

ESTUDIO BIOCLIMÁTICO

PROYECTO

CONSTRUCCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA FISICA DE LA UNIDAD DE ATENCION PRIMARIA Y CONSULTA EXTERNA DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA.

Diciembre de 2022

Profesionales Responsables:

Arq. Estefanny Pamela Basto Urbina

Contenido

Introducción 2

1. NORMATIVA 3

2. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO 4

2.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 4

2.2.1 Modelo 3D 5

2.2.2 Espacios Evaluados 6

2.2.3 Materialidad 9

2.3 ARCHIVO CLIMÁTICO 10

2.3.1 Radiación solar 10

2.3.2 Temperatura 11

2.3.3 Humedad Relativa 12

2.3.4 Velocidad y dirección del viento 13

2.3.5 Clasificación del IDEAM 14

2.3.6 Diagrama psicrométrico 15

3. ANÁLISIS DE ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS 16

3.1 Radiación solar 16

3.2 Confort Visual exterior 21

3.3 Iluminación natural 23

3.4 Ventilación natural 28

..... 37

3.4.1 Confort Térmico 37

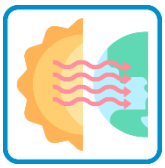
3.5 CONCLUSIONES Y ARTICULACION CON ARQUITECTURA. 45

ANEXOS 48

Introducción

Como parte integral del diseño de La nueva Sede de la Unidad de atención Primaria (UNAP) del Hospital del Sarare municipio de Saravena se ha vinculado el presente estudio bioclimático el cual fue estructurado de acuerdo con los requerimientos del proyecto.

En este informe se describen y analizan las diferentes estrategias bioclimáticas recomendadas con el objetivo de lograr una adecuada calidad ambiental interior en el espacio. Para esto se verificaron, con métricas objetivas, los indicadores de confort térmico y visual, así como la calidad de las renovaciones de aire. Los objetivos específicos de este informe se describen a continuación en relación con las estrategias bioclimáticas analizadas:



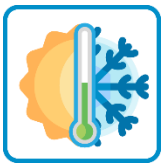
RADIACIÓN SOLAR:
Evaluar la implantación del proyecto respecto al Sol.
Según el análisis de trayectorias y ángulos solares dimensionar los porcentajes de aperturas y recomendar las especificaciones energéticas (sombra y calor) para las envolventes de vidrio.



ILUMINACIÓN NATURAL
Asegurar el cumplimiento de proporciones de aperturas efectivas para iluminación natural y verificar el nivel de confort visual en el espacio mediante la métrica de Factor de luz Diurna (DF).



VENTILACIÓN NATURAL
Verificar la implantación del proyecto en relación con la dinámica de vientos. Asegurar el cumplimiento de las proporciones de apertura efectiva de ventilación requeridas.



CONFORT TÉRMICO
Evaluar rangos de confort aplicables y verificar el comportamiento térmico interior en el espacio mediante la métrica de % de horas en disconfort.

1. NORMATIVA

Para el diseño bioclimático se tuvieron en cuenta los estándares más adecuados según el tipo de proyecto, su ubicación y clima. Las siguientes fueron las normativas consideradas:



RETILAP – RESOLUCIÓN 180540 DE 2010

Desarrollada por el Ministerio de Minas y Energía de Colombia, define el reglamento técnico de iluminación y alumbrado público.

En el proyecto se tuvo en cuenta para los estándares de confort visual.

CIBSE AM10

Desarrollada por la Institución Colegiada de Ingenieros de Edificaciones (CIBSE) con sede en Inglaterra. Define los métodos de cálculo para sistemas de ventilación natural en edificaciones NO residenciales.

Se tuvo en cuenta para la definición y cálculo de los sistemas de ventilación natural del proyecto.



EN 16798 – 1: 2019

Desarrollada por el Comité Europeo de Estandarización (CEN). Define criterios de eficiencia energética, ventilación, calidad del aire interior y condiciones térmicas en edificios.

En este proyecto se tuvo en cuenta para la definición del rango de confort.

2. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO

2.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto arquitectónico se encuentra ubicado en el municipio de Saravena, el tercer municipio más poblado del departamento de Arauca, el municipio hace parte de la Orinoquia Colombiana al noroccidente del departamento.

Sus coordenadas geográficas son:

Latitud: 6.95° N. - Longitud: 71.84 West - Altitud: 223 M.

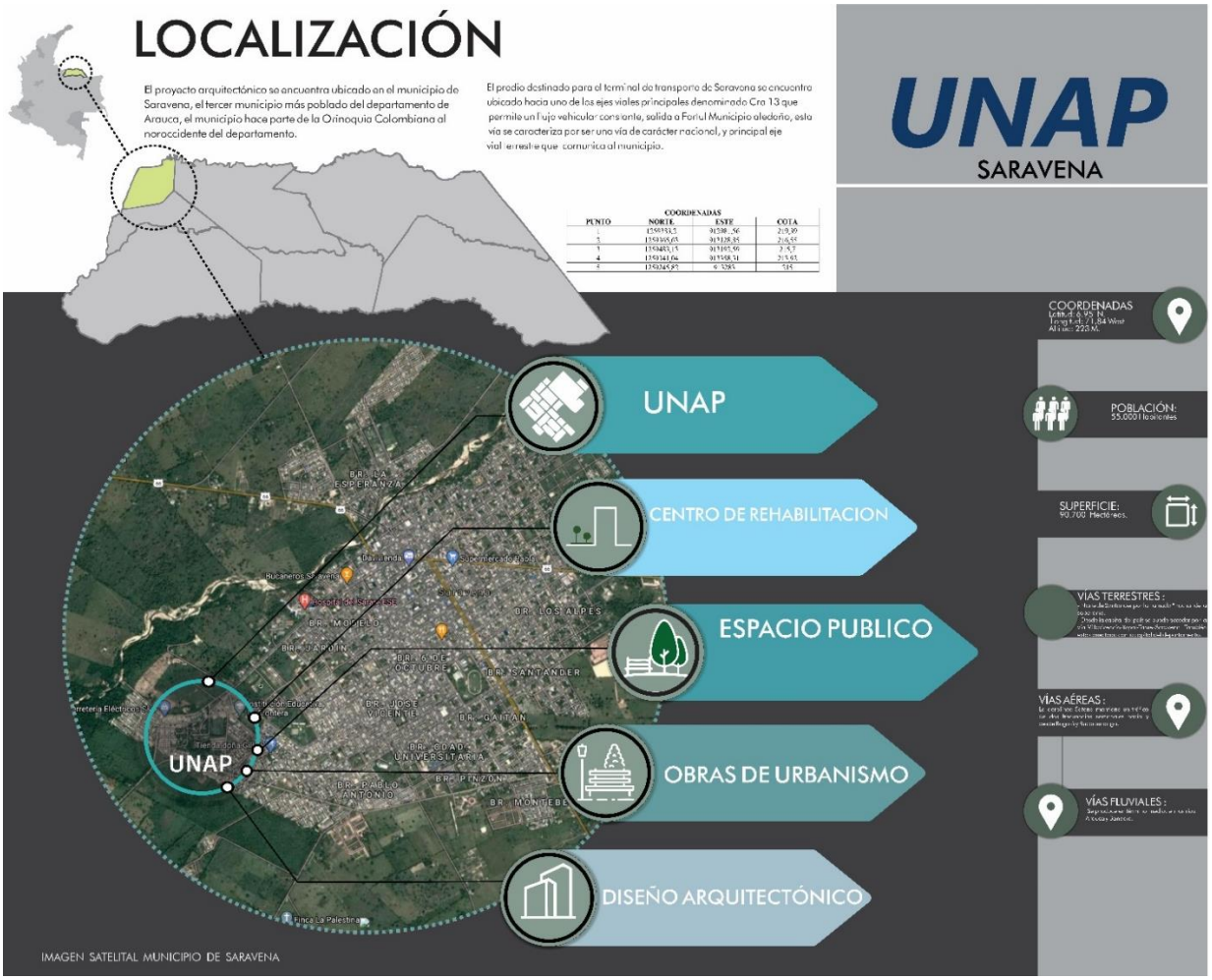


ILUSTRACIÓN 1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

Los límites se describen a continuación:

Norte: República de Venezuela desde la desembocadura del río Bojabá en el río Arauca, hasta la inspección de Puerto Lleras.
Sur: Municipio de Fortul.
Este: Municipios de Arauquita y Fortul.
Oeste: Departamento de Boyacá, sobre la cuenca del río Bojabá.

El predio destinado para La nueva Sede del Unidad de Atención Primaria UNAP del Hospital de Sarare está ubicado en la zona Sur occidental municipio ubicado en el Sector (Antiguo lNCORA) con matrícula inmobiliaria N° 410-57409, ficha catastral N° 01- 02-0152-0001 - 000, el predio cuenta con las siguientes colindancias: Norte con predios del municipio de Saravena en 67,00 metros del punto 1 al punto 2, en 14,00 metros del punto 2 al punto 3, en 78,33 metros del punto 3 al punto 4; ESTE con predios del municipio de Saravena en 67,00 metros del punto 4 al punto 5; SUR con predios del municipio de Saravena en 131,42 metros del punto 5 al punto 6; OESTE con predios del municipio de Saravena en 60,00 metros del punto 6 al punto 1 y encierra en su totalidad. Cedido por la administración Municipal a título gratuito destinado a la prestación de servicios de salud de la ESE HOSPITAL DEL SARARE.

2.2 MODELO DE LÍNEA BASE

El modelo de Línea Base permite hacer el diagnóstico inicial del proyecto desde la etapa de esquema básico. A partir de este diagnóstico se proponen las medidas de mejora para el diseño. En este capítulo se describen las características del modelo de Línea Base empleado para la definición del diagnóstico inicial de la Nueva sede Unidad de Atención Primaria UNAP de Saravena - Arauca.

2.2.1 Modelo 3D

Las simulaciones de radiación solar, confort visual, ventilación natural y confort térmico se realizaron utilizando el modelo en 3D que se ve en la siguiente imagen. Este modelo fue

creado en el software Design Builder[1] el cual tiene en cuenta las características del contexto (latitud, clima, orientación) y del proyecto (geometría, diseño, materiales), lo que permite obtener un modelo simplificado representativo de las características energéticas del proyecto real.

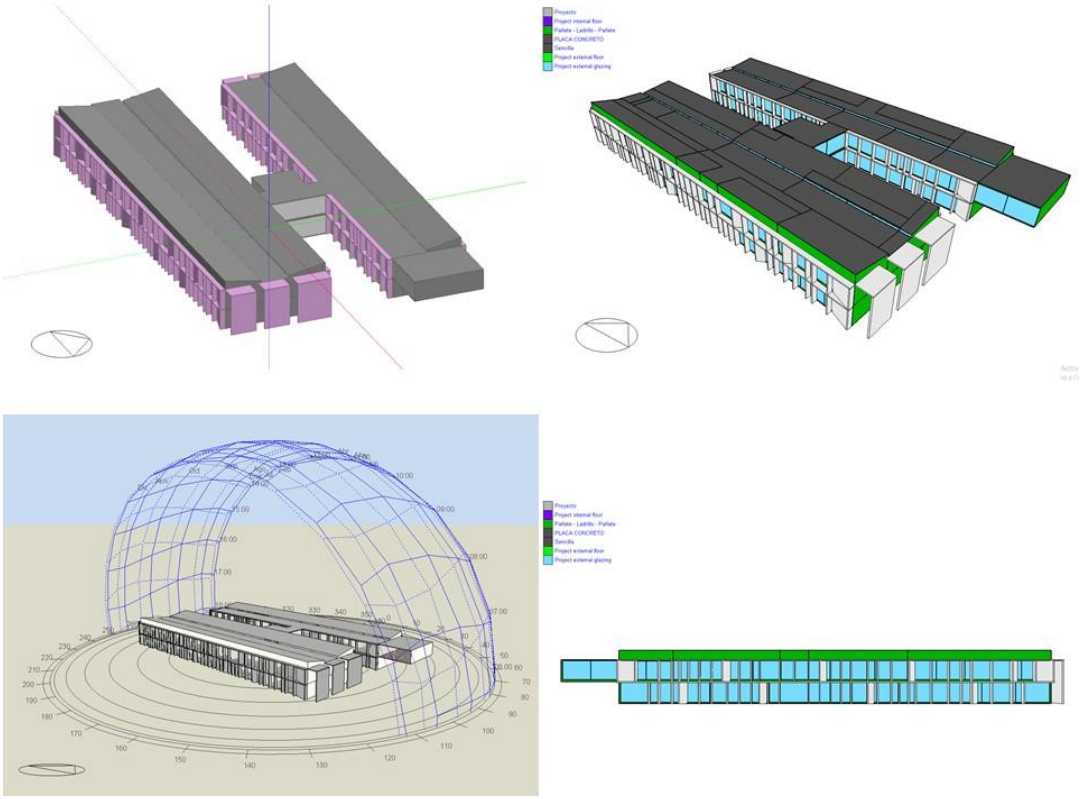


ILUSTRACIÓN 2. AXONOMETRÍA Y FACHADAS DEL MODELO ENERGÉTICO

2.2.2 Espacios Evaluados

Se realizó la modelación completa del edificio teniendo en cuenta la zonificación y distribución espacial definidas en la última actualización de diseño. En la imagen se observan las zonas definidas y agrupadas de acuerdo con las características de comportamiento

[1] Programa de modelación energética que utiliza como motor de cálculo Energy Plus, cumpliendo con el estándar ASNI / ASHRAE 140-2011 el cual avala el desempeño de la herramienta de cálculo empleada.

térmico. Las áreas de circulación “circulation”, gimnasios y salas de espera funcionarán de forma natural, mientras que las áreas de consultorios, odontología, vacunación y zona administrativa son espacios acondicionados con sistemas activos. Las zonas térmicas en las cuales se enfocan los estudios de este informe corresponden al área de circulación, salas de espera y gimnasios correspondientes al primer y segundo nivel en cada volumen de manera independiente.

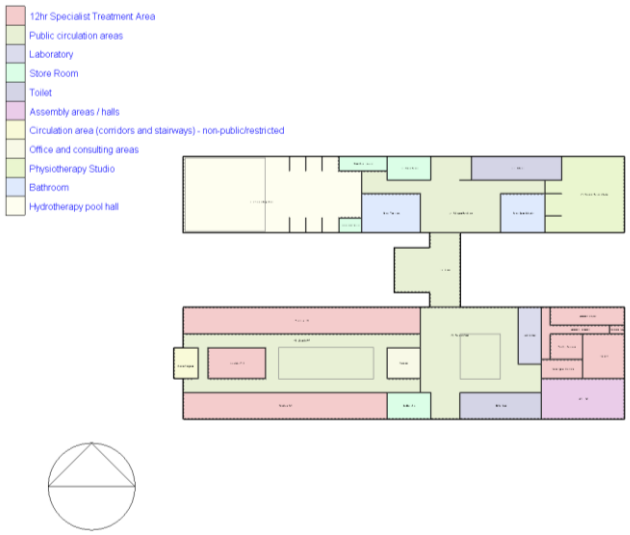


ILUSTRACIÓN 3. ZONAS TÉRMICAS UNAP PRIMER PISO

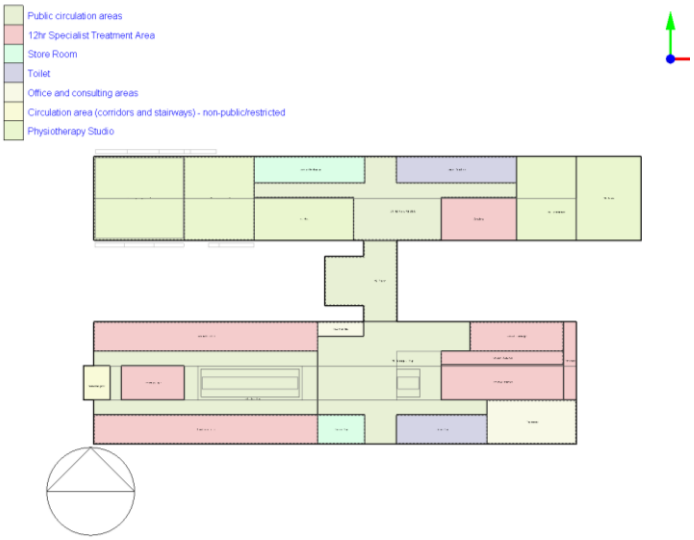


ILUSTRACIÓN 3. ZONAS TÉRMICAS UNAP SEGUNDO PISO

A continuación, se detallan los espacios a evaluar y los objetivos a profundizar con la implementación de diferentes estrategias bioclimáticas recomendadas para lograr una adecuada calidad ambiental interior en el espacio.



Iluminación Natural	01 Circulación PYP.	04 Circulación Unap
Ventilación Natural	02 Gimnasio	05 Terapia Ocupacional.
Ventilación Natura	03 Sala de espera Unap	06 Sala espera S.P.

ILUSTRACIÓN 4. OBJETIVOS A EVALUAR EN ZONAS DE ESTUDIO

2.2.3 Materialidad

En la siguiente tabla se describen las propiedades físicas de los materiales utilizados en el modelo de Línea Base. La transmisión térmica de los cerramientos en vidrio es alta, la de las particiones internas, muros exteriores y contrapisos media, y la de cubierta y cielo rasos es baja. Para el vidrio en línea base se manejan un Coeficiente de Ganancia de Calor (SHGC) alto y una Transmisión de Luz Visible (VLT) también alta.

Elemento	**Descripción**	**Espesor (mm)**	**Valor U (W/m^2K)**
Muro interno ladrillo	Muro de mampostería en ladrillo	125	2.22
Cubierta Plana	Placa de concreto (15 cm)	150	3.66
Muro exterior ladrillo	Muro de mampostería en ladrillo	150	2.22
Cubierta Inclinada	Metálica sencilla	100	7,14
Entrepisos	Placa en concreto	100	2.78
Contrapiso	Placa de concreto (10 cm) sobre recebo compactado (15cm)	250	2.53
Lucarnas	No hay en línea Base.	N/A	
Acristalamiento	Vidrio sencillo claro 6mm	6	5.77

TABLA 1. TRANSMISIÓN TÉRMICA SUPERFICIES LÍNEA BASE – W/M2.K

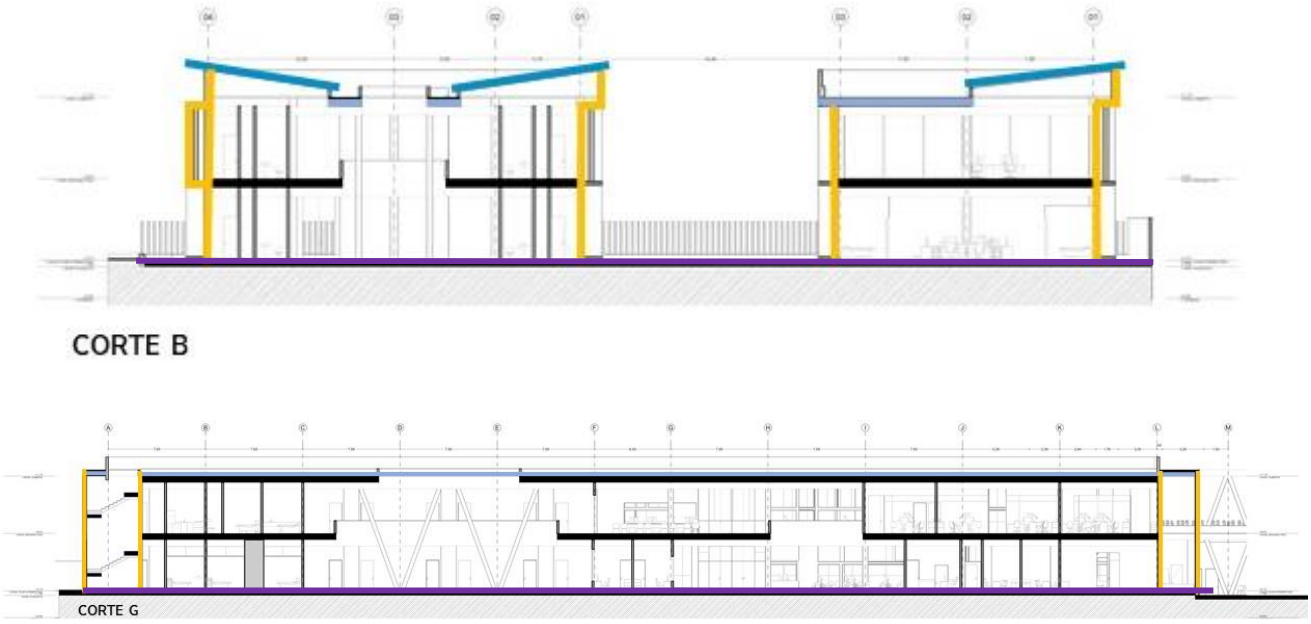


ILUSTRACIÓN 5. LOCALIZACION TRANSMISIÓN TÉRMICA SUPERFICIES LÍNEA BASE – W/M2.K

2.3 ARCHIVO CLIMÁTICO

Los datos que se describen a continuación corresponden al archivo climático utilizado para las modelaciones energéticas. El archivo de Saravena fue generado en el software Meteonorm[2] y verificado con la información climática del IDEAM.

2.3.1 Radiación solar

La radiación solar en Saravena se comporta de forma muy similar durante todo el año, variando dentro de un rango promedio mensual de 106 a 154 kWh/m2.

[2] Meteonorm genera archivos climáticos representativos de un año típico para cualquier lugar en el planeta. Este software usa modelos sofisticados de interpolación basado en más de 30 años de experiencia, lo que garantiza una exactitud alta.

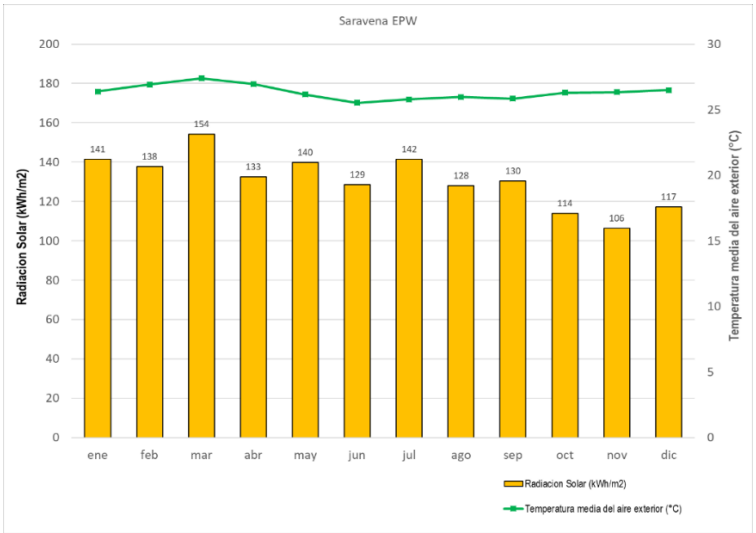


ILUSTRACIÓN 6. RADIACIÓN SOLAR Y TEMPERATURA MEDIA EXTERIOR EN SARAVENA

2.3.2 Temperatura

La temperatura exterior en Saravena varía entre el rango de 18.4°C (mínima promedio) y 37°C (máxima promedio) con una temperatura promedio anual de 26.3°C. Teniendo en cuenta las temperaturas medias promedio mensuales, marzo es el mes más cálido con 27°C de temperatura media promedio, y los meses de junio y julio los más frescos con 25°C de temperatura media promedio.

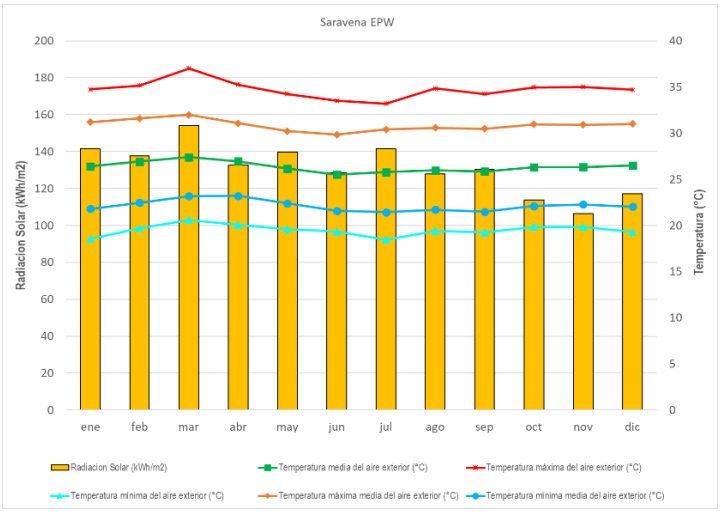


ILUSTRACIÓN 7. TEMPERATURA Y RADIACIÓN EN SARAVENA

2.3.3 Humedad Relativa

La humedad relativa (HR) de Saravena puede variar entre 31.4% y 100%, siendo 85.3% la que representa la mayor frecuencia al año con un total de 1179 horas.

De acuerdo con la gráfica en la que se sobreponen frecuencias horarias y el porcentaje acumulado, la HR característica del municipio de Saravena está entre 70% y 85.3%.

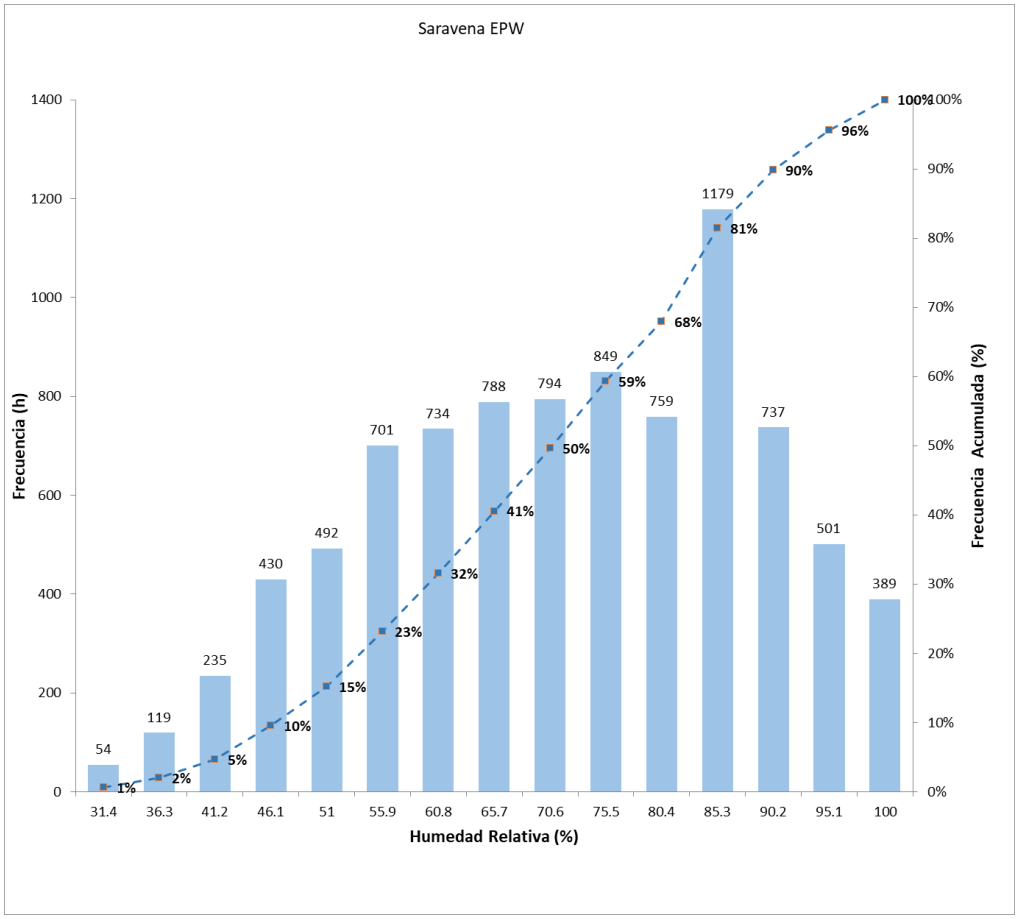


ILUSTRACIÓN 8. HUMEDAD RELATIVA EN SARAVENA

2.3.4 Velocidad y dirección del viento

Los vientos predominantes en Saravena vienen del oriente con una frecuencia del 10% y velocidad promedio de 8m/s. La dirección del viento varía considerablemente durante el año entre el norte y el sur, manteniendo la mayor frecuencia los vientos provenientes del oriente como se puede ver en la siguiente Rosa de vientos.

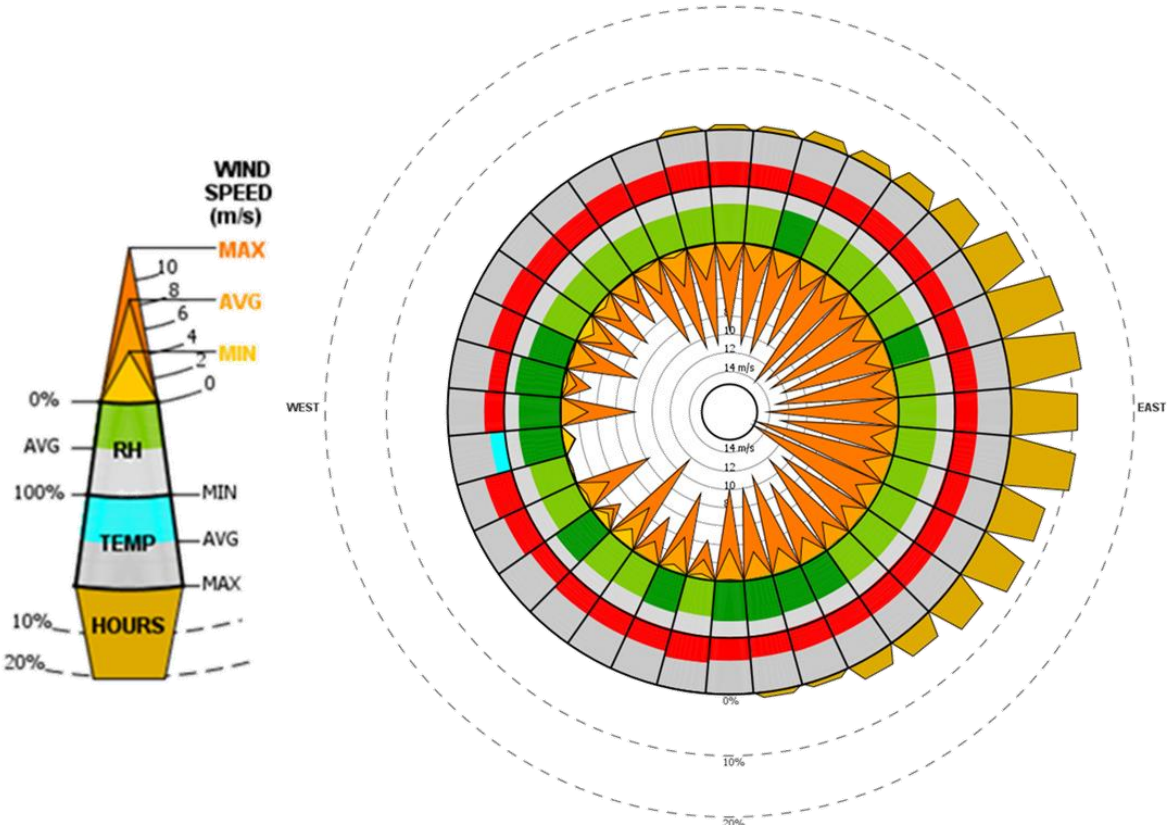


ILUSTRACIÓN 9. ROSA DE VIENTOS – SARAVENA

2.3.5 Clasificación del IDEAM

Con base en el Atlas climatológico del IDEAM y la clasificación climática Caldas-Lang, el municipio de Saravena tiene un rango de climas desde templado húmedo hasta cálido húmedo, sin embargo, la zona urbana se encuentra ubicada en clima cálido húmedo.

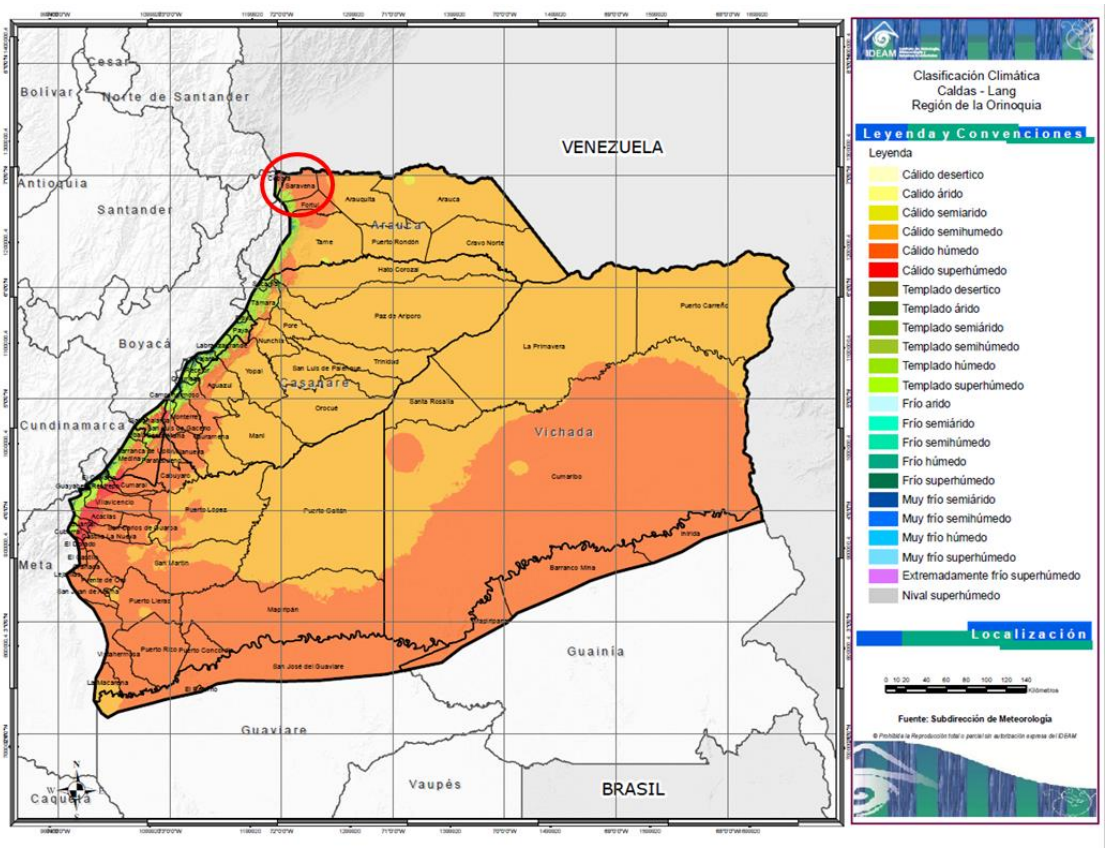


ILUSTRACIÓN 10. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA SARAVENA

Fuente: http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasClimatologico.html

El clima cálido según la clasificación del IDEAM incluida en la Resolución 0549/1, está definido como aquel donde se presenta una temperatura media promedio superior a 24°C, humedad relativa promedio superior a 75%, generalmente estas condiciones se dan en altitudes inferiores a los 1000 msnm.

2.3.6 Diagrama psicrométrico

El diagrama psicrométrico relaciona la temperatura del aire con la humedad relativa. En la siguiente imagen se representa el diagrama de Givoni [3], resaltados en azul están los puntos de humedad relativa y temperatura media promedios tomados del archivo climático utilizado para las modelaciones energéticas. Los puntos más oscuros presentan una mayor frecuencia en el año.

En el diagrama se relacionan también las medidas pasivas recomendadas para lograr un confort térmico aceptable, en este caso las estrategias bioclimáticas con una mayor incidencia serán la ventilación natural y la protección solar. Con una adecuada implementación de dichas medidas se logra una zona de confort permisible amplia entre 20°C y 32°C la cual será ajustada con el estándar EN 16798 – 1: 2019.

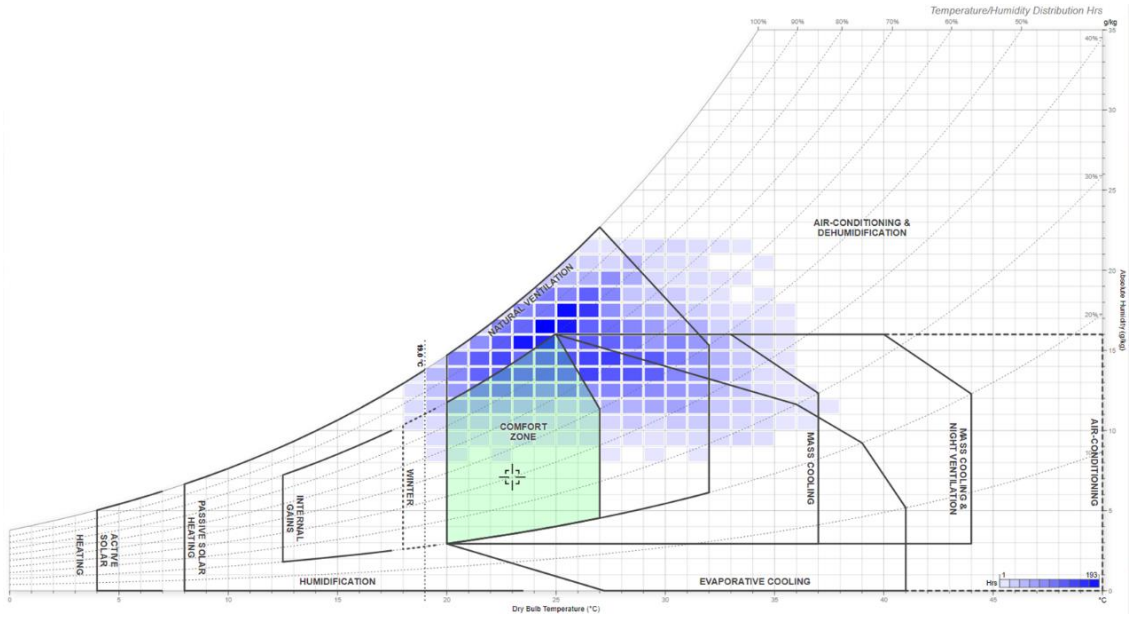


ILUSTRACIÓN 11. DIAGRAMA SICROMÉTRICO GIVONI

[3] Givoni B, A. (1969) Man, Climate and Architecture. Elsevier Architectural Science Series. Editor Henry J. Cowan; Professor of Architectural Science; University of Sydney. 444-20039-8. Library of Congress Catalog Card 69-15822.

3. ANÁLISIS DE ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS

3.1 Radiación solar

Debido a la orientación de Saravena con Coordenadas geográficas: Latitud: 6.95° N. - Longitud: 71.84 West el recorrido solar es casi simétrico en relación al eje occidente - oriente, y es mayor el impacto solar en estas fachadas (Oriente - Occidente). Teniendo en cuenta la geometría del lote y el recorrido solar anual y diario se toma la determinación de implantar los volúmenes arquitectónicos con las fachadas más largas del proyecto mirando al eje norte y sur, adicionalmente en estas fachadas se proponen la mayor cantidad de aberturas posibles con el fin de minimizar las ganancias solares y permitir que las corrientes de aire natural enfríen los espacios interiores.

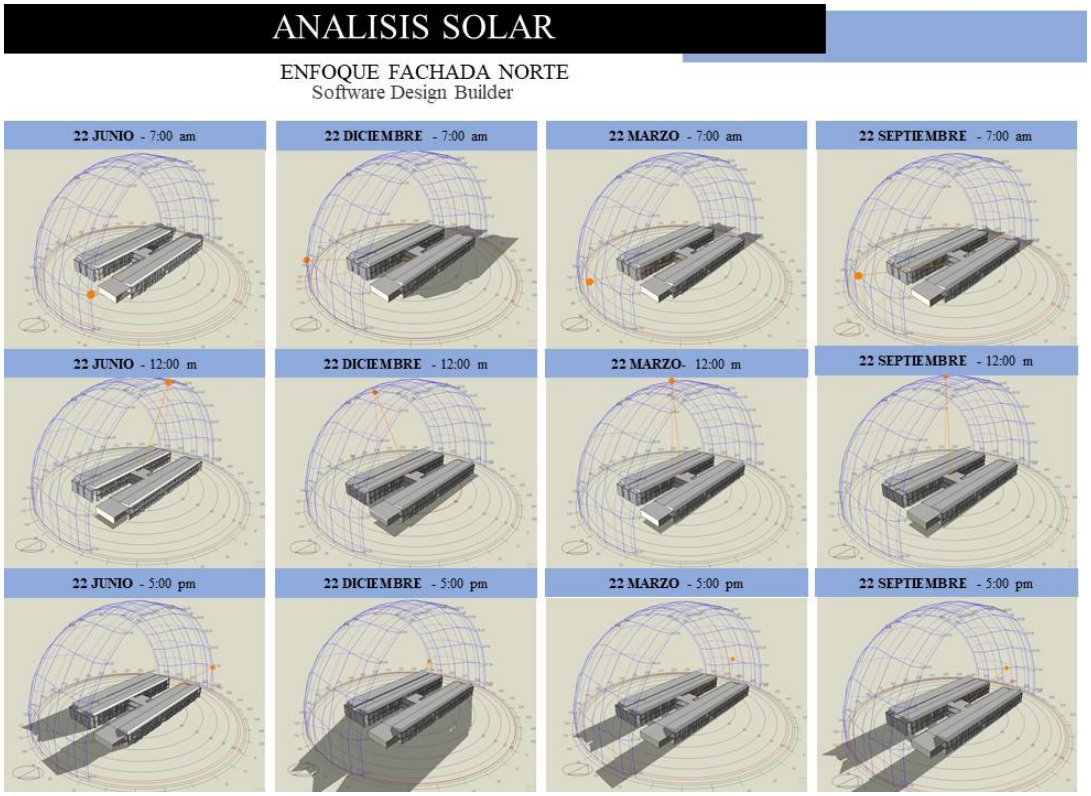


ILUSTRACIÓN 12. ANÁLISIS DE TRAYECTORIAS SOLARES FACHADA NORTE

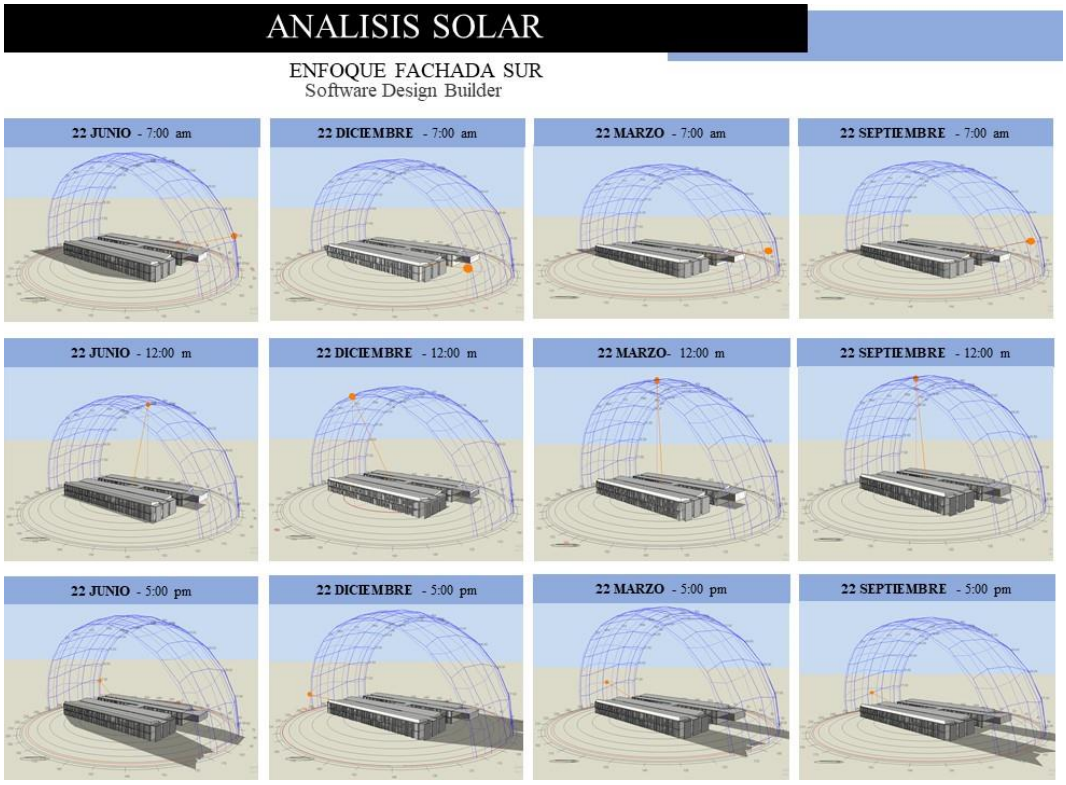


ILUSTRACIÓN 13. ANÁLISIS DE TRAYECTORIAS SOLARES FACHADA SUR

De acuerdo con la implantación del proyecto respecto al Sol, se observa después del análisis de los ángulos solares que las fachadas alargadas del proyecto sur y norte poseen en menor proporción incidencia solar que la oriente y occidente. A continuación, se determinan los periodos de incidencia en las fachadas anteriormente mencionadas:

- Fachada Norte: Incidencia solar leve en junio durante el transcurso del día según análisis solar realizado con el software especializado Desing Builder.
- Fachada Sur: Incidencia solar leve en Diciembre Marzo y septiembre durante el transcurso del día según análisis solar realizado con el software especializado Desing Builder.

Estos resultados nos evidencian la necesidad de proponer estrategias enfocadas en elementos que controlen la radiación solar.

RECOMENDACIONES

- ✓ Módulos de celosías o barreras arquitectónicas en fachadas oriente y occidente (Donde existan aperturas) con el objetivo de reducir la temperatura superficial de estos cerramientos.
- ✓ Proponer dentro del diseño arquitectónico elementos sutiles de protección solar en fachadas (Norte y Sur). ELEMENTOS EN CONCRETO – ELEMENTOS CORTASOLES DE PROTECCION SOLAR.

En este sentido para favorecer la estrategia de reducción de radiación solar directa, el equipo de diseño en conjuto con la asesoría bioclimática desarrolla una serie de elementos verticales y horizontales solidos sobresalidos 1m de las aperturas principales del edifico diseñados en cada fachada en condiciones críticas. En el caso de las fachadas norte de los volúmenes los cálculos son realizados el 22 de junio a las 3:00 pm.

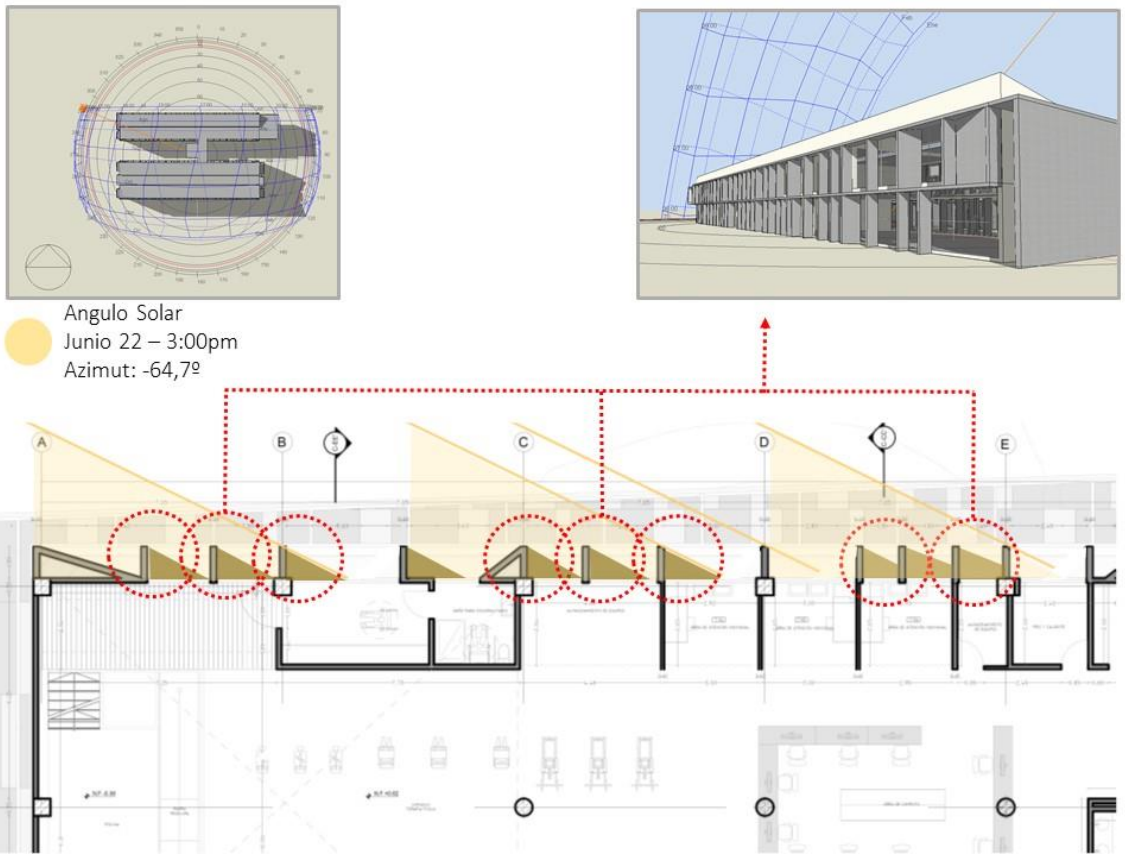


ILUSTRACIÓN 13. DISEÑO ELEMENTOS DE PROTECCIÓN SOLAR SOLIDOS FACHADA NORTE

Adicionalmente se proponen como complemento a la estrategia de reducción de radiación solar directa, la incorporación de un sistema de protección solar dinámico con el objetivo de mitigar el impacto de la radiación en las zonas donde los módulos verticales en concreto no alcanzan a proteger tanto en horas de la mañana como de la tarde.

Estos módulos se componen de listones en madera plástica Compuesta (WPC), Material ecológico, compuesto por la mezcla de: materiales de celulosa y materiales termoplásticos. con alta resistencia a condiciones climáticas extremas, de bajo mantenimiento y excelentes propiedades físicas y mecánicas que están ubicados estratégicamente para que todas las fachadas se caractericen con tener protección solar durante todo el recorrido solar anual y diario.

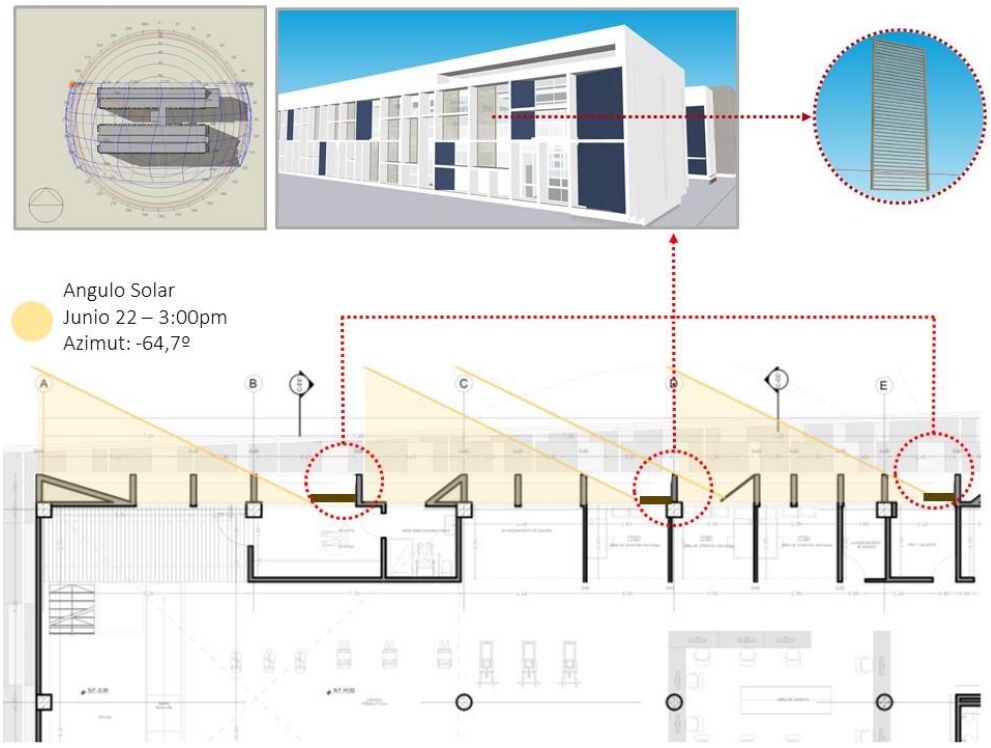
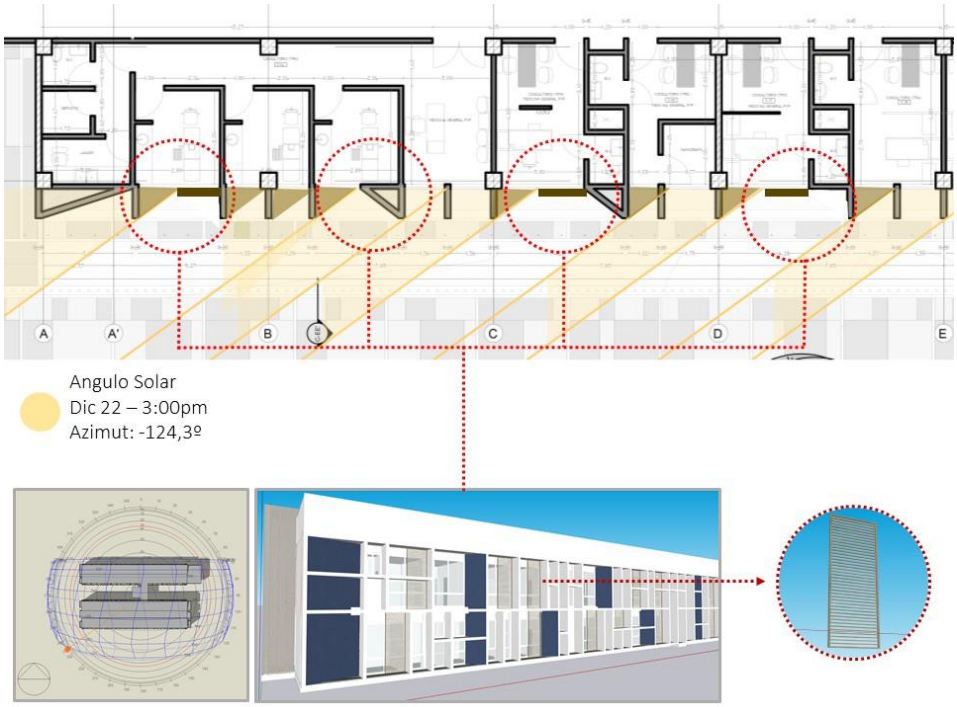


ILUSTRACIÓN 14. DISEÑO SISTEMA DE PROTECCIÓN SOLAR DINÁMICO FACHADA NORTE.

Así mismo se realiza este mismo cálculo para las fachadas sur del edificio para el día de incidencia solar crítico: 22 de diciembre a las 3:00 pm. En el cual se proponen tanto los elementos solidos sobresalidos 1m como el sistema de protección solar dinámico.



Funcionamiento Sistema de protección solar dinámico.

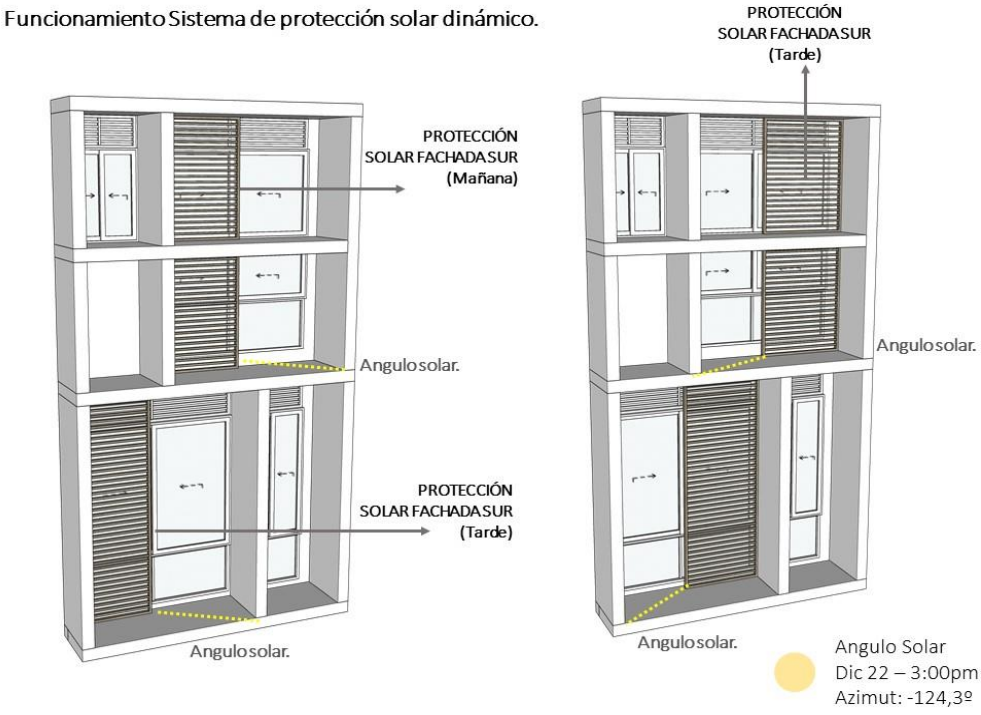


ILUSTRACIÓN 15. DISEÑO SISTEMA DE PROTECCIÓN SOLAR DINÁMICO FACHADA SUR.

3.2 Confort Visual exterior

La reflectancia de una superficie indica su capacidad reflejar la luz, ésta dependerá del tipo de material, rugosidad y color. Una reflectancia de 0% significa que el material absorbe el 100% de la luz, y una reflectancia de 100% significa que el material refleja toda la luz que recibe.

Para proyectos ubicados en lugares cálidos caracterizados por tener una radiación solar alta, es importante reducir el uso de materiales con colores muy oscuros (reflectancia baja) y materiales con colores muy claros (reflectancia muy alta). Esto se debe a que los materiales oscuros tienden a absorber más la parte infrarroja del espectro electromagnético (calor), y los materiales muy claros, al reflejar la mayor parte de la luz que reciben, tienden a generar un efecto de deslumbramiento, aunque este efecto depende de las características de porosidad del acabado final, lo que se traduce en disconfort visual para los transeúntes al exterior del proyecto.

Teniendo en cuenta el enfoque de diseño arquitectónico del proyecto en cuanto al interés de conservar la imagen institucional de la entidad, se sugiere la paleta de colores descrita en la siguiente tabla, en donde se propone un color predominante crema gris blanco con un nivel alto de reflectancia que se controlara con el acabado final en pañete y pintura, en segunda proporción un tono gris piedra de reflectancia media y finalmente un color azul noche perlado de reflectancia baja.

Color Apriximado RAL	Reflectividad %	Muestra Orientativa
RAL 9002 Crema Gris Blanco	68	
RAL 7030 - Gris Piedra	26	
RAL 5026 - Azul noche perlado	5	

TABLA 2 PALETA DE COLORES SUGERIDA

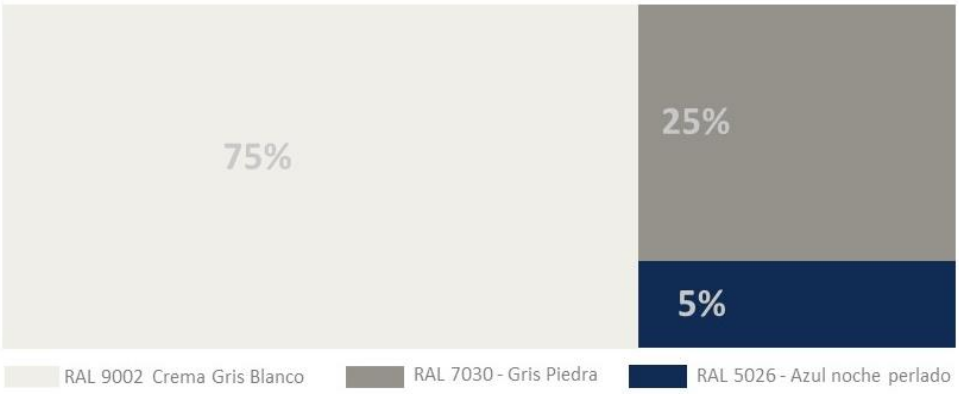


ILUSTRACIÓN 16. PROPORCIÓN DE COLORES EN FACHADA

Es importante mantener la proporción de colores descrita anteriormente, evitar las pinturas con efectos brillantes o reflectivos, con el objetivo de asegurar unas buenas condiciones de confort visual exterior del proyecto y evitar sobrecalentamiento del material de fachada que puede generar un incremento de las temperaturas al interior del proyecto.

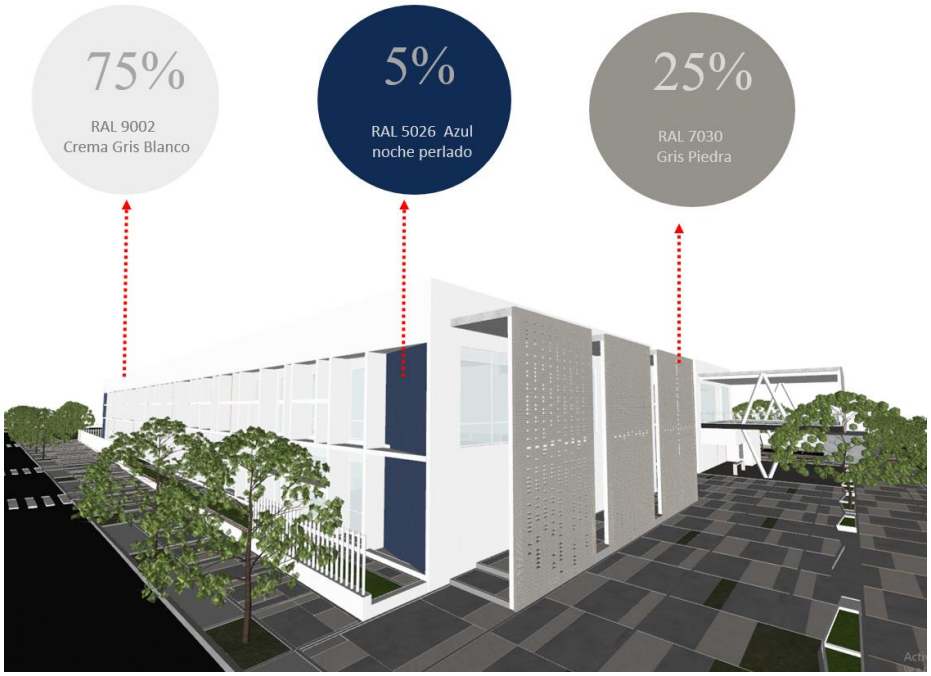


Ilustración 17. proporción de colores aplicada en fachada



3.3 Iluminación natural

CONFORT VISUAL INTERIOR

El RETILAP recomienda un Factor de luz Diurna (DF), también llamado Coeficiente de Luz Diurna (CLD) entre 2% y 4% para tener una impresión de claridad moderada.

TABLA 3 CORRESPONDENCIA ENTRE IMPRESIÓN VISUAL DE CLARIDAD Y CLD

% CLD sobre un plano horizontal	< 1 Muy bajo	1 - 2 Bajo	2 - 4 Moderado	4 - 7 Medio	7 - 12 Alto	> 12 Muy alto
Sector del local	Zonas alejadas de las ventanas, distantes 3 a 4 veces la altura de las ventanas				Zonas próximas a ventanas o bajo claraboyas	
Impresión de claridad	De oscura a poco clara	De poco clara a clara			De clara a muy clara	
Ambientación	El local parece separado del exterior (dormitorios)			El local se abre hacia el exterior (áreas de Trabajo)		

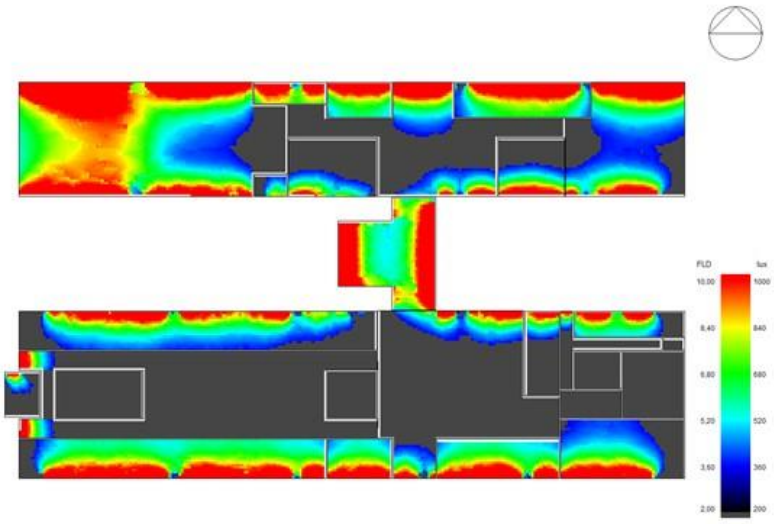
Fuente: RETILAP (Resolución 180540)

Para verificar el cumplimiento de este estándar local, se evaluó el nivel de confort visual del modelo de Línea Base considerando las características de materialidad en cada uno de los espacios evaluados. El resultado obtenido se presenta en la siguiente imagen en donde los porcentajes del área que cumple con las recomendaciones del RETILAP son muy bajos con porcentajes que oscilan entre el 5% y el 30% a excepción del espacio Nª 2 que cuenta con un 90% dentro de los limites esperados.

TABLA 4 ÁREA DENTRO DEL LÍMITE RECOMENDADO – ESPACIOS EVALUADOS – LÍNEA BASE

ESPACIOS EVALUADOS LINEA BASE					
N	Espacio Evaluado	CLD Min.	CLD Max.	CLD Prom.	Area dentro del limite %
1	Circulacion PYP (Primer Piso)	0,01	17,12	0,55	5,68
2	Gimasio Terapia Fisica (Primer Piso)	0,28	25,55	7,35	90
3	Sala de espera UNAP (Primer Piso)	0,02	15,92	1,58	21
4	Circulacion UNAP (Segundo piso)	0,046	1,85	0,542	0
5	Terapia ocupacional (Segundo Piso)	0,14	11,19	1,73	24
6	Sala de espera (Segundo Piso)	0,023	21,31	2,463	32,57

LINEA BASE - PISO 1



LINEA BASE- PISO 2

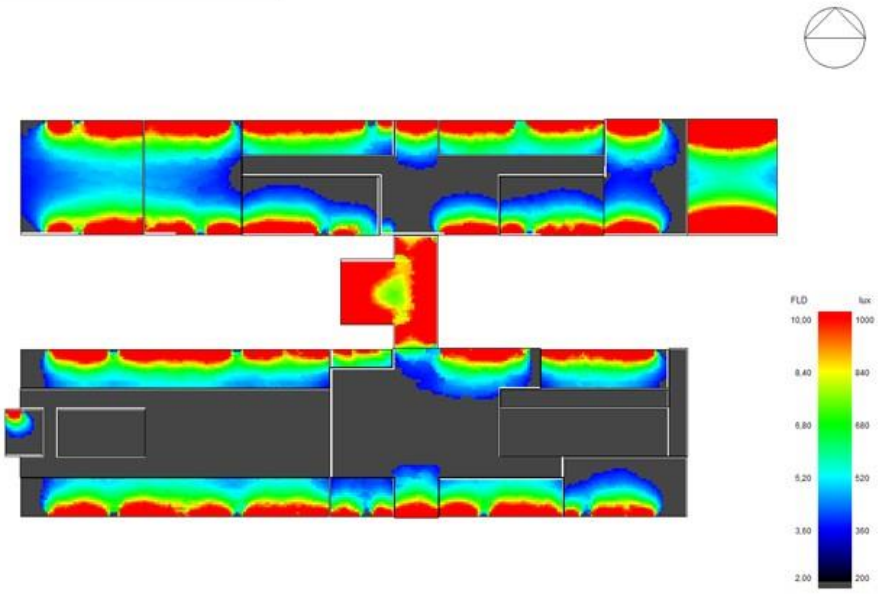


ILUSTRACIÓN 18. SIMULACIÓN DF – LÍNEA BASE

Es indispensable mejorar las condiciones de confort visual al interior de los espacios para lo cual se recomienda:

Espacio 1 y 4: Circulación PYP (Primer Piso) y Circulación Unap (Segundo Piso).

- ✓ Generar sobrecubierta en los vacíos propuestos en el diseño arquitectónico la cual deberá incorporar tejas traslúcidas distribuidas uniformemente en un 45% del área total de la cubierta.
- ✓ Generar en aperturas laterales de la sobrecubierta (Altura 1,80) Rejillas efectivas de ventilación.
- ✓ Se recomienda la instalación de una teja con una Transmisión Luminosa (LT o VLT) de 32%, un Coeficiente de Ganancia Solar (SHGC) DE 0.34
- ✓ La distribución de las tejas debe hacerse de manera uniforme para asegurar una correcta distribución de la luz.
- ✓ Apertura de aberturas en Segundo nivel sobre fachada occidente para generar Iluminación en circulación.

Espacio 3 y 6: Sala espera Unap (Primer Piso) y Sala espera (Segundo Piso).

- ✓ En fachada de vidrio utilizar un cristal con una Transmisión Luminosa de aproximadamente 60%.
- ✓ Generar en aperturas laterales de la sobrecubierta (Altura 1,80) Rejillas efectivas de ventilación.
- ✓ Se recomienda la instalación de una teja con una Transmisión Luminosa (LT o VLT) de 32%, un Coeficiente de Ganancia Solar (SHGC) DE 0.34
- ✓ La distribución de las tejas debe hacerse de manera uniforme para asegurar una correcta distribución de la luz.

Espacio 5 Terapia ocupacional (Segundo Piso).

- ✓ En fachada de vidrio utilizar un cristal con una Transmisión Luminosa de aproximadamente 60%.
- ✓ Generar en aperturas laterales en cambio de cubierta plana a cubierta inclinada con el objetivo de generar inyección de luz natural a lo largo de todo el centro del espacio.

El Modelo de la Propuesta con las recomendaciones ilustradas donde se incluyen las lucarnas y sobrecubiertas recomendadas con tejas traslúcidas distribuidas uniformemente se puede ver en la siguiente imagen.

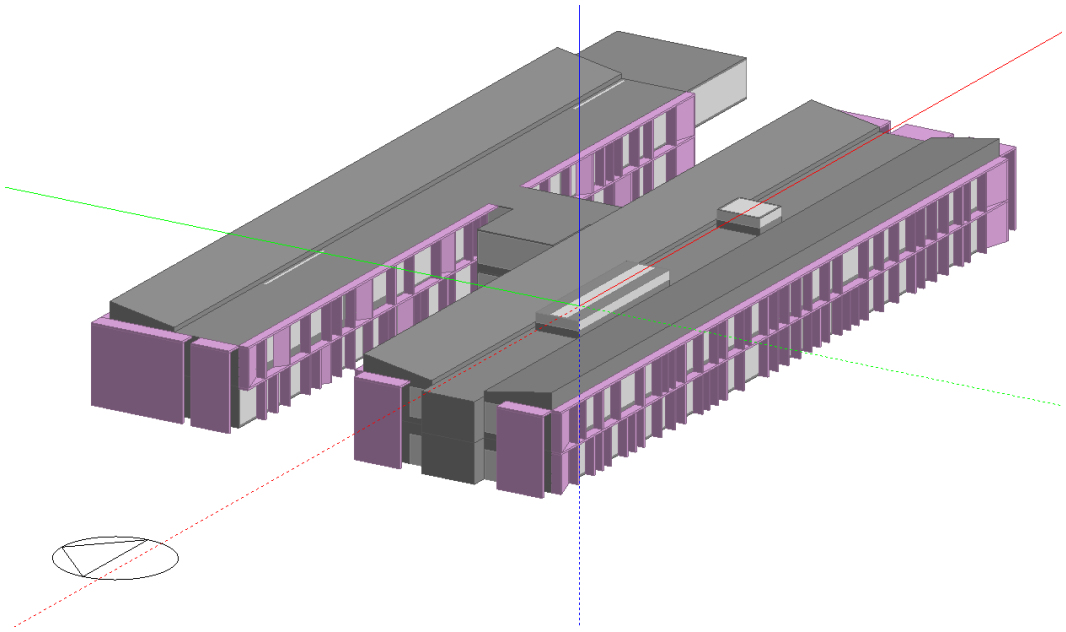


ILUSTRACIÓN 19. MODELO 3D - PROPUESTA

La simulación del modelo Propuesto, con los cambios recomendados en este capítulo, se muestro en la imagen anterior y se evidencia una mejora considerable de las condiciones de confort visual respecto al modelo de Línea Base. En general los porcentajes mejoran considerablemente oscilando entre el 36% al 80%

TABLA 5 ÁREA DENTRO DEL LÍMITE

ESPACIOS EVALUADOS LINEA BASE						
N	Espacio Evaluado	CLD Min.	CLD Max.	CLD Prom.	Area dentro del limite % LINEA BASE	Area dentro del limite % PROPUESTA
1	Circulacion PYP (Primer Piso)	0,01	17,12	0,55	5,68	45,3
2	Gimasio Terapia Fisica (Primer Piso)	0,28	25,55	7,35	90	80
3	Sala de espera UNAP (Primer Piso)	0,02	15,92	1,58	21	35,8
4	Circulacion UNAP (Segundo piso)	0,046	1,85	0,542	0	60,2
5	Terapia ocupacional (Segundo Piso)	0,14	11,19	1,73	24	71,86
6	Sala de espera (Segundo Piso)	0,023	21,31	2,463	32,57	52,7

RECOMENDADO – ESPACIOS EVALUADOS – PROPUESTA

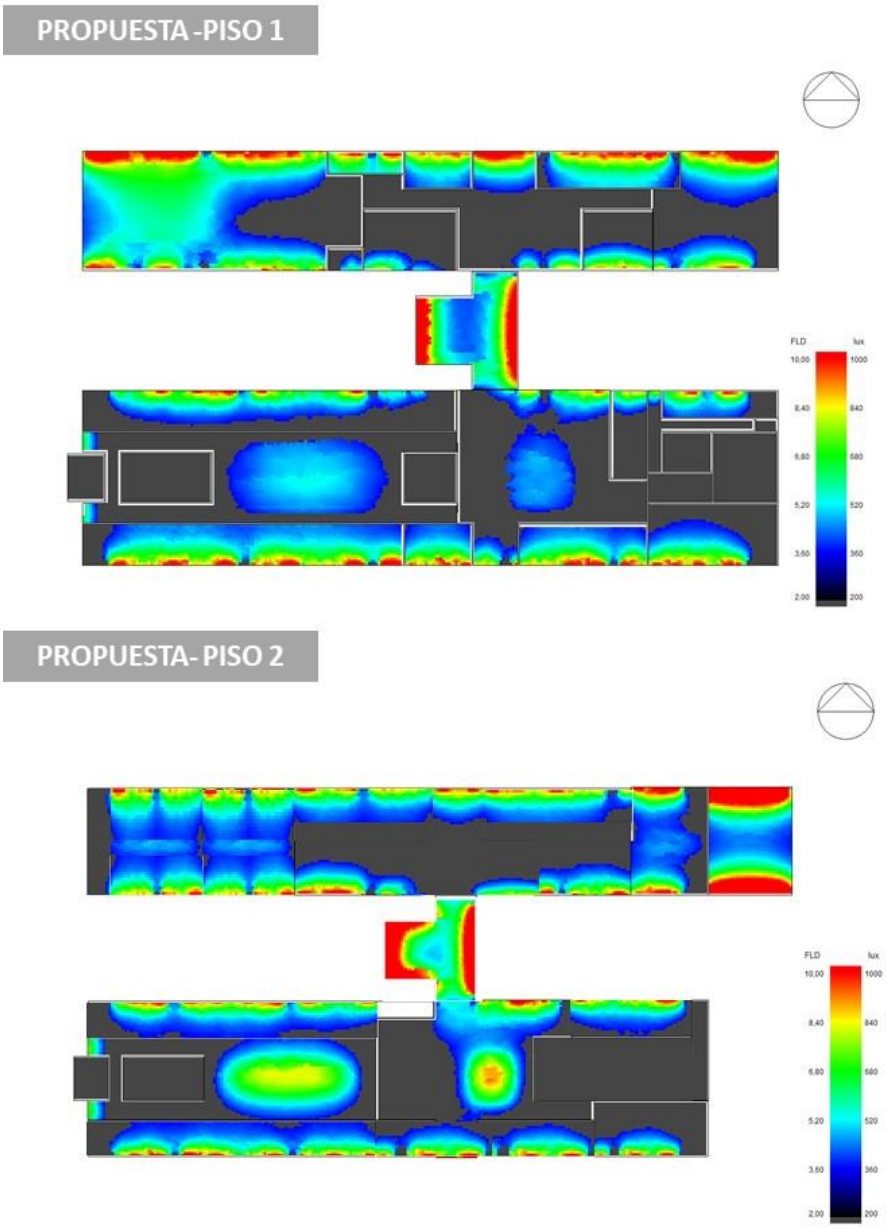


ILUSTRACIÓN 20. SIMULACIÓN DF – PROPUESTA

El aprovechamiento de la luz natural en el proyecto no sólo mejora las condiciones de confort visual al interior, sino que también representa ahorros energéticos considerables relacionados con el menor uso de la iluminación artificial.

3.4 Ventilación natural

El objetivo de esta estrategia es ventilar de forma natural los espacios evaluados para lograr reducir la sensación térmica de los usuarios y evacuar las ganancias de calor al interior. Según la implantación del proyecto en relación con los vientos dominantes y las determinantes específicas de cada uno de los espacios evaluados se plantean diferentes sistemas de ventilación natural acordes a cada escenario en particular. A continuación, exponemos los diferentes sistemas de ventilación como propuesta de mejora a la línea base estudiada.

VENTILACIÓN CRUZADA

La ventilación cruzada busca generar corrientes de aire natural dentro de espacios cerrados, que permitan ventilar y renovar el aire. Se compone de aberturas en una pared (Entrada de aire) y se disponen aberturas en paredes opuestas o adyacentes (Salida de aire). Según el CIBSE para asegurar una adecuada ventilación con este sistema, la profundidad del espacio no puede exceder 5 veces su altura.

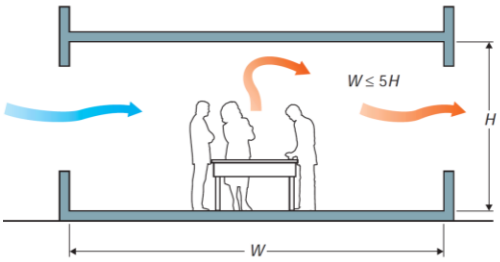


ILUSTRACIÓN 41. PROPORCIONES PARA VENTILACIÓN CRUZADA

Fuente: CIBSE AM10 for non-residential buildings

Las proporciones del proyecto se evaluaron con el fin de validar la implementación del sistema de ventilación cruzada. Se encontró que las proporciones recomendadas solo cumplen en un espacio (Espacio 5 – Terapia ocupacional).

EFECTO CHIMENEA

El principio del efecto chimenea consiste en el aprovechamiento de la diferencia de presiones dada por la diferencia de altura de las aperturas y de la temperatura del aire. En este sistema el aire más fresco (con mayor densidad) entra por las aperturas ubicadas más

abajo del proyecto, y el aire caliente (con menor densidad) sale por las aperturas ubicadas en la parte superior del proyecto. Este sistema funciona muy bien para extraer el aire caliente que se acumula en las partes superiores de los edificios. En el siguiente esquema se muestra cómo funciona un sistema el sistema mixto de ventilación natural. Las flechas azules representan el aire exterior, las rojas el aire caliente que sale por ventilación cruzada, y las naranjas el aire caliente que sale por efecto chimenea.

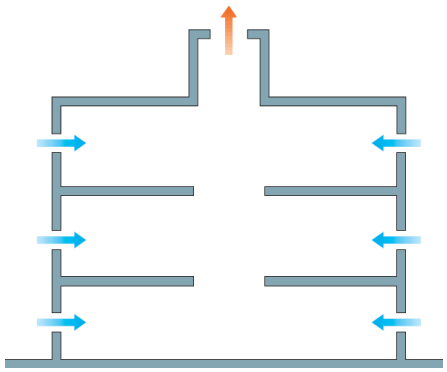


ILUSTRACIÓN 22. ESQUEMA EFECTO CHIMENEA

Teniendo en cuenta las condiciones propias de los espacios evaluados, el espacio Nº 1 Circulación PYP (Pimer Piso) se adapta para implementar este sistema de ventilación.

SISTEMA MIXTO (Ventilación cruzada + Efecto Chimenea)

Teniendo en cuenta que las 4 zonas estudiadas no cumplen las proporciones recomendadas para ventilación cruzada se recomienda combinar el sistema de ventilación cruzada con el efecto chimenea (Stack Effect). Dependiendo del diseño la combinación de los dos sistemas permitirá: la mayor entrada de aire exterior por todas las fachadas (flechas azules), la salida del aire caliente por fachadas opuestas (ventilación cruzada) y la salida del aire caliente por fachadas superiores (efecto chimenea).

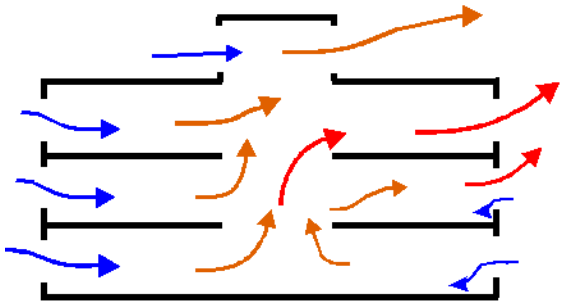


ILUSTRACIÓN 23. COMBINACIÓN VENTILACIÓN CRUZADA Y EFECTO CHIMENEA

En las siguientes imágenes se relacionan los sistemas recomendados para ventilar cada espacio evaluado:



ILUSTRACIÓN 5. SISTEMAS DE VENTILACIÓN NATURAL PRIMER PISO

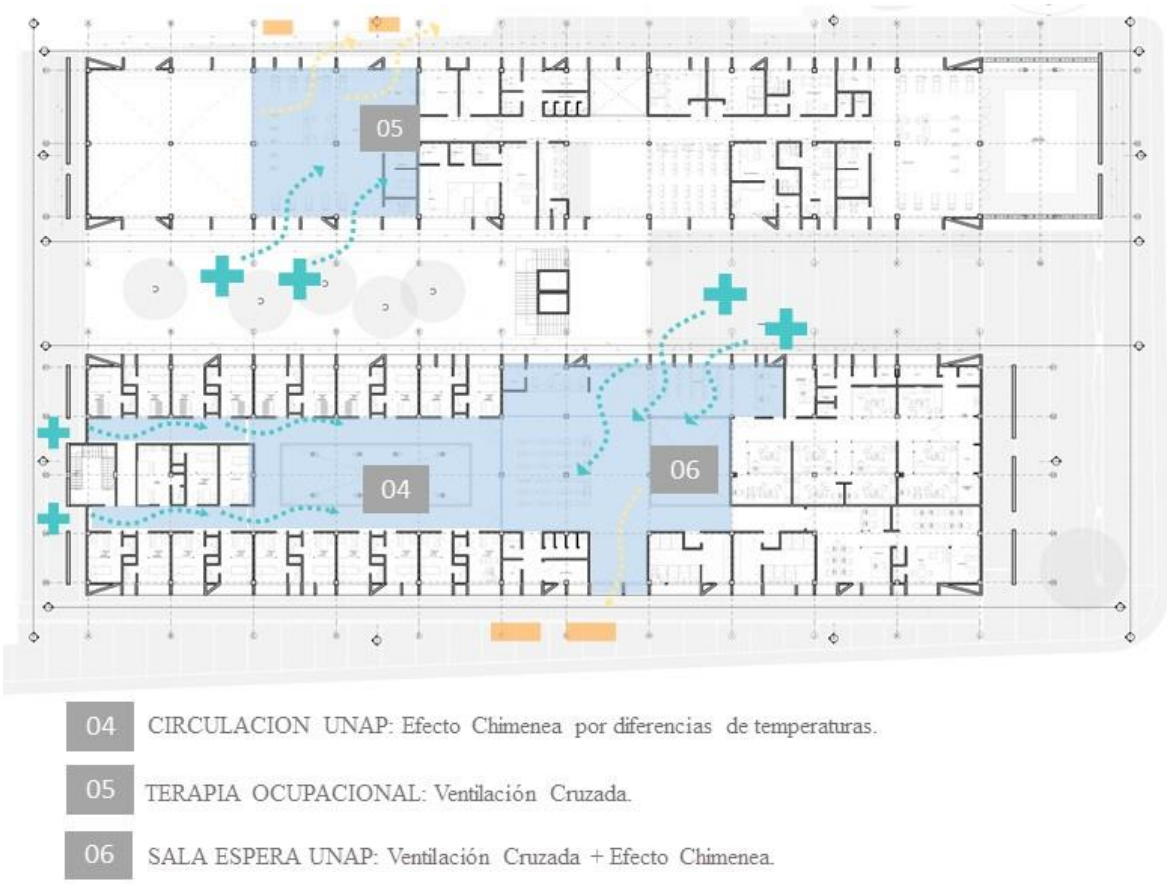


ILUSTRACIÓN 65. SISTEMAS DE VENTILACIÓN NATURAL PRIMER PISO

El ASHRAE 62.1 es la norma para el diseño de sistemas de ventilación y define que para garantizar la calidad aceptable del aire interior se deben asegurar caudales mínimos de renovación de aire(ACH), en la tabla a continuación se detallan los ACH requeridos para cada espacio evaluado.

TABLA 5 CAUDAL MINIMO DE AIRE – ESPACIOS EVALUADOS

TABLA N° 1B - Vbz - CAUDAL MINIMO DE AIRE - ACH							
ZONA	RP (L/s/Pers)	PZ (PERSONAS)	RA (L/s/PERS)	AZ (M2)	Vbz	Vz (M3/H)	ACH
1 - Circulacion PYP (Primer Piso)	2,5	45	0,3	374	224,7	808,92	0,62
2 - Gimnasio Terapia Fisica (Primer Piso)	10	65	0,3	457	787,1	2833,56	1,44
3 - Sala espera Unap (Primer Piso)	2,5	105	0,3	343	365,4	1315,44	1,10
4 - Circulacion Unap (Segundo Piso)	2,5	25	0,3	340	164,5	592,2	0,49
5 - Terapia Ocupacional (Segundo Piso)	10	25	0,3	173	301,9	1086,84	1,80
6 - Sala Espera (Segundo Piso)	2,5	130	0,3	343	427,9	1540,44	1,28

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, se realiza el cálculo de efectividad de cada sistema de ventilación implementado, con el objetivo de cuantificar el área efectiva de ventilación para aperturas del edificio.

TABLA 5 CALCULO AREA EFECTIVA DE VENTILACION APERTURAS.

ESPACIO 1 : CIRCULACION PYP UNAP (Primer Piso)

STACK EFFECT - APERTURAS DIFERENTES

Factor relación de ventanas							Coeficiente de efectividad de las aberturas		
fr	As	Ae	Rv	( ) /	SENO 45 (RAD)	fr	Coeficiente	fr	Cfr
	22,425	5,04	4,449	4,56	0,707	1,38	0,165	1,38	0,228

STACK EFFECT - APERTURAS IGUALES

Cfr	Ae	h	Tmayor	Tmenor	Cv*Ae	h(Tmay-Tmen)^0.5	Q	Q	V	ACH
	m2	m	°C	°C			m3/s	m3/h	m3	
0,228	5,04	7,9	30,5	30	1,148	1,987	2,281	8213,02167	1309	6,27427171

ESPACIO 2 : GIMNASIO FISIOTERAPIA (Primer Piso)

CRUZADA - APERTURAS DIFERENTES

Factor relación de ventanas							Coeficiente de efectividad de las aberturas		
fr	As	Ae	Rv	( ) /	SENO 45 (RAD)	fr	Constante	fr	Cfr
	45,3	43,5	1,041	1,44	0,707	1,02	0,6	1,02	0,61

CRUZADA - APERTURAS DIFERENTES

	Cfr	Ae	V	Ángulo (RAD)	Q	Q	V	ACH
V2		m2	m/s		m3/s	m3/h	m3	
	0,61	43,5	0,3	1,57	7,99	28764,9181	2770	10,38444697

ESPACIO 3 : Sala de espera UNAP (Primer Piso)

STACK EFFECT - APERTURAS DIFERENTES

Factor relación de ventanas							Coeficiente de efectividad de las aberturas		
fr	As	Ae	Rv	( ) /	SENO 45 (RAD)	fr	Coeficiente	fr	Cfr
	14,47875	14,175	1,021	1,43	0,707	1,01	0,165	1,01	0,167

STACK EFFECT - APERTURAS IGUALES

Cfr	Ae	h	Tmayor	Tmenor	Cv*Ae	h(Tmay-Tmen)^0.5	Q	Q	V	ACH
	m2	m	°C	°C			m3/s	m3/h	m3	
0,167	14,175	7,9	30,5	30	2,364	1,987	4,699	16917,5024	1350	12,5314833

ESPACIO 4 : CIRCULACION UNAP (Segundo Piso)

STACK EFFECT - APERTURAS DIFERENTES

Factor relación de ventanas							Coeficiente de efectividad de las aberturas		
fr	As	Ae	Rv	( ) /	SENO 45 (RAD)	fr	Coeficiente	fr	Cfr
	22,425	5,04	4,449	4,56	0,707	1,38	0,165	1,38	0,228

STACK EFFECT - APERTURAS IGUALES

Cfr	Ae	h	Tmayor	Tmenor	Cv*Ae	h(Tmay-Tmen)^0.5	Q	Q	V	ACH
	m2	m	°C	°C			m3/s	m3/h	m3	
0,228	5,04	3,4	30,5	30	1,148	1,304	1,497	5388,01606	1250	4,31041285

ESPACIO 5 : GIMNASIO TERAPIA OCUPACIONAL (Segundo Piso)

CRUZADA - APERTURAS IGUALES

Varía según el ángulo >	Coeficiente	fr	Cv	Ae	V	Q	Q	V	ACH
				m2	m/s	m3/s	m3/h	m3	
	0,6	1	0,6	11,55	0,3	2,079	7484,4	696	10,75344828

ESPACIO 6 : Sala de espera UNAP (Segundo Piso)

STACK EFFECT - APERTURAS DIFERENTES

Factor relación de ventanas							Coeficiente de efectividad de las aberturas		
fr	As	Ae	Rv	( ) /	SENO 45 (RAD)	fr	Coeficiente	fr	Cfr
	14,47875	14,595	0,992	1,41	0,707	1,00	0,165	1,00	0,164

STACK EFFECT - APERTURAS IGUALES

Cfr	Ae	h	Tmayor	Tmenor	Cv*Ae	h(Tmay-Tmen)^0.5	Q	Q	V	ACH
	m2	m	°C	°C			m3/s	m3/h	m3	
0,164	14,595	3,4	30,5	30	2,399	1,304	3,129	11262,7524	1200	9,38562698

Se puede concluir que las estrategias bioclimáticas recomendadas para mejorar las condiciones ambientales interiores cumplen y sobrepasan las metas establecidas por el Asharae 62.1 con un área efectiva de ventilación del 30%. A continuación, se muestra el comportamiento de la ventilación natural con respecto a la distribución ACH en cada una

de las zonas evaluadas para un día cálido 29 de abril con el objetivo de comprobar con datos dinámicos la efectividad de los sistemas implementados y de los cálculos realizados.

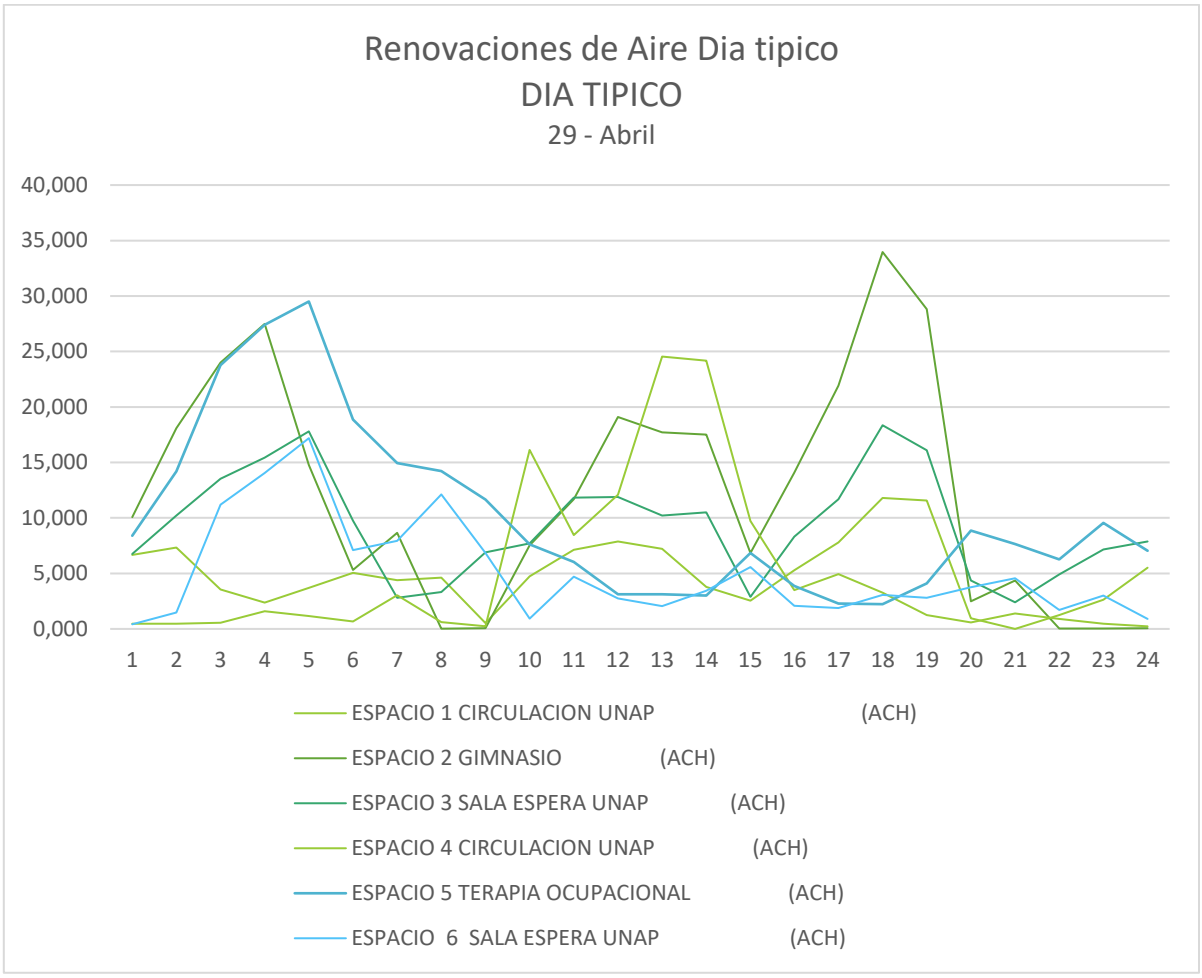


ILUSTRACIÓN 76. EFECTIVIDAD SISTEMA DE VENTILACIÓN NATURAL ZONAS EVALUADAS DÍA TÍPICO 29 ABRIL.

Se verifica el cumplimiento del 95% de horas de ocupación de los espacios evaluados y una mejora considerable con respecto a lo recomendado por el estándar Asharae 62.1.

De acuerdo con el anterior análisis, se recomienda incorporar las siguientes estrategias:

Espacio 1 y 4: Circulación PYP (Primer Piso) y Circulación Unap (Segundo Piso). Efecto Chimenea por diferencia de temperaturas.

- ✓ Generar sobrecubierta en el vacío propuesto en el diseño arquitectónico el cual deberá incorporar tejas traslúcidas distribuidas uniformemente en un 45% del área total de la cubierta.
- ✓ Generar en aperturas laterales de la sobrecubierta (Altura 1,80) Rejillas con un 75% de área efectiva de ventilación.
- ✓ Generar abertura en segundo nivel sobre fachada occidente para inyección de aire.
- ✓ El área efectiva de ventilación para zona de inyección de aire debe ser de mínimo 50%.

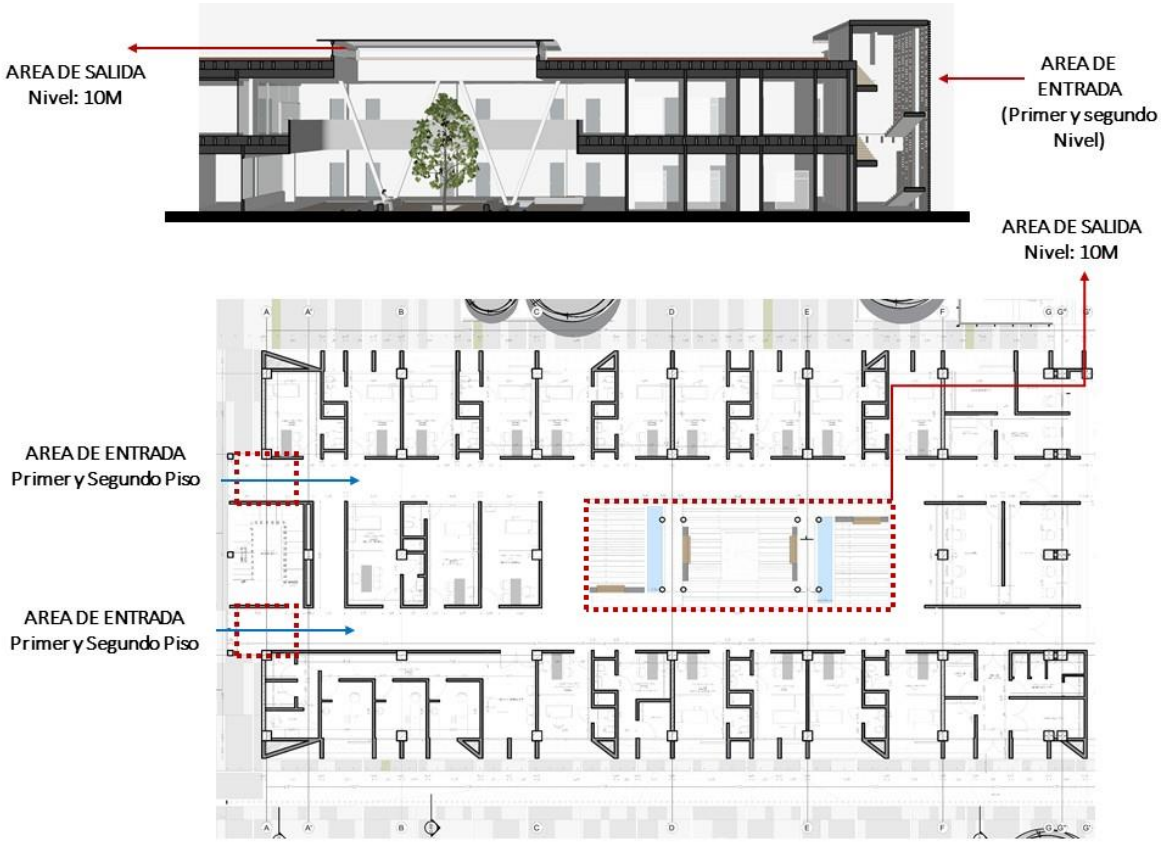
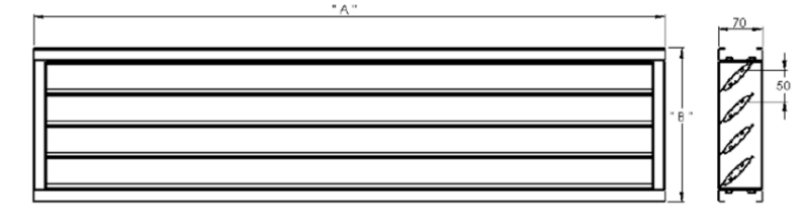


ILUSTRACIÓN 87. RECOMENDACIONES ESPACIOS EVALUADOS 1 Y 4 VENTILACIÓN NATURAL.



	# Aletas L-RFA150-T1																
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
" B " Altura Damper (mm)	193	243	293	343	393	443	493	543	593	643	693	743	793	843	893	943	993

-Nota: "A "Máximo: 2.5 mt.

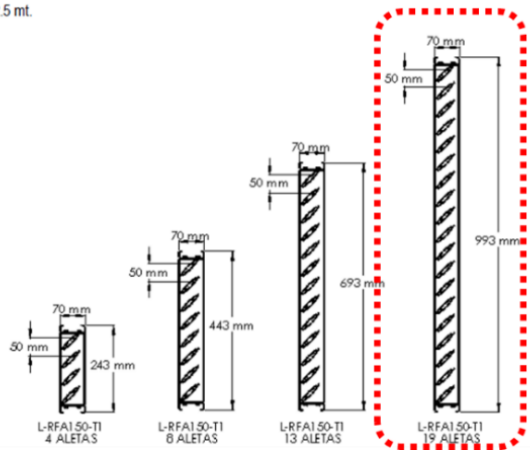


ILUSTRACIÓN28.ESPECIFICACIONES REJILLAS – PROPUESTA

Espacio 3 y 6: Sala espera Unap (Primer Piso) y Sala espera (Segundo Piso).

Efecto Chimenea.

- ✓ Generar sobrecubierta en el vacío propuesto en el diseño arquitectónico sobre doble altura sala espera el cual deberá incorporar tejas traslúcidas distribuidas uniformemente en un 45% del área total de la cubierta.
- ✓ Generar en aperturas laterales de la sobrecubierta (Altura 1,80) Rejillas con un 75% de área efectiva de ventilación. (Según especificación ilustración N° 28)
- ✓ Área efectiva de ventilación en ventaneria Fachada 30%.

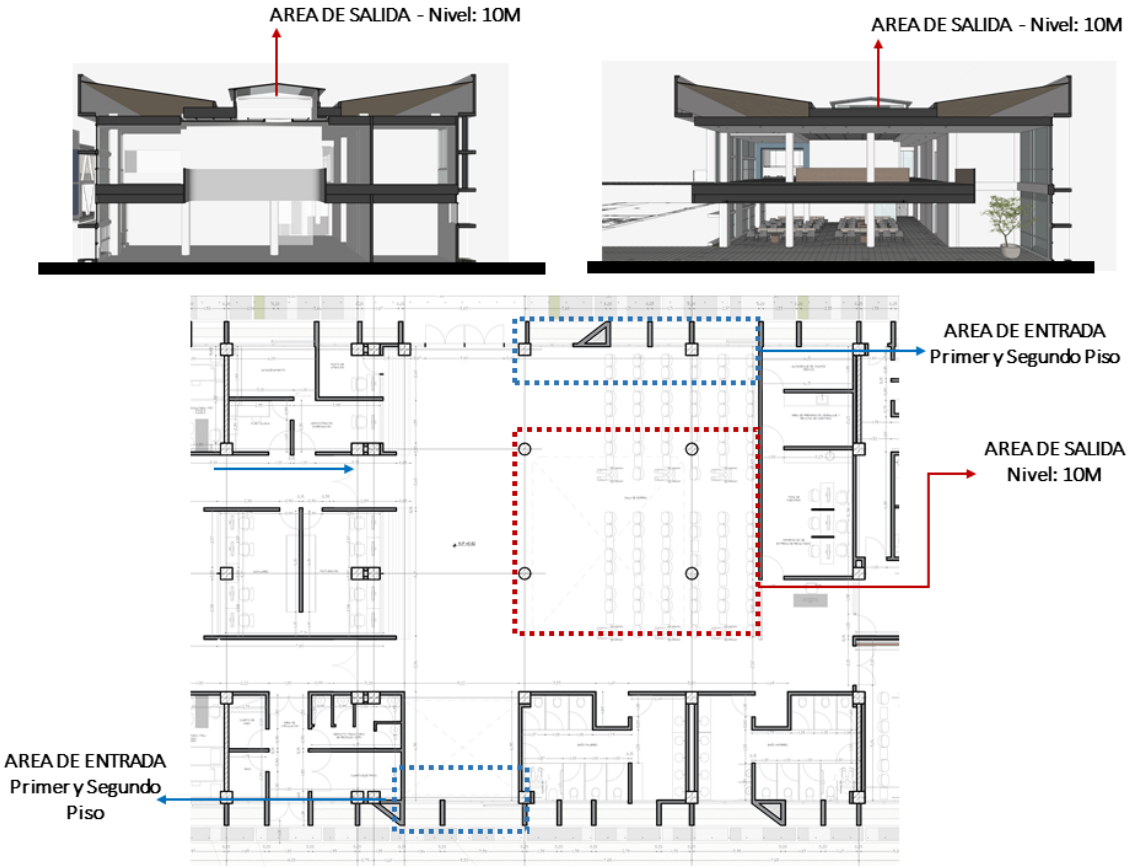
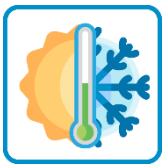


ILUSTRACIÓN 99. RECOMENDACIONES ESPACIOS EVALUADOS 3 Y 6 VENTILACIÓN NATURAL.

Espacio 5 Terapia ocupacional (Segundo Piso). y espacio 2

Ventilación Cruzada.

- ✓ El área efectiva de ventilación en ventaneria 30%. Área efectiva de ventilación en ventaneria Fachada 30%.



3.4.1 Confort Térmico

De acuerdo con la definición de la norma ISO 7730 el confort térmico “es una condición mental en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico”.

Con el fin de sustentar este rango en métricas objetivas aceptables, se tomará como referencia el estándar EN 16798-1:2019[4], el cual se adapta mejor a las condiciones climáticas del trópico húmedo que otros estándares de confort conocidos. El estándar tiene en cuenta los siguientes parámetros para determinar si un ocupante está confortable:

- ✓ Temperatura Operativa: Definida como la temperatura uniforme de un recinto radiante negro en el cual un ocupante intercambiaría la misma cantidad de calor por radiación y convección que en el ambiente no uniforme real. Es, con buena aproximación, la media aritmética entre la temperatura seca del aire y la temperatura radiante media de los cerramientos del espacio.
- ✓ Actividad de las personas: Escala en unidades de met (Human Metabolic Rate), 1 Met = 58 W/m2 (356 Btu/hr).
- ✓ Vestido de las personas: Escala en unidades clo, las cuales miden el efecto aislante de la ropa 1 Clo = 0.155 m2K/W, una persona desnuda tendría un clo = 0.

Adicionalmente el estándar EN 16798-1: 2019 establece diferentes niveles de confort térmico dependiendo el tipo de recinto. Estos niveles se clasifican en las siguientes categorías:

- ✓ Categoría I: Alto nivel de expectativa y también recomendado para espacios ocupados por personas muy sensibles, y personas frágiles con requisitos especiales como algunas discapacidades, enfermos, muy jóvenes. niños y personas mayores.
- ✓ Categoría II: Nivel normal de expectativas.
- ✓ Categoría III: Un nivel de expectativa aceptable y moderado.

---

[4] EN 16798-1:2019 Energy performance of buildings - Ventilation for buildings - Part 1: Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics - Module M1-6

- ✓ Categoría IV: Bajo nivel de expectativas. Esta categoría sólo debe ser aceptada para una parte limitada del año.

RANGO DE CONFORT EN EL TRÓPICO CÁLIDO HÚMEDO

Con base en las recomendaciones del estándar EN 16798-1:2019, se define la zona de confort para el proyecto, en donde se tiene en cuenta que el espacio será ventilado naturalmente y los ocupantes pueden adaptar su vestido a las condiciones de temperatura que se presenten. El vestido se define en un rango de 0.3 a 0.5 clo (vestimenta ligera) y la actividad de los ocupantes entre 1 y 2met (de sentado en reposo a caminata tranquila). La temperatura media promedio exterior según el archivo climático es de 26.3°C y la mínima promedio exterior es de 18.4°C dando una amplitud promedio de temperatura (min/media) de aproximadamente 8°C.

Teniendo en cuenta estos datos, así como diferentes estudios realizados sobre el confort térmico en el trópico húmedo[5], se definió el rango de confort para el proyecto siguiendo las siguientes premisas:

- ✓ En el trópico cálido y húmedo las preferencias de las personas en cuanto al confort térmico se orientan hacia ambientes ligeramente más frescos que el ambiente exterior. Numerosos estudios han demostrado que generalmente hay una percepción de temperatura neutra partir de 2°C menos de temperatura, lo que se puede entender por el proceso de adaptación climática y sociocultural del ser humano en ambientes exteriores con temperaturas máximas iguales o superiores 30°C.
- ✓ La conducta adaptativa de las personas se debe estudiar en función del lugar, tiempo, y adaptación climática y en relación con la dinámica de temperaturas del ambiente. En este sentido es necesario considerar la diferencia entre la temperatura media promedio exterior y la temperatura mínima promedio exterior.

---

[5] González, E & Bravo, G. (2009) Sobre el confort térmico: Temperaturas neutrales en el trópico húmedo Palapa, vol. IV, núm. I, enero-junio, 2009, pp. 33-38 Universidad de Colima México
Nicol, J. F. (1994). Some like it hot, comfort and energy in Pakistan (Proc. European conference on energy performance and indoor climate in buildings, Lyon, France), 1117-1122.

Con estos preceptos se definió el rango de confort implementando la herramienta de confort térmico diseñada por el Centro del Ambiente Construido (CBE) de la siguiente manera:



ILUSTRACIÓN 2910. RANGO DE CONFORT SEGÚN EN – 16798

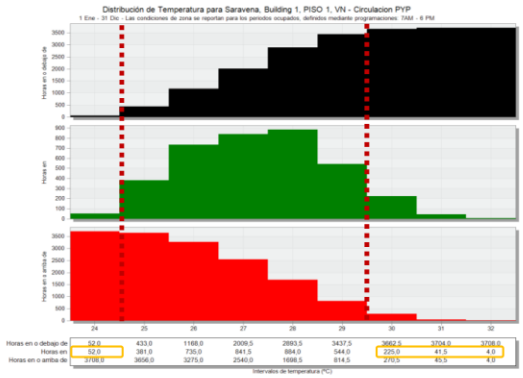
El límite superior de temperatura operativa máxima se definió en 29.5°C y el límite de temperatura operativa mínima en 24.5 °C teniendo en cuenta la temperatura media promedio exterior de Saravena (26.3°) y buscando cumplir con un nivel alto de expectativas para ocupantes de todas las edades.

SIMULACIONES ANUALES DE CONFORT

Una vez definido el rango de confort se evaluó el porcentaje de horas en disconfort del modelo de Línea base y del Propuesto, a continuación, se muestra la distribución de temperaturas operativas resultantes obtenidas de las simulaciones dinámicas de temperatura. En naranja se resaltan las horas en disconfort (por encima de 29.5°C y debajo de 24.5°C).

DISTRIBUCION ANUAL DE TEMPERATURAS – Línea Base.

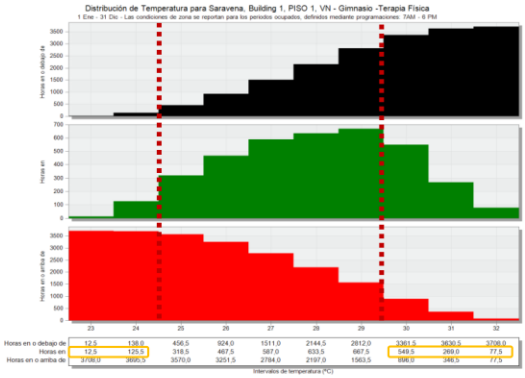
ESPACIO 1 - Circulación PYP, Primer Piso



HORAS EN DISCONFORT: 322

4%

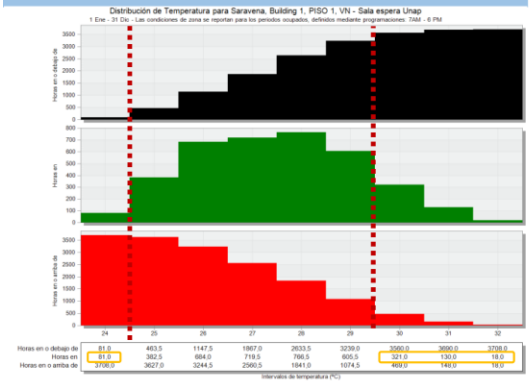
ESPACIO 2 - Gimnasio, Primer Piso



HORAS EN DISCONFORT: 1034

12%

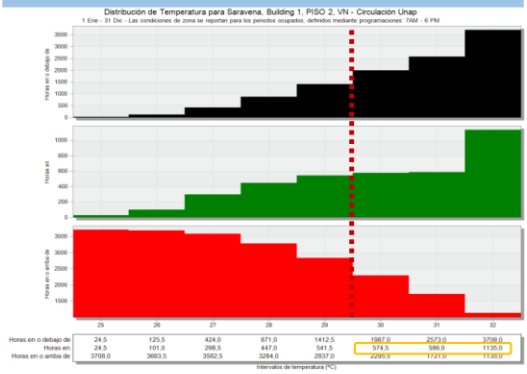
ESPACIO 3 - Sala de espera, Primer Piso



HORAS EN DISCONFORT: 550

6%

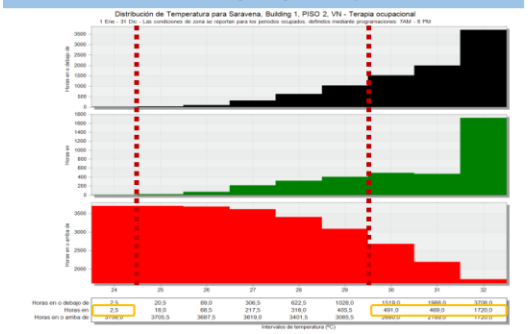
ESPACIO 4 – Circulación Unap, Segundo Piso



HORAS EN DISCONFORT: 2,495

29%

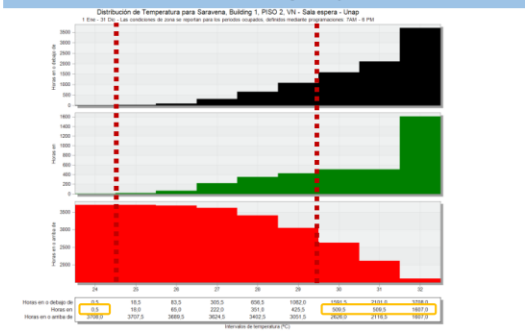
ESPACIO 5 - Terapia Ocupacional, Segundo Piso



HORAS EN DISCONFORT: 2685

30%

ESPACIO 6 - Sala de espera, Segundo Piso



HORAS EN DISCONFORT: 2627

30%

ILUSTRACIÓN 3011.DISTRIBUCIÓN ANUAL DE TEMPERATURAS – LINEA BASE ESPACIOS EVALUADOS

Se observa que los espacios críticos en confort térmico son los localizados en el segundo nivel con los siguientes resultados:

- ✓ Espacio 3: 29% de horas anuales en disconfort.
- ✓ Espacio 4: 30% horas anuales en disconfort.
- ✓ Espacio 5: 30% horas anuales en disconfort.

Se puede concluir que es necesario implementar estrategias bioclimáticas adicionales con el fin de mejorar las condiciones ambientales interiores de la Línea Base a nivel de las zonas dispuestas en segundo piso.

Es indispensable mejorar las condiciones de confort térmico y garantizar condiciones óptimas de temperatura generando aislamiento en cubierta para lo cual se recomienda:

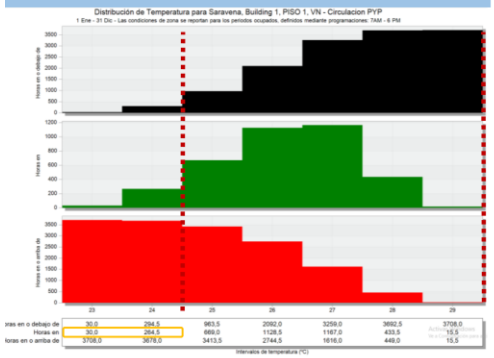
Espacio Segundo Nivel:

- ✓ Afectar materialidad de cubierta incorporando aislamiento en Fibra de vidrio 38mm. (CUBIERTA SANDWICH DECK TIPO C
  Aislamiento: Fibra de vidrio 38mm.
  Material: Aluzinc.
  Color: Color crema girs blanco.
  Pintura: Poliester horneable por dos caras.
- ✓ Incorporar Cielo raso en placas de yeso dejando una cámara de aire con respecto al nivel de la cubierta mínimo de 50 cm + Aislamiento fibra de vidrio de 60mm (Frescasa).

A continuación, se muestra la distribución de temperaturas operativas resultantes obtenidas de las simulaciones dinámicas de temperatura para el modelo de propuesta incorporando las estrategias recomendadas anteriormente. En naranja se resaltan las horas en disconfort (por encima de 29.5°C y debajo de 24.5°C).

DISTRIBUCION ANUAL DE TEMPERATURAS – Propuesta

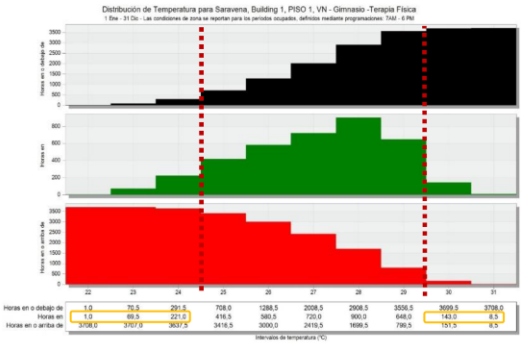
ESPACIO 1 - Circulación PYP, Primer Piso



HORAS EN DISCONFORT: 294

3%

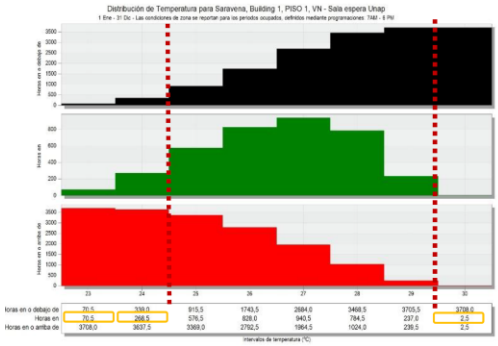
ESPACIO 2 - Gimnasio, Primer Piso



HORAS EN DISCONFORT: 443

5%

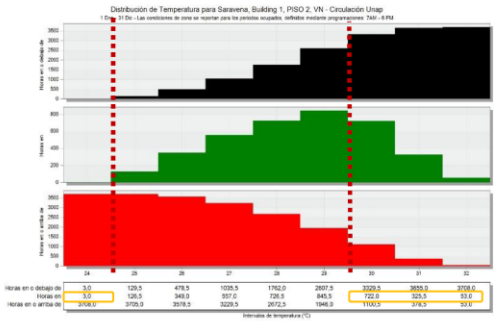
ESPACIO 3 - Sala de espera, Primer Piso



HORAS EN DISCONFORT: 341,5

4%

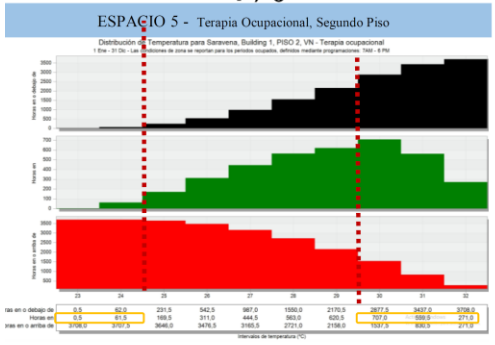
ESPACIO 4 – Circulación Unap, Segundo Piso



HORAS EN DISCONFORT: 1103,5

12%

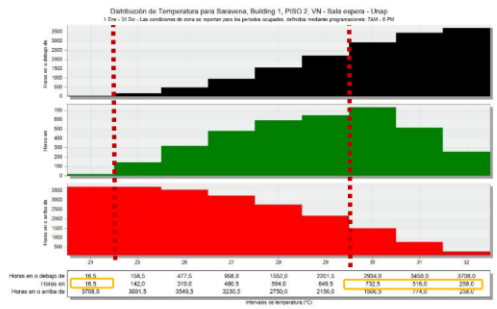
ESPACIO 5 - Terapia Ocupacional, Segundo Piso



HORAS EN DISCONFORT: 1600,5

19%

ESPACIO 6 - Sala de espera, Segundo Piso



HORAS EN DISCONFORT: 1522,5

18%

ILUSTRACIÓN 31 12.DISTRIBUCIÓN ANUAL DE TEMPERATURAS – PROPUESTA ESPACIOS EVALUADOS

En la siguiente ilustración se relacionan los resultados obtenidos entre la línea base y la propuesta para evidenciar la efectividad de las recomendaciones dadas.

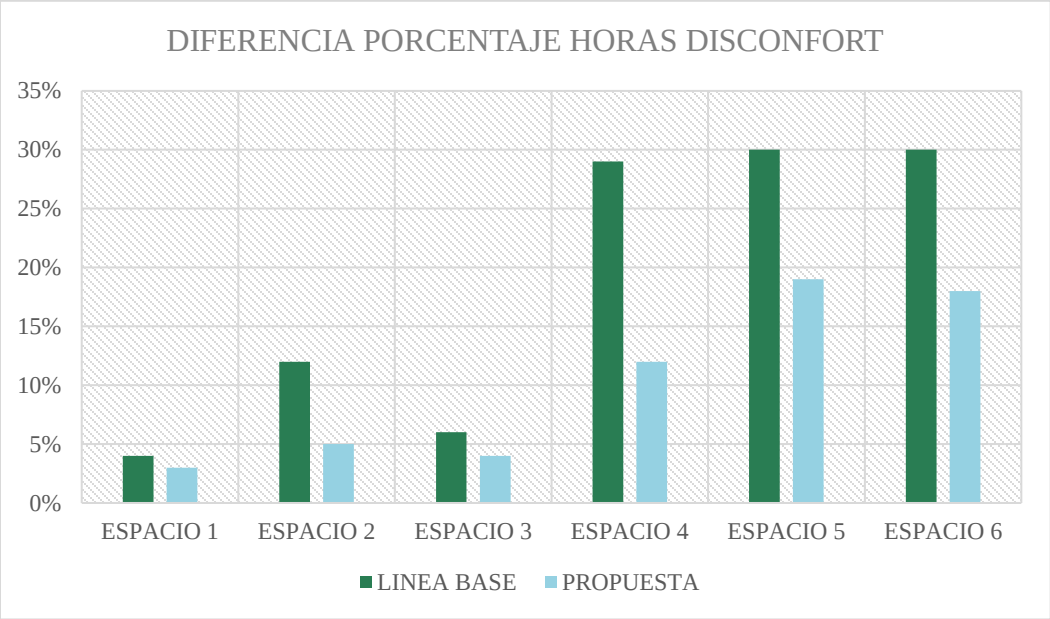
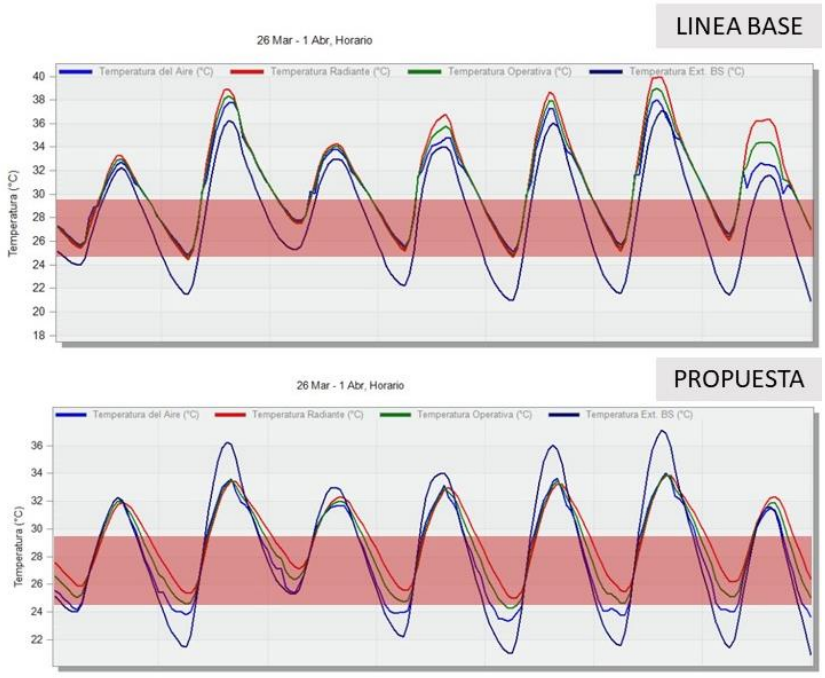


ILUSTRACIÓN 32 13.DIFERENCIA PORCENTAJE HORAS EN DISCONFORT LÍNEA BASE Y PROPUESTA

Se puede concluir que las estrategias bioclimáticas recomendadas para mejorar las condiciones ambientales interiores de la Línea Base tienen un efecto positivo en el proyecto, logrando llevar las temperaturas operativas de la Propuesta por debajo del límite máximo permisible de horas en disconfort.

ANÁLISIS DE CONDICIONES CRÍTICAS

Una vez analizada la distribución anual de temperaturas se procedió a evaluar el comportamiento térmico dinámico durante la semana con mayor radiación y temperaturas en el año (26 de marzo al 1 de junio) en la zona más crítica (Espacio 5, terapia ocupacional ubicada en el segundo piso del proyecto) según los resultados de las simulaciones distribución anual de temperaturas. Esto con el fin de verificar las condiciones de temperatura que puedan estar por fuera del rango de confort en condiciones extremas de calor, y evaluar las posibilidades de apoyo de elementos activos de acondicionamiento para estos momentos del año.



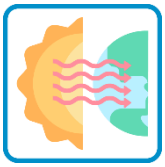
A nivel se ve un comportamiento térmico aceptable, en donde las temperaturas operativas (verdes) se mantienen durante el día por debajo de la temperatura exterior (azul más oscuro) y durante la noche por encima. Hacia el mediodía las temperaturas operativas empiezan a superar los 29.5°C, esta condición se da durante los 7 días de la semana. Durante los días críticos (27, 30 y 31 de marzo) el periodo de tiempo en disconfort puede iniciar a las 10am y finalizar hacia las 8pm. Son aproximadamente 10 horas del día durante las cuales el espacio estará por encima de los 29.5°C.

Para los días y periodos en donde la temperatura operativa esté por fuera del rango de confort se recomienda:

- ✓ Instalar ventiladores de techo que permitan disminuir la sensación de calor en los ocupantes. Los cálculos de las dimensiones y características de este elemento de climatización deberán ser definidas por el Ingeniero Mecánico especialista. Según los cálculos de confort térmico, se espera que los ventiladores de techo se utilicen únicamente durante el 19% de las horas, ya que durante el 81% restante las estrategias bioclimáticas implementadas aseguran condiciones óptimas de confort térmico interior.

3.5 CONCLUSIONES Y ARTICULACION CON ARQUITECTURA.

A continuación, se resumen las recomendaciones sugeridas para lograr las condiciones de confort térmico y visual óptimas para el proyecto:



PROTECCION SOLAR:

- ✓ Módulos de celosías o barreras arquitectónicas en fachadas oriente y occidente (Donde existan aperturas) con el objetivo de reducir la temperatura superficial de estos cerramientos.
- ✓ Proponer dentro del diseño arquitectónico elementos sutiles de protección solar en fachadas (Norte y Sur). ELEMENTOS EN CONCRETO – ELEMENTOS CORTASOLES DE PROTECCION SOLAR – Sistema de protección solar dinámico.



ILUMINACIÓN NATURAL:

Se asegura una franja entre el 52& y 80% de área con un DF>2 (Área dentro del límite) gracias a las siguientes recomendaciones:

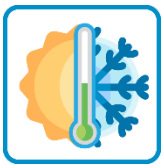
- ✓ Generar sobrecubierta en los vacíos propuestos en el diseño arquitectónico la cual deberá incorporar tejas traslúcidas distribuidas uniformemente en un 45% del área total de la cubierta. (Espacio 1, 3, 4 y 6).
- ✓ Generar en aperturas laterales de la sobrecubierta (Altura 1,80) Rejillas efectivas de ventilación. (Espacio 1, 3, 4 y 6).
- ✓ Se recomienda la instalación de una teja con una Transmisión Luminosa (LT o VLT) de 32%, un Coeficiente de Ganancia Solar (SHGC) DE 0.34(Espacio 1, 3, 4 y 6).
- ✓ Apertura de aberturas en Segundo nivel sobre fachada occidente para generar Iluminación en circulación. (Espacio 1, y 4).
- ✓ En fachada de vidrio utilizar un cristal con una Transmisión Luminosa de aproximadamente 60%. (Espacio 2, 3, 4, 5 y 6).
- ✓ Generar en aperturas laterales en cambio de cubierta plana a cubierta inclinada con el objetivo de generar inyección de luz natural a lo largo de todo el centro del espacio. (Espacio 5).



VENTILACIÓN NATURAL:

Se implementa de manera articulada un sistema mixto de ventilación natural que combina ventilación cruzada y efecto chimenea, y sistema sencillo de ventilación cruzada para espacios que cumplen con las proporciones recomendadas mediante la generación de las siguientes estrategias:

- ✓ Generar sobrecubierta en el vacío propuesto en el diseño arquitectónico el cual deberá incorporar tejas traslúcidas distribuidas uniformemente en un 45% del área total de la cubierta. (Espacio 1, 3, 4 y 6).
- ✓ Generar en aperturas laterales de la sobrecubierta (Altura 1,80) Rejillas con un 75% de área efectiva de ventilación. (Espacio 1, 3, 4 y 6).
- ✓ Generar abertura en segundo nivel sobre fachada occidente para inyección de aire. (Espacio 1, y 4).
- ✓ El área efectiva de ventilación para zona de inyección de aire debe ser de mínimo 50%. (Espacio 1, y 4).
  El área efectiva de ventilación en ventanearía es de 30%. (Espacio 2, 3, 4, 5 y 6).
- ✓ Los espacios que no contemplan ventilación mecánica tales como, circulaciones, salas de espera, patios interiores, unidades sanitarias generales y demás descritos en este informe y donde serán implementados el sistema de ventilación natural cumplen con las renovaciones de aire requeridas para cada uso, volumen y ocupación respectiva.



CONFORT TÉRMICO:

Únicamente con medidas pasivas se logra cumplir con límites aceptables de porcentaje de horas por fuera del rango de confort, calculado para el clima de Saravena.

- ✓ Afectar materialidad de cubierta incorporando aislamiento en Fibra de vidrio 38mm. (CUBIERTA SANDWICH DECK TIPO C).
  Aislamiento: Fibra de vidrio 38mm.
  Material: Aluzinc.
  Color: Color crema girs blanco.
- ✓ Incorporar Cielo raso en placas de yeso dejando una cámara de aire con respecto al nivel de la cubierta mínimo de 50 cm + Aislamiento fibra de vidrio de 60mm (Frescasa).

Para los días y horas críticos (muy calientes) se recomienda:

- ✓ Instalar como apoyo a la ventilación natural, ventiladores de techo que permitan disminuir la sensación de calor en los ocupantes.



MEDIDAS DE CLIMATIZACIÓN ACTIVAS

Una vez definidas las medidas pasivas (arquitectónicas) del proyecto, es importante articular el diseño bioclimático con las medidas activas (ingeniería mecánica), por lo tanto, se recomienda que:

- ✓ Los cálculos de las dimensiones y características de los ventiladores de techo de climatización sean definidos por el Ingeniero Mecánico especialista.
- ✓ Los cálculos y dimensionamiento de los sistemas de climatización para las áreas de consultorios, zona de odontología, vacunación, área administrativa, salón de reuniones y demás consultorios anexos deberán considerar las especificaciones de materiales y demás resultados de confort descritos en este informe.

ARQ. ESTEFANNY PAMELA BASTO URBINA

M.P. A20722012–1032439009
Magister en Diseño Sostenible

ANEXOS

1. Vidrio de control solar – Saint Gobain
2. Tejas para iluminación natural – Exiplast
3. Rejilla para ventilación natural – Laminaire
4. Cubierta sandiwch CUBIERTA SANDWICH DECK TIPO C
5. Ecowood.