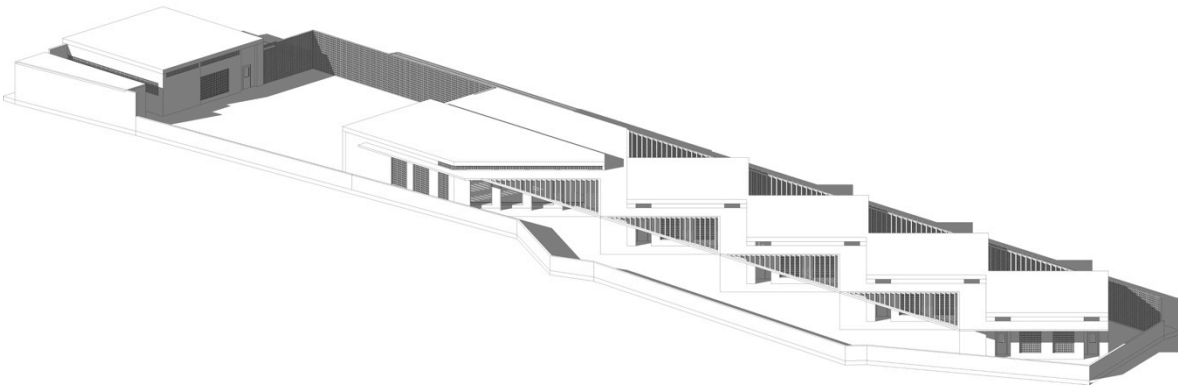


CENTRO DE DESARROLLO INFANTIL CLEMENCIA

FUNDACION PLAN
CLEMENCIA, Bolívar

GUIA DISEÑO SOSTENIBLE

“CONSULTORIA ESTUDIOS Y DISEÑOS TECNICOS QUE INTEGREN MEDIDAS DE SOSTENIBILIDAD (ELECTRICO, SANITARIO, HIDRAULICO, GAS Y BIOCLIMATICO) COMO REQUISITO TECNICO PARA LA CONSTRUCCION SOSTENIBLE DEL CENTRO DE DESARROLLO INFANTIL CLEMENCIA UBICADO EN EL MUNICIPIO DE CLEMENCIA, DEPARTAMENTO DE BOLIVAR.”



Fecha: Agosto 16 de 2017
Versión: 1

CONTENIDO

1	Quiénes somos	2
2	Introducción	4
2.1	Identificación de recursos naturales	4
3	Proyecto – Memoria Descriptiva	6
4	Condiciones Climáticas	8
5	Arquitectura Responsable y Sostenible	12
5.1	Confort Exterior	12
5.2	Confort interior	15
6	Energía	32
7	Agua	34
8	Sistema de monitoreo de consumo en tiempo real	36
9	Conclusiones	37
	ANEXO 00 DISEÑO ARQUITECTONICO	39
	ANEXO 01 DISPONIBILIDADES DE SERVICIOS PUBLICOS	40
	ANEXO 02 INFORME DE VISITA	41
	ANEXO 03 TOPOGRAFIA	42
	ANEXO 04 PROYECTO ELECTRICO Y BMS	43
	ANEXO 05 PROYECTO HIDROSANITARIO Y GAS	44
	ANEXO 06 INFORME SEGURIDAD HUMANA	45

1 QUIÉNES SOMOS



VIC es una empresa Colombiana creada en el 2011 especializada en la consultoría, diseño, construcción y operación de sistemas sostenibles descentralizados en agua, energía y residuos para desarrollos urbanos, suburbanos y rurales. Su enfoque integrador garantiza la mejor solución posible para cada proyecto.



PROYECTAR SAS es nuestro aliado estratégico para el diseño hidrosanitario e ingeniería de detalle de nuestros sistemas, bajo cumplimiento de normas RAS y aprobación ante las Empresas de Servicios Públicos (ESP).



ACTRON INGENIERIA es nuestro aliado estratégico para el diseño eléctrico e ingeniería de detalle de nuestros sistemas, bajo cumplimiento del reglamento RETIE, Codensa, NTC 2050 y aprobación ante las Empresas de Servicios Públicos (ESP).

Lo que hacemos...

Master Plan Integral

Desarrollo de proyectos basado en la implementación de una estrategia integral en torno al agua, energía y servicios públicos. En esta aproximación se incluye el Diseño Urbano Sensible al Agua (DUSA), Sistemas de Drenajes Urbanos Sostenibles (SUDS), cosecha de aguas lluvias, análisis de vientos, radiación y sombras, análisis de alturas, sistemas descentralizado de agua y energía, medición de niveles de sostenibilidad requeridos, *Urban Farming*, PTAR, PTAB, pozos de infiltración, recarga y extracción.

Arquitectura responsable y sostenible

Trabajamos con los planificadores, arquitectos e ingenieros para el desarrollo de estrategias pasivas que permitan optimizar los recursos naturales para calentar, enfriar e iluminar las edificaciones, para lograr el mayor confort con el menor impacto al medio ambiente. Algunos aspectos clave para este objetivo son el plan de masas y forma, la relación ventana – muro, reflectividad de cubiertas y muros, sistemas de sombras, análisis del envolvente, análisis de iluminación, materiales y orientación. Lo anterior se valida por medio de modelaciones energéticas, de iluminación, análisis de vientos y de sombras entre otros; para lo anterior se utiliza software como DesignBuilder, Climate Consultant, Energy Plus y Dialux principalmente.

Agua

Nuestro objetivo es garantizar que todos los desarrollos hagan uso eficiente del agua mediante la optimización en el uso del agua al interior del proyecto, minimizar los vertimientos, maximizar el uso eficiente del agua en las edificaciones, reducir los requerimientos de agua potable, generar agua en el sitio haciendo uso de lagos, pondajes y acuíferos, cosecha de aguas lluvias.

Energía

Nuestro objetivo es implementar en los proyectos estrategias no convencionales para calentar y/o enfriar - que son pasivas por naturaleza - mediante el uso de sifones térmicos. Algunas de estas

estrategias son enfriamiento por radiación, refrigeración por evaporación pasiva, túnel de viento en tierra, enfriamiento nocturno, energía geotérmica, ventilación por desplazamiento. Desde este enfoque y promoviendo estas estrategias que incentivan ventilación cruzada y sifones térmicos se busca optimizar el uso de energía de las edificaciones, minimizar la necesidad de equipos de aire acondicionado y calefacción y aumentar el confort de los ocupantes.

Para reducir la dependencia a la conexión de la red eléctrica nacional, incentivamos el uso y desarrollo de energía en los proyectos. El diseño típico de energías renovables incluye la integración a la red y en las edificaciones de paneles fotovoltaicos, energía eólica, conversión de residuos orgánicos a energía, sistemas descentralizados.

Los diseños eléctricos reflejan y se integran con las características climáticas propias del lugar y los diferentes patrones de ocupación y requerimientos por actividades.

2 INTRODUCCIÓN

Esta Guía de Diseño Sostenible ilustra estrategias y conceptos de sostenibilidad que se enfocan en el uso apropiado y eficiente de recursos (agua y energía principalmente) para reducir el impacto ambiental del proyecto durante su ciclo de vida y además crear un desarrollo que se convierta en un espacio de comunidad viva sostenible. Esta guía resume la investigación de productos y tecnologías, las cuales son consideradas las más útiles y relevantes para ser implementadas en el proyecto del **CDI Clemencia, Bolívar**, Colombia.

Esta guía se desarrolla basada en simulación científica de información, edificios y entorno. Este reporte hace recomendaciones en detalle con respecto a tratamiento y manejo de aguas y energía. Con la implementación de esta guía, el proyecto podrá:

- Minimizar su huella ecológica.
- Alcanzar diseño sostenible de edificaciones y comunidad.
- Mejorar la calidad del agua y aire del edificio.
- Incrementar la eficiencia de operación.
- Alcanzar una comunidad limpia donde el ambiente está protegido de la polución.
- Preparar la comunidad para el futuro y el cambio.
- Ser una comunidad saludable que permite la vida al aire libre y promueve actividades e interacción.

Confort:

Por medio de estrategias pasivas que se incorporan a la arquitectura se logra reducir las horas en que la temperatura esta fuera de la banda de confort hasta en 9% con respecto al caso de referencia. En el caso de las aulas, que es el lugar donde más tiempo van a pasar los niños, se está por fuera de la banda de confort un 23% en promedio (cada aula tiene un comportamiento diferente por su orientación) de las horas de ocupación.

Las disponibilidades que se han obtenido de las Empresas Prestadoras de Servicios se pueden consultar en el ANEXO 01 .

2.1 IDENTIFICACIÓN DE RECURSOS NATURALES

El proyecto, por su ubicación y necesidades específicas, aprovecha el agua lluvia y reduce su consumo de energía para disminuir el impacto negativo del mismo sobre el entorno. El predio, por su ubicación, no interfiere con recurso natural.

Agua: El proyecto cuenta con una disponibilidad de servicio de agua y alcantarillado emitida por la empresa de servicios públicos Acuator s.a.s. E.S.P, sin embargo, establece que están a escasos metros del predio. Adicionalmente se debe asumir que el servicio de agua no es continuo y no tiene calidad para ser potable. El municipio no cuenta con alcantarillado pluvial. El diseño eficiente que se plantea incluye aparatos ahorradores, así como cosecha de aguas lluvias y manejo de aguas lluvias con SUDS, específicamente con sistema de bioretención. Estas estrategias significan disminución en la demanda de agua potable y por tanto ahorros económicos durante la operación del centro además de mayor independencia de las redes existentes. Al utilizar aparatos eficientes se obtiene un ahorro del **22%** del consumo en agua potable en comparación al caso base

establecido en la resolución 0549 de 2015. Adicionalmente se genera un ahorro al reutilizar las aguas lluvias tratadas (clorificadas para sanitarios, aseo de pisos y jardinería, y potabilizadas para el resto de los puntos). Este reúso es garantizando que la calidad del agua tratada cumple con las normas colombianas aplicables. En periodos de sequía, y cuando haga falta, el proyecto se puede abastecer con el agua del municipio.

Energía:

El servicio de energía es suministrado en la zona por Electricaribe. El diseño de la edificación favorece la ventilación natural, mejorando las condiciones de confort de los ocupantes y reduciendo el consumo de energía en ventilación. El aprovechamiento de la iluminación natural permite que en las aulas no se requiera usar iluminación artificial durante unas horas de ocupación, logrando así reducir el consumo de energía en iluminación. Adicionalmente una instalación solar fotovoltaica permite que en días soleados el edificio sea autosuficiente.

3 PROYECTO – MEMORIA DESCRIPTIVA

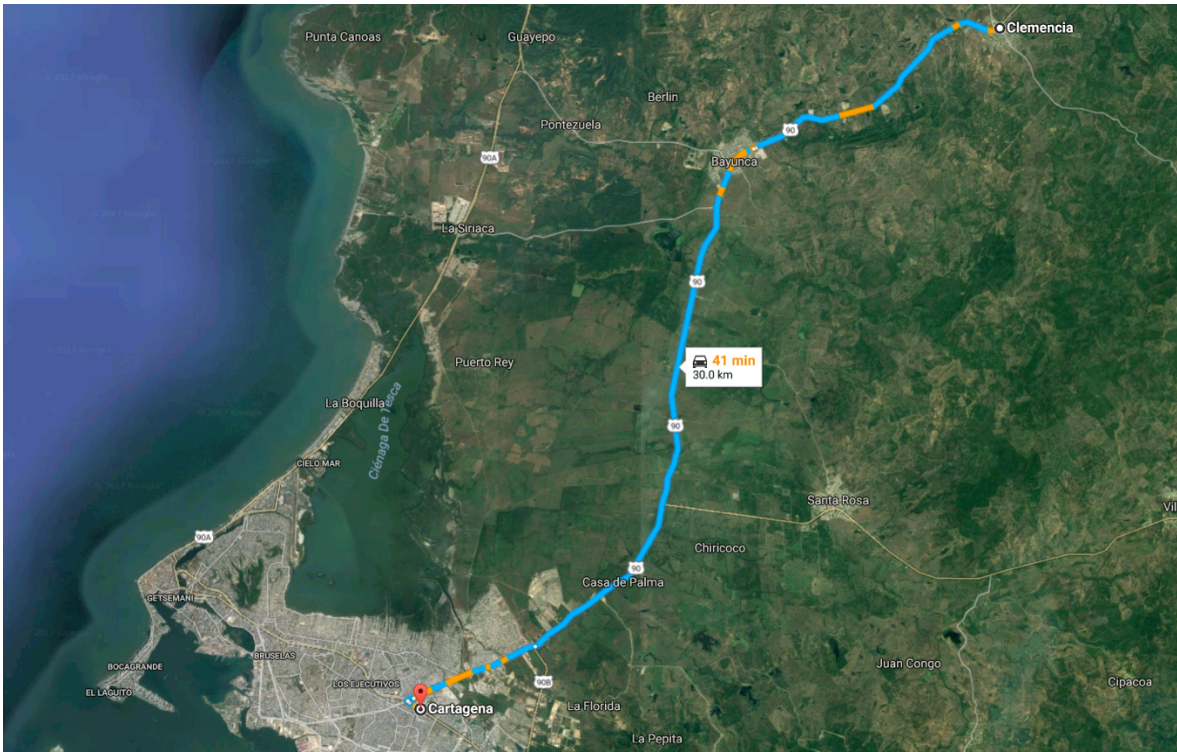


Fig. 3.1 Localización Google Earth

El Centro de Desarrollo Infantil de Clemencia, Bolívar (10°33'52.01"N, 75°19'45.08"O) está destinado a la atención de 160 niños.

El predio está ubicado en los límites del casco urbano, vecino de una institución educativa y algunas casas. Al ser esquinero tiene dos frente hacia vías, la principal en su lado angosto, sin pavimentar. La otra vía es y una La vía de acceso, la carrera 2, es límite del predio en su costado oriental, esta vía se encuentra pavimentada, en buen estado. La vía que colinda hacia el norte esta en mal estado y sin definir completamente.

El proyecto está planteado en un lote de 2305m2, tiene un área construida de 1658m2 aproximadamente y una zona exterior privada de 811m2 aproximadamente destinada para la recreación de los niños. El programa arquitectónico cuenta con 4 aulas para niños de 37 a 60 meses, 4 aula para niños de 24 a 36 meses, sala-cuna, taller de actividades, enfermería, cocina, servicios y un espacio establecido para el comedor, que puede ser empleado como sala múltiple. Dicho programa arquitectónico, se encuentra dispuesto en un solo nivel. El proyecto se integra con un CDI existente donde se establecerán algunos espacios relacionados con la administración.

El diseño arquitectónico se puede ver en el ANEXO 00 DISEÑO ARQUITECTONICO, el Inicial corresponde al anteproyecto suministrado por el DAPRE y el final corresponde a esta misma arquitectura con modificaciones resultantes de esta consultoría.



Fig. 3.2 Predio.



Fig. 3.3 Vista desde el predio a vecinos.



Fig. 3.4 Edificación existente.

El informe de la visita que se hizo se puede ver en el ANEXO 02 INFORME DE VISITA.
La topografía actualizada del predio se encuentra en el ANEXO 03 TOPOGRAFIA.

4 CONDICIONES CLIMÁTICAS¹

Clemencia, Bolívar, tiene un clima cálido húmedo (según la clasificación climática del IDEAM – Anexo 2 de la Resolución 0549 de 2015), con una **temperatura** media de **27,88°C** con una máxima de 36,4°C y mínima de 23,9°C. La humedad relativa media es de **83%** (ver Fig.4.1, Fig. 4.2, Fig. 4.4), lo que hace necesario el uso de un sistema de ventilación para mejorar las condiciones de confort. Durante las noches siempre hay saturación del aire y durante el día la humedad descende del 60% en la mayoría de los meses, lo que facilita la mejora del confort con la ventilación natural.

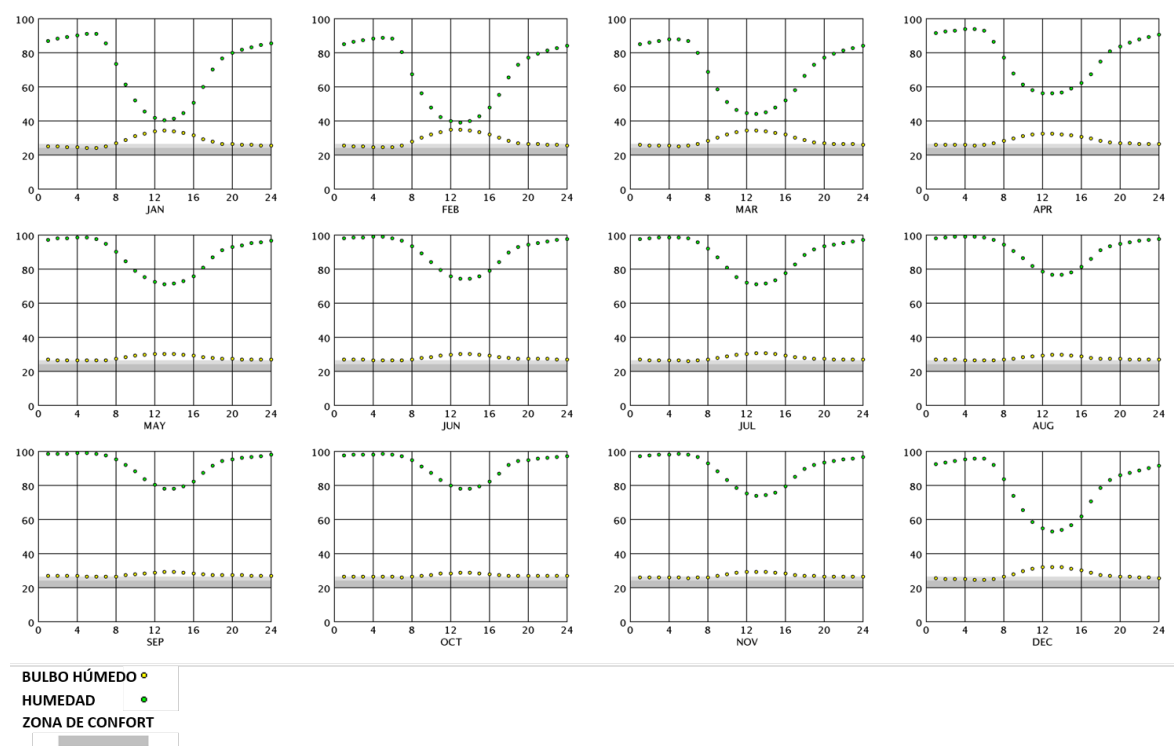


Fig. 4.1 Humedad relativa mensual

¹ Fuentes: National Solar Radiation Database, IDEAM, es.climate-data.org, SamSamWater Foundation

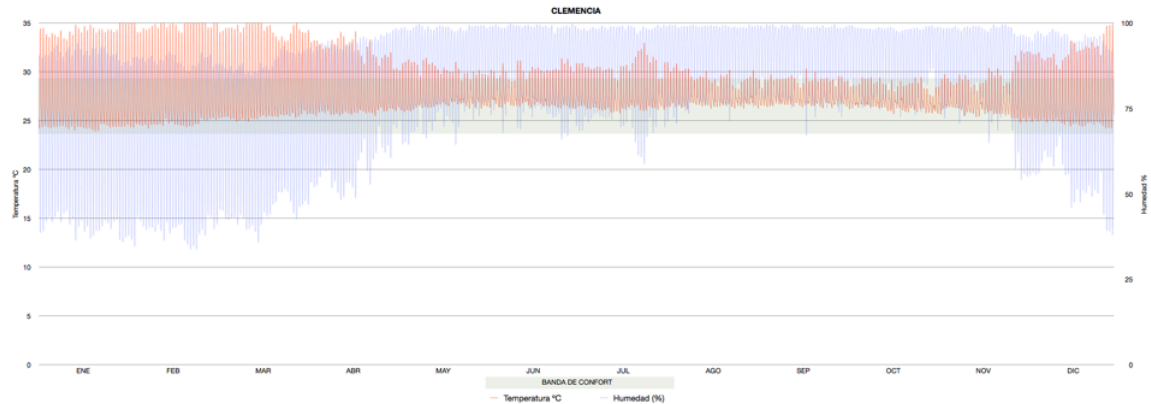


Fig. 4.2 Temperatura y Humedad

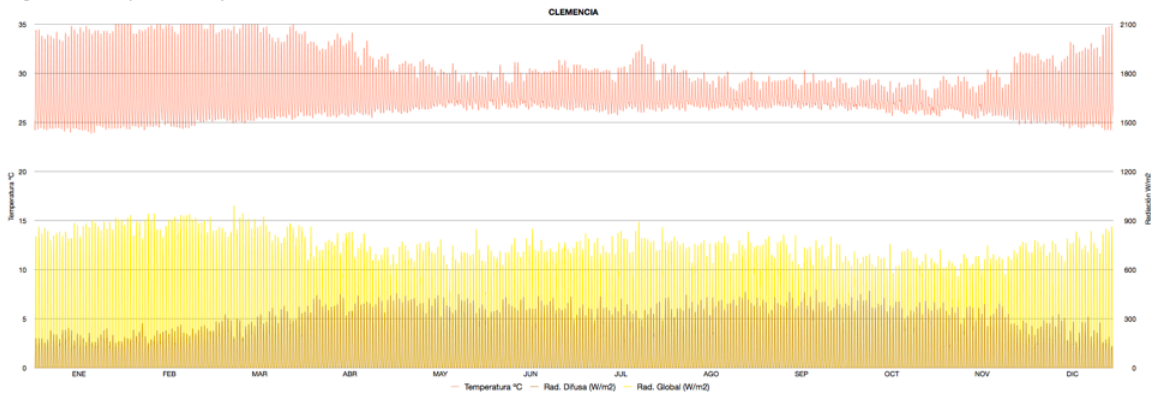


Fig. 4.3 Temperatura y radiación

La **radiación solar** (Fig. 4.3) es alta, con picos de hasta 1000W/m² (en radiación global horizontal) y de 500w/m² (en radiación normal directa), lo que sumado con la alta humedad relativa, hace que la sensación térmica sea de mayor calor. El reto del proyecto entonces es con controlar al máximo la radiación solar, la alta humedad y los picos altos de temperatura: la ubicación y tamaño de aperturas es determinante para controlar las ganancias de calor por este medio.

Los **vientos** predominantes vienen del norte con velocidades medias de 2m/s como se puede ver en las rosas de los vientos de Cartagena y Barranquilla. Estos datos son considerados para Clemencia por estar entre las dos ciudades y no existir formaciones montañosas significativas o algún otro elemento que pueda interferir con el viento. Lo anterior es corroborado por personas del lugar. Estos vientos deben aprovecharse para favorecer la ventilación natural de los espacios.

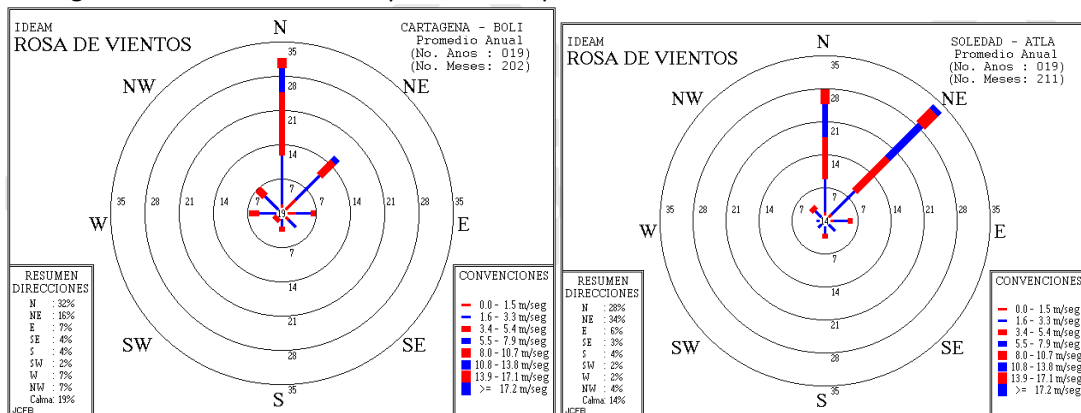


Fig. 4.4 Rosa de los vientos mensual.

Los índices de **confort** se calculan con base al clima de una región y no con base a la intensidad de ocupación al interior de los espacios. La sensación térmica de confort se mantiene en los ocupantes a lo largo del día. El objetivo es lograr que los ocupantes al interior de los espacios puedan estar a temperatura de confort sin depender de medios mecánicos y así mejorar su experiencia y calidad de vida.

La banda de confort² para este clima, calculada con el modelo de Humphreys que permite adaptabilidad, tiene un rango de **23,54°C a 29,54°C**.

El cuadro psicrométrico (ver Fig. 4.5) muestra la evaluación del confort térmico para un clima determinado. La temperatura exterior está fuera de confort todo el año (puntos verdes), la principal estrategia para mantener en confort los espacios interiores es la ventilación natural, des humidificación y la protección solar.

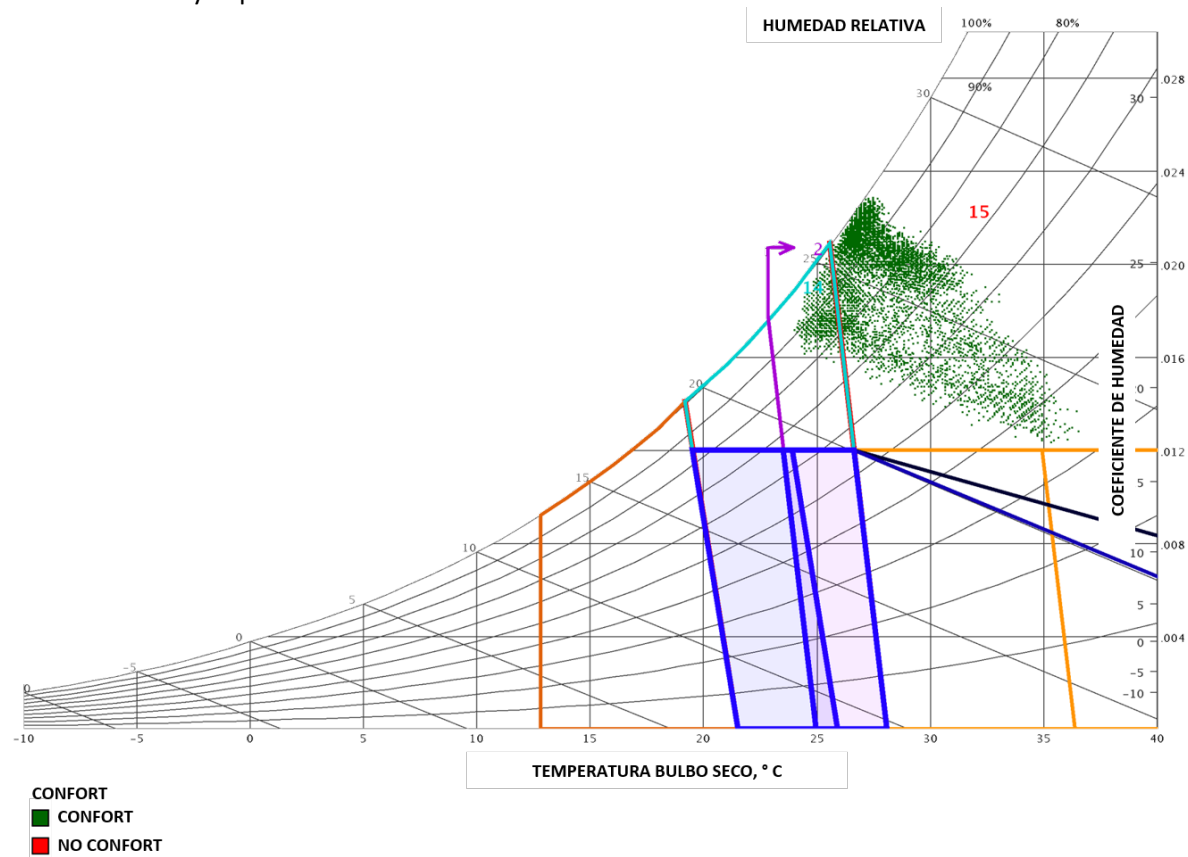


Fig. 4.5 Cuadro Psicrométrico anual

El régimen de **lluvias** es de 1037mm al año, la precipitación más baja es en febrero con 5mm mientras que las más altas están en octubre con hasta 211mm.

² Son los límites permisibles de la sensación térmica de bienestar calculadas según el clima de cada lugar.

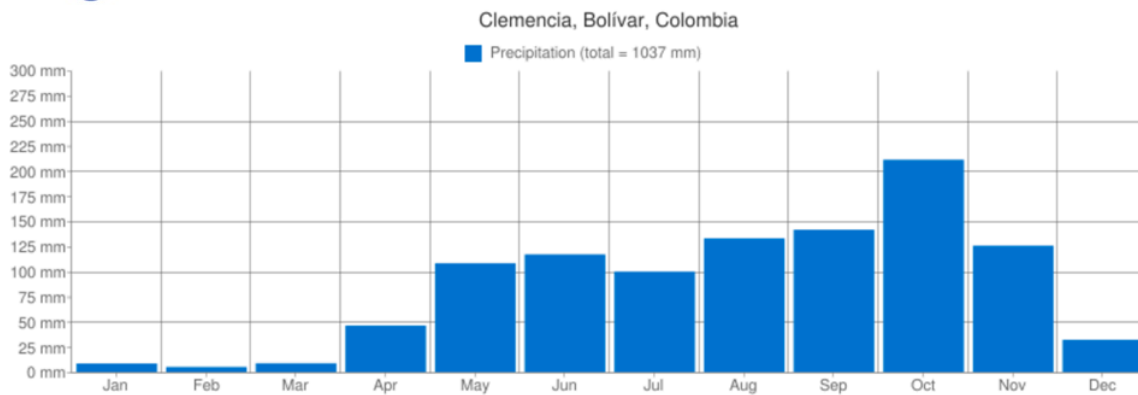


Fig. 4.6 Lluvias

5 ARQUITECTURA RESPONSABLE Y SOSTENIBLE

El objetivo es lograr el mayor confort para el proyecto incorporando diseños pasivos que maximicen el uso de la ventilación natural, climatización e iluminación natural, aumentando la satisfacción de los usuarios y reduciendo el impacto negativo sobre el medio ambiente. Esto no sólo permite grandes ahorros en la operación del edificio, sino que además reduce la emisión de gases de efecto invernadero y contaminación resultante de la generación de energía de combustibles fósiles.

Las diferentes modelaciones presentadas a continuación se realizaron en dos etapas, la primera corresponde a la modelaciones INICIALES que corresponden a las que se le hicieron al anteproyecto arquitectónico suministrado por el DAPRE. Luego de que las estrategias fueron incluidas en la arquitectura, se hicieron unas modelaciones FINALES con el fin de validar las mejoras obtenidas. Las imágenes de los análisis están identificadas teniendo en cuenta estas dos etapas.

5.1 CONFORT EXTERIOR

El análisis de los espacios exteriores buscan identificar todos los aspectos del clima del lugar que, junto con la arquitectura planteada, inciden en el bienestar de las personas en las zonas exteriores del proyecto. Esto permite plantear estrategias para mejorar la condiciones y diseñar las actividades según las condiciones particulares.

5.1.1 Estudio de vientos

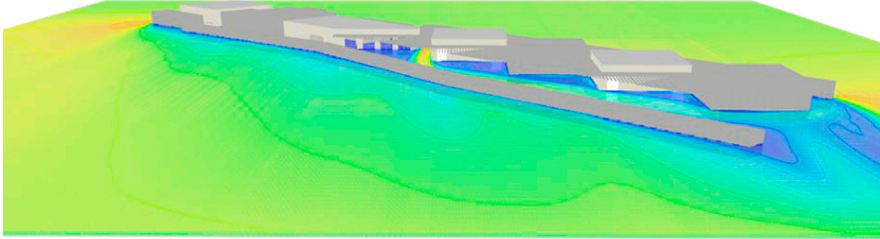
Un análisis de vientos de la zona donde está ubicado el edificio permite identificar las oportunidades de ventilación natural de los espacios interiores, y a la vez el comportamiento del viento a la altura del peatón en los espacios exteriores del proyecto.

El edificio se modela como sólidos 3D, para poder ver la dinámica del viento se hacen las simulaciones con la velocidad media del lugar.

Todos los espacios de mayor ocupación tienen fachadas en dos orientaciones, lo que favorece la ventilación natural cruzada. Por el entorno construido de baja densidad y altura se espera que todos los espacios puedan contar con un 100% del tiempo de correcta renovación del aire, minimizando así el uso de sistemas mecánicos de ventilación.

Como se ve en la siguiente imagen, el norte predominante viene del norte, fachada compuesta por calados que permiten el ingreso del viento a las aulas y a los patios. De igual forma el corredor de acceso y la puerta permiten un flujo de aire que permite ventilar la zona de juegos.

Corte 1.24m



Velocidad

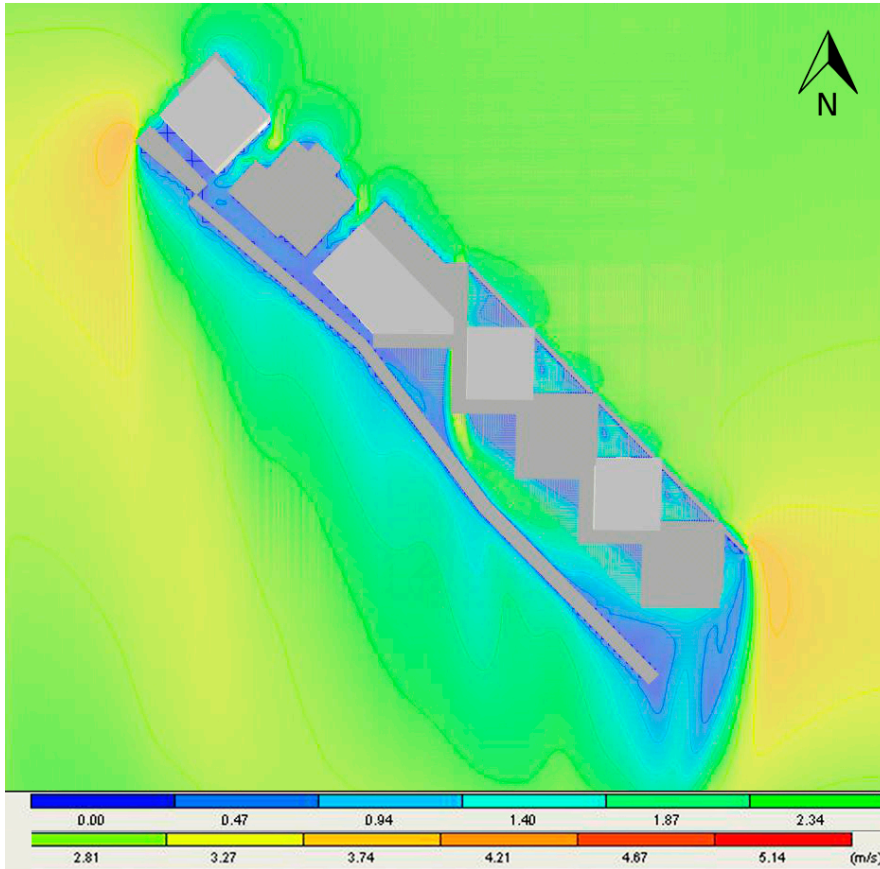


Fig. 5.1 CFD

5.1.2 Estudio de sombras

El estudio de sombras es una herramienta para visualizar el efecto de las construcciones vecinas sobre el edificio y las del edificio en su entorno. Con este estudio se pueden especificar, por ejemplo, tipos de vegetación, actividades de permanencia o circulación según las necesidades.

Los días escogidos para el análisis que se muestran en la Fig. 5.2 corresponden a los solsticios y equinoccios donde el sol está más al sur, al norte y perpendicular, además se muestran en 4 momentos del día durante la ocupación del CDI.

Los análisis muestran que el edificio no recibe sombras de edificios aledaños, por el norte podría tener buena sombra si se conservan los arboles y se siembran adicionales a lo largo de todo el predio. El edificio cuenta con aleros aleros que protegen los espacios interiores y circulaciones de la radiación directa, además de calados y pérgolas.

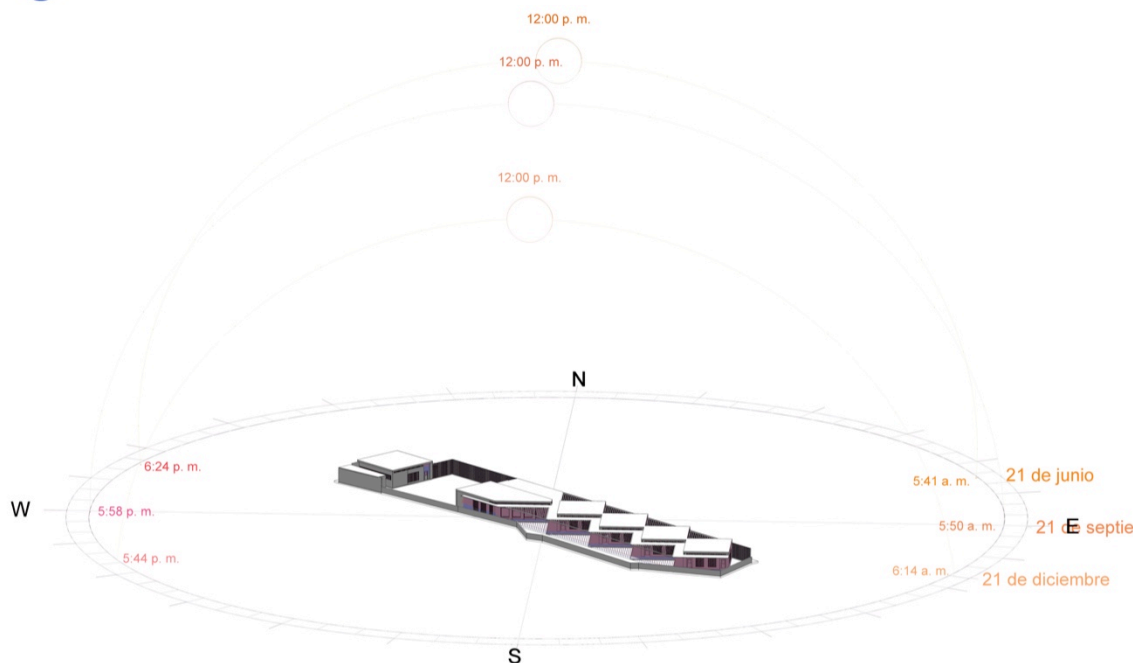


Fig. 5.2 Análisis de sombra

5.1.3 Temperatura fisiológica equivalente (PET)³

PET es un modelo que se utiliza para calcular la temperatura del aire que va a sentir una persona en el exterior, basada en su experiencia en un espacio interior (sin radiación ni vientos). Para este cálculo se deben considerar factores climáticos como radiación, vientos, temperatura del aire y humedad, aspectos del sitio como altitud y latitud y aspectos de la persona como actividad, vestimenta, edad y peso.

Este cálculo debe ser utilizado para el diseño de mobiliario exterior, especificación de vegetación y diseño de espacios abiertos en funciones de las actividades.

Como se mencionó anteriormente, y se evidencia a continuación, para garantizar un buen confort técnico en las zonas exteriores se debe garantizar sombra y circulación del viento. Esto se logra por medio de árboles y cerramientos permeables, así mismo localizando los espacios de permanencia cerca al edificio o bajo los árboles para que se beneficien de la sombra. El proyecto rodea de edificaciones la zona exterior principal de juegos lo que garantiza que tengan distintas sombras a lo largo del día.

Para el ejemplo se asume un niño de 5 años, corriendo, vestido con ropa ligera, cuando la temperatura ambiente es de 27.9°C la sensación térmica del niño puede ser hasta de 33.4°C con poco viento y sin sombra, y puede llegar a ser de 26°C con sombra y viento. Lo anterior quiere decir que mientras se permita algo de viento la sensación térmica va a estar por debajo de la temperatura ambiente garantizando un mayor confort. Para garantizar lo anterior, el cerramiento y las fachadas del edificio son permeables y permiten que el viento fluya a través de los diferentes espacios.

³ Physiological Equivalent Temperature

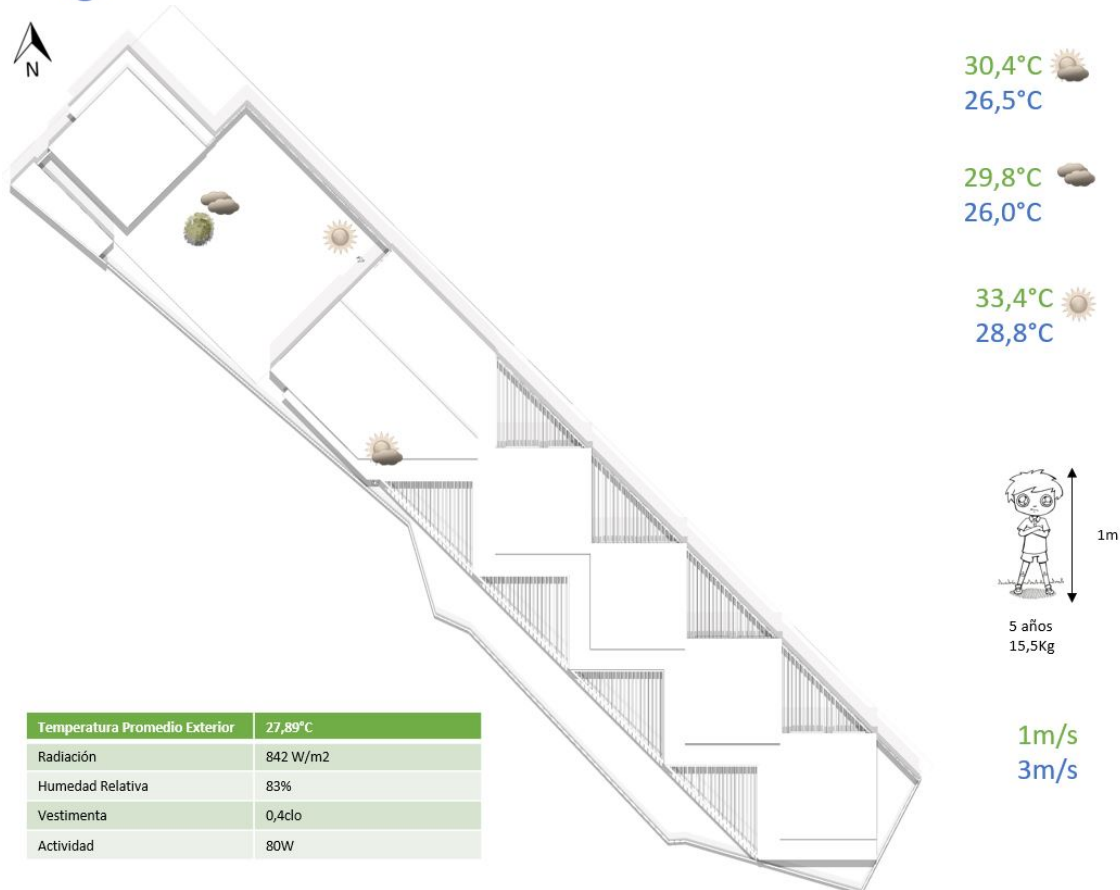


Fig. 5.3 PET

5.2 CONFORT INTERIOR

Por medio de este estudio se buscan las estrategias que mejor se adapten a los requerimientos específicos del edificio para lograr el mayor confort al interior de cada espacio, teniendo en cuenta las actividades, horarios y densidades de cada uno.

Este análisis involucra el estudio de incidencia solar, estudio de iluminación natural y estudio de confort térmico.

A continuación se muestra el caso de referencia con el que se hizo la simulación INICIAL (

Fig. 5.5 y Fig. 5.6) y el caso propuesto con el que se hizo la simulación final (Fig. 5.7 y Fig. 5.8) que incluye unas modificaciones en planta y en corte que son el resultado de las recomendaciones de los distintos análisis que se explicarán en este capítulo. Algunas de estas recomendaciones incluyen cambio de tamaño y especificación de ventanas, elementos horizontales para el control solar, ubicación de calados en la parte superior de las aulas para permitir ventilación natural y re diseño de algunas pérgolas para incrementar la protección.

Para el análisis se escogieron 4 espacios (ver Fig. 5.4) : 2 aulas, comedor y aula múltiple, las cuales se identifican a continuación. Se escogen estos espacios para simular ya que son los más importantes por su ocupación y actividades, además, los resultados obtenidos pueden ser aplicados a otros espacios con características similares.



Fig. 5.4 Identificación espacios simulados.

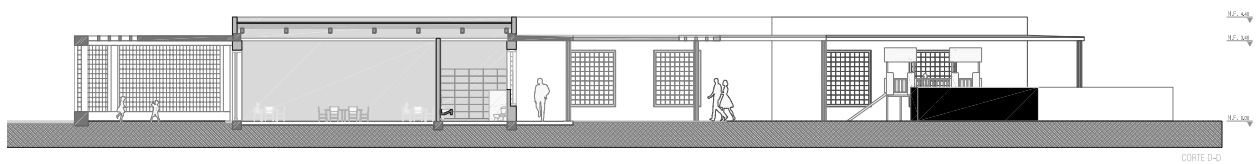


Fig. 5.5 Corte inicial

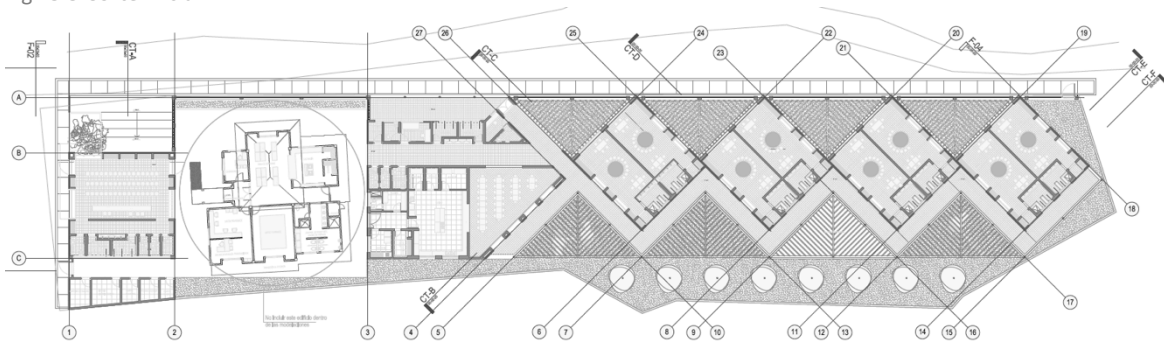


Fig. 5.6 Plano inicial

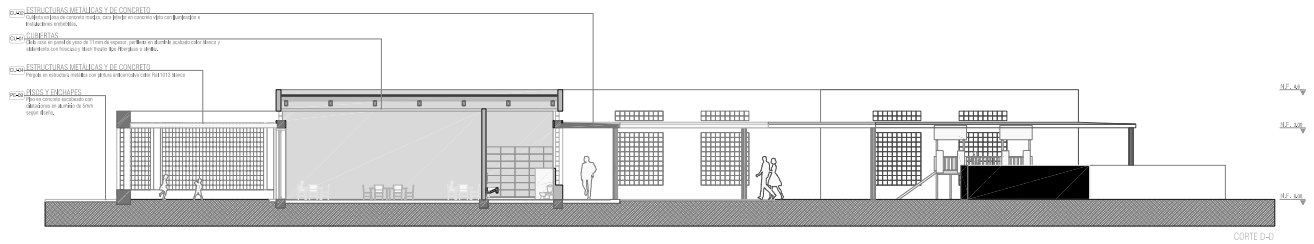


Fig. 5.7 Corte final

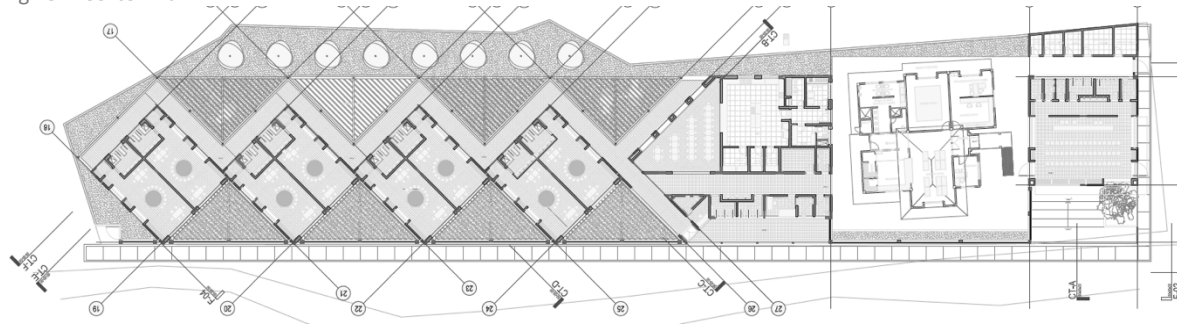


Fig. 5.8 Plano final

5.2.1 Incidencia solar

El estudio de incidencia solar identifica que necesidades de luz solar directa hay en los diferentes espacios y que estrategias se deben implementar para garantizar su buen funcionamiento.

La radiación solar directa no es deseable en espacios de lectura y estudio (concentración) ya que puede generar brillo y contraste a las personas, además de molestar con la exposición directa al sol.

La radiación directa en un espacio le trae ganancias de calor, lo cual no es deseable en un clima como el de **Clemencia** para ningún espacio ya que puede elevar las temperaturas por encima de la banda de confort, con el agravante de que la humedad alta puede incrementar aún más la sensación de temperatura.

Las estrategias para **Clemencia** se enfocan en evitar la penetración directa del sol a los diferentes espacios durante el periodo de ocupación de los mismos y garantizar la mayor ventilación natural posible.

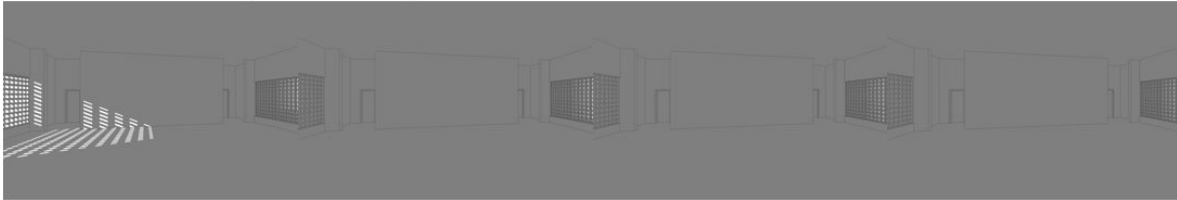
A continuación se muestran el comportamiento de los espacios durante los solsticios de invierno (21 diciembre) y verano (21 de junio) y el equinoccio (21 septiembre), donde el sol está más al norte, sur y perpendicular. Una vez garantizado el buen funcionamiento en estos días, se asume que el resto del año funcionará igualmente bien.

Aula múltiple

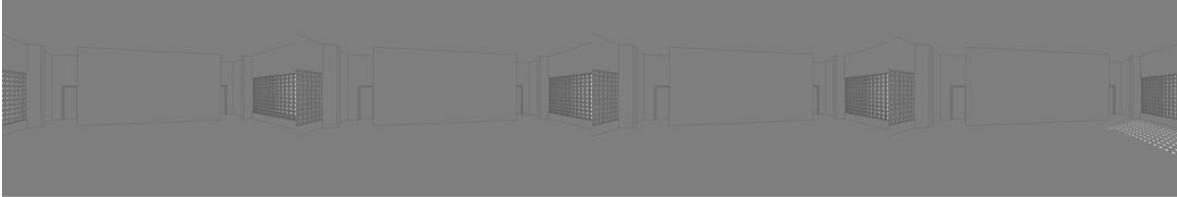
8:00 11:00
SOLSTICIO DE INVIERNO (21 de Diciembre)

2:00

4:00



SOLSTICIO DE VERANO (21 de Junio)



EQUINOCCIO (21 de Septiembre)

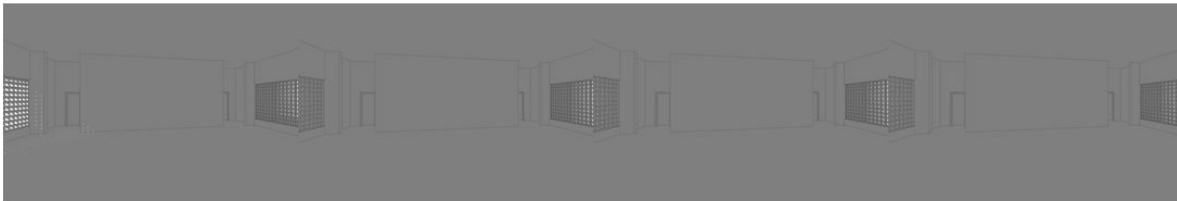
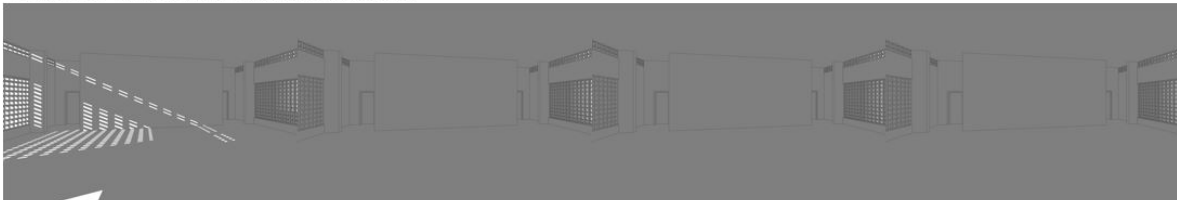


Fig. 5.9 Sombras Aula múltiple. INICIAL

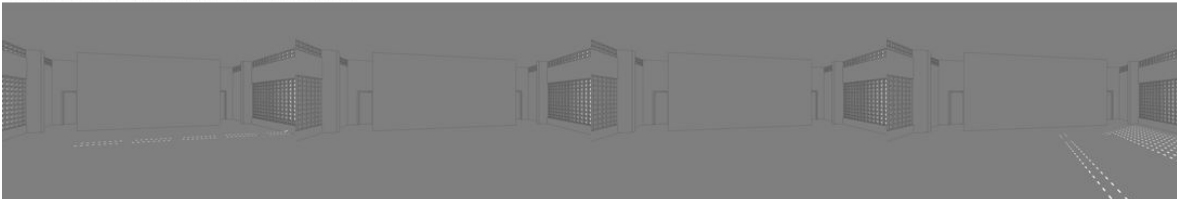
8:00 11:00
SOLSTICIO DE INVIERNO (21 de Diciembre)

2:00

4:00



SOLSTICIO DE VERANO (21 de Junio)



EQUINOCCIO (21 de Septiembre)

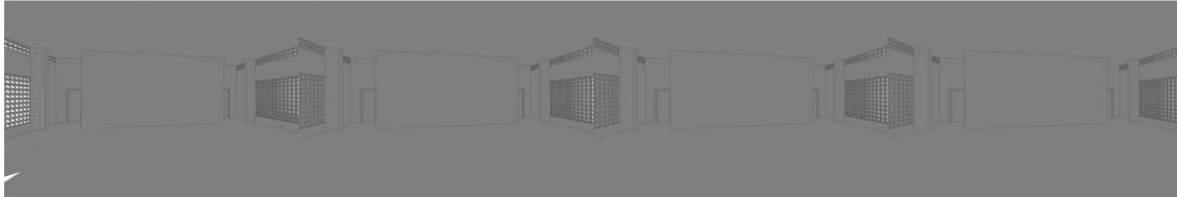


Fig. 5.10 Sombras Aula Múltiple. FINAL

Aula 3

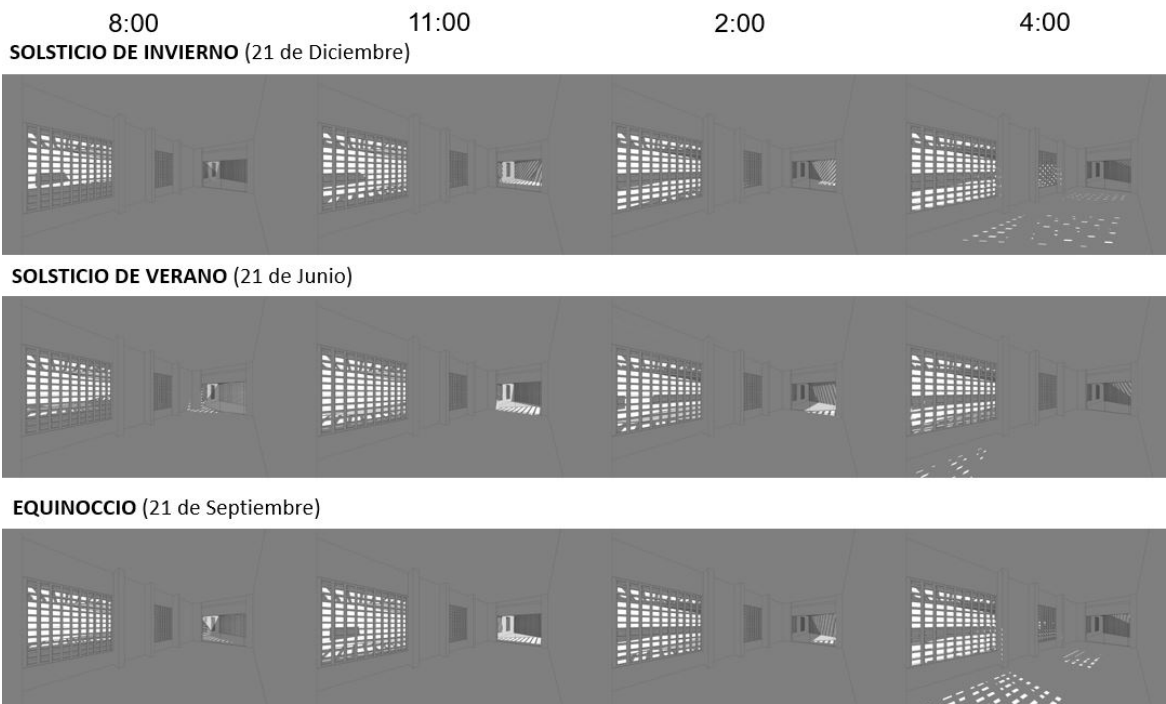


Fig. 5.11 Sombras aula 3. INICIAL.

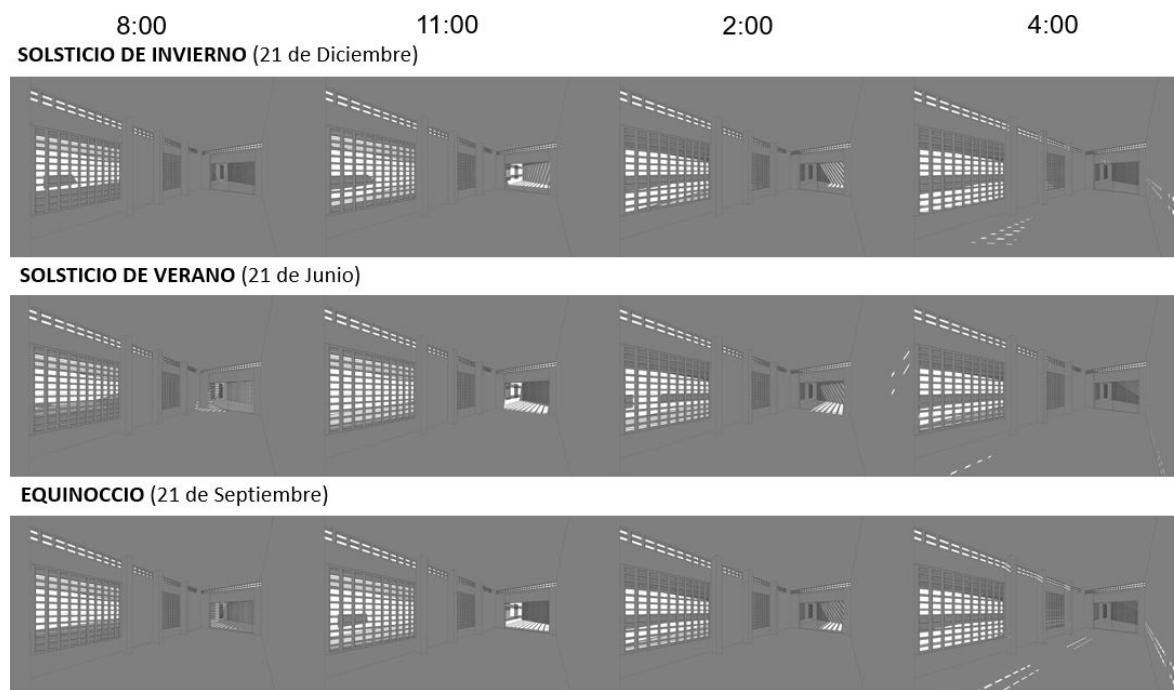


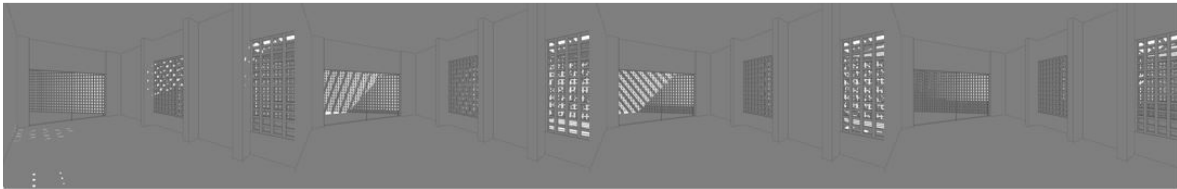
Fig. 5.12 Sombras aula 3. FINAL.

Aula 6

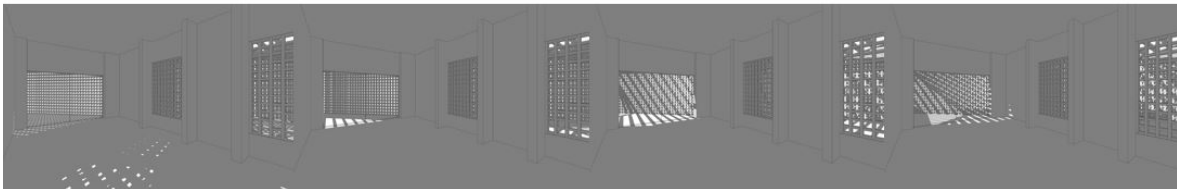
8:00 11:00
SOLSTICIO DE INVIERNO (21 de Diciembre)

2:00

4:00



SOLSTICIO DE VERANO (21 de Junio)



EQUINOCCIO (21 de Septiembre)

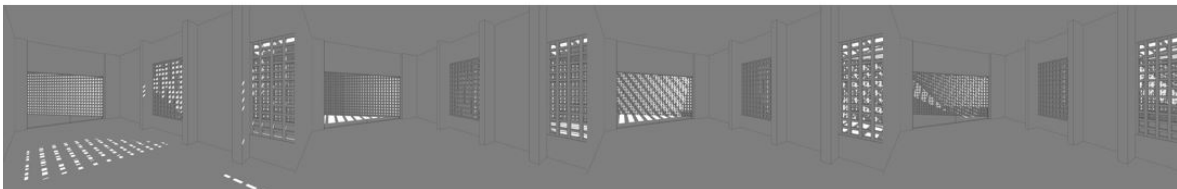
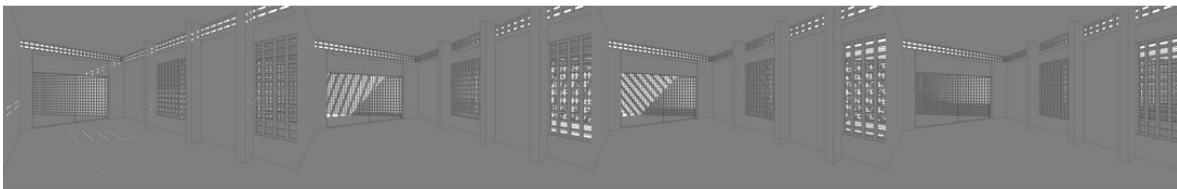


Fig. 5.13 Sombras aula 6. INICIAL.

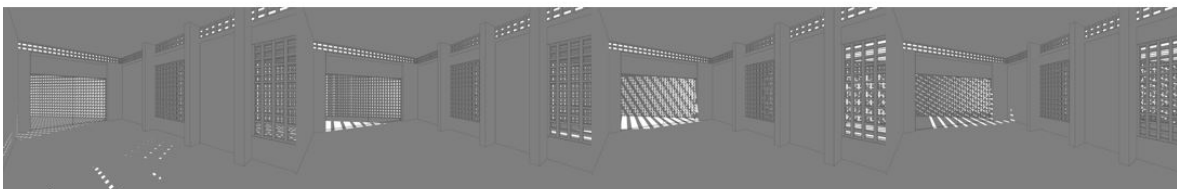
8:00 11:00
SOLSTICIO DE INVIERNO (21 de Diciembre)

2:00

4:00



SOLSTICIO DE VERANO (21 de Junio)



EQUINOCCIO (21 de Septiembre)

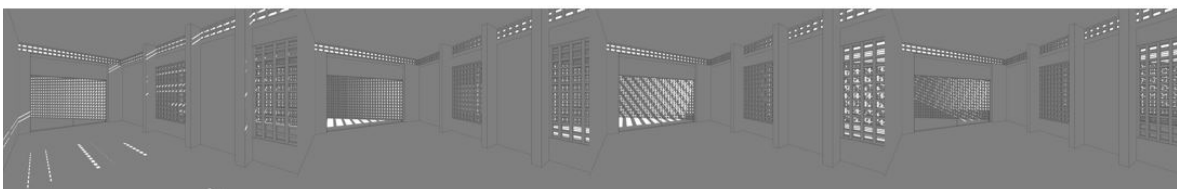


Fig. 5.14 Sombras aula 6. FINAL.

Comedor

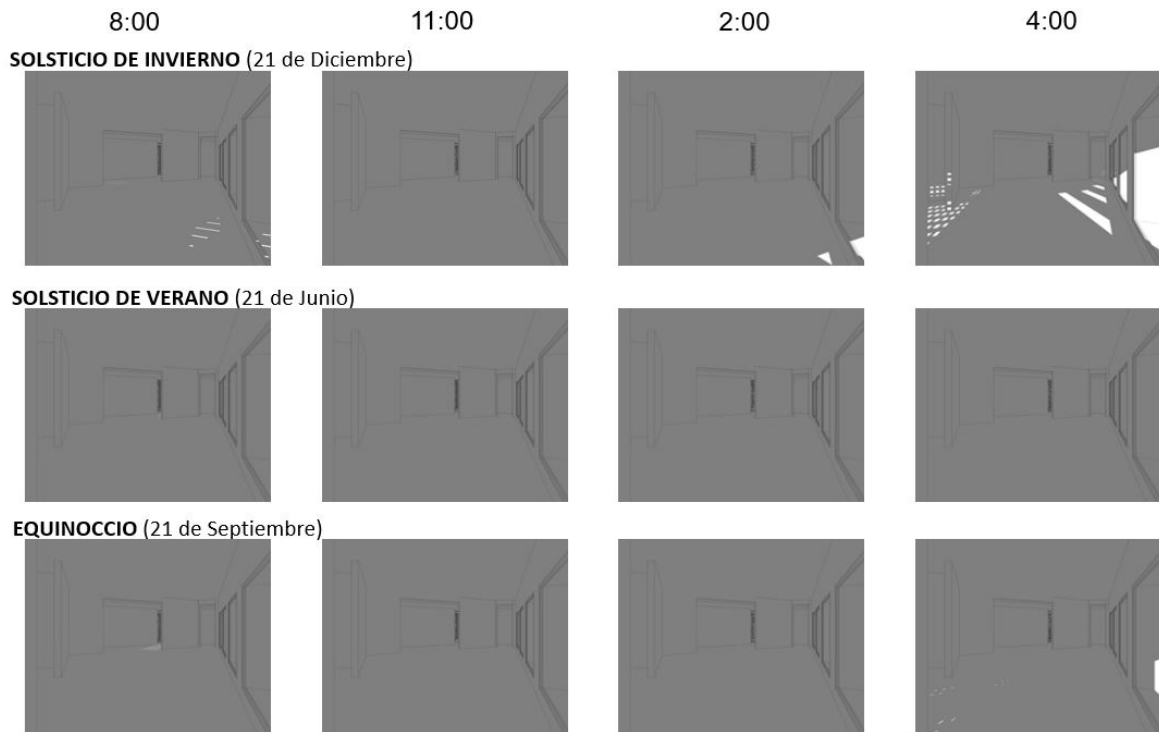


Fig. 5.15 Sombras comedor. INICIAL.

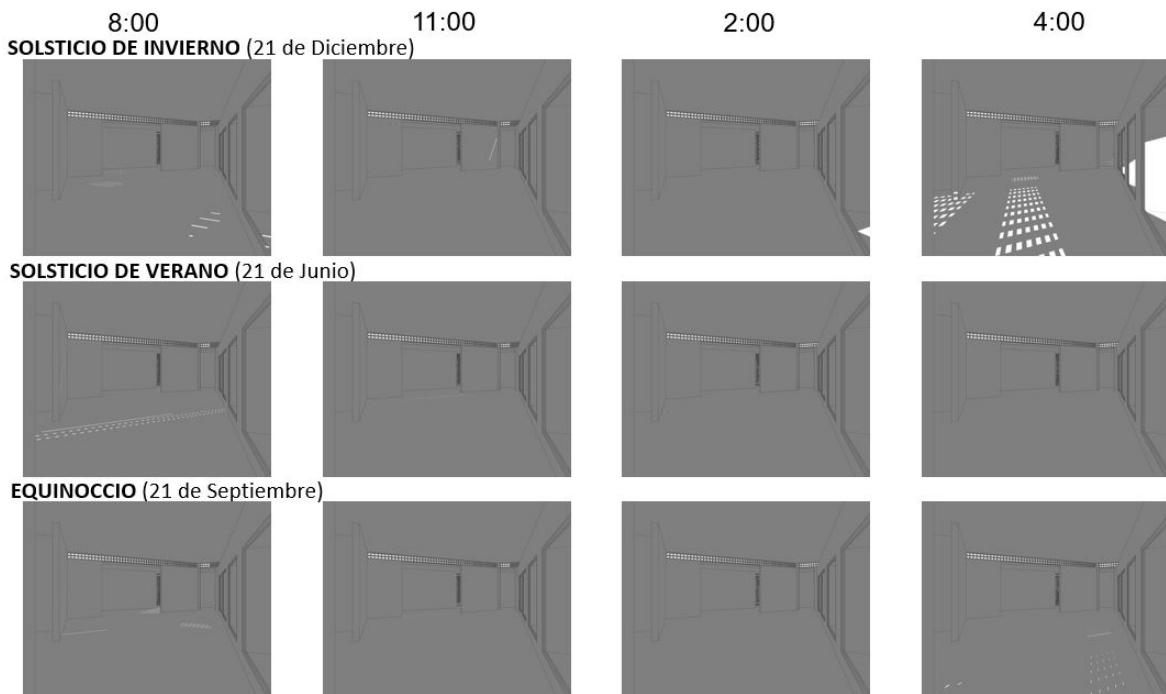


Fig. 5.16 Sombras comedor. FINAL.

Como se ve en las imágenes anteriores, el ingreso solar directo indeseado de los diferentes espacios era muy controlado por las pérgolas y las superficies en calados, sin embargo se cambio el sentido de las pérgolas para que quedaran orientadas hacia el norte lo que disminuye aun mas

el ingreso de radiación directa. Adicionalmente, en el comedor, se plantean elementos verticales en los vanos de las ventanas que eliminan completamente el ingreso de sol por estas.

5.2.2 Iluminación Natural

Existe una diferencia entre luz natural y luz solar. La luz natural tiene efectos positivos en términos de la salud humana y confort, así como en la reducción de la necesidad de iluminación artificial.

La orientación del edificio es muy importante en este tema también ya que la ventana puede garantizar buenos niveles de iluminación natural garantizando ganancias y reduciendo pérdidas a través de la misma. Vinculado con el estudio anterior, se busca complementar las estrategias para garantizar que los distintos espacios habitables cumplan por medio de iluminación natural los niveles mínimos de lux. La posición y tamaño de las aperturas incide en la forma como la luz penetra el espacio, para lograr una homogeneidad en la distribución de la luz y obtener los niveles necesarios para la actividad que se va a desarrollar.

La luz natural, que se debería plantear como requisito para todos los espacios, brinda un valor agregado a la calidad de los espacios y los usuarios generalmente esperan buenos niveles de esta en sus casas, oficinas y otros espacios. El acceso a luz natural hace a un edificio más atractivo, además de proveer al usuario los niveles adecuados de iluminación para las distintas actividades que se puedan hacer en un espacio determinado. La luz natural efectiva puede también tener un impacto en el desempeño energético del edificio al minimizar la necesidad de luz artificial.

Si bien la arquitectura propuesta prioriza el control de la radiación directa, sacrificando la entrada de iluminación natural, se buscó garantizar los mejores niveles posible, por ejemplo especificando puertas de vidrio.

Lo que muestra el análisis es el comportamiento de iluminación natural en los espacios, lo cual se complementa con el requerimiento de diseño de luz artificial. Este análisis se hace para un día nublado ya que es el escenario menos conveniente para el aprovechamiento de luz natural.

Las principales estrategias empleadas son los elementos horizontales de protección solar, reducción de tamaño de las ventanas, calados en la parte superior de los espacios y especificación de puertas de acceso a los espacios en vidrio.

AULA MULTIPLE

Para este espacio se planteo una ventana adicional hacia el norte que mejora considerablemente la incidencia de luz natural. Esta ventana esta protegida con un alero como se ve en las siguientes imágenes.

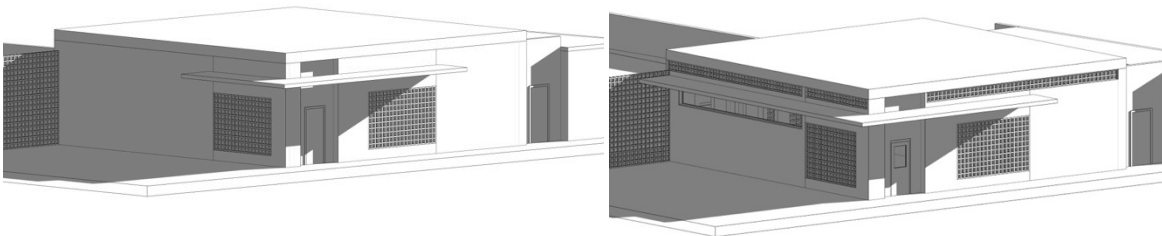
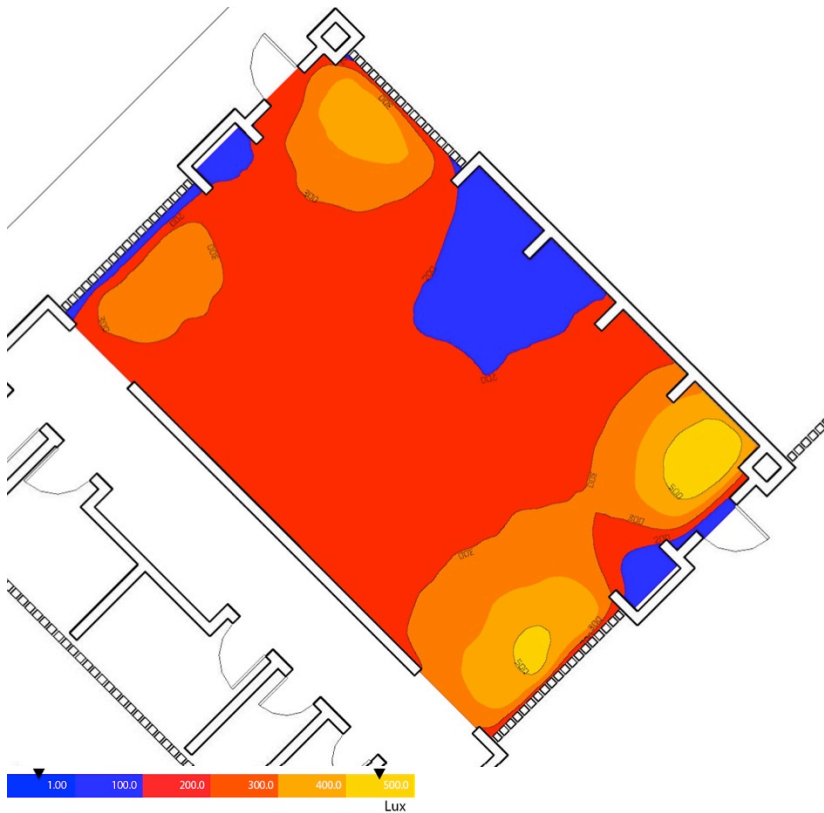
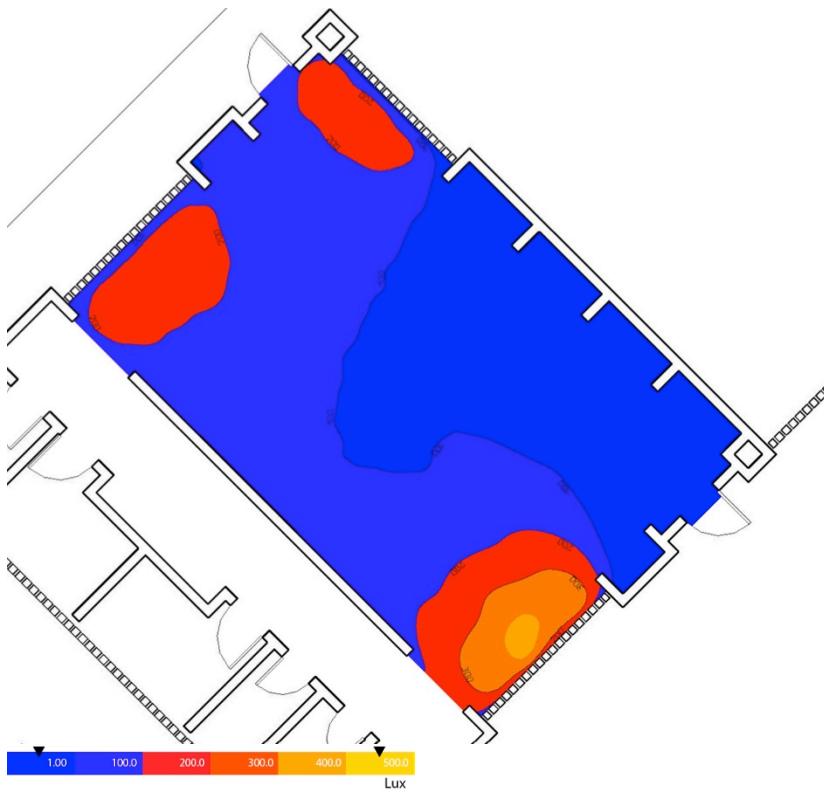


Fig. 5.17 Aula múltiple inicial (izq.) y final (der)



AULA 3

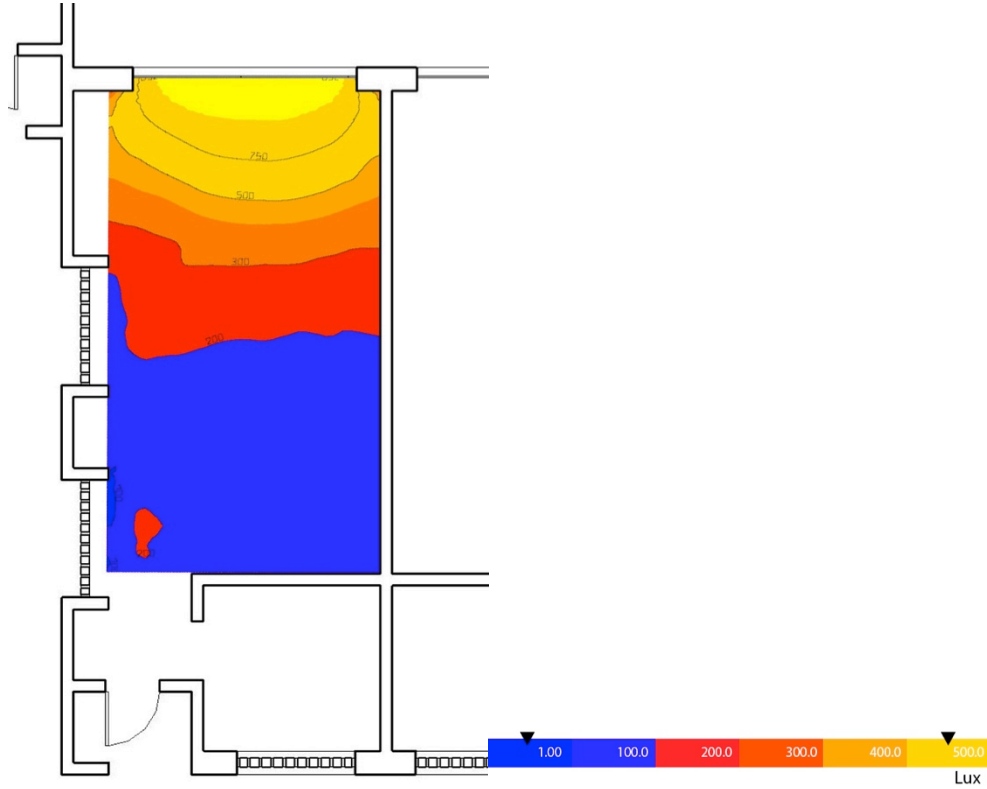


Fig. 5.20 Iluminación natural aula 3. INICIAL

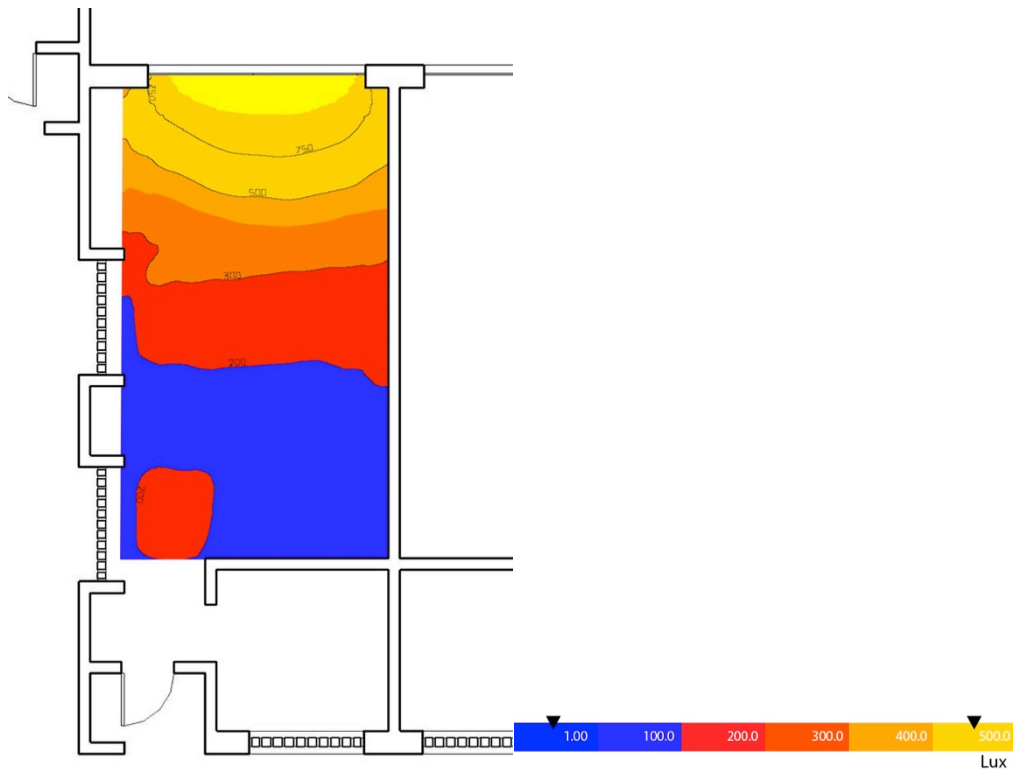


Fig. 5.21 Iluminación natural aula 3. FINAL

AULA 6

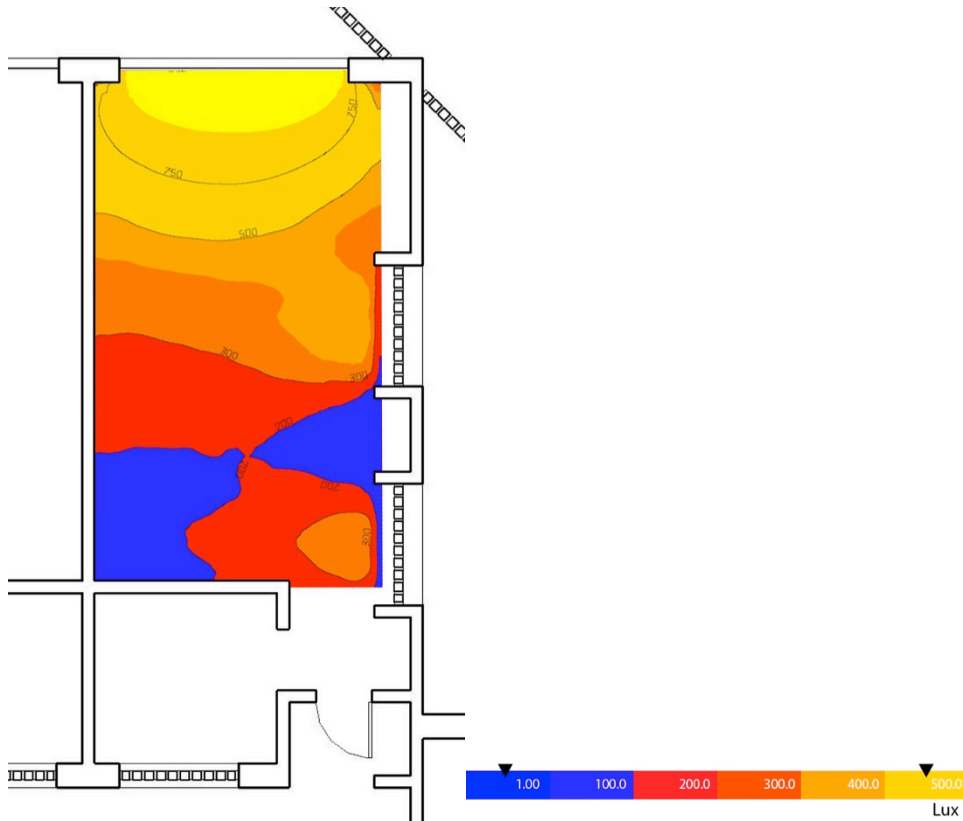


Fig. 5.22 Iluminación natural aula 6. INICIAL:

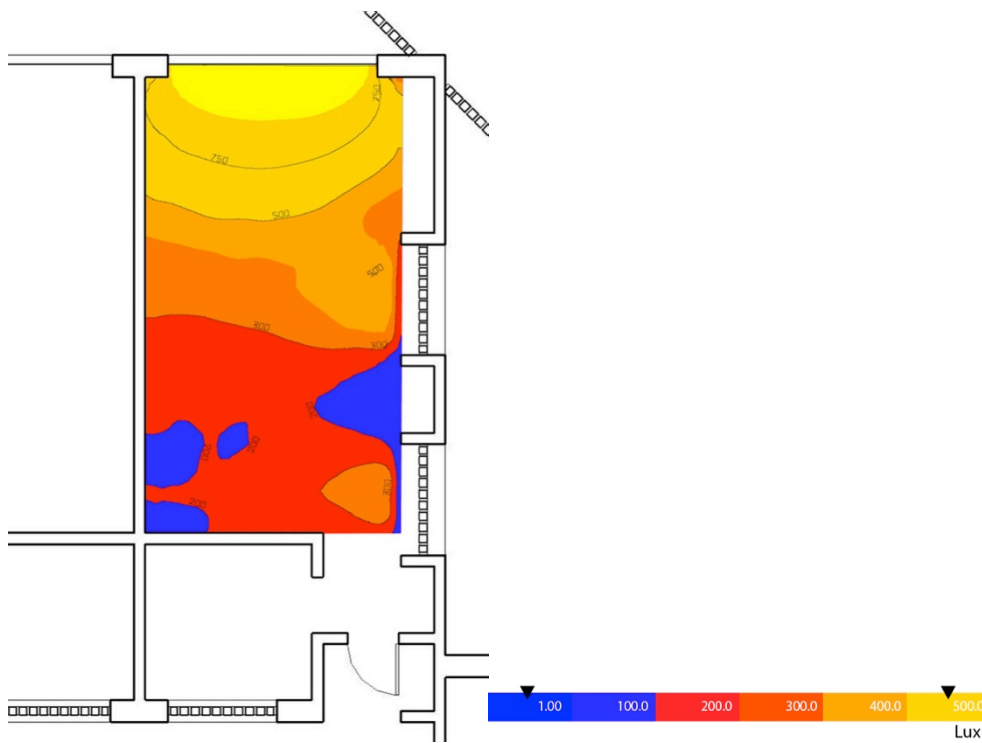


Fig. 5.23 Iluminación natural aula 6. FINAL

COMEDOR

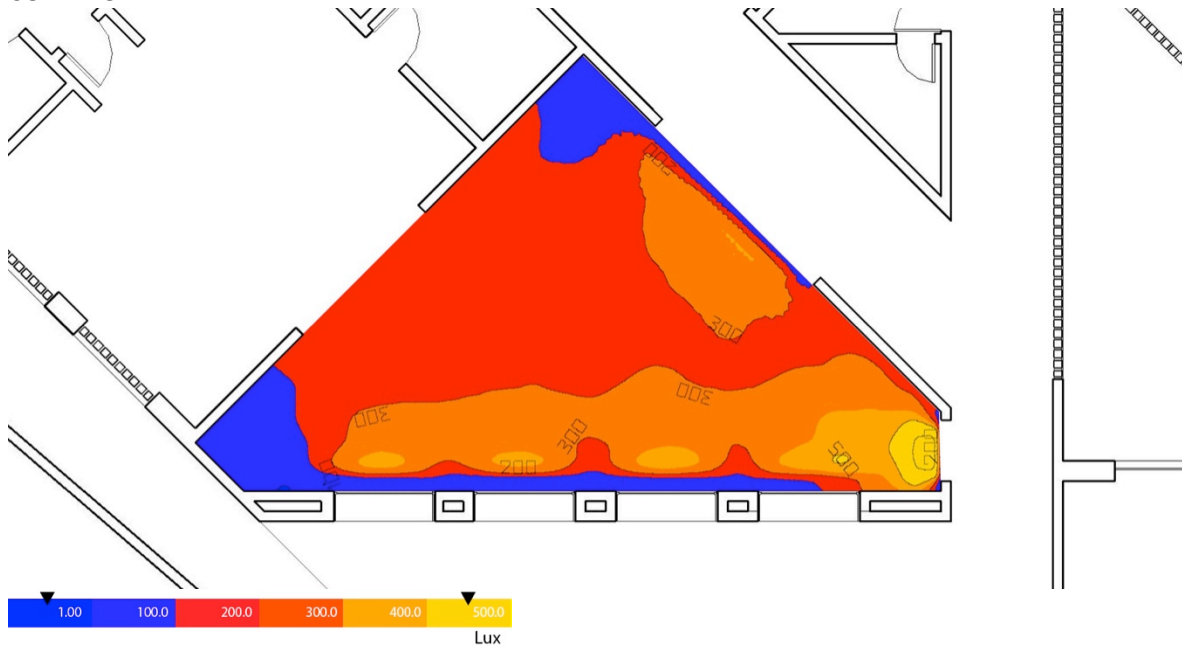


Fig. 5.24 Iluminación natural comedor. INICIAL.

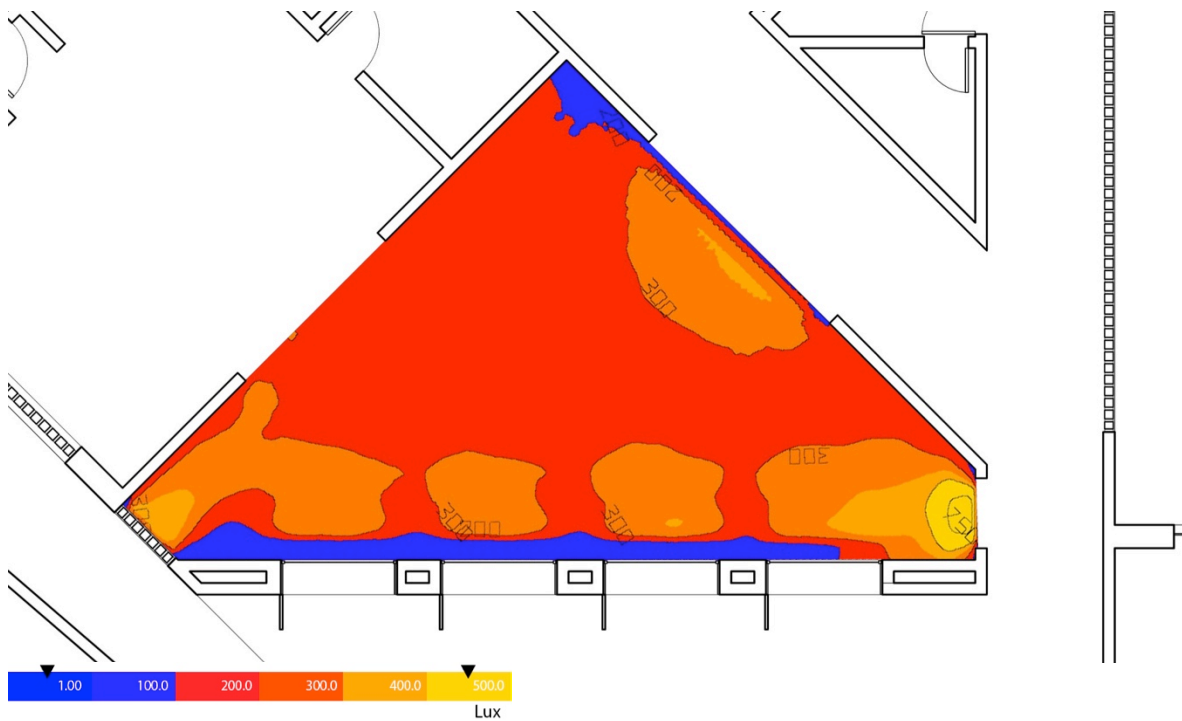


Fig. 5.25 Iluminación natural comedor. FINAL.

Los cambios explicados para el análisis de sombras, también tienen una incidencia en el comportamiento de luz natural. Las imágenes anteriores muestran que en las aulas y el comedor el cambio en los niveles de iluminación natural no es muy grande, sin embargo mejora por las puertas en vidrio y los calados en la parte superior de las aulas. Adicionalmente es importante resaltar que para este proyecto es una prioridad minimizar al máximo el ingreso de radiación solar. El caso del aula múltiple es donde mas cambios se evidencian por la apertura de una ventana con su respectivo alero que la protege.

Las imágenes de la propuesta evidencian buenos niveles de luz natural y distribución de la misma.

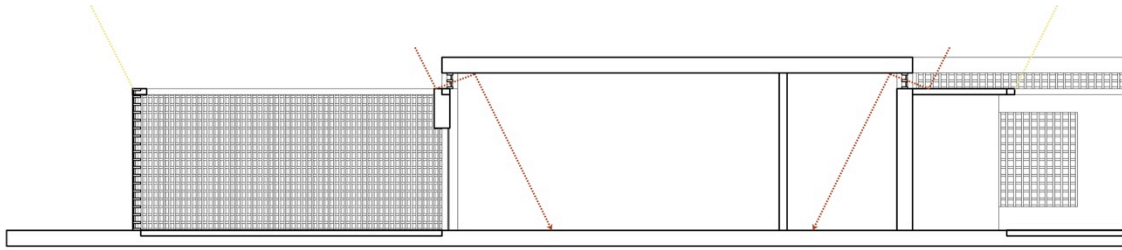


Fig. 5.26 Esquema distribución luz natural

5.2.3 Confort térmico

El siguiente estudio, relacionado con los expuestos anteriormente, busca integrar las mejores estrategias que permitan el confort térmico en los diferentes espacios habitables durante los periodos de ocupación.

Como se expuso en el capítulo 4 Clima, la banda de confort para este proyecto es de **23.54°C a 29.54°C**, por lo que estudiaremos que porcentaje de horas de ocupación se está en este rango, cuál por debajo, cuál por arriba y qué estrategias implementar para garantizar la mayor cantidad de horas en confort logradas por medios pasivos o de consumo mínimo de energía.

Entre los factores que intervienen para lograr esto están: materiales, orientación, ventanería, ocupación, protección solar, iluminación artificial y equipos entre otros.

Metodología y supuestos

Con el fin de evaluar el desempeño energético de un espacio determinado y del edificio en general, se llevan a cabo simulaciones que permiten modelar los diferentes escenarios. Las simulaciones se hacen en el software DesignBuilder el cual permite ver el desempeño de un edificio en diferentes variables ambientales como consumo de energía, emisiones de carbono, luz natural, temperaturas, etc.

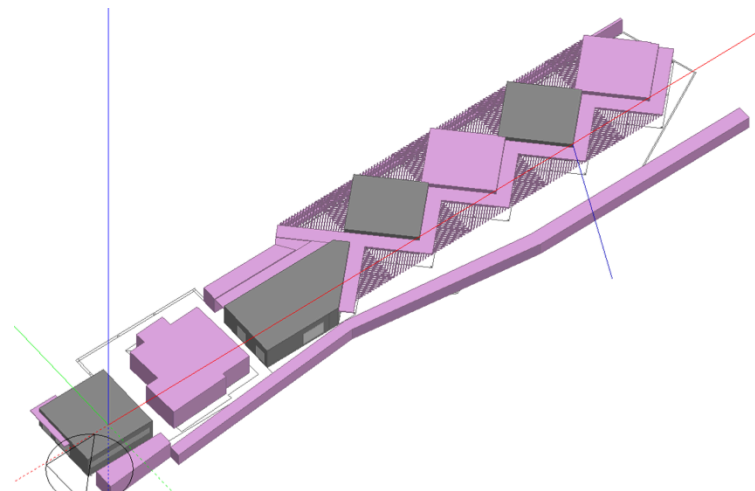


Fig. 5.27 Modelo del edificio para simulación energética. Vista isométrico

Para el modelo se tuvieron en cuenta los siguientes supuestos de acuerdo a la información suministrada por el cliente y experiencias similares.

Tabla 5.1 Materiales caso base

MATERIALES ENVOLVENTE		
Elemento	Descripción/ material	Valor U (w/m2k)
Altura piso a piso	4.4m	
Pared ext	Bloque concreto 0.20m	0,944
Entrepiso	N/A	
Cubierta Plana	Acesco+ frescasa+cielo raso	0,966

Tabla 5.2 Cronograma de ocupación de los espacios.

OCUPACION 5 DIAS A LA SEMANA			
Hora	AULAS	AULA multiple	COMEDOR
00:00-01:00			
01:00-02:00			
02:00-03:00			
03:00-04:00			
04:00-05:00			
05:00-06:00			
06:00-07:00			
07:00-08:00	100%	100%	
08:00-09:00			
09:00-10:00			
10:00-11:00			25%
11:00-12:00			
12:00-13:00			100%
13:00-14:00			
14:00-15:00	100%	100%	75%
15:00-16:00			
16:00-17:00			
17:00-18:00			
18:00-19:00			
19:00-20:00			
20:00-21:00			
21:00-22:00			
22:00-23:00			
23:00-00:00			
Ocupación (personas)	20	20	10
Ganancias iluminación W/m2	32,5	16,5	3,3
Ganancias equipos W/m2	4	4	4

Los resultados presentados comparan al edificio inicial con respecto al edificio final, es decir, al proyecto implementando diferentes estrategias para mejorar la eficiencia energética: ventilación natural, iluminación eficiente, materiales para mejorar el comportamiento térmico, entre otros.

A continuación se presenta el estudio llevado a cabo para cada una de las estrategias propuestas y su incidencia en el confort y el consumo de energía. En cada uno de los apartados se muestra el resultado en porcentaje de horas de confort con respecto a la ocupación en los espacios, y se

compara con el ambiente exterior para tener una referencia de la mejora en las condiciones de ocupación de la edificación.

5.2.3.1 Ventilación natural

Dadas las condiciones climáticas de Clemencia es importante garantizar una correcta ventilación natural de los espacios. Esto permite mejorar las condiciones de confort y reducir el consumo de energía en ventilación mecánica, ya que los propios diseños arquitectónicos favorecen el flujo de aire en el interior del edificio. Esta presencia de viento ayuda a mitigar la sensación térmica debida a la humedad.

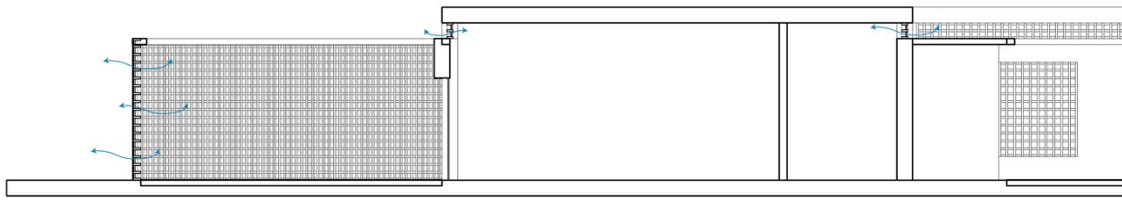


Fig. 5.28 Ventilación natural cruzada.

Como puede apreciarse en la Fig. 5.28, las fachadas y las aperturas en la parte superior (calados) permiten la ventilación cruzada en los espacios. La composición de la cubierta permite generar un colchón de aire que retrasa el ingreso de la radiación solar de la cubierta hacia el interior del espacio. El viento que entra a través de las fachadas es evacuado hacia el exterior por las fachadas opuestas, permitiendo así la renovación del aire en los espacios y extrayendo el aire más caliente que se estratifica en la parte superior.

5.2.3.2 Protección solar

Para minimizar el ingreso de luz solar a los espacios se planteó orientar las pérgolas sentido norte sur y elementos verticales en el vano del comedor.

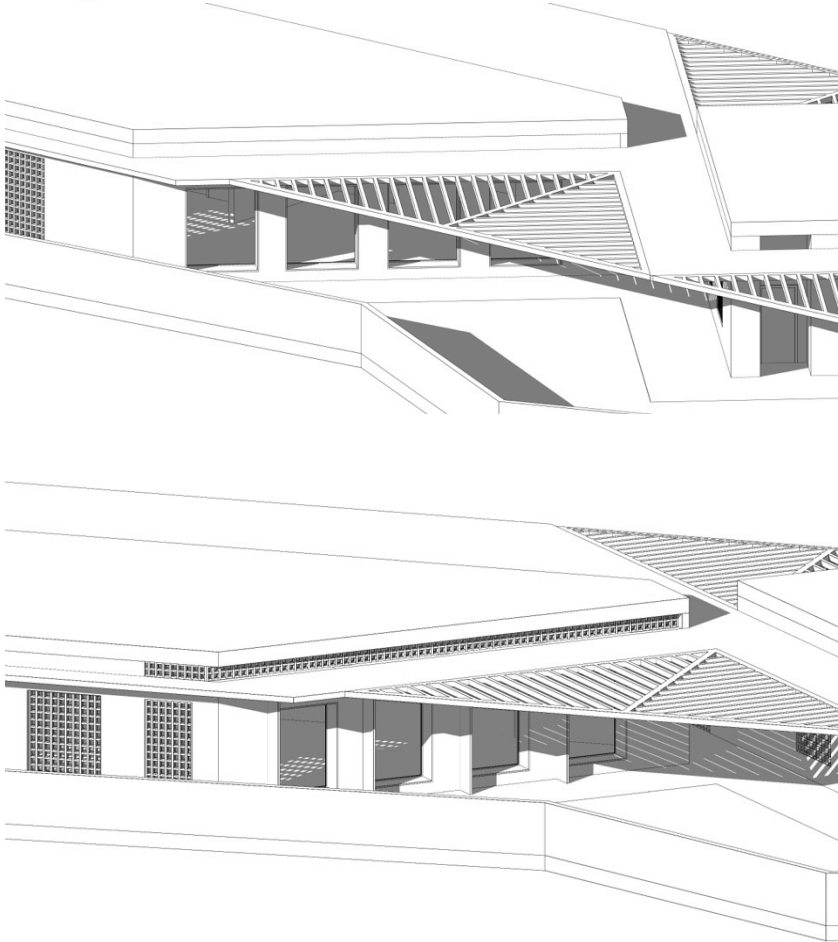


Fig. 5.29 Pérgolas iniciales (arriba) y finales (abajo)

5.2.3.3 Resultados

El uso de estas estrategias permite mejorar las condiciones de confort en todos los espacios estudiados mínimo en un 6% con respecto al caso inicial y un 14% por debajo del clima exterior. En algunas aulas se logra hasta el 81% del tiempo la temperatura esté dentro del rango de confort sin necesidad de medios mecánicos.

A continuación se presentan los resultados obtenidos para cada uno de los espacios analizados (los resultados tienen en cuenta tanto la incidencia de la ventilación natural como la correcta protección solar que evita cargas térmicas no deseadas). Adicionalmente se exponen diferentes casos de cambios de materiales en cubierta y el impacto que estos tienen en el comportamiento del edificio. El caso mas apropiado por su comportamiento y facilidad constructiva es el de cubierta Aceso color claro, aislamiento térmico, cámara de aire con cielorraso, adicional a calados en la parte alta de los espacios y sombra adicional en las ventanas del aula múltiple. Si bien plantear una cubierta aligerada en concreto funciona igualmente bien, el cambio no es significativo y estructuralmente representaría mas peso.

Tabla 5.3 Resultados de horas de confort. Aula 3

Aula Oriental (cubierta Aceso)						
RESUMEN		Menor BC	%	Mayor BC	%	Total fuera B
EXTERIOR		0	0%	1278	47%	1278
CASO BASE	Aceso color claro + aire y cielo raso / U= 2.41	0	0%	847	31%	847
CASO 2	Aceso color claro + frescasa + aire y cielo raso / U= 0.96	0	0%	726	26%	726
CASO 3	concreto placa aligerada de 60cm (10cm-40cm-10cm) / U= 2.16	0	0%	589	21%	589
CASO 4	Aligerada (5cm-42cm-3cm)+ gravilla (5cm)/ U =2.47	362	13%	198	7%	560
PROPUESTO	caso 2+ calados perimetrales+ aleros comedor+ vent aula multiple	437	16%	126	5%	563
DIFERENCIA		-437	-16%	721	26%	284

Tabla 5.4 Resultados de horas de confort. Aula 6

Aula Oriental (cubierta Aceso)						
RESUMEN		Menor BC	%	Mayor BC	%	Total fuera B
EXTERIOR		0	0%	1278	47%	1278
CASO BASE	Aceso color claro + aire y cielo raso / U= 2.41	0	0%	847	31%	847
CASO 2	Aceso color claro + frescasa + aire y cielo raso / U= 0.96	0	0%	726	26%	726
CASO 3	concreto placa aligerada de 60cm (10cm-40cm-10cm) / U= 2.16	0	0%	589	21%	589
CASO 4	Aligerada (5cm-42cm-3cm)+ gravilla (5cm)/ U =2.47	362	13%	198	7%	560
PROPUESTO	caso 2+ calados perimetrales+ aleros comedor+ vent aula multiple	437	16%	126	5%	563
DIFERENCIA		-437	-16%	721	26%	284

Tabla 5.5 Resultados de horas de confort. Comedor

Comedor (cubierta Aceso)						
RESUMEN		Menor BC	%	Mayor BC	%	Total fuera B
EXTERIOR		0	0%	1278	47%	1278
CASO BASE	Aceso color claro + aire y cielo raso / U= 2.41	0	0%	1078	39%	1078
CASO 2	Aceso color claro + frescasa + aire y cielo raso / U= 0.96	0	0%	982	36%	982
CASO 3	concreto placa aligerada de 60cm (10cm-40cm-10cm) / U= 2.16	0	0%	816	30%	816
CASO 4	Aligerada (5cm-42cm-3cm)+ gravilla (5cm)/ U =2.47	505	18%	369	13%	874
PROPUESTO	caso 2+ calados perimetrales+ aleros comedor+ vent aula multiple	545	20%	361	13%	906
DIFERENCIA		-545	-20%	717	26%	172

Tabla 5.6 Resultados de horas de confort. Aula múltiple

AULA multiple						
RESUMEN		Menor BC	%	Mayor BC	%	Total fuera B
EXTERIOR		0	0%	1278	47%	1278
CASO BASE	Aceso color claro + aire y cielo raso / U= 2.41	0	0%	1069	39%	1069
CASO 2	Aceso color claro + frescasa + aire y cielo raso / U= 0.96	0	0%	921	34%	921
CASO 3	concreto placa aligerada de 60cm (10cm-40cm-10cm) / U= 2.16	0	0%	762	28%	762
CASO 4	Aligerada (5cm-42cm-3cm)+ gravilla (5cm)/ U =2.47	280	10%	358	13%	638
PROPUESTO	caso 2+ calados perimetrales+ aleros comedor+ vent aula multiple	318	12%	304	11%	622
DIFERENCIA		-318	-12%	765	28%	447

Como puede apreciarse en los resultados anteriores, los sistemas de protección solar y la correcta ventilación natural hacen que se mejoren las condiciones de confort con respecto a la sensación térmica en el exterior.

Dadas las altas temperaturas y la alta humedad relativa, para mejorar aún más las condiciones de confort sería necesario el uso de un sistema de aire acondicionado, y no con ventilación mecánica, como se plantea el proyecto. El uso de un sistema de acondicionamiento artificial del aire conllevaría un mayor consumo de energía en todo el proyecto, y los respectivos impactos negativos del uso de refrigerantes o gases contaminantes en el proyecto. En todos los espacios se contempla el uso de ventilación mecánica (ventiladores de techo) para mejorar las condiciones de confort.

6 ENERGÍA

El consumo de energía está directamente vinculado con el diseño arquitectónico del proyecto. El siguiente capítulo explora el impacto de diferentes estrategias en el desempeño energético del edificio y en el confort térmico de sus ocupantes.

Con base en el estudio del diseño arquitectónico se hace un diseño eléctrico que responde al clima local y las características sostenibles propias del proyecto para garantizar que sea eficiente en su operación y genere ahorros en consumo; de ser necesario se evalúa la posibilidad de fuentes alternativas de energía para generar autonomía o un mayor ahorro.

A continuación se resumen las determinantes que guiaron el diseño eléctrico y se muestran los planos generales. Toda la información detallada, además de las distintas memorias se pueden encontrar en el ANEXO 04 PROYECTO ELECTRICO Y BMS.

Las principales cargas de la instalación es en iluminación, tomas (computadores, otros equipos en oficinas y aulas) y en cocina. Para poder hacer más eficiente el consumo de energía debe procurarse hacer un uso racional de los equipos instalados y contar con un diseño arquitectónico que minimice el consumo de energía en iluminación, así como procurar usar electrodomésticos eficientes.

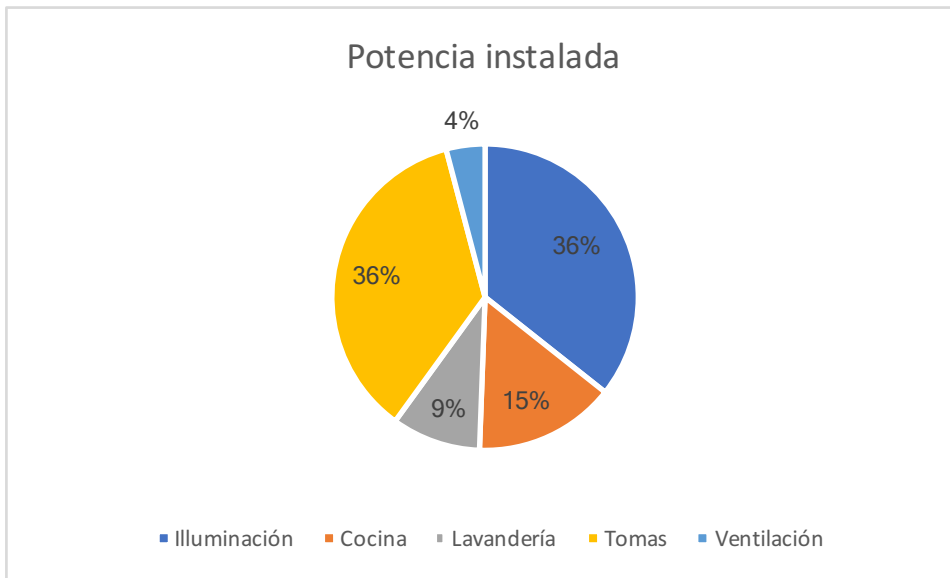


Fig. 6.1 Perfil de carga instalada

En el proyecto se implementan 2 estrategias de eficiencia energética: iluminación eficiente y ventilación mecánica eficiente (ventilación natural).

Aparatos e iluminación eficiente

Una construcción sostenible debe buscar la máxima eficiencia, confort y seguridad requeridos en todos los aspectos, inclusive la iluminación. La iluminación artificial debe estar vinculada y diseñada con la disponibilidad de luz natural, con las áreas y actividades que se van a llevar a cabo en un espacio determinado y deben incluir al usuario, quien es el que va a operar y disfrutar del sistema, por tanto quien garantiza el éxito del mismo.

El proyecto aprovecha y maximiza el uso de iluminación natural. Mediante sensores fotométricos las luminarias de las aulas se encienden o apagan automáticamente, con el fin de sólo utilizarlas cuando la iluminación natural no es suficiente. Como se presentó en el apartado 5.2.2, la iluminación natural es suficiente aún en días nublados para garantizar los niveles exigidos por la norma y para estar en condiciones de confort.

Adicionalmente, todas las luminarias del proyecto son LED, lo que reduce las cargas generales del sistema eléctrico.

La planta de iluminación del proyecto corresponde a una que cumple con todas las exigencias de RETILAP en cuanto a condiciones de iluminación y eficiencia se requiere. El deslumbramiento (UGR), la homogeneidad de la luz, la eficiencia energética (VEEI) y los mínimos niveles de iluminación requeridos fueron estudiados en cada uno de los espacios.

Por último, un sistema de iluminación LED presenta los siguientes beneficios con respecto a un sistema convencional: Uso eficiente de energía, ahorro de energía, durabilidad y calidad, iluminación rápida, ambientalmente amigable, larga vida útil, menos desperdicios; menor capacidad de carga en la red general de la edificación.

Ventilación mecánica

El proyecto reduce el uso de sistemas de ventilación mecánica en todos los espacios, lo que incide en el consumo de energía durante la operación. Esta reducción es posible gracias a la utilización de las estrategias descritas en el apartado 5.2.3.

Es importante aclarar que la reducción en la necesidad de ventilación mecánica se debe no sólo a la ventilación cruzada sino al control de las cargas térmicas debidas a la radiación solar por la correcta protección solar y la orientación del edificio, así como a las bajas cargas térmicas de la iluminación LED y al utilizar una banda de confort adaptada a las condiciones locales.

Energías de fuentes no convencionales (energía solar)

Como se explicó en el análisis del clima de Clemencia, la radiación solar en la zona es elevada y propicia para la generación de energía solar fotovoltaica.

7 AGUA

El objetivo es asegurar que el proyecto maximice la conservación del agua al optimizar el uso del recurso disponible en el sitio, minimizando la descarga de aguas residuales, maximizando el uso eficiente del agua en el edificio, al tiempo que se reduce los requerimientos de agua potable y fuentes de agua en el sitio. El diseño de las construcciones, así como el comportamiento de los ocupantes tienen una gran incidencia sobre el ciclo del agua, razón por la cual las estrategias, productos y tecnologías deben contemplar ambos factores para garantizar la sostenibilidad del proyecto.

La gestión integral del agua en un proyecto, a diferencia de un sistema convencional, contempla la captación y uso del agua lluvia, sistemas de drenaje sostenible, separación y tratamiento de aguas residuales y recarga de acuíferos principalmente. Lo anterior permite reducción de la demanda de agua potable al re usar aguas tratadas (lluvias y residuales), equipos y diseños eficientes.

	Tipos de accesorios de agua	
		Centros comerciales, oficinas & educacionales
1	Lavamanos	Llave de agua fría con controlador aireador de flujo 2 LPM flujo
2	Orinales	1 LPF
3	Duchas	No Aplica
4	Inodoro	Descarga dual con 6/4.5 LPF
5	Lavadero de servicio	Llave de agua fría con controlador aireador de flujo 2 LPM flujo

Fig. 7.1 Especificación aparatos ahorradores Res. 0549 de 2015.

Por las determinantes específicas, así como los requerimientos del proyecto, se plantea el tratamiento de las aguas lluvias captadas en cubierta para suplir la mayor cantidad de la demanda de agua potable. En caso de no tener suficiente disponibilidad de aguas lluvias, el tanque se puede llenar con agua del acueducto y se suministra por la misma red a estos usos. La implementación de esta estrategia, además, reduce el vertimiento que se le haría a la ciudad durante el evento de lluvia, lo cual reduce el riesgo de inundación y otros problemas asociados al no tener alcantarillado pluvial. También se especifican aparatos ahorradores para reducir aun mas la demanda.

El diseño hidrosanitario con las respectivas memorias y demás información se pueden consultar en el ANEXO 05 PROYECTO HIDROSANITARIO Y GAS.

DISTRIBUCION CONSUMO:

(según experiencia en otros proyectos de Proyectar S.A.)

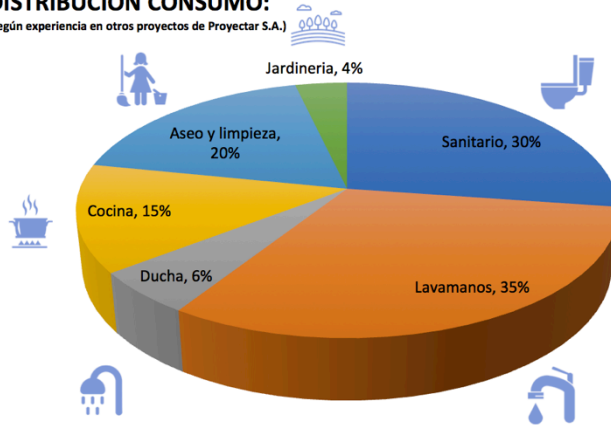


Fig. 7.2 Distribución consumo.

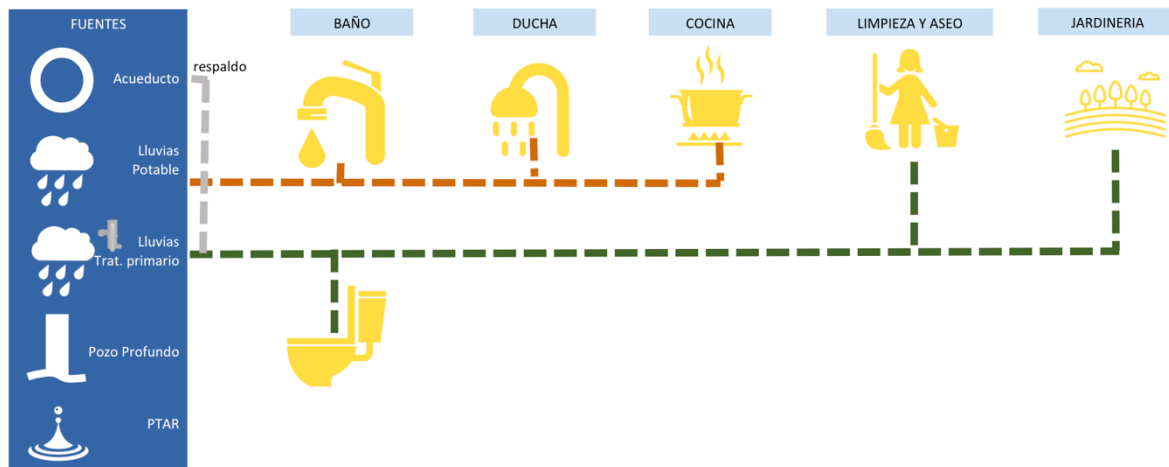


Fig. 7.3 Esquema suministro agua

8 SISTEMA DE MONITOREO DE CONSUMO EN TIEMPO REAL

Con el fin de tener un mejor conocimiento del consumo de agua y energía en la edificación se implementó un sistema de monitoreo de consumo de agua y energía en tiempo real. Este sistema se conoce como Sistema de Gestión del Edificio: Building Management System (BMS), por sus siglas en inglés.

El sistema consiste en la instalación de sensores de medición de flujo de agua y de consumo de energía, distribuidos por zonas (aulas, oficinas, servicios comunes, cocina, etc.) para así tener un mejor control del consumo de los recursos naturales. Esto permite tener un mejor control del gasto realizado durante la operación del edificio y tomar medidas que favorezcan la eficiencia global del edificio. Adicionalmente, el sistema permite detectar fugas o pérdidas, permitiendo así realizar un mantenimiento preventivo de las instalaciones técnicas.

La arquitectura de comunicación entre los sensores, el controlador (Gateway) y el usuario final se muestra en la Fig. 8.1. El planos de ubicación de estos sensores así como memorias y especificaciones hacen parte del proyecto eléctrico presentado en el ANEXO 04 PROYECTO ELECTRICO Y BMS.

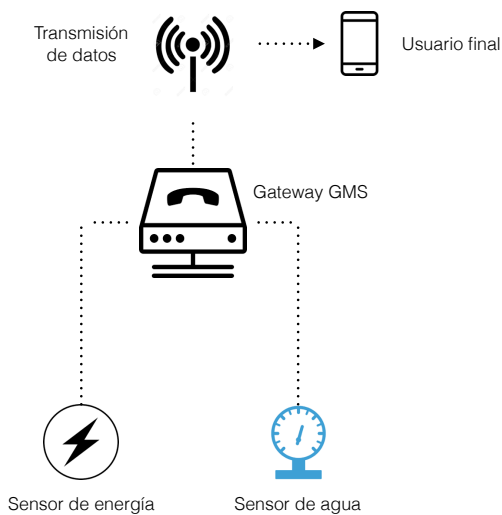
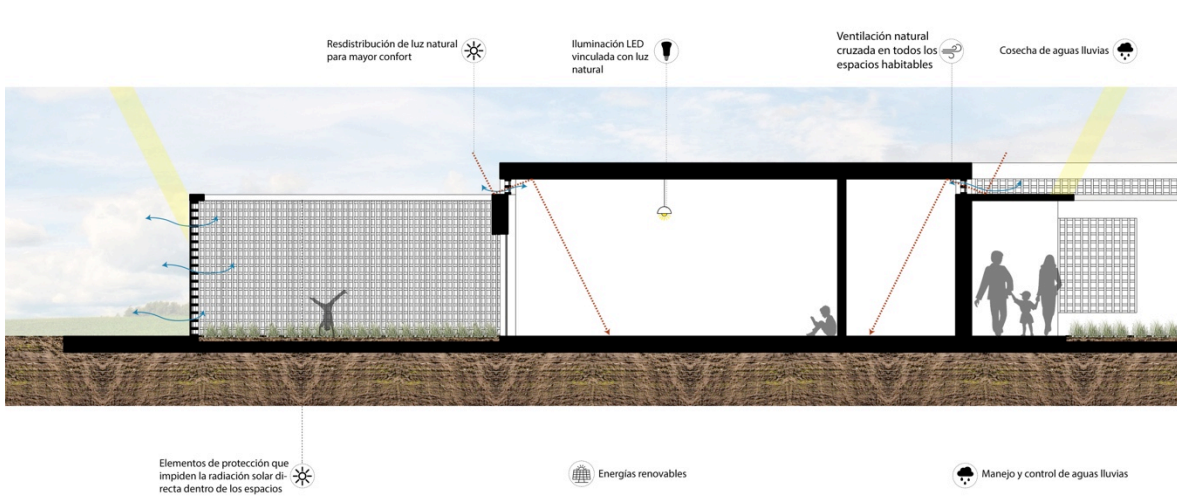


Fig. 8.1 Esquema de conexión del sistema BMS

9 CONCLUSIONES



El Proyecto del CDI de Clemencia, Bolívar, logra cumplir y sobrepasar las exigencias en eficiencia de agua y energía que establece la normativa vigente en Colombia, además, garantiza la calidad ambiental de los espacios mediante estrategias principalmente pasivas.

Se hizo un estudio de seguridad humana para garantizar que el proyecto cumple con la normativa vigente aplicable (ver ANEXO 06 INFORME SEGURIDAD HUMANA)

El reto para el proyecto es lograr que las temperaturas al interior no excedan los 29.54°C determinados como límite superior para este clima lo cual es muy fácil de superar por las condiciones climáticas. Al buscar esto va a mejorar la experiencia de sus ocupantes, a la vez que minimiza el impacto negativo sobre el medioambiente y se hace un uso adecuado y responsable de los recursos, garantizando además un ahorro en la operación del edificio.

El proyecto logra reducir las horas en que la temperatura esta fuera de la banda de confort hasta en 9% con respecto al caso de referencia, logrando que tenga espacios hasta con el 80% de horas en confort sin necesidad de climatización artificial.

El diseño hidrosanitario incluye aparatos ahorradores así como cosecha de aguas lluvias y bioretención. Estas estrategias significan disminución en la demanda de agua potable y por tanto ahorros económicos durante la operación del centro. Al utilizar aparatos eficientes se obtiene un ahorro del **22%** del consumo en agua potable en comparación al caso base establecido en la resolución 0549 de 2015. Adicionalmente, se logra un ahorro adicional al reutilizar las aguas lluvias tratadas y almacenadas para todos los usos. El proyecto disminuye la demanda de agua potable, reduciendo la dependencia en las redes locales, generando mayor autonomía y haciendo un uso responsable del recurso, el proyecto puede ser totalmente auto suficiente en temporadas de lluvia intensa. Este reúso es garantizando que la calidad del agua tratada cumple con las normas colombianas aplicables. En periodos de mucha lluvia el CDI puede llegar a ser auto suficiente en este recurso.

Con el fin de reducir el consumo de energía en la edificación se tuvieron en cuenta diferentes estrategias tanto arquitectónicas como de instalaciones técnicas. El sistema de iluminación LED es

regulado según la disponibilidad de luz natural, la arquitectura fue optimizada para aprovechar el máximo de la luz natural. Adicionalmente, el diseño propicia la ventilación natural, evitando el uso constante de un sistema de ventilación mecánica convencional, reduciendo así el consumo de energía en ventilación.

La instalación fotovoltaica puede suplir el total del consumo de energía de la edificación en días soleados.

Por último, la implementación del sistema de medición y gestión del consumo de agua y energía – BMS – dará información del uso de los recursos naturales. Esta información permitirá tomar decisiones durante la operación del edificio de cara a mejorar los patrones de comportamiento de los ocupantes.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "A. Martínez", with a stylized flourish at the end.

Andrés Martínez D.
Gerente General
VIC



ANEXO 00 DISEÑO ARQUITECTONICO



• Calle 79B # 7 - 59, piso 2
Tel: (571) 249 3585
Bogotá, Colombia

ANEXO 01 DISPONIBILIDADES DE SERVICIOS PUBLICOS



• Calle 79B # 7 - 59, piso 2
Tel: (571) 249 3585
Bogotá, Colombia

ANEXO 02 INFORME DE VISITA



● Calle 79B # 7 - 59, piso 2
Tel: (571) 249 3585
Bogotá, Colombia

ANEXO 03 TOPOGRAFIA



• Calle 79B # 7 - 59, piso 2
Tel: (571) 249 3585
Bogotá, Colombia

ANEXO 04 PROYECTO ELECTRICO Y BMS



ANEXO 05 PROYECTO HIDROSANITARIO Y GAS

ANEXO 06 INFORME SEGURIDAD HUMANA