mediano porte y adaptados al clima local (lavandas, durantas, etc) y cítricos (limonero, naranja, etc)
- Forestación con cítricos y arbustos de mediano porte en jardín oeste generando sombras desde el mediodía y toda la tarde en muro oeste.

- VENTILACION SELECTIVA

- Mejora de la ventilación nocturna de los consultorios utilizando rejillas en puertas al este y extractores eólicos (que pueden regularse a través de dampers) en techos de chapa entre las 20 hs y 8 hs
- Horario de ventilación voluntaria: por la mañana: de 8 hs a 11 hs, incluso en las ventanas orientadas al este ya que cuentan con la protección de la pérgola, y a la tarde de 20 hs a 23 hs en las áreas de circulación y espera para mejorar la ventilación nocturna hasta el horario de cierre del edificio.

No se modifica:

- Colores de paredes exteriores ya que son claros

Imágenes Propuesta Refuncionalización Energética CIC Sur Sector Salud



Figura 153: *Planimetría General*



Figura 154: Forestación árboles frutales y arbustos de mediano porte en Patio Cívico



Figura 155: Forestación árboles frutales y arbustos de mediano porte en Patio Cívico – Fachada Este Mejorada



Figura 156: Pérgola estructura metálica y tensores de alambre con viña – Fachada este mejorada



Figura 157: Pérgola estructura metálica y tensores de alambre con viña – Vista peatonal



Figura 158: Forestación con árboles caducos de 2º magnitud – Fachada oeste mejorada



Figura 159: Protección de ventanas con persianas de madera exteriores – Fachada oeste mejorada

Resultados de la Simulación – Edificio Mejorado

Tomando como base la estructura del programa SIMEDIF, se modifican valores para simular el comportamiento higrotérmico de los locales considerando las mejoras propuestas en el punto anterior.

Se modifica:

- Valor de las infiltraciones por longitud de junta considerando el agregado de burletes en todas las carpinterías que dan al exterior (20 m³/hm)
- La Resistencia térmica de los **muros exteriores** N, S y O, no así el muro E que cuenta con una pérgola caduca (viña) y para abaratar costos (R: 2.2 m²k/W)
- La Resistencia térmica de techos de **losa** (R: 2.86 m²k/W)
- La Resistencia térmica de techos de **chapa** (R: 2.49 m²k/W)
- Valor de la Absortancia solar en techos de losa considerando la utilización, como última capa, de membrana líquida color blanco (0.2)
- Valor de la Absortancia solar en techos de chapa considerando la utilización, como última capa, de pintura acrílica elastomérica color blanco (0.2)
- En Vidriados se redujo el valor de Coeficiente U del vidriado por el agregado de postigos de madera (2.79 W/m²k) en las carpinterías orientadas al oeste y norte.
- Se reduce a la mitad el Área asoleada en paredes sombreadas con forestación y pérgolas
- Horario de ventilación voluntaria: por la mañana: de 8 hs a 11 hs, incluso en las ventanas orientadas al este ya que cuentan con la protección de la pérgola, y a la tarde de 20 hs a 23 hs en las áreas de circulación y espera para mejorar la ventilación nocturna hasta el horario de cierre del edificio. Se propone ventilación nocturna en consultorios a través de extractores eólicos (que pueden regularse a través de dampers) entre las 20 hs y 8 hs

No se modifica:

- Colores de paredes exteriores ya que son claros

- Valor del Coeficiente Convectivo Radiativo ($29 \text{ W/m}^2\text{K}$) en paredes externas que se sombrea con el aporte de forestación y pérgolas

Se realiza la simulación del sector Salud con las mejoras planteadas en periodo periódico permanente para las estaciones de verano e invierno, y en periodo transitorio en verano utilizando los datos medidos de temperatura exterior, promediando hora a hora e ingresando estos datos al programa. (Figura 160)

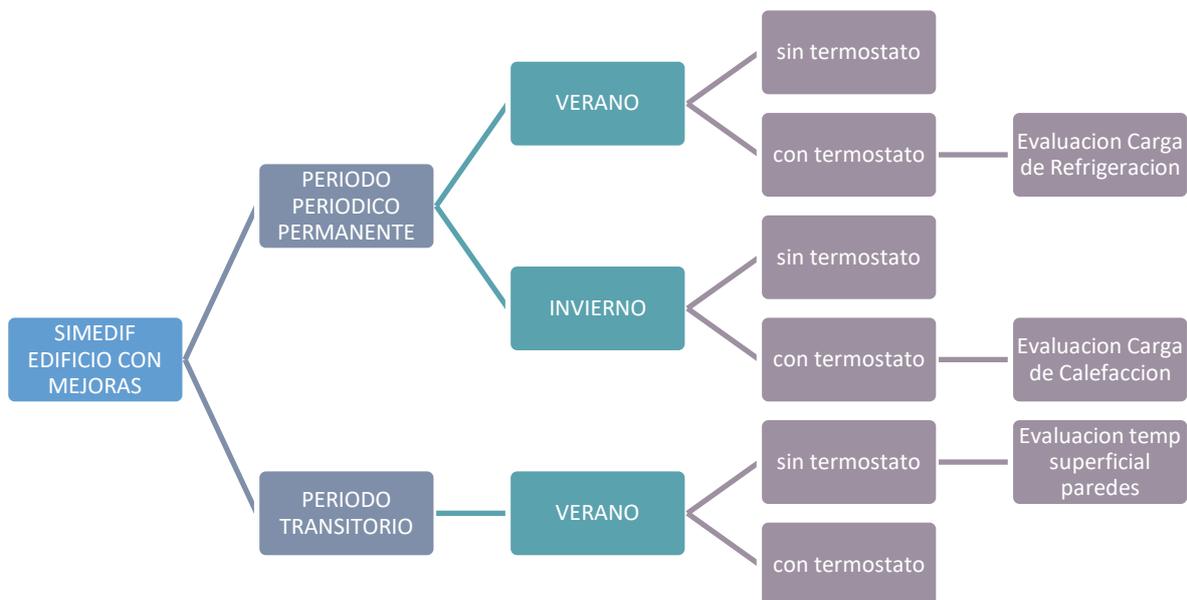


Figura 160: Estructura de Desarrollo Simulación Térmica con SIMEDIF

Análisis Comportamiento Térmico

Verano sin Termostato - Mejorado. Se evalúa el comportamiento térmico de los locales monitoreados, comparando los datos de temperatura interior y exterior obtenidos durante el monitoreo y la simulación.

- Local 1 (Consultorio)
- Local 9 (Enfermería)
- Local 12 (Pasillo este- Espera)
- Local 13 (Pasillo oeste – Circulación Técnica)
- Local 14 (Hall Ingreso Oeste)

Cuando se incorporan las mejoras al edificio y se mantiene la ventilación diurna se observa que la temperatura interior del Local 1 se mantiene por encima de las registradas en la situación original en hasta 2 °C, lo que indica que la ventilación diurna no favorece.

Las temperaturas interiores oscilan entre los 30 °C y 36 °C. Se observa una curva suave ya que las temperaturas se mantienen constantes por encima de la zona de confort. (Figura 161)

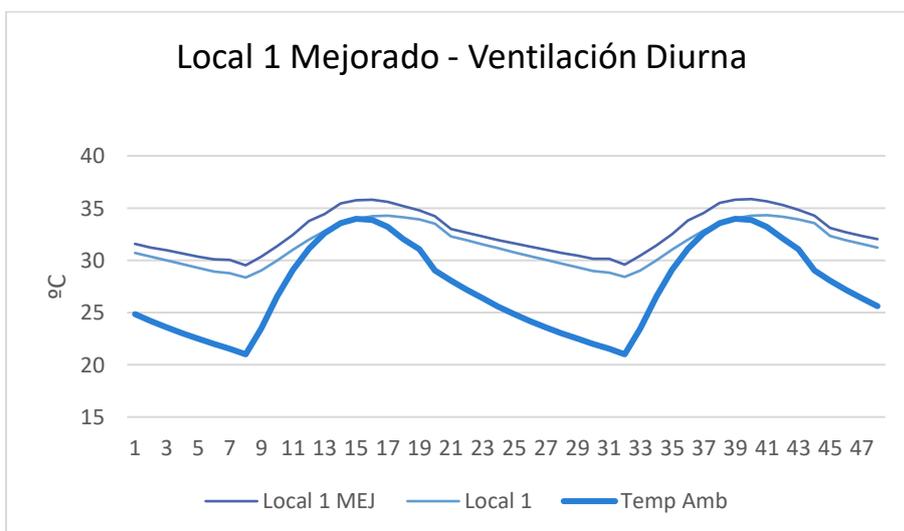


Figura 161: Comportamiento Térmico Local 1 – Ventilación Diurna

Si a las mejoras en las envolventes se le agrega, además de la ventilación diurna la ventilación nocturna a través de extractores eólicos entre las 20 hs y las 7 hs, la situación

mejora. Las temperaturas interiores oscilan entre los 27 °C y 34 °C, es decir, se reducen hasta 2 °C. (Figura 162)

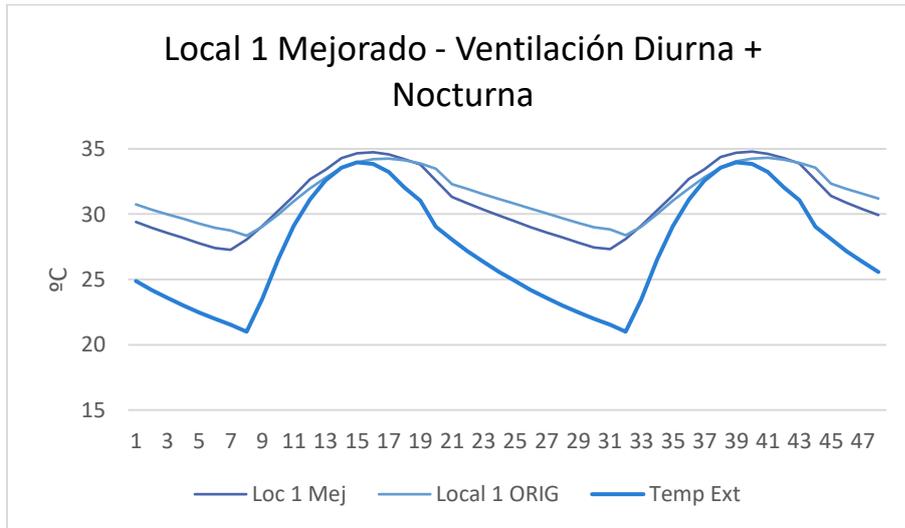


Figura 162: Comportamiento Térmico Local 1 – Ventilación Diurna + Nocturna

Si solo se plantea ventilar a través de los extractores eólicos entre las 20 hs y las 7 hs, se observa que el comportamiento térmico mejora durante todo el día. (Figura 163)

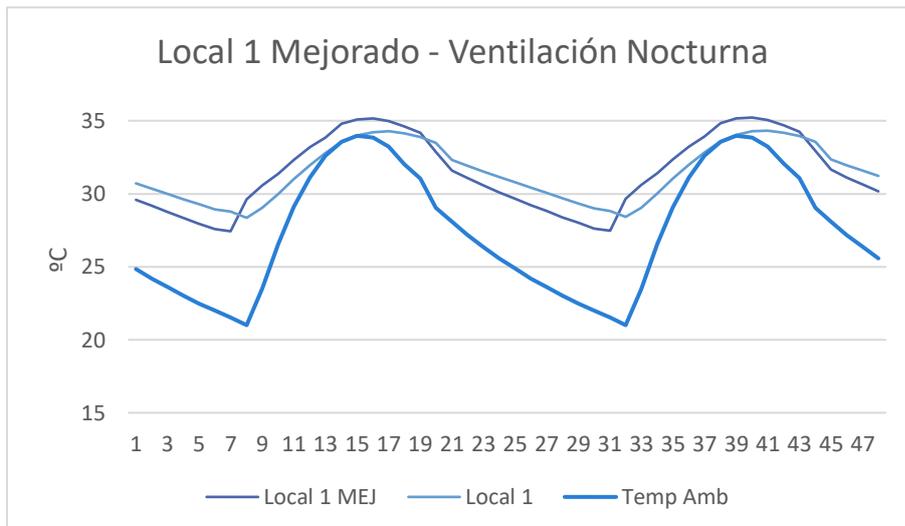


Figura 163: Comportamiento Térmico Local 1 – Ventilación Nocturna

En el Local 9 cuando se considera solo la ventilación diurna, las condiciones empeoran en relación a la situación original, a pesar de haberse mejorado las características del techo de chapa. (Figura 164)

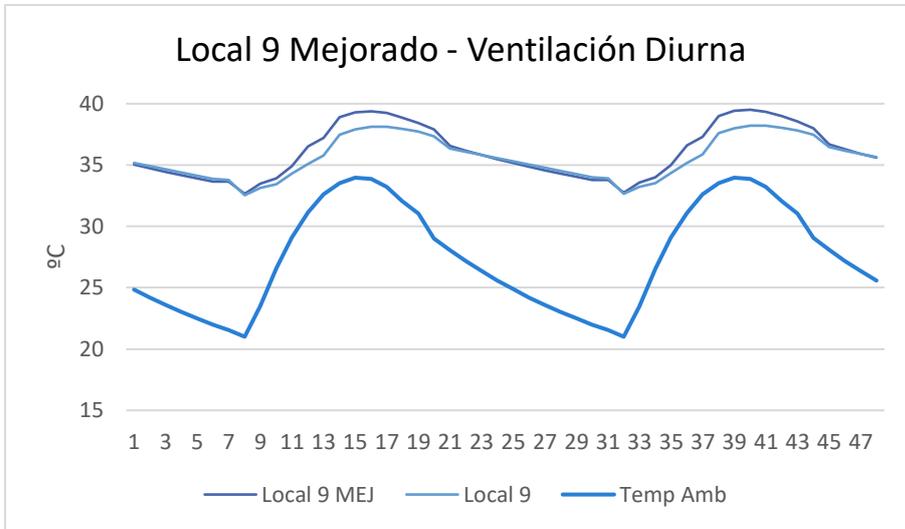


Figura 164: Comportamiento Térmico Local 9 – Ventilación Diurna

Agregando la ventilación nocturna, el Local 9 se comporta de igual manera que el Local 1. (Figura 165)

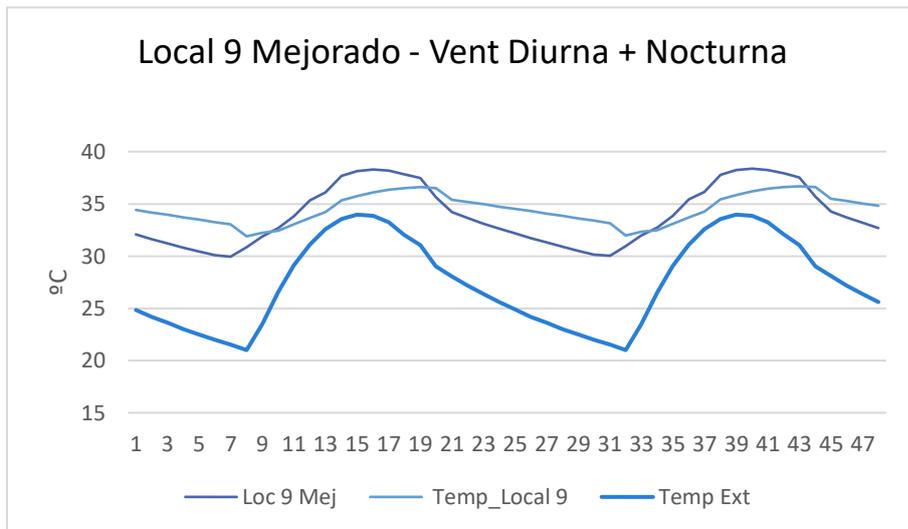


Figura 165: Comportamiento Térmico Local 9 – Ventilación Diurna + Nocturna

Se observa que el comportamiento térmico mejora durante todo el día dejando solo la ventilación nocturna. Esto se manifiesta marcadamente durante la noche y durante la mañana y la siesta la diferencia con la situación original es de 0.5 °C

Los Consultorios mejoran durante la noche, no se acumula el calor. (Figura 166)

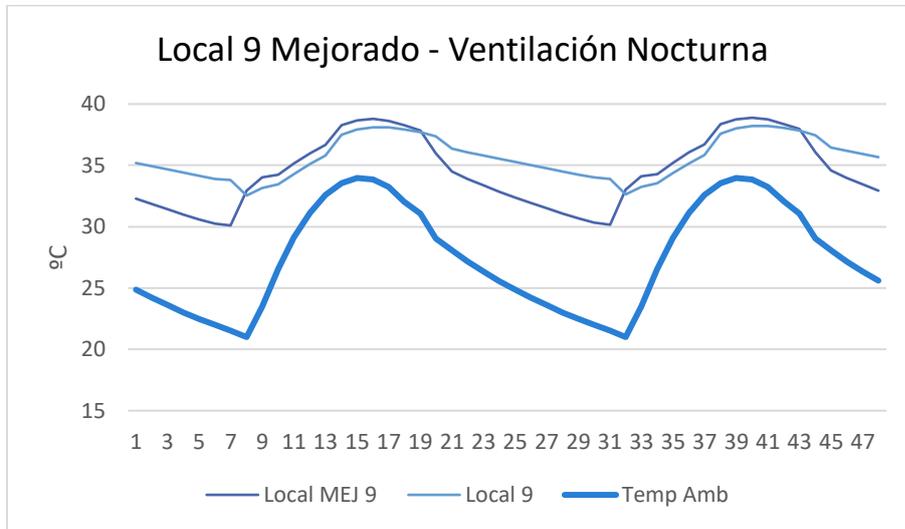


Figura 166: Comportamiento Térmico Local 9 – Ventilación Nocturna

Los locales destinados a circulaciones y esperas, registran una clara mejora en el comportamiento térmico sobre todo a la mañana y la siesta en hasta 2 °C (Figura 167 a 169)

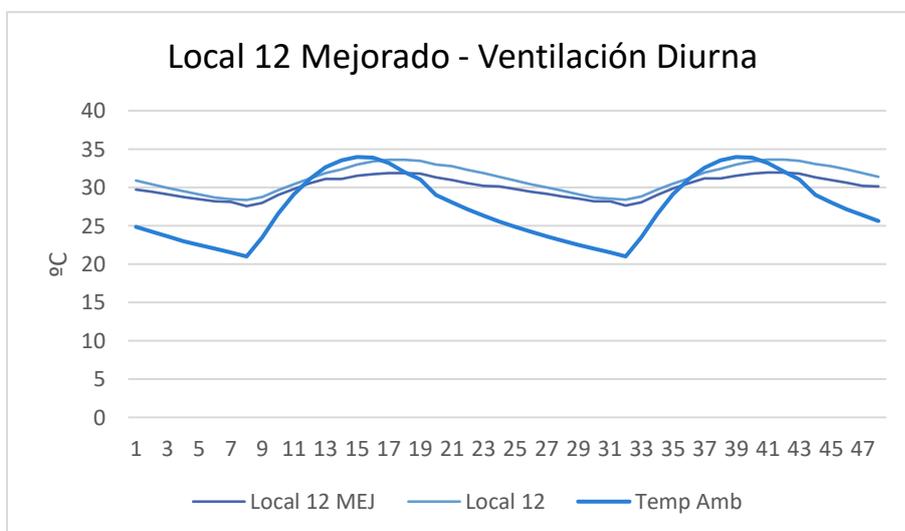


Figura 167: Comportamiento Térmico Local 12 – Ventilación Diurna

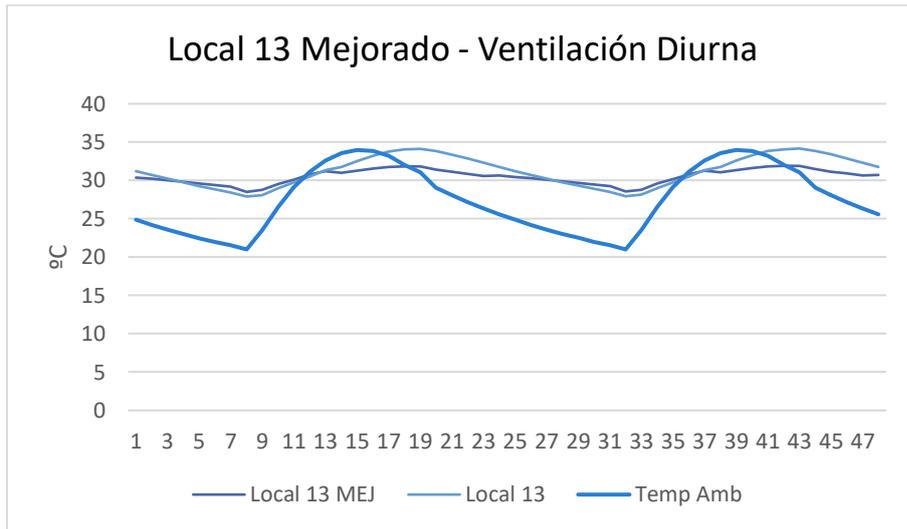


Figura 168: Comportamiento Térmico Local 13 – Ventilación Diurna

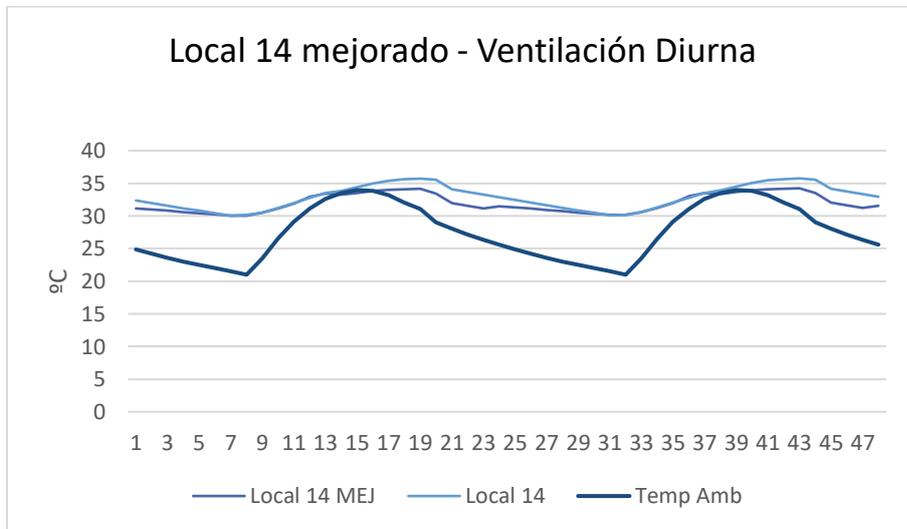


Figura 169: Comportamiento Térmico Local 14 – Ventilación Diurna

Verano con Termostato – Mejorado. Se corre el programa considerando la utilización de equipos de acondicionamiento térmico en los Locales 1, 8 y 9 con una potencia de 2900 W y que funcionan entre las 13 hs y 20 hs. Se fija el termostato en 26 °C.

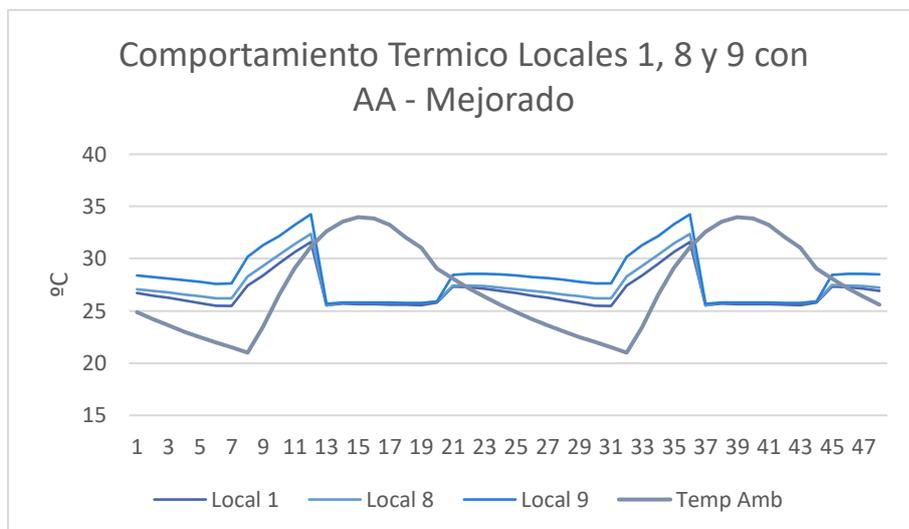


Figura 170: Comportamiento Térmico Locales 1, 8 y 9 – AA

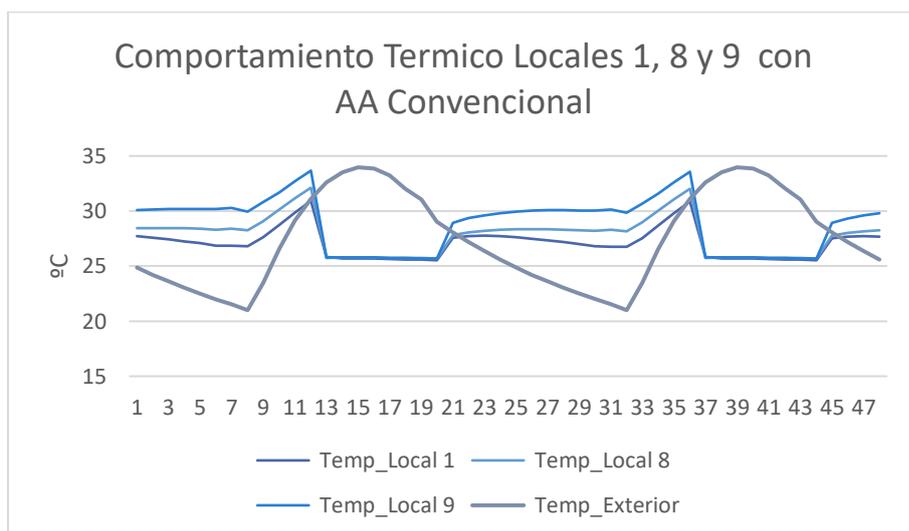


Figura 171: Comportamiento Térmico Locales 1, 8 y 9 – AA Convencional

Si se comparan los gráficos que reflejan la situación convencional y la mejorada, se observa que en las horas donde no se utiliza el equipo de AA, la temperatura de los locales se mantiene dentro de la situación de confort durante toda la noche y madrugada, lo que no ocurriría en el estado original del edificio. (Promedio 27 °C) (Figuras 170 y 171)

Invierno sin Termostato – Mejorado. Se evalúa el comportamiento térmico de los locales monitoreados, comparando los datos de temperatura interior y exterior obtenidos durante el monitoreo y la simulación. (Figuras 172 y 173)

Se mantiene una ventilación de 2 horas (por cuestiones sanitarias) entre las 14 hs y 16 hs, suprimiendo la ventilación nocturna. Se mantiene el sombreado producido por la pérgola y los árboles tanto en la pared este como en la oeste.

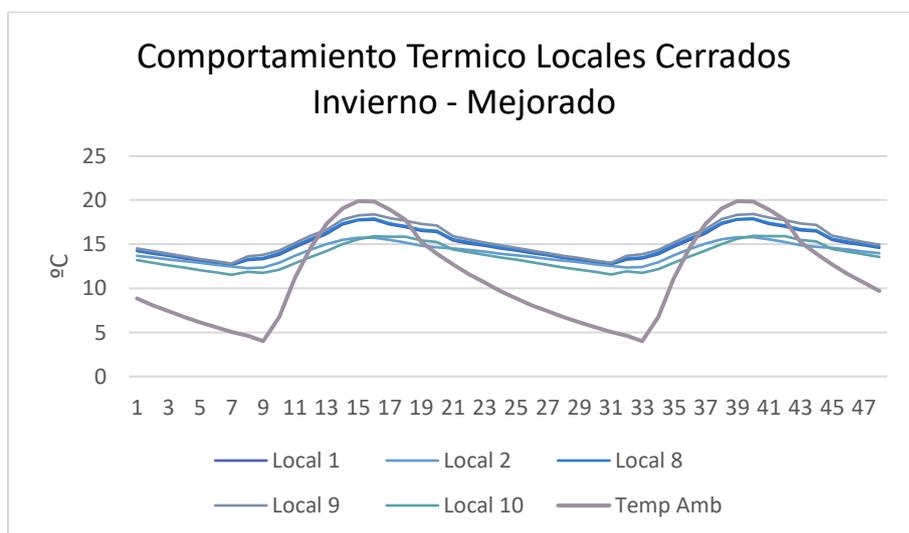


Figura 172: Comportamiento Térmico Locales Cerrados Mejorados Sector Salud

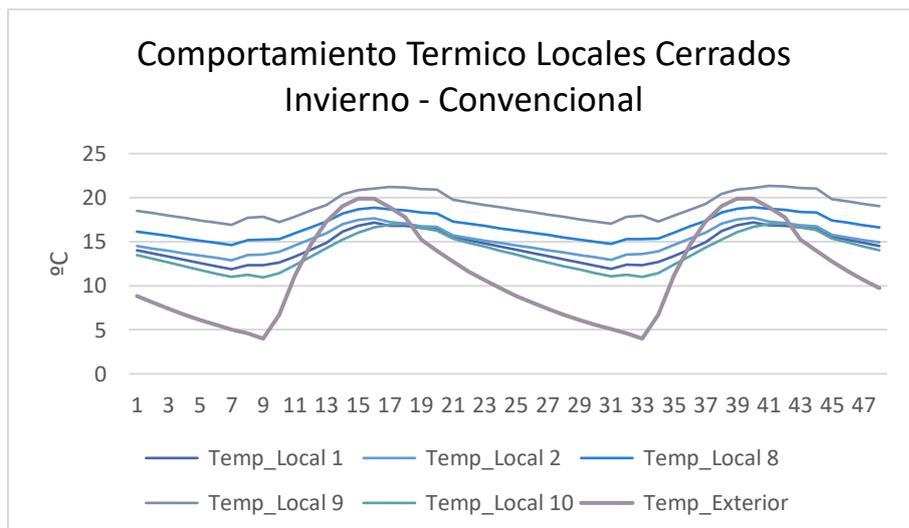


Figura 173: Comportamiento Térmico Locales Cerrados Convencionales Sector Salud

Se observa que las mejoras planteadas producen un comportamiento térmico más uniforme en todos los locales cerrados, lo que se manifiesta en el gráfico con líneas más

unidas y una curva más plana. Los locales no alcanzan la zona de confort en ningún momento del día. Mientras los locales 1 y 2 mejoran en hasta 2 °C su comportamiento térmico, los locales 8, 9 y 10 pierden hasta 3 °C

Los locales destinados a circulaciones y esperas, registran una clara mejora en el comportamiento térmico sobre todo a la mañana y la siesta en hasta 2 °C. (Figuras 174 y 175)

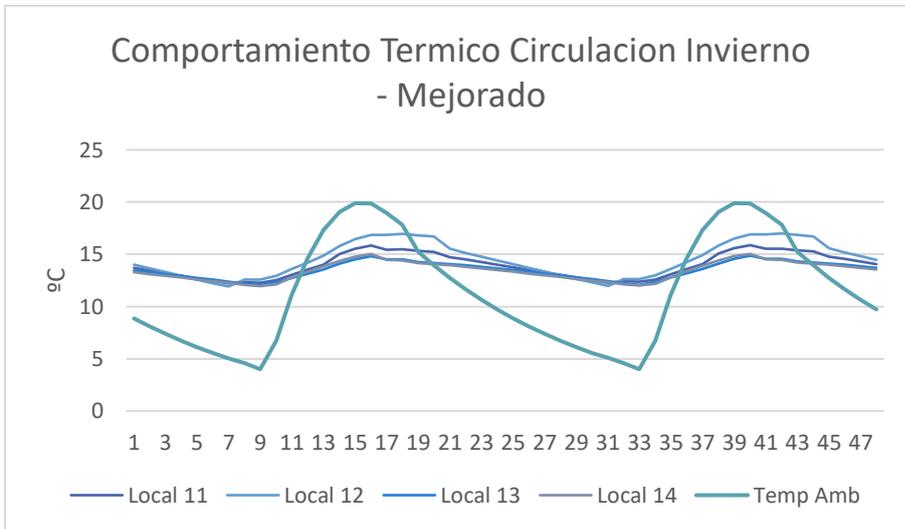


Figura 174: Comportamiento Térmico Circulaciones y Esperas Mejorado Sector Salud

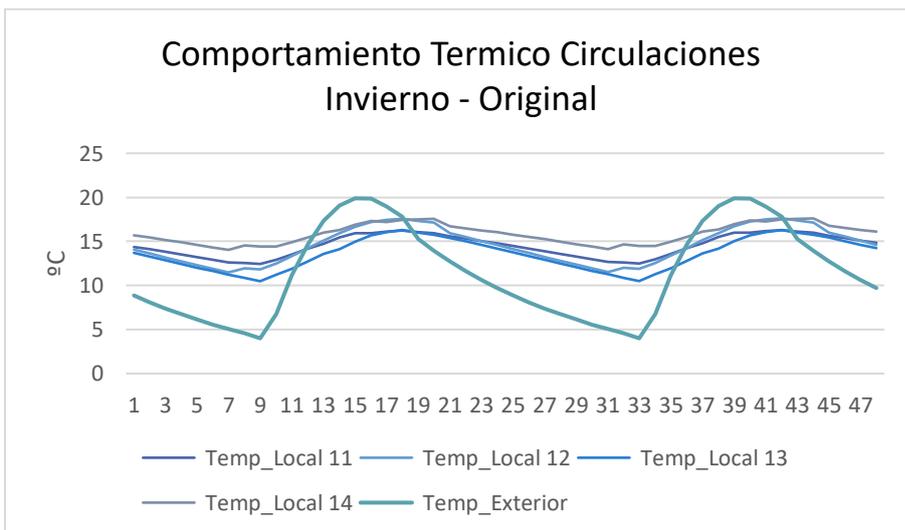


Figura 175: Comportamiento Térmico Circulaciones y Esperas Convencional Sector Salud

Invierno con Termostato – Mejorado. Se corre el programa considerando la utilización de equipos de acondicionamiento térmico en los Locales 1, 8 y 9 con una potencia de 2900 W y que funcionan entre las 8 hs y 13 hs. Se fija el termostato en 20 °C.

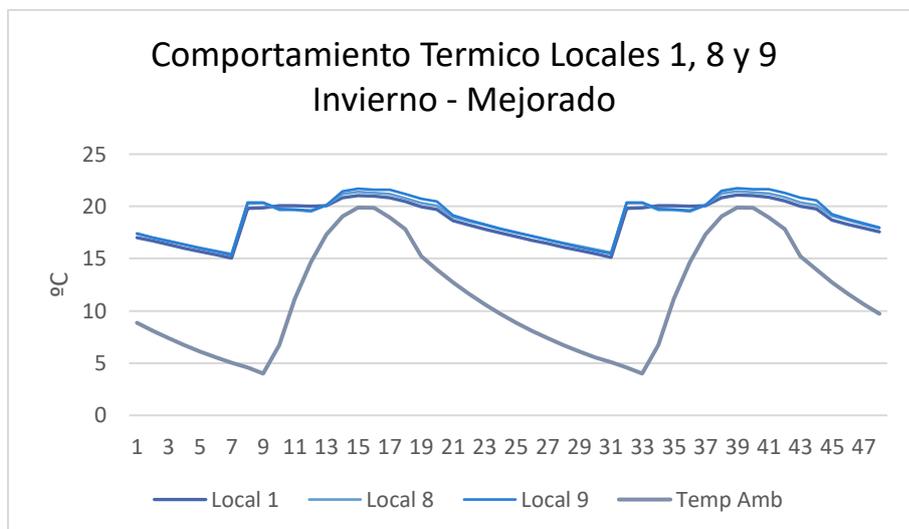


Figura 176: Comportamiento Térmico Locales 1, 8 y 9 Mejorados – Invierno

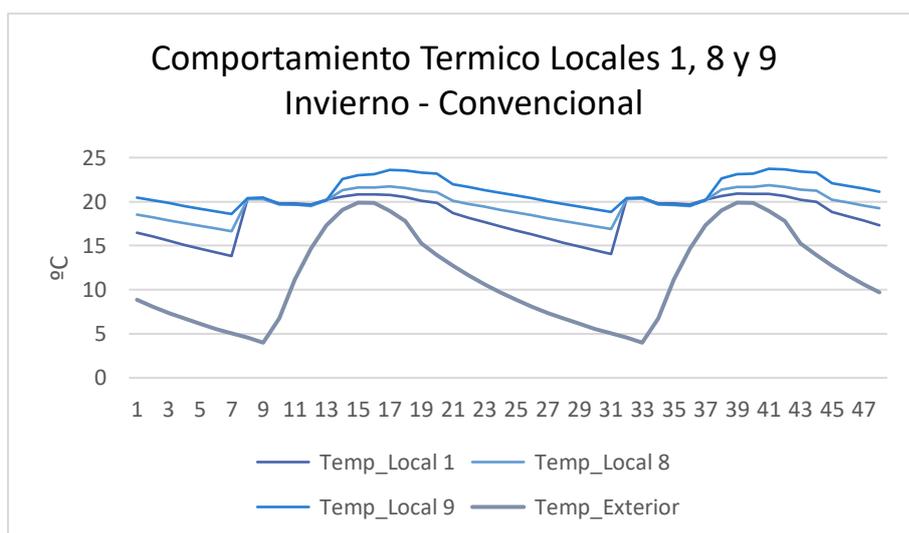


Figura 177: Comportamiento Térmico Locales 1, 8 y 9 Convencional – Invierno

Si se comparan los gráficos que reflejan la situación convencional y la mejorada, se observa que los tres locales se acercan en el registro de temperaturas interiores, manteniéndose entre los 13 °C y 22 °C. En las horas donde no se utiliza el equipo de AA, la temperatura del Local 1 (el más frío) mejora su comportamiento. (Figuras 176 y 177)

Conclusiones Parciales

Los locales habitables (Local 1 y 9) que se encuentran rodeados por las circulaciones y con serios problemas de iluminación y ventilación, son los que menos diferencias presentan en cuanto al comportamiento térmico.

Considerando la acción de la ventilación nocturna a través de extractores eólicos, la diferencia entre la propuesta convencional y la mejorada es de 1 °C.

Los pasillos este y oeste (Local 12 y 13) que fueron mejorados, no solo en la resistencia de sus envolventes, sino que fueron sombreados, presentan una marcada mejora en relación a los locales interiores. Cuando se registran las máximas temperaturas exteriores, en el interior de estos espacios se aprecia un retardo de 3 hs y una diferencia de hasta 3 °C en la temperatura interior.

El hall de ingreso (Local 14), si bien mejoró en un promedio de 1.5 °C, se sigue manteniendo con temperaturas por encima de la exterior a pesar de las mejoras en la resistencia de las envolventes.

Si se analiza el comportamiento general de los locales, la simulación indica que, tanto en los locales cerrados como en las circulaciones, la acción directa de la ventilación contribuye a mejorar las condiciones internas de los mismos en hasta 2 °C

Discusión

La evaluación de programas y normas indican que SFVC se encuentra en discomfort la mayor parte del año, siendo necesario implementar estrategias para mejorar el confort higrotérmico interno de los edificios. Aplicando técnicas de Enfriamiento y Calentamiento Pasivo se puede mejorar el confort entre un 60% y 80%, dejando el resto para instalaciones termomecánicas. Durante el 38% del año se experimentan situaciones de confort (madrugadas de verano y siestas de invierno), mientras que el 44% requiere enfriamiento y el 22% calentamiento. Las técnicas pasivas en verano incluyen aislamiento, sombreado y ventilación cruzada, mientras que en invierno se enfocan en la captación y conservación del calor.

CIC SUR

Los resultados obtenidos utilizando los indicadores morfológicos, indican que el edificio no es eficiente energéticamente. El Índice de Compacidad (IC) muestra que el edificio no es compacto, lo cual contribuye a pérdidas significativas de calor. Asimismo, el Factor de Forma (FF) no verifica para asegurar una estructura adecuada para climas cálidos. Sin embargo, el Factor de Área Envolvente/Piso (FAEP) verifica, aunque apenas, sugiriendo una configuración moderadamente aceptable en términos de conservación energética.

El análisis del comportamiento térmico de los materiales del CIC Sur revela que el edificio no cumple con las condiciones mínimas de confort higrotérmico. El techo de losa presenta un alto riesgo de condensación superficial e intersticial, con un coeficiente de transmitancia térmica elevado excediendo el valor del techo de chapa. Aunque los muros exteriores de ladrillos cerámicos huecos de 18 cm cumplen con el K mínimo recomendado, la carpintería de marco de chapa con vidrio simple presenta altos valores de transmitancia térmica y problemas graves de infiltración de aire debido a la ausencia de burletes y cierres herméticos.

El Balance Térmico de Invierno (BTI) del edificio convencional muestra que las mayores pérdidas de calor (Gcal) se deben a la infiltración, causada por la baja calidad de las carpinterías y la falta de elementos protectores como celosías y burletes, seguida por los dos

tipos de techos en igual proporción. El Balance Térmico de Verano (BTV) muestra que las mayores ganancias de calor se producen por el calor sensible que atraviesa los techos y la ventilación generada por los usuarios para "refrescar" los ambientes. Otro factor influyente es la carpintería, que por conducción, infiltración y radiación alcanza valores similares a las ganancias por los techos.

Comparando los resultados del edificio convencional con los incorporados en las mejoras, se obtiene un ahorro del 57% en la Carga Térmica de Calefacción Anual. En el estado original, se necesitarían 13 calefactores de 5000 kcal/h para calefaccionar el CIC Sur, pero con las mejoras, el número baja a 6 calefactores de las mismas características. En cuanto a la Carga Térmica de Refrigeración Anual, se logra un ahorro del 34%. Inicialmente, se necesitarían 17 unidades de aire acondicionado de 3000 frig/h para refrigerar el CIC Sur, pero con las mejoras, el número baja a 10 unidades de las mismas características.

La mayor inversión en la rehabilitación de componentes constructivos corresponde a techos y muros, seguida por la optimización de carpinterías, que mejoran las transmitancias térmicas y reducen las infiltraciones de aire mediante burletes y celosías en ventanas. Los costos de construcción son altos debido a los materiales elegidos, especialmente aquellos que no son de uso estándar, como los morteros termoaislantes con perlitas de EPS. Sin embargo, la rehabilitación muestra un gran potencial para mejorar las condiciones térmicas y reducir la energía necesaria para refrigeración, aumentando también el confort invernal. El aumento de costos oscila entre un 5% y un 10% adicional al costo del edificio tradicional, dependiendo del nivel de terminaciones.

SECTOR SALUD

Los resultados del monitoreo indican que las condiciones ambientales en el sector Salud no alcanzan el confort higrotérmico durante la mayor parte del día, especialmente en los días más cálidos. Los locales más afectados por la radiación solar y la falta de ventilación natural son los consultorios, que registran las mayores temperaturas interiores.

El diseño y orientación del edificio contribuyen a estas condiciones, con una gran exposición de muros y ventanas sin protección solar. La falta de vegetación y sombra natural en el entorno también agrava el problema, aumentando la ganancia de calor en las superficies expuestas.

El análisis de las amplitudes térmicas muestra variaciones significativas entre los diferentes locales. Los consultorios presentan amplitudes térmicas del orden de los 10 °C y 11 °C respectivamente, lo que indica una alta sensibilidad a los cambios de temperatura exterior. En contraste, el Hall de Ingreso presenta una menor amplitud térmica de 9 °C, lo que refleja un mejor comportamiento térmico debido a una construcción más compacta y una ventilación natural más efectiva.

El comportamiento térmico del edificio también se ve influenciado por los materiales de construcción. Los techos de chapa, utilizados en los consultorios, tienden a calentarse rápidamente y a mantener altas temperaturas durante la noche. En cambio, los techos de losa, como en el Hall de Ingreso y el Pasillo Técnico, ofrecen una mejor resistencia térmica, aunque no logran evitar completamente el discomfort térmico debido a la radiación solar directa en las superficies verticales.

La necesidad de emplear energía auxiliar para el acondicionamiento térmico del edificio es evidente, ya que solo tres locales están acondicionados mecánicamente. Estos tres locales representan un 21.4 % del consumo total de energía eléctrica del edificio CIC sur, lo que sugiere una alta demanda energética para mantener condiciones mínimas de confort.

Durante el periodo estival, se realizan simulaciones de temperaturas internas en los locales, comparando aquellos con y sin equipos de aire acondicionado (AA). Los locales con AA, como los consultorios (Locales 1 y 8) y la enfermería (Local 9), lograron mantener una temperatura interna constante de 26 °C con equipos de 2900 W funcionando entre las 13 hs y 20 hs. En contraste, los locales sin AA registraron temperaturas internas superiores, alcanzando hasta 37.7 °C. En el periodo invernal, los locales con termostato y equipos de calefacción mantuvieron temperaturas de confort entre 18 °C y 20 °C durante la jornada

laboral, con equipos de 2900 W funcionando entre las 8 hs y 13 hs. Los locales sin termostato promediaron temperaturas de 11.5 °C, lejos de los niveles de confort deseados. Los locales más cálidos, como el Local 9 (enfermería), alcanzaron temperaturas superiores a 20 °C durante toda la jornada. En verano, la diferencia de temperatura entre locales con y sin AA fue de hasta 11 °C. En invierno, la disparidad entre locales con y sin termostato fue aún mayor, variando entre 10 °C y 19 °C, subrayando nuevamente la relevancia del control térmico.

Las áreas más cálidas se encuentran al norte del edificio, especialmente en las circulaciones y halls de espera, donde la temperatura interior sigue la variación exterior en los locales más ventilados. Los sectores sin ventilación natural mantienen elevadas temperaturas por encima de la media diaria. Las áreas más frías están en el perímetro del edificio, donde los locales contactan con el exterior.

Los datos obtenidos permiten concluir que la orientación, ventilación y el uso de equipos de acondicionamiento térmico son cruciales para mantener temperaturas confortables en diferentes estaciones, y que la eficiencia térmica puede mejorarse significativamente con un diseño adecuado y la utilización de materiales idóneos.

Limitaciones. La falta de encuestas precisas y el registro diario y detallado de las actividades, días y horarios de uso de los equipos de acondicionamiento de aire, apagado y encendido de luces, así como los horarios exactos de uso de las instalaciones impidió una evaluación precisa de los resultados del monitoreo higrotérmico y energético.

El registro del consumo de energía eléctrica en el Sector Salud se complicó debido a la existencia de un único medidor para todo el CIC, el cual también contabiliza los consumos de otras áreas, como el área Social, el SUM y la Policía.

En cuanto al empleo del programa SIMEDIF, como herramienta de simulación del comportamiento higrotérmico de un edificio, representó un gran desafío por su complejidad en el cargado de datos y las continuas perturbaciones en la elaboración de resultados. Una mirada crítica al proceso de simulación permite establecer que es crucial definir claramente

los locales a simular, definiendo sectores acotados mejorando así la precisión del modelo y asegurando que las soluciones propuestas sean efectivas y realistas.

Inicialmente, el trabajo de investigación incluía la simulación y el monitoreo de todo el edificio. Sin embargo, debido a cambios en la composición del equipo, se decidió centrarse únicamente en el sector salud.

Líneas investigación futuras:

- Simular la carga térmica de calefacción y refrigeración, así como el comportamiento térmico de las paredes del sector Salud con las mejoras propuestas.
- Monitorear y simular el comportamiento térmico de un edificio público con diseño moderno y materiales no tradicionales.
- Monitorear y simular el comportamiento térmico de un edificio público con diseño y materiales propios de la región.

Conclusiones

El diseño bioclimático en edificios públicos enfrenta varios desafíos importantes, entre ellos la falta de conciencia y comprensión sobre los principios bioclimáticos. Muchos arquitectos, urbanistas y responsables de proyectos no están completamente familiarizados con las estrategias bioclimáticas siendo la educación y la capacitación esenciales para promover la adopción de prácticas sostenibles en el diseño y la construcción

En proyectos públicos, a menudo hay presiones para reducir costos y cumplir con plazos de entrega ajustados. El diseño bioclimático puede requerir inversiones iniciales adicionales, lo que puede ser percibido como una carga financiera. Así mismo las regulaciones y códigos de construcción pueden ser antiguos y no estar alineados con los principios bioclimáticos y la falta de incentivos o requisitos específicos para la sostenibilidad dificulta su implementación. También la resistencia cultural y la tradición en la industria de la construcción pueden dificultar la adopción de enfoques innovadores

La implementación de esta metodología de análisis y evaluación de las condiciones de habitabilidad en edificios públicos existentes ha demostrado ser sumamente eficiente y efectiva. Esta práctica permite la articulación de propuestas de refuncionalización energética con resultados tangibles y comprobables. Además, en el ámbito de los edificios públicos propuestos a nivel nacional, sería prudente realizar una evaluación previa a la construcción por parte de profesionales especializados en diseño bioclimático. El estudio de la forma y las características constructivas, así como la simulación térmica, son herramientas de fácil aplicación que actúan como indicadores de la eficiencia energética del proyecto. En cuanto a los edificios nuevos diseñados para la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca, la incorporación de estrategias bioclimáticas desde la génesis del proyecto redundaría en beneficios significativos en términos de confort, impacto económico y eficiencia energética.

En resumen, la implementación exitosa del diseño bioclimático en edificios públicos requiere superar estos desafíos mediante una combinación de educación, regulaciones adecuadas, colaboración interdisciplinaria y una visión a largo plazo hacia la sostenibilidad.

Referencias

- Alonso, M. (2020) *Tecnologías Sustentables de Eficiencia Termo-Energética. Viviendas Barriales de la Ciudad de La Rioja. Caso de Estudio "Ciudad Nueva"*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina
- Arballo, Bruno Damián, Kuchen, Ernesto, & Chuk, Daniel. (2022). Optimización multiobjetivo de la eficiencia energética y el confort térmico en edificios de oficina públicos. periodo crítico de verano en la ciudad de San Juan, Argentina. *Revista hábitat sustentable*, 12(1), 102-113. <https://dx.doi.org/10.22320/07190700.2022.12.01.07>
- Avalos, S., Sánchez, G., Calvo, M., Benvenuto, O., Tambussi, R., Gatani, M., (2016) *Evaluación Energética y Simulación en Edificios Públicos: El caso de la ampliación del edificio de la FAUD-UNC*. Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño. UNC. Ponencia presentada en el XXXV Encuentro ARQUISUR y XX Congreso: Hábitat Sustentable. Concepción, Chile. 2016
- Azqueta, P. (2014) *Manual Práctico del Aislamiento Térmico en la Construcción*. EPS Poliestireno Expandido. Asociación Argentina del Poliestireno Expandido.
- Banco de la Nación Argentina (2024) Cotización de Billetes.
- Castrogiovanni, S. (2016). Las políticas públicas en el desarrollo local. *Revista San Gregorio*, 35-63.
- Código de Edificación San Fernando del Valle de Catamarca. Ordenanza 2843 de 1995. Capítulo 3, Inciso 10. 09 de febrero de 1995. Catamarca. Argentina
- Código Innova Chile - 09CN14-5706. (2012) *Manual de Diseño Pasivo y Eficiencia Energética en Edificios Públicos. Proyecto "Evaluación de Estrategias de Diseño Constructivo y de Estándares de Calidad Ambiental y Uso Eficiente de Energía en Edificaciones Públicas, Mediante Monitorización de Edificios Construidos"*
- Czajkowski, J., Gómez, A., Birche, B., Berardi, R., Basualdo, D., Czajkowski, M. y Basualdo Rapetti, J. (2023). *Edificios municipales energéticamente eficientes y sustentables» Caso: CIC – Centro Integrador Comunitario "El Nido" Neuquén, Neuquén*. Proyecto

- EUROCLIMA. Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable. FAU/ UNLP. La Plata. Argentina
- Czajkowski, J., Gómez, A., Birche, B., Berardi, R., Basualdo, D., Czajkowski, M. y Basualdo Rapetti, J. (2023). *Edificios municipales energéticamente eficientes y sustentables» Caso: CIC – Centro Integrador Comunitario “Los Pioneros” Chacabuco, Provincia de Buenos Aires*. Proyecto EUROCLIMA. Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable. FAU/ UNLP. La Plata. Argentina
- Centro de Estudios Energía y Medio Ambiente. (CEEMA) (2000). Programa para el cálculo de Transmitancia Térmica y Verificación de Condensación superficial e intersticial. Instituto de Acondicionamiento Ambiental de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNT. Tucumán
- Centro de Estudios Energía y Medio Ambiente. (CEEMA) (2002). Método de Mahoney para determinación de Pautas de Diseño Bioclimático, para climas Templado Húmedo y Cálido Seco. Instituto de Acondicionamiento Ambiental de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNT. Tucumán
- Centro de Estudios Energía y Medio Ambiente. (CEEMA) (2002). Programa para el cálculo de Situación de Confort, Evaluación de Necesidades de Enfriamiento o Calefacción y Determinación de Necesidades de Sombra. Instituto de Acondicionamiento Ambiental de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNT. Tucumán
- Centro de Estudios Energía y Medio Ambiente. (CEEMA) (2002). Programa para el cálculo de Situación de Confort: Voto Medio Predecible (PMV) y Porcentaje de Insatisfacción Predecible (PPD) para situación climática anual. Instituto de Acondicionamiento Ambiental de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNT. Tucumán
- Centro de Estudios Energía y Medio Ambiente. (CEEMA) (2003). Programa para la Determinación del Diagrama de Givoni. Instituto de Acondicionamiento Ambiental de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNT. Tucumán

Centro de Estudios Energía y Medio Ambiente. (CEEMA) (2003) Programa para la Determinación del Diagrama de Olgay. Instituto de Acondicionamiento Ambiental de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNT. Tucumán

Climate Consultant 6.0 (2022) <https://climate-consultant.informer.com/>

Decreto 31 de 2023. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Argentina. Por medio del cual se declaran prioritarias la política pública nacional de manejo y gestión sostenible de los recursos utilizados por los organismos del sector público nacional y las prácticas de consumo y de habitabilidad que se implementen. 20 de enero de 2023

Decreto 351 de 1979. Poder Ejecutivo Nacional (P.E.N.) Argentina. Se reglamenta la Ley N° 19587 y se deroga el Anexo aprobado por Decreto N° 4160/73. 05 de mayo de 1979

Eller de Ferreyra, B. y Vivas, A (2013) *Importancia del Servicio Meteorológico Urbano (UNCa) en el conocimiento del clima de San Fernando del Valle de Catamarca*. Cátedra de Climatología Agraria. Facultad Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca. Cátedra de Climatología. Dpto. Geografía. Facultad de Humanidades. Universidad Nacional de Catamarca. Argentina

Estándar ASHRAE 55 (2013) *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Sociedad Estadounidense de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE) EEUU

Estándar ASHRAE 62.1 (2019) *Ventilación y calidad aceptable del aire interior*. Sociedad Estadounidense de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE) EEUU

Estándar ASHRAE 170 (2017) *Ventilación de Instalaciones de Atención Médica*. Sociedad Estadounidense de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE) EEUU

Esteves, A. (2005) *La Forma en la Arquitectura Sustentable. Uso de Indicadores*. Especialización en Diseño Bioclimático. Modulo IV. UNCa. Argentina

- Esteves A. y Gelardi, D. (2003) *Balance Térmico de Edificios Sustentables. Manual Operativo*. Instituto de Estudios para el Medio Ambiente (IEMA) Dirección de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (DICYT) Universidad de Mendoza. Argentina
- Esteves A. y Gelardi, D. (2006) Relación entre los costos relativos de viviendas sustentables y su forma. Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas y Vinculación. Universidad de Mendoza. Argentina. IX Encontro Nacional e V Latino Americano de Conforto no Ambiente Construido.
- Filippín, C., Flores Larsen, S., Lesino, G. (2002) [Simulación térmica de verano de un sector del bloque de residencias estudiantiles bioclimáticas en Santa Rosa, La Pampa](#). Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 6, Nº 1, 2002. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184
- Filippín, C., Flores Larsen, S., Lesino, G. (2004) *Monitoreo y simulación del comportamiento térmico de una escuela rural en Algarrobo del Águila, La Pampa*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 8, Nº 1, 2004. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184
- Filippín, C., Marek, L. (2004) *Monitoreo Higrotérmico, Energético y Socio Ambiental de una Escuela Solar en la Provincia de La Pampa*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 8, Nº 1, 2004. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184
- Flores Larsen, S., Filippín, C., Lesino, G. (2004) *Monitoreo y Simulación Térmica de temperaturas superficiales de paredes*. INENCO - Instituto de Investigaciones en Energías No Convencionales – U.N.Sa. – CONICET Universidad Nacional de Salta. Argentina
- Flores Larsen, S., Lesino, G. (2000) Simedif 2000: Nueva versión del programa de diseño y cálculo de edificios. INENCO, UNSa – CONICET. Salta. Argentina
- Flores Larsen, S., Lesino, G. (2001) *Modelo Térmico del Programa SIMEDIF de Simulación de Edificios*. INENCO, UNSa – CONICET. Salta. Argentina

- Flores Larsen, S. (2006) *Uso de modelos de simulación en la optimización energética de los edificios*. Especialidad en Diseño Bioclimático. Módulo II: Climatización natural y sistemas especiales de control ambiental en el diseño sostenible. UNCa. Argentina
- Galíndez, Camila B., Javi, Camila B. (2022) *Políticas Públicas y Leyes argentinas y salteñas sobre Energías Renovables en clave de transición energética justa*. Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional (INENCO, UNSa – CONICET) Consejo de investigación, Universidad Nacional de Salta. Argentina
- Gallipoliti, V., Jacobo, G., Alías, H., Martina, P., y Corace, J. (2012) *Análisis constructivo y de desempeño higrotérmico - energético en aulas del edificio de la Facultad de Arquitectura de la UNNE para periodo de invierno*. Cátedra Instalaciones II y Cátedra Estructuras II. Área de la Tecnología y la Producción. Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU). Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) Chaco. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 16, 2012. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184
- García, V., Bedini, F., Alonzo, M., Lorefice, M., & Cativa, L. (2012). *Monitoreo higrotérmico de una vivienda de interés social en la ciudad de La Rioja-Argentina*. In Anais Congresso Brasileiro de Energía Solar-CBENS.
- García, V., Iriarte, A., Flores, S., Lesino, G. (2008) *Monitoreo Higrotérmico de un Edificio Acondicionado para Propagación Agámica de Plantas*. Grupo de Energías Renovables Catamarca, INENCO – CONICET. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Catamarca. Argentina
- Gómez, A., Czajkowski, J., Birche, B., Berardi, R., Basualdo, D. y Basualdo Rapetti, J. (2023). *Comportamiento higrotérmico de un edificio Patrimonial. Caso Estación Joven en Pérez, Santa Fe*. Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable, FAU, UNLP/ CIC/ CONICET. La Plata. Argentina
- Grossi Gallegos, H. y Righini, R., (2007) *Atlas de Energía Solar de la República Argentina*. SECyT. Buenos Aires

- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC) (2010) Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010. Argentina. <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-CensoProvincia-3-999-10-049-2010>
- Ley 19587 de 1972. Poder Ejecutivo Nacional (P.E.N.) Argentina. Por la cual se establecen las Condiciones de Higiene y Seguridad en el Trabajo en todo el Territorio de la República Argentina. 21 de abril de 1972.
- Ley 26190 de 2009. Honorable Congreso de la Nación Argentina. Por la cual se establece Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía destinada a la Producción de Energía Eléctrica. 20 de mayo de 2009
- Ley 27191 de 2015. Honorable Congreso de la Nación Argentina. Por la cual se establece Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía destinada a la Producción de Energía Eléctrica. 15 de octubre de 2015
- Ley 27191 de 2017. Honorable Congreso de la Nación Argentina. Por la cual se establece Régimen de Fomento Nacional a la generación Distribuida de Energía Renovable integrada a la Red Eléctrica Pública. 30 de noviembre de 2017
- Ley 27520 de 2019. Honorable Congreso de la Nación Argentina. Por la cual se establecen los Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental para garantizar acciones, instrumentos y Estrategias adecuadas de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático en todo el Territorio Nacional. 20 de noviembre de 2019
- López, S. (2008). *Implementación del Proyecto Centros Integradores Comunitarios en el Municipio de Berisso*. V Jornadas de Sociología de la Universidad Nacional de La Plata. FAHCE - UNLP. La Plata. Argentina
- Mazzocco, M., Filippín, C. (2016) *Diseño de vivienda para la ciudad de Córdoba, Argentina Simulación energética y optimización*. I Encuentro Nacional sobre Ciudad, Arquitectura y Construcción Sustentable. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata. 23 al 27 de mayo de 2016

Ministerio de Economía. ENRE. (2022) *Consumo Básico de electrodomésticos*.
<https://www.argentina.gob.ar/enre/uso-eficiente-y-seguro/consumo-basico-electrodomesticos>

Ministerio del Interior. Obras Públicas y Vivienda (2018) *Guía para el Cálculo de Transmitancia Térmica. Para Sistemas Constructivos Tradicionales, Cálculos de Transmitancia Térmica (Factor K) y Riesgo de Condensación*. Secretaria de Vivienda. Dirección Nacional de Acceso al Suelo y Formalizaciones. Presidencia de la nación. Argentina

Molina, C, & Veas, L. (2012). *Evaluación del confort térmico en recintos de 10 edificios públicos de Chile en invierno*. Revista de la construcción, 11(2), 27-38. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-915X2012000200004>

Norma DIN 1946 – 4 (2014) Instituto Alemán de Normalización (DIN) Establece los valores de renovaciones por hora según los locales. Se aplica a los sistemas de climatización y ventilación en edificios de atención sanitaria, como hospitales y clínicas. Alemania

Norma IRAM Nº 11549, (1993) *Aislamiento térmico de edificios. Vocabulario*. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, Buenos Aires, Argentina.

Norma IRAM 11601 (1996) *Acondicionamiento térmico de edificios. Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario*. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, Buenos Aires, Argentina.

Norma IRAM 11603 (1996). *Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación Bioambiental de la República Argentina*. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Buenos Aires, Argentina.

Norma IRAM 11604 (1990). *Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor. Cálculo y valores límites*. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, Buenos Aires, Argentina.

Norma IRAM 11605 (1996) *Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos.* Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, Buenos Aires, Argentina.

Norma IRAM 11625 (2000) *Aislamiento térmico de edificios. Verificación del riesgo de condensación del vapor de agua superficial e intersticial en los paños centrales de muros exteriores, pisos y techos de edificios en general.* Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, Buenos Aires, Argentina.

Norma IRAM 11630 (2000) *Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Verificación del riesgo de condensación intersticial y superficial en puntos singulares de muros exteriores, pisos y techos de edificios en general.* Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, Buenos Aires, Argentina.

Norma IRAM 11659 (2004) *Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en refrigeración. Parte 1: Vocabulario, definiciones, tablas y datos para determinar la carga térmica de refrigeración.* Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, Buenos Aires, Argentina.

Norma IRAM 11659-2 (2007) *Acondicionamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en refrigeración. Parte 2: Edificios para viviendas y edificios de vivienda.* Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, Buenos Aires, Argentina.

ONU – HABITAT (2022). *Guía de Diseño Participativo para una Red de Espacios Públicos en Cancún.* México

Ré, G., Filippín, C. (2021) Evaluación Energética y Rehabilitación de la Envolvente edilicia de una Escuela en Zona Bioambiental Templada Cálida, Argentina. *Informes de la Construcción*, 73 (563) e407. <https://doi.org/10.3989/ic.79374>

San Fernando del Valle de Catamarca. (2022) Geografía. Clima. En Wikipedia. https://es.wikipedia.org/wiki/San_Fernando_del_Valle_de_Catamarca#Referencias.

- Sauzuk, S (2022) Lugares de Catamarca dentro de sus respectivos Departamentos: Capital. *Geografía de Catamarca*. <https://geografiacatamarca.blogspot.com/2014/02/San-Fernando-del-Valle-de-Catamarca.html>
- Servicio Meteorológico Nacional. SMN (2021) Estadísticas Climatológicas Normales: República Argentina - Periodo 1991-2020. <https://www.smn.gob.ar/estadisticas>
- Subsecretaria de Ciencia y Tecnología (SuCyTca, 2021) Ministerio de Ciencia e Innovación Tecnológica. Subsecretaria de Ciencia y Tecnología. Catamarca. Argentina. <http://meteo.sucytca.gob.ar/>
- UNE EN ISSO 7730 (2006) Ergonomía del Ambiente Térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local. España
- Vigo, M. (2010). *Propuestas para el Diseño Urbano Bioambiental en Zonas Cálidas Semiáridas*. Caso Área del Gran Catamarca. Universidad Nacional de Catamarca Secretaría de Ciencia y Tecnología - Editorial Científica Universitaria ISBN: 978-987-661-048-3
- Volantino, V. y Cornejo Siles, E (2008) *Evolución del comportamiento energético debido a las infiltraciones de aire en diferentes tipos de carpinterías ensayadas en el laboratorio*. Unidad Técnica Habitabilidad Higrotérmica, INTI Construcciones. Buenos Aires, Argentina. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/95910>
- Watkins, M. y Salazar, G.(2012) *Estimación de la Irradiación Solar Media Mensual, para la Ciudad de Catamarca, usando el Modelo Híbrido de Yang*. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca. Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional de Salta. Argentina
- Weather and Climate (2021) Pronósticos meteorológicos e información climática en todo el mundo. <https://weather-and-climate.com/average-monthly-Rainfall-Temperature-Sunshine,san-fernando-del-valle-de-catamarca-ar,Argentina>