



**ALCALDIA MAYOR  
BOGOTA D.C.**

**Instituto  
DESARROLLO URBANO**

**“ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD  
Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL,  
EN BOGOTÁ D.C.”**

**CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 1630 DE 2020**

**DE BOGOTÁ D.C.**

**MOVILIDAD**

**Instituto de Desarrollo Urbano**

**INF-UEP-CASC-282-22**

**Anexo 5.3**

**INFORME DE BIOCLIMÁTICA**

**CONSORCIO CS**



**CONSORCIO CS**

**Caly Mayor**  
Colombia S.A.S.



**Supering**

Supervisión e Ingeniería de Proyectos

**BOGOTÁ, 2021 – Abril 2022**

## TABLA DE CONTENIDO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>METODOLOGÍA DEL ESTUDIO .....</b>       | <b>4</b>  |
| 1.1 OBJETIVOS.....                         | 4         |
| 1.2 ALCANCE.....                           | 4         |
| <b>ANÁLISIS DE SITIO .....</b>             | <b>5</b>  |
| 1.3 INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....            | 5         |
| 1.3.1 Ubicación .....                      | 5         |
| 1.4 CONDICIONES METEOROLÓGICAS .....       | 6         |
| 1.4.1 Descripción general del clima .....  | 6         |
| 1.4.2 Datos meteorológicos .....           | 6         |
| <b>DIAGNOSTICO BIOCLIMÁTICO .....</b>      | <b>10</b> |
| 1.5 DIAGRAMA PSICROMÉTRICO.....            | 10        |
| 1.6 TRAYECTORIA SOLAR .....                | 11        |
| 1.7 OPTIMA ORIENTACIÓN .....               | 13        |
| <b>CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE .....</b>       | <b>16</b> |
| <b>REQUERIMIENTOS BIOCLIMÁTICOS .....</b>  | <b>18</b> |
| 1.8 CONFORT HIGROTÉRMICO.....              | 18        |
| 1.8.1 RENOVACIÓN DE AIRE.....              | 20        |
| <b>ESTUDIO DE HELIO ARQUITECTURA .....</b> | <b>20</b> |
| 1.9 Estación 20 de julio.....              | 20        |
| 1.9.1 Estación Altamira .....              | 23        |
| 1.9.2 Estación La Victoria .....           | 26        |
| <b>ÁNGULOS DE PROTECCIÓN SOLAR .....</b>   | <b>28</b> |
| 1.10 Estación 20 de julio.....             | 29        |
| 1.10.1 Estación Altamira .....             | 32        |
| 1.10.2 Estación La Victoria .....          | 34        |
| <b>ANÁLISIS INCIDENCIA SOLAR .....</b>     | <b>39</b> |
| 1.11 Estación 20 de julio.....             | 39        |
| 1.11.1 Estación Altamira .....             | 41        |

|  |   |            |
|--|---|------------|
| 1.11.2                                   | Estación La Victoria .....                                      | 44         |
| <b>RECOMENDACIONES INICIALES.....</b>    |   | <b>46</b>  |
| 1.12                                     | Estación 20 de julio.....                                       | 46         |
| 1.12.1                                   | Estación Altamira .....   | 48         |
| 1.12.2                                   | Estación La Victoria .....                                      | 50         |
| <b>ANÁLISIS PROYECTO .....</b>           |   | <b>52</b>  |
| 1.13                                     | ESTACIÓN 20 DE JULIO.....                                       | 52         |
| 1.13.1                                   | Análisis de sombras .....                                       | 52         |
| 1.13.2                                   | Comportamiento térmico y lumínico .....                         | 54         |
| 1.13.3                                   | Recomendaciones .....   | 67         |
| 1.14                                     | ESTACIÓN LA VICTORIA .....                                      | 89         |
| 1.14.1                                   | Análisis de sombras .....                                       | 89         |
| 1.14.2                                   | Comportamiento térmico y lumínico .....                         | 92         |
| 1.14.3                                   | Recomendaciones .....   | 108        |
| 1.15                                     | ESTACIÓN ALTAMIRA.....  | 124        |
| 1.15.1                                   | Análisis de sombras .....                                       | 124        |
| 1.15.2                                   | Comportamiento térmico y lumínico .....                         | 126        |
| 1.15.3                                   | Recomendaciones .....   | 137        |
| <b>PUENTE PEATONAL 20 DE JULIO .....</b> |   | <b>152</b> |
| 1.16                                     | ESTUDIO DE HELIOARQUITECTURA .....                              | 152        |
| 1.17                                     | RECOMENDACIONES.....  | 154        |
| 1.18                                     | ANÁLISIS IMPLEMENTACIÓN ESTRATEGIAS PUENTE PEATONAL 20 DE JULIO | 159        |
| <b>CONCLUSIONES .....</b>                |   | <b>160</b> |

---

## METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

A continuación, presentamos los objetivos del estudio de construcción sostenible desde el punto de vista bioclimático, así como también el plan de trabajo para el proyecto del Cable Aéreo San Cristóbal, ubicado en Bogotá, Colombia

### 1.1 OBJETIVOS

- Optimizar las condiciones interiores de confort (térmico, olfativo y visual), reduciendo los consumos energéticos del proyecto.
- Direccional al equipo diseñador en la adecuada escogencia de materiales y sistemas de la envolvente (fachada y cubierta) que optimicen el adecuado funcionamiento del proyecto.
- Definir, calcular y comprobar los sistemas pasivos de calefacción y de refrigeración que permitan generar espacios con adecuadas zonas de confort y garantizar las condiciones en términos de temperatura, humedad relativa y renovación de aire, garantizando una disminución en los consumos energéticos del proyecto.

### 1.2 ALCANCE

El estudio bioclimático se realizará para evaluar y comprobar la optimización de las estrategias, en términos de confort térmico, visual y olfativo que se van a aplicar al proyecto.

Los caudales óptimos de renovación de aire al interior del proyecto se basan en el estándar americano ASHRAE 62.1 del 2010, para de esta forma calcular de manera adecuada, las aberturas de inyección y extracción de cada una de las zonas analizadas. Los niveles de iluminación natural, se analizarán teniendo en cuenta las recomendaciones y exigencias del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público de Colombia RETILAP. Para la evaluación del confort se tomará como referencia la zona de confort dada por el estándar ASHRAE 55.

Los estudios permitirán modelar, evaluar y analizar:

- El comportamiento térmico del proyecto (temperatura radiante, operativa y del aire al interior del proyecto), teniendo en cuenta los sistemas energéticos y el uso de los espacios y elementos constructivos. Con el fin de definir la solución óptima en término de materiales, espesor de aislantes, propiedades de los vidrios y diseño de la fachada que garanticen un óptimo confort térmico al interior del proyecto.
- Los sistemas de ventilación natural, teniendo en cuenta las necesidades de renovación de aire y confort térmico, lo que permitirá analizar y revisar las diferentes alternativas de aplicación de ventilación natural, con el objetivo de garantizar una adecuada calidad sanitaria del aire al interior del proyecto.
- El comportamiento de la iluminación natural del edificio (confort visual), teniendo en cuenta la morfología y características del proyecto, con el objetivo de garantizar una adecuada iluminación natural en todos los espacios y de esta forma optimizar la utilización de la iluminación artificial.

## ANÁLISIS DE SITIO

### 1.3 INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

#### 1.3.1 Ubicación

El proyecto cuenta con las siguientes 3 orientaciones en la ciudad de Bogotá:

1: Estación la victoria latitud, 4.551001 N Longitud, -74.093908



2: Estación Altamira, 4.544423 N Longitud, -74.085022



3: Estación 20 julio, 4.565207 N Longitud, -74.096352



Figura 1. Ubicación Geográfica donde se va a desarrollar el proyecto

Fuente: Google Earth, Google Maps.

## 1.4 CONDICIONES METEOROLÓGICAS

### 1.4.1 Descripción general del clima

La temperatura promedio anual de Bogotá D.C. es de 13.7°C, y su temperatura mensual más baja es de 6°C y se presenta durante el mes de abril. La mayor temperatura mensual se presenta durante los meses de enero, febrero y marzo, alcanzando un valor de 20°C.

### 1.4.2 Datos meteorológicos

A continuación, se presentan los datos meteorológicos del sitio donde se va a desarrollar el proyecto, basándose en el archivo meteorológico obtenido a través del programa Meteororm para el promedio de cada uno de los sitios, tomando como referencia las coordenadas del sitio donde se va a realizar el proyecto. Adicionalmente se toma como referencia la estación meteorológica de Doña Juana del IDEAM. Teniendo en cuenta que es la estación meteorológica más cercana a cada uno de los sitios donde se va a desarrollar el Cable Aéreo de San Cristóbal (4.59 km a Estación la Victoria, 4.68 km a Estación Altamira y 5.8 km a Estación 20 de Julio).



Figura 2. Distancia entre la estación meteorológica de referencia y cada una de las estaciones.

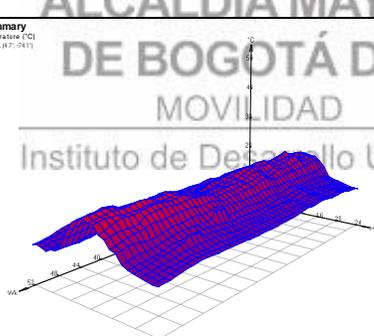
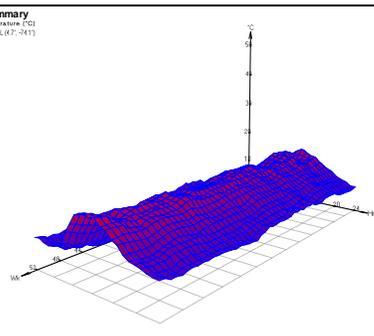
Fuente: Google Earth, Google Maps.

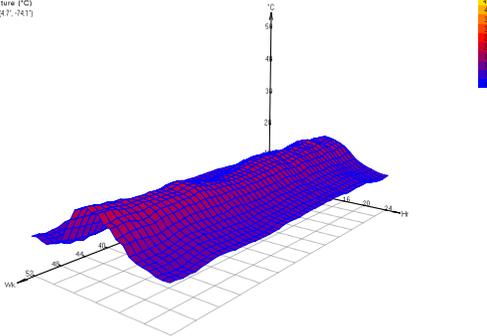
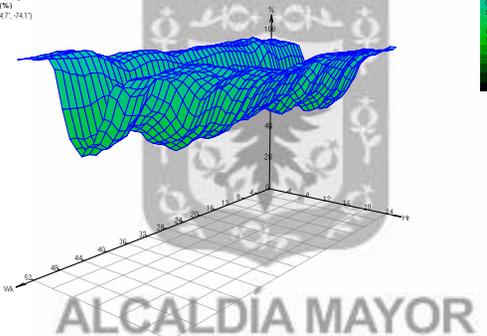
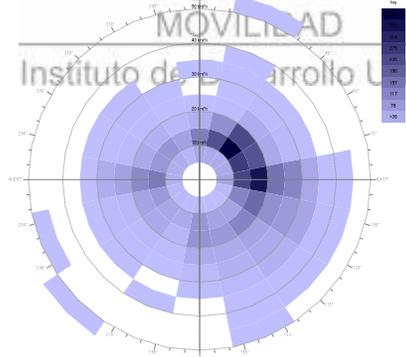
| CODIGO   | CAT | NOMBRE     | MUNICIPIO | DEPARTAMENTO | ELEVACIÓN | LONGITUD    | LATITUD    |
|----------|-----|------------|-----------|--------------|-----------|-------------|------------|
| 21206300 | CP  | Dona Juana | Bogota DC | Bogota DC    | 2700      | 74°10'0.0"W | 4°30'0.0"N |

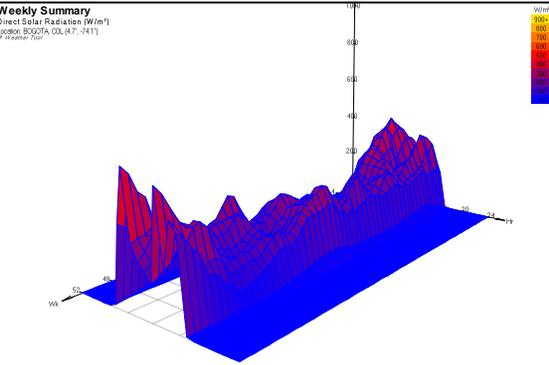
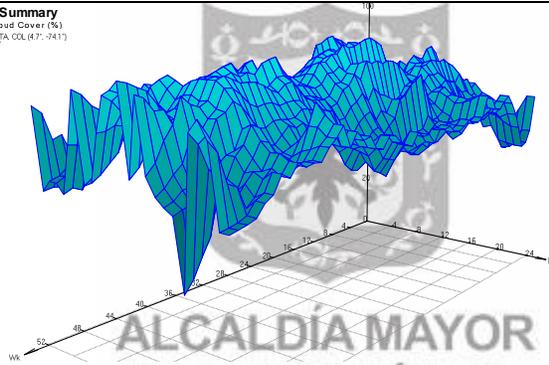
| Variable                    | Referencia                    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
|-----------------------------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|
| Temperatura<br>Máxima Media | TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA (°C) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
|                             | ENE                           | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | NOV  | DIC  | PROMEDIO ANUAL |
|                             | 19,9                          | 20,1 | 19,9 | 19,6 | 19,3 | 18,8 | 18,0 | 18,2 | 19,2 | 19,5 | 19,6 | 19,7 | 19,3           |
| Temperatura<br>Mínima Media | TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA (°C) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
|                             | ENE                           | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | NOV  | DIC  | PROMEDIO ANUAL |
|                             | 7,8                           | 8,7  | 9,6  | 10,3 | 10,3 | 10,1 | 9,4  | 9,2  | 8,8  | 8,8  | 8,9  | 8,7  | 9,2            |
| Temperatura<br>Media        | TEMPERATURA MEDIA (°C)        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
|                             | ENE                           | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | NOV  | DIC  | ANUAL          |
|                             | 14,6                          | 14,8 | 15,0 | 15,2 | 15,3 | 15,0 | 14,4 | 14,5 | 14,6 | 14,8 | 14,9 | 14,9 | 14,9           |

| Variable         | Referencia           |      |      |       |       |      |      |      |      |       |      |      |       |
|------------------|----------------------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|-------|
| Humedad Relativa | HUMEDAD RELATIVA (%) |      |      |       |       |      |      |      |      |       |      |      |       |
|                  | ENE                  | FEB  | MAR  | ABR   | MAY   | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT   | NOV  | DIC  | ANUAL |
|                  | 76                   | 78   | 79   | 79    | 78    | 76   | 75   | 75   | 77   | 77    | 80   | 78   | 78    |
| Precipitación    | PRECIPITACIÓN (mm)   |      |      |       |       |      |      |      |      |       |      |      |       |
|                  | ENE                  | FEB  | MAR  | ABR   | MAY   | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT   | NOV  | DIC  | ANUAL |
|                  | 28.4                 | 45.0 | 72.8 | 110.7 | 107.7 | 58.7 | 46.2 | 44.7 | 64.4 | 111.2 | 93.3 | 58.2 | 841.2 |

Igualmente, a continuación se presentan los datos promedio del archivo meteorológico para la ubicación exacta de los tres sitios donde se va a desarrollar el proyecto. Estos datos se realizaron teniendo en cuenta los datos de la estación Meteorológica de referencia (Doña Juana) y la ubicación exacta de las tres estaciones, a través del software Meteonorm, el cual utiliza las estaciones de referencia e información satelital durante los últimos 10 años y proyectándolos hacia los próximos 10 años. Estos datos meteorológicos constituyen la fuente de análisis con la cual se van a realizar los diferentes análisis al proyecto.

| Variable                 | Diagrama  | Diagnostico   |
|--------------------------|---|---|
| Temperatura Máxima Media |  | La temperatura máxima media anual de Bogotá D.C. es de 19.3°C |
| Temperatura Mínima Media |  | La temperatura mínima media anual de Bogotá D.C. es de 9.2°C  |

| Variable                 | Diagrama   | Diagnostico   |
|--------------------------|--|---|
| <p>Temperatura Media</p> | <p>Weekly Summary<br/>Average Temperature (°C)<br/>Location: BOGOTÁ, COL (47° -741°)<br/># of sensors: 702</p>                           | <p>La temperatura media anual de Bogotá D.C. es de 14.9°C</p>   |
| <p>Humedad Relativa</p>  | <p>Weekly Summary<br/>Relative Humidity (%)<br/>Location: BOGOTÁ, COL (47° -741°)<br/># of sensors: 702</p>                             | <p>La Humedad relativa promedio anual de Bogotá D.C. es de 78%</p>  |
| <p>Ventilación</p>       | <p>Prevailing Winds<br/>Wind direction (°)<br/>Wind speed (m/s)<br/>Wind direction (°)<br/>Wind speed (m/s)<br/># of sensors: 702</p>  | <p>La dirección predominante del viento de Bogotá D.C. es este, con una velocidad promedio de 4.16 m/s.</p> |

| Variable                | Diagrama  | Diagnostico  |
|-------------------------|---|--|
| Radiación solar directa |   | La radiación solar directa promedio anual de Bogotá D.C. es de aproximadamente 380 W/m2. |
| Nubosidad               |  | La nubosidad promedio anual en Bogotá D.C. es de aproximadamente 70%.                    |

**DIAGNOSTICO BIOCLIMÁTICO** MOVILIDAD  
Instituto de Desarrollo Urbano

**1.5 DIAGRAMA PSICROMÉTRICO**

El Gráfico Psicrométrico proporciona una representación gráfica del estado completo del aire en cualquier condición. Esto incluye los principales indicadores climáticos de bulbo seco, las temperaturas de bulbo húmedo, humedad relativa y absoluta. El diagrama psicrométrico de Givoni es una carta que permite determinar la estrategia bioclimática a adoptar en función de las condiciones higrotérmicas del edificio en una determinada época del año. En el diagrama se distinguen unas zonas asociadas a sus respectivas técnicas bioclimáticas que permiten alcanzar la zona de bienestar. A continuación se presenta el cuadro psicrométrico de Givoni para el sitio donde se va a desarrollar el proyecto.

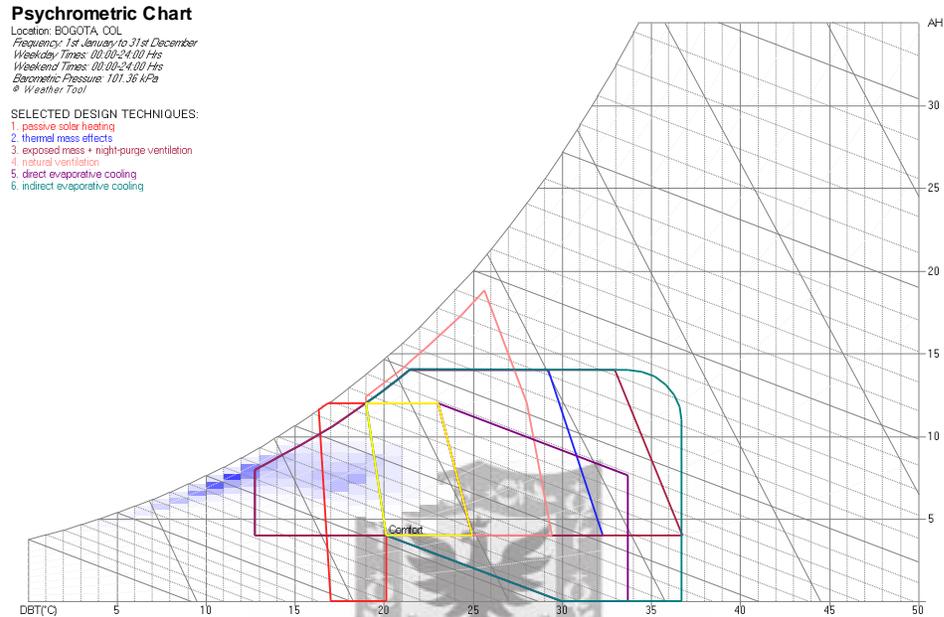


Figura 3. Cuadro Psicrométrico de Givoni

Fuente: Meteonorm-Weathertool

Las estrategias bioclimáticas que permiten alcanzar la zona de confort deben estar encaminadas a la exposición solar de la masa del edificio y ventilación natural, teniendo en cuenta las bajas temperaturas y altas humedades que se presentan en Bogotá D.C, Colombia.

MOVILIDAD  
 Instituto de Desarrollo Urbano

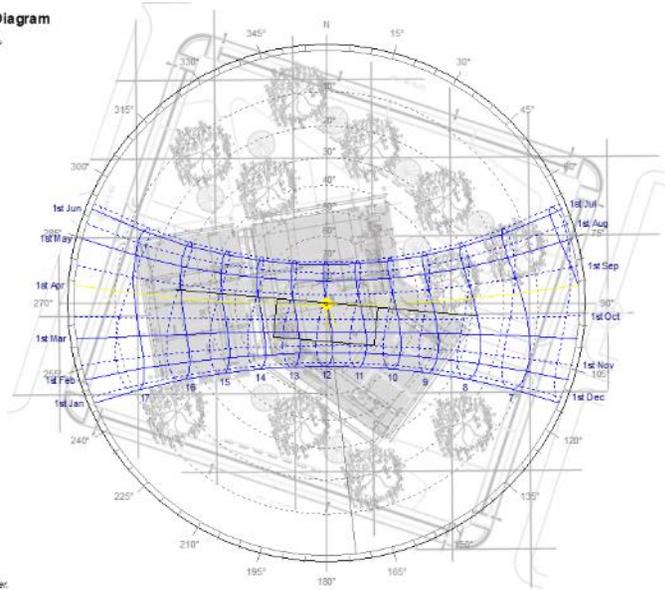
## 1.6 TRAYECTORIA SOLAR

La trayectoria solar representa el movimiento anual del sol en el cielo a través del diagrama estereográfico del sitio donde se va a desarrollar el proyecto. Con esta herramienta se puede determinar la ubicación (ángulos) del sol durante todo el año. A continuación, se presenta la trayectoria solar del sitio donde se va a desarrollar el proyecto.

- Estación la victoria

**Stereographic Diagram**

Location: BOGOTA, COL  
 Sun Position: 173.5°, 89.4°  
 HGS: -11.5°, VGS: 89.4°  
 © Weather Tool



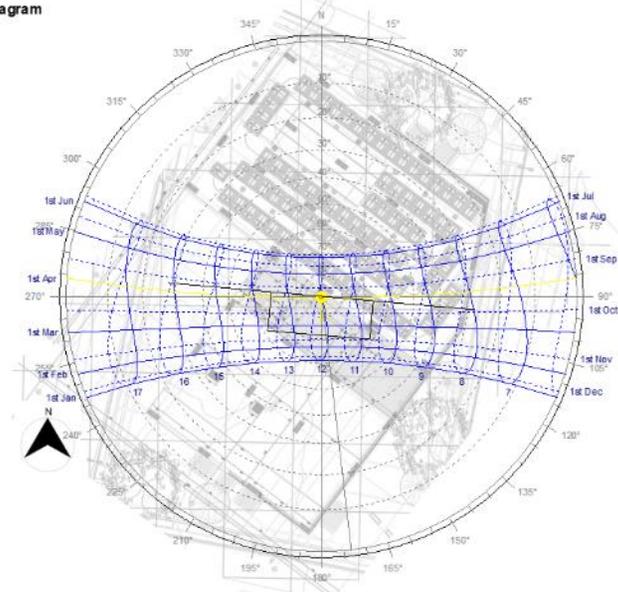
Time: 12:00  
 Date: 1st April  
 Dotted lines: July-December

Estación Altamira

  
**ALCALDÍA MAYOR**  
**DE BOGOTÁ D.C.**

**Stereographic Diagram**

Location: BOGOTA, COL  
 Sun Position: 173.5°, 89.4°  
 HGS: -11.5°, VGS: 89.4°  
 © Weather Tool



Time: 12:00  
 Date: 1st April  
 Dotted lines: July-December

## - Estación 20 julio

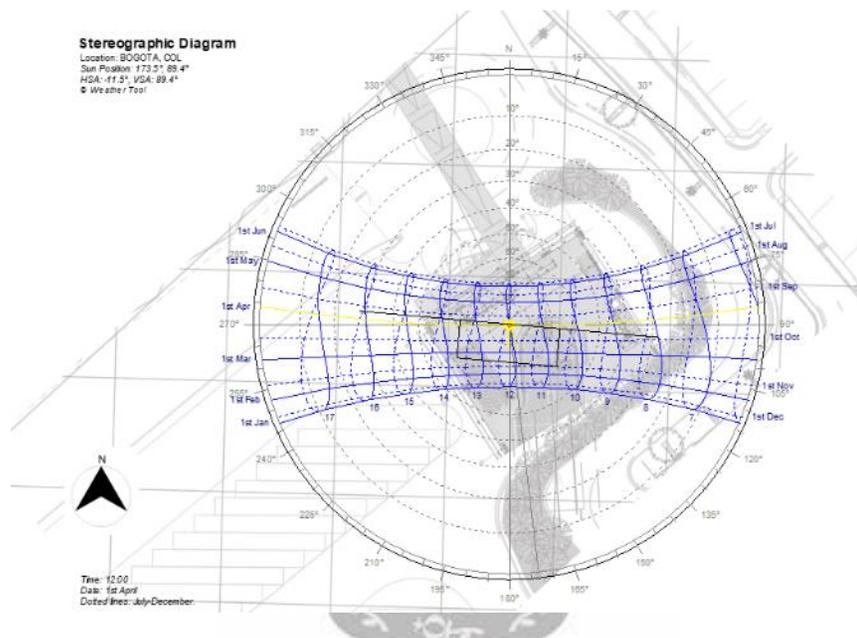


Figura 4. Diagrama estereográfico del sitio donde se va a desarrollar el proyecto

Fuente: Meteonorm-WeatherTool

Teniendo en cuenta los resultados de las imágenes de los diagramas estereográficos para cada una de las estaciones se observa que por su diseño y forma cada estación tendrá un aprovechamiento de la radiación solar durante todos los días del año. Se deberá analizar más adelante la materialidad de las fachadas expuestas directamente sobre el exterior, con el objetivo de aprovechar la radiación solar para garantizar mejores condiciones de confort térmico al interior de las estaciones, reduciendo los problemas que se puedan presentar por altos niveles de deslumbramiento.

### 1.7 OPTIMA ORIENTACIÓN

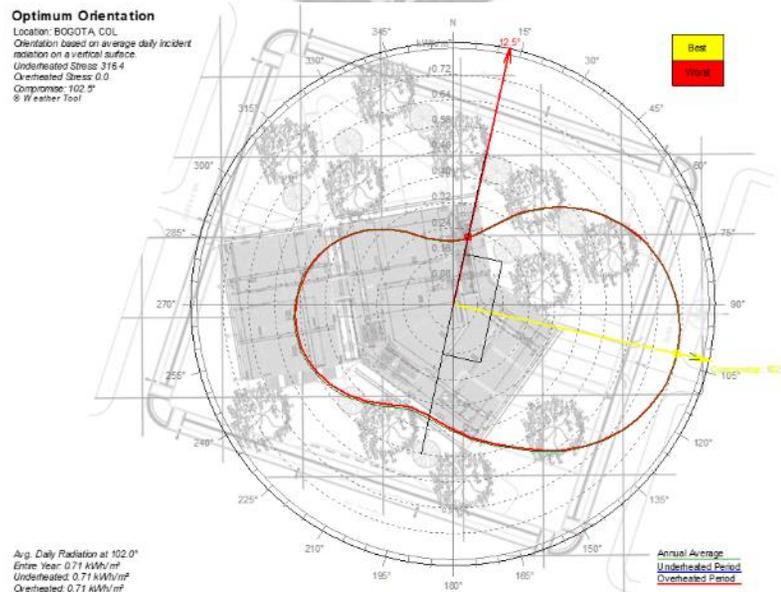
La óptima orientación se utiliza para determinar la ubicación principal de la fachada principal del proyecto, en términos de radiación solar directa sobre un plano vertical. La óptima orientación depende de la temperatura del aire, y de la radiación solar directa incidente sobre los planos verticales. En una zona donde la temperatura del aire está por debajo de la zona de confort se debe aprovechar la radiación solar directa. En el caso contrario en donde la temperatura del aire está por encima de la zona de confort se debe reducir la cantidad de radiación solar incidente en el proyecto.

Meteonorm calcula la orientación óptima de un proyecto calculando la cantidad de radiación solar incidente sobre una superficie vertical de 1m<sup>2</sup> por cada 5°. La grafica representa la cantidad total promedio de radiación durante un año.

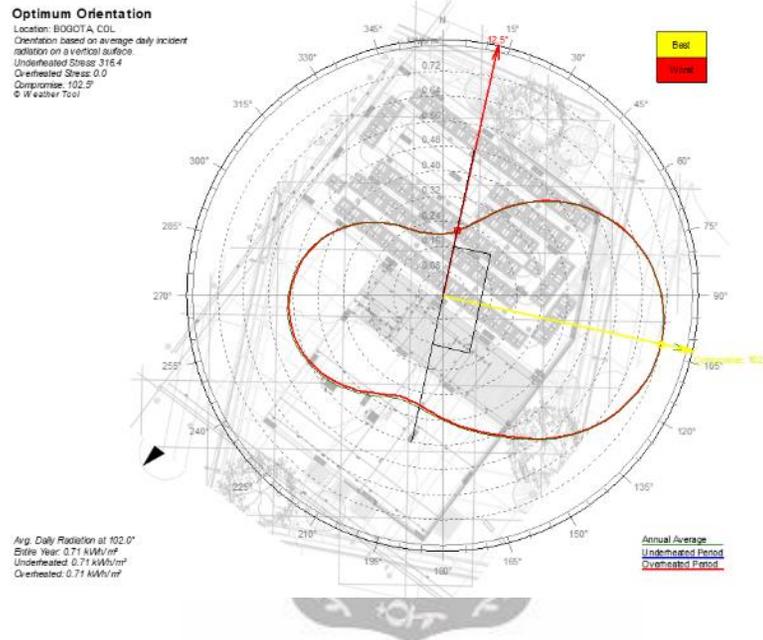
A continuación, presentamos la orientación óptima de las fachadas principales del proyecto, que en este caso debe ser de 102.5°, respecto al norte.

Cabe resaltar que esta orientación solo corresponde a la orientación debido a la radiación solar y no tiene en cuenta la dirección del viento (rosa de los vientos), así como también al tamaño del lote, a su implantación y a su funcionalidad. De los diferentes análisis de óptima orientación para cada una de las tres estaciones del Cable Aéreo de San Cristóbal se puede observar que las tres estaciones tienen una buena orientación que permitirá mejorar las condiciones de confort térmico que se presenten al interior de cada uno de los espacios de las estaciones. Adicionalmente, se deberá analizar la materialidad y proporción de aperturas de cada una de las fachadas y cubiertas de las estaciones, con el objetivo de garantizar adecuados niveles de confort térmico, renovación de aire e iluminación natural.

#### - Estación la victoria



- Estación Altamira



**ALCALDÍA MAYOR**  
**DE BOGOTÁ D.C.**  
 MOVILIDAD

- Estación 20 julio

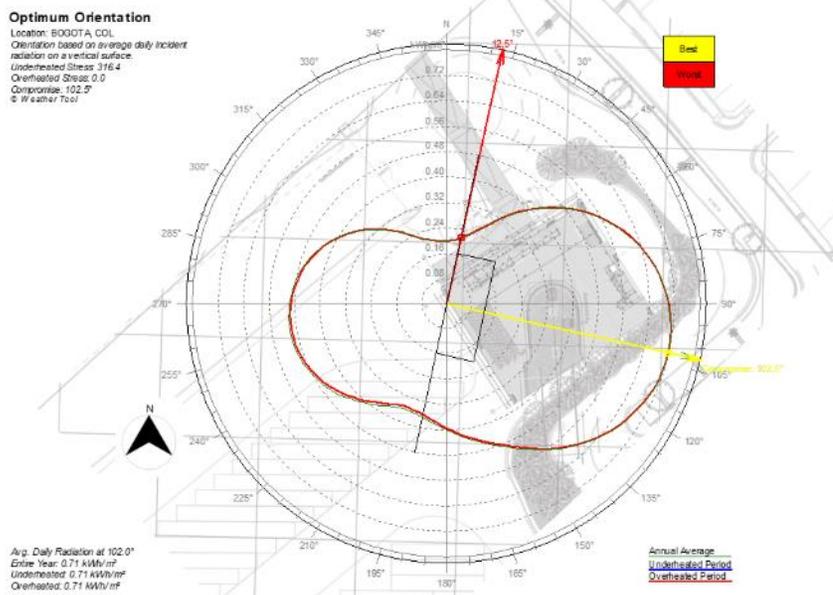


Figura 5. Diagrama de orientaciones óptimas donde se va a desarrollar el proyecto.

Fuente: Meteonorm-Weathertool

Cabe resaltar que esta orientación solo corresponde a la orientación debido a la radiación solar y no tiene en cuenta la dirección del viento (rosa de los vientos), así como también al tamaño del lote, a su implantación y a su funcionalidad.

## CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

Se toma como referencia las exigencias del Anexo 1 de la Resolución 549 de 2015, Código de construcción sostenible en Colombia Agosto 2013 Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones. Teniendo en cuenta que no existe una tipología de edificación denominada estación de transporte, se toma como referencia la de Centros comerciales, por las características del uso de los espacios. Para este tipo de uso se tiene la siguiente línea base de consumos de agua y energía, la cual corresponde a 403,8 kWh/m<sup>2</sup>-año y 6 lt/m<sup>2</sup>, teniendo en cuenta que la ciudad de Bogotá es considerada por el IDEAM como una ciudad fría.

| kWh/m <sup>2</sup> -año | Frío  | Templado | Cálido seco | Cálido húmedo |
|-------------------------|-------|----------|-------------|---------------|
| Hoteles                 | 96,1  | 151,3    | 132,5       | 217,8         |
| Hospitales              | 249,6 | 108,3    | 344,1       | 344,1         |
| Oficinas                | 81,2  | 132,3    | 318,2       | 221,3         |
| Centros comerciales     | 403,8 | 187,8    | 187,8       | 231,5         |
| Educativos              | 40,0  | 44,0     | 72,0        | 29,8          |
| Vivienda no VIS         | 46,5  | 48,3     | 36,9        | 50,2          |
| Vivienda VIS            | 44,6  | 44,0     | 34,6        | 49,3          |
| Vivienda VIP            | 48,1  | 53,3     | 44,9        | 50,6          |

Figura 6. Línea base de consumos de energía.

Fuente: Anexo 1, Resolución 549 de 2015

| lt/pers/día         | Frío                | Templado            | Cálido seco         | Cálido húmedo       |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Hoteles             | 188,5               | 564,0               | 242,0               | 278,9               |
| Hospitales          | 620,2               | 600,0               | 438,0               | 800,0               |
| Oficinas            | 45,0                | 45,0                | 52,0                | 45,8                |
| Centros comerciales | 6 lt/m <sup>2</sup> | 6 lt/m <sup>2</sup> | 6 lt/m <sup>2</sup> | 6 lt/m <sup>2</sup> |
| Educativos          | 50,0                | 50,0                | 50,0                | 24,8                |
| Vivienda no VIS     | 145,4               | 145,3               | 189,8               | 174,9               |
| Vivienda VIS        | 105,7               | 113,9               | 156,7               | 125,4               |
| Vivienda VIP        | 78,1                | 98,3                | 189,8               | 110,6               |

Figura 7. Línea base de consumos de agua.

Fuente: Anexo 1, Resolución 549 de 2015

El proyecto deberá demostrar una reducción de consumos de agua y energía del 25% respecto a la línea base dada. Los proyectos en la ciudad de Bogotá están reglamentados por la Resolución 1874 del 23 de septiembre de 2019 de la Secretaria distrital de Planeación “Por la cual se adopta el Protocolo de Implementación para el cumplimiento de los porcentajes de ahorro en agua y energía para la ciudad de Bogotá D.C., establecidos en la Resolución 549 de 2015 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, y se dictan otras disposiciones”.

Igualmente, se tomarán como referencias certificaciones de construcción sostenible como Bogotá construcción Sostenible EDGE, LEED, BREEAM y HQE para la implementación de estrategias de ecourbanismo, construcción sostenible y bioclimática. Estas certificaciones tienen un compendio de buenas prácticas de diseño que contribuye directamente con la mitigación del Cambio climático a través de la disminución de Gases de Efecto de Invernadero asociados al ciclo de vida de las edificaciones.

La asesoría en Construcción Sostenible consiste en desarrollar los lineamientos básicos y detallados que permitirán identificar las mejores prácticas gerenciales y técnicas en el adecuado desarrollo del proyecto con el objetivo de:

- Minimizar el impacto ambiental del proyecto y reducir el consumo de recursos en todas las etapas del ciclo de vida de la edificación.
- Optimizar los consumos energéticos y la calidad de vida de las personas que ocuparán el proyecto.
- Ayudar el cliente a tomar las buenas decisiones y valorizando sus acciones a favor de la sostenibilidad.

El concepto de sostenibilidad en los proyectos de construcción se enfoca en las personas y su calidad de vida así como también en la calidad de los proyectos, lo que garantiza entornos más saludables y productivos. Técnicamente un proyecto sostenible, es un proyecto con mejores prácticas durante todo el ciclo de vida (diseño, construcción, operación, demolición), lo cual se traduce en proyectos más eficientes y con características diferenciadoras en temas de:

El análisis integral del proyecto se enfocará en los siguientes temas:

- Terreno
  - o Reducción de impactos ambientales
- Energía
  - o Optimización de los gastos energéticos y recursos a energías renovables
  - o Optimización del mantenimiento de equipos en operación.
- Agua
  - o Reducción de consumos y optimización del manejo del agua
- Salud y Confort (diseño bioclimático)
  - o Optimización del confort térmico, visual, acústico y olfativo.
  - o Calidad sanitaria del aire
  - o Calidad sanitaria del agua
  - o Protección de los usuarios
- Materiales
  - o Selección de los materiales de construcción.
- Residuos
  - o Manejo de los residuos generados durante la construcción y por los usuarios durante la operación.
  - o Reducción del impacto de las obras

ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.  
MOVILIDAD  
Instituto de Desarrollo Urbano

## REQUERIMIENTOS BIOCLIMÁTICOS

A continuación, se presentan los diferentes requerimientos bioclimáticos del proyecto en términos de confort térmico, ventilación natural e iluminación natural.

Los caudales óptimos de renovación de aire al interior del proyecto se basan en el estándar americano ASHRAE 62.1 del 2010, para de esta forma calcular de manera adecuada, las aberturas de inyección y extracción de cada una de las zonas analizadas. Los niveles de iluminación natural, se analizarán teniendo en cuenta las recomendaciones y exigencias del RETILAP. Para la evaluación del confort se tomará como referencia la zona de confort dada por el estándar americano ASHRAE 55.

### 1.8 CONFORT HIGROTÉRMICO

Basándose en el estándar americano ASHRAE 55 (Método adaptativo), para determinar la zona adecuada de confort al interior del proyecto que se va a desarrollar. Se puede determinar que la zona de confort debe respetar una zona para que al menos el 80% de las personas se sientan confortables al interior del proyecto.

De esta forma la zona de confort térmico, definido para la ciudad de Bogotá y teniendo en cuenta los espacios que serán ventilados naturalmente y mixtos en la que los ocupantes pueden controlar el funcionamiento de las aberturas es el siguiente:

- Zona de confort: 19.6°C – 24.6°C, para un 90% de aceptabilidad.
- Zona de confort: 18.6°C – 25.6°C, para un 90% de aceptabilidad.

A continuación, presentamos la zona de confort definida por el estándar ASHRAE 55 para Bogotá.

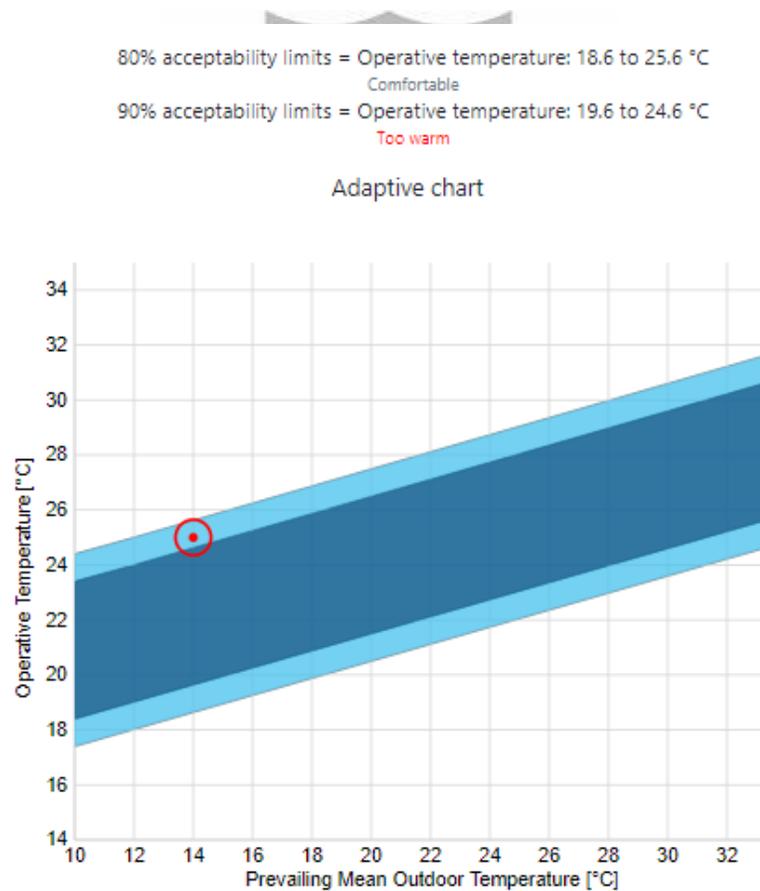


Figura 8. Zona de confort basándose en el estándar ASHRAE 55.

Fuente: CBE Thermal Comfort Tool

### 1.8.1 RENOVACIÓN DE AIRE

Basándose en el estándar americano ANSI/ASHRAE 62.1-2007 sobre la Ventilación para una Calidad Aceptable de Aire Interior, debido a la ausencia de una norma colombiana para tales fines, se determinan las renovaciones de aire por cada uno de los espacios del proyecto.

Las áreas ocupadas deben contar con unas mínimas cantidades de renovación de aire dependiendo de su actividad, su ocupación y su superficie, una vez se definan las áreas exactas de cada una de las estaciones, se calcularán las aperturas que permitirán garantizar estos caudales de aire.

### ESTUDIO DE HELIO ARQUITECTURA

A continuación, se presenta el análisis de sombras de cada una de las estaciones, para los solsticios de invierno y verano (diciembre, junio) y los equinoccios (marzo y septiembre) en las horas de (08:00, 11.00, 14.00, 17.00) con el objetivo de analizar la radiación solar incidente en el proyecto. Para este análisis se realizó un modelo 3D del proyecto con el programa DesignBuilder.

#### 1.9 Estación 20 de julio

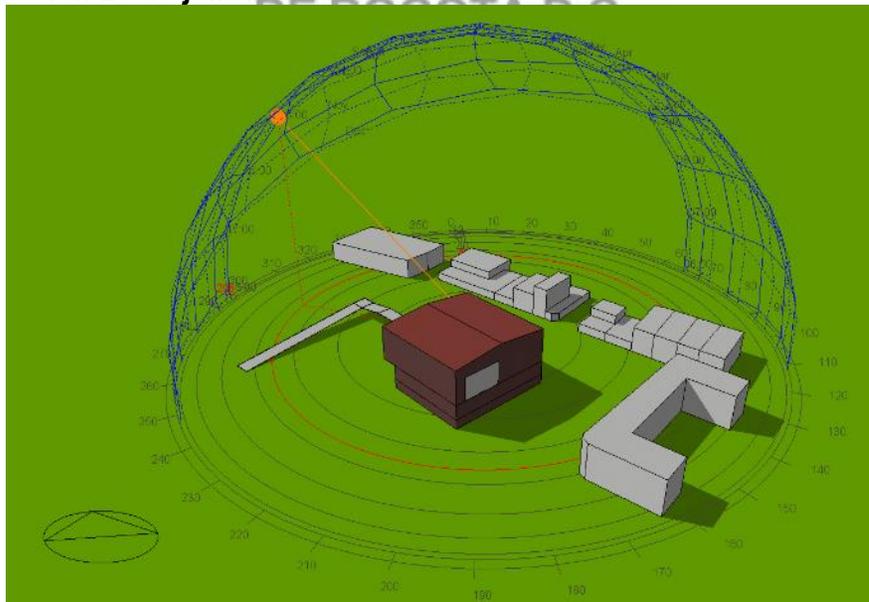
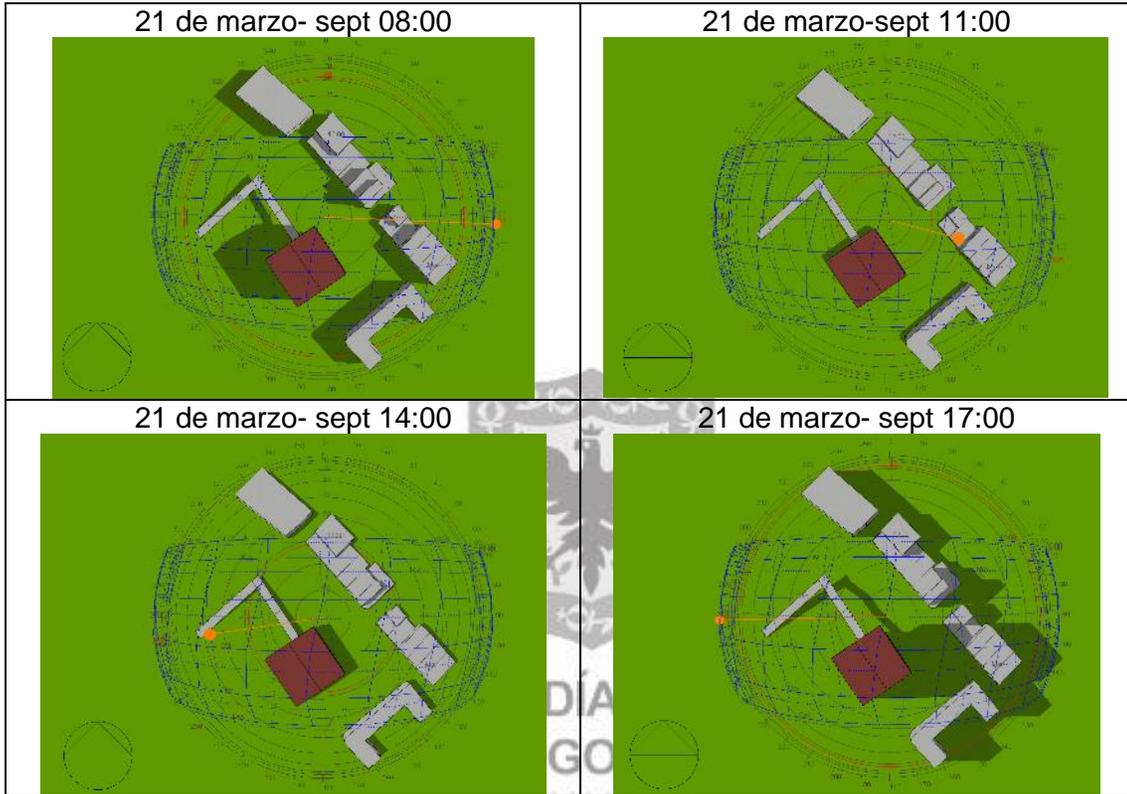


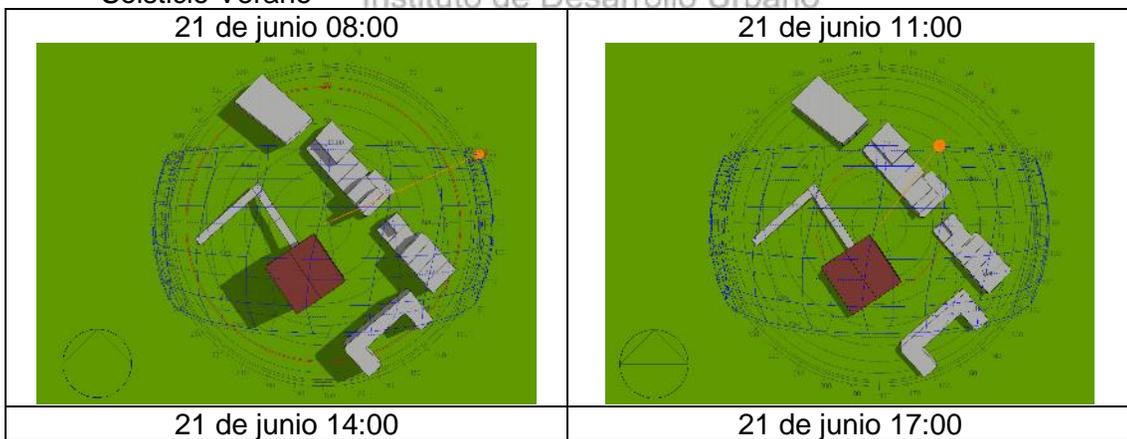
Figura 9. Modelo 3D del proyecto

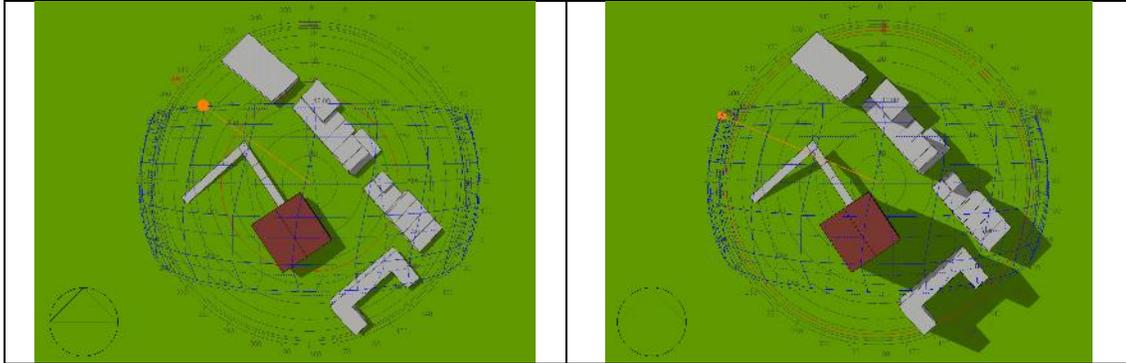
Fuente: DesignBuilder

- Equinoccios

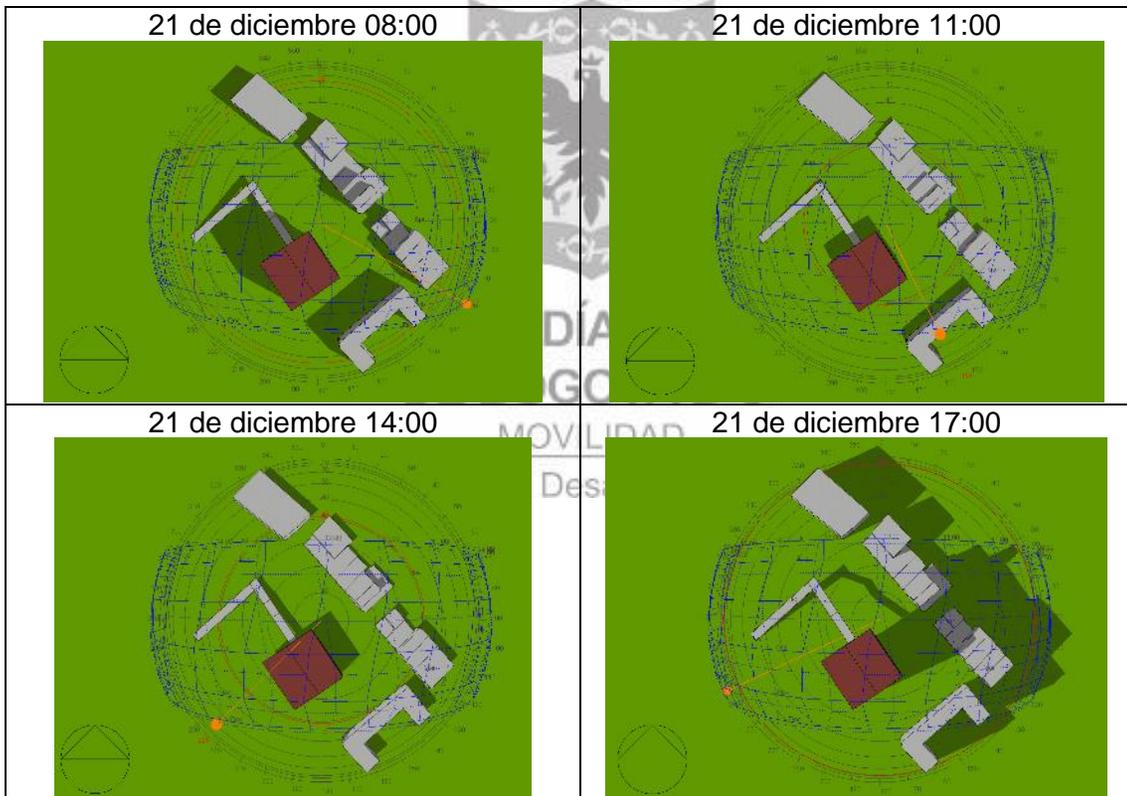


- Solsticio Verano





- Solsticio Invierno



De las imágenes anteriores se puede observar que durante todo el año en las horas del día las fachadas nororientales y surorientales reciben la radiación solar directa. Las fachadas noroccidentales y suroccidentales reciben la radiación solar durante las horas de la tarde, por tal razón se recomienda en estas fachadas implementar protecciones solares. No se estiman sombras de los edificios vecinos sobre el proyecto o viceversa.

### 1.9.1 Estación Altamira

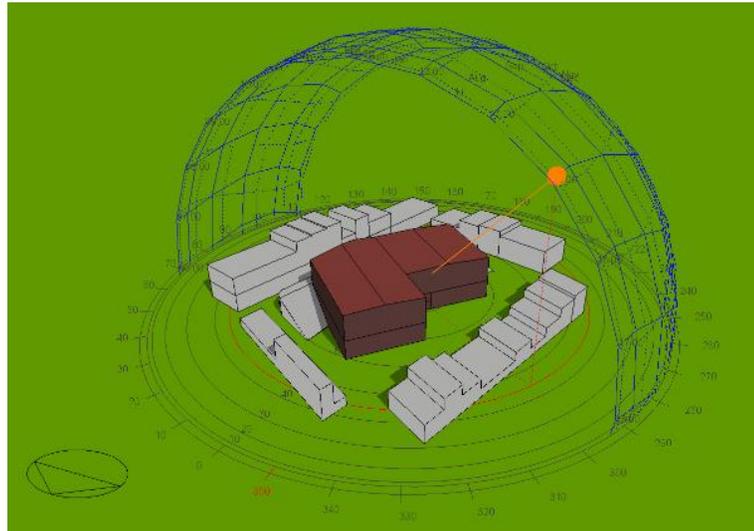
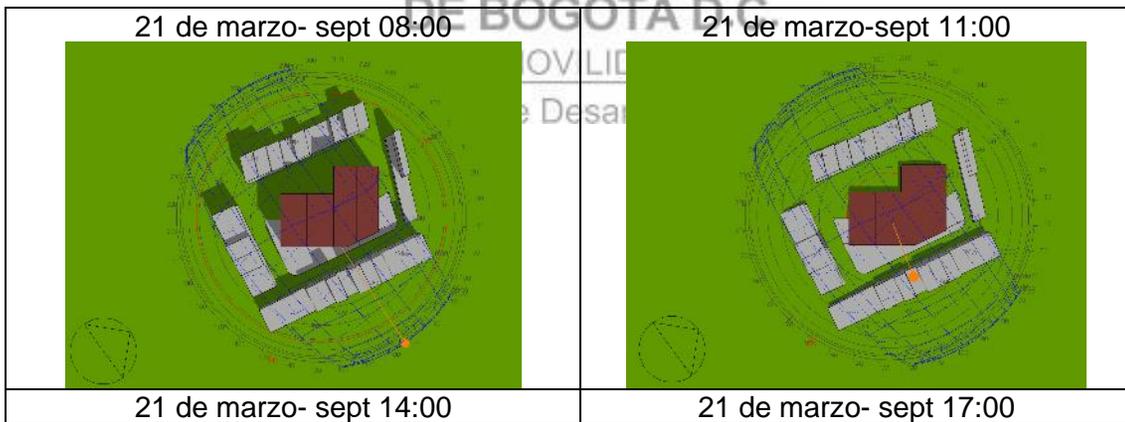
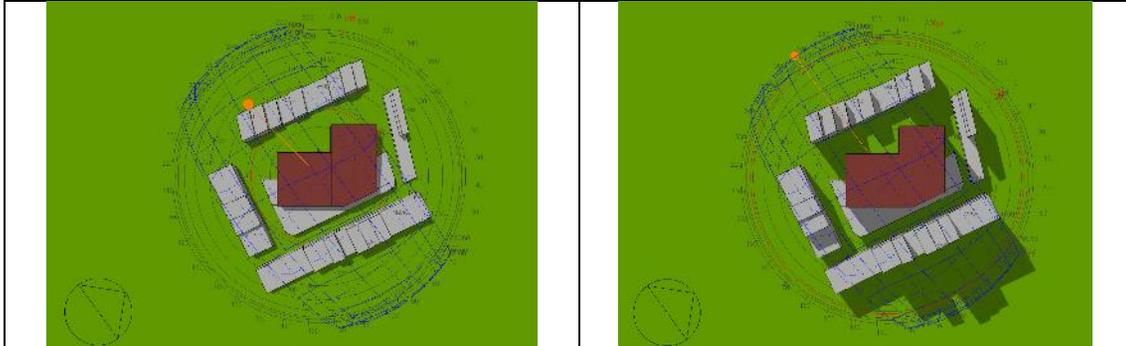


Figura 10. Modelo 3D del proyecto

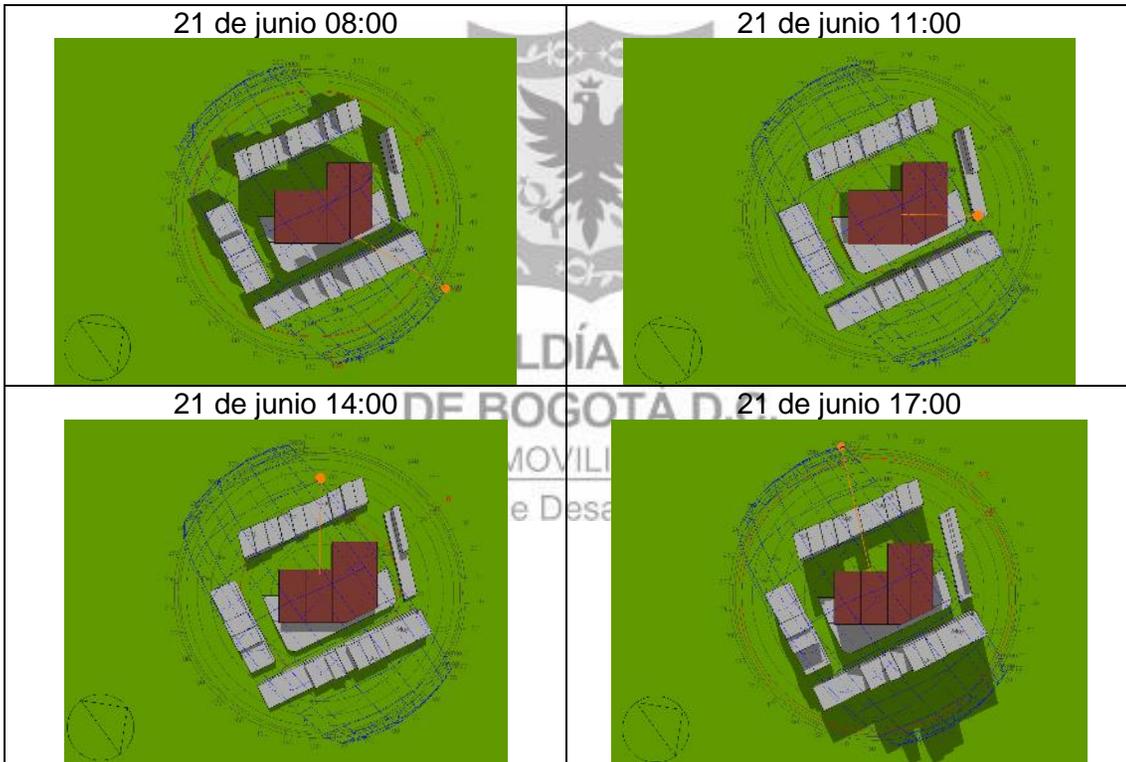
Fuente: DesignBuilder

- Equinoccios

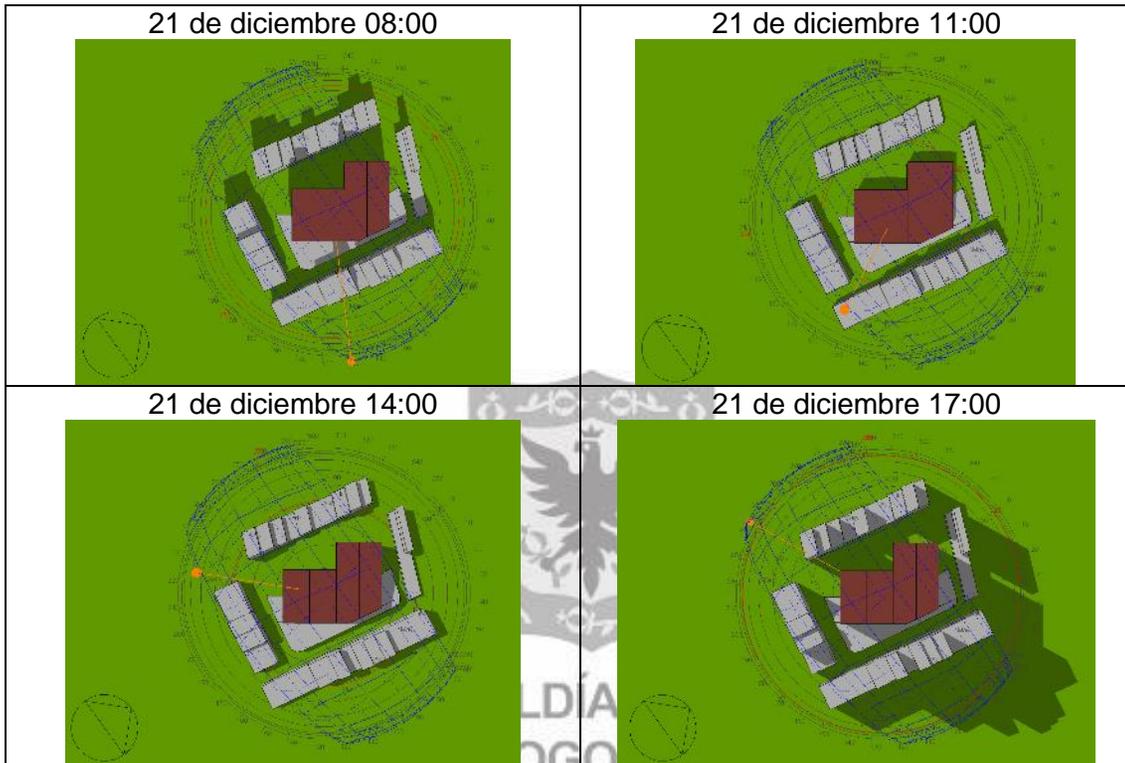




- Solsticio Verano



- Solsticio Invierno



De las imágenes anteriores se puede observar el proyecto genera sombra sobre los vecinos ubicados en el costado oriental, sin embargo estos no generarán sombras importantes o considerables sobre el proyecto. Todas las fachadas occidentales recibirán una alta radiación solar durante todas las horas de la tarde del año, por esta razón se recomienda implementar protecciones solares en estas fachadas.

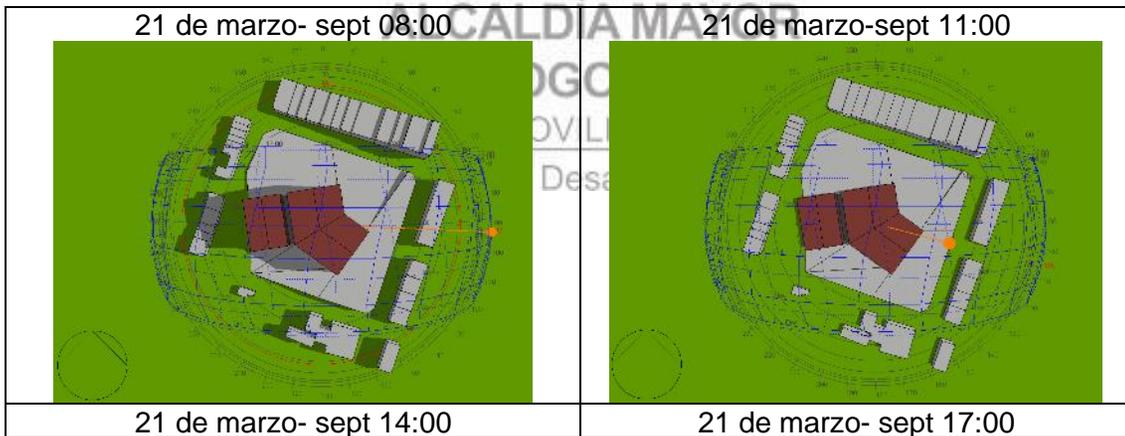
### 1.9.2 Estación La Victoria

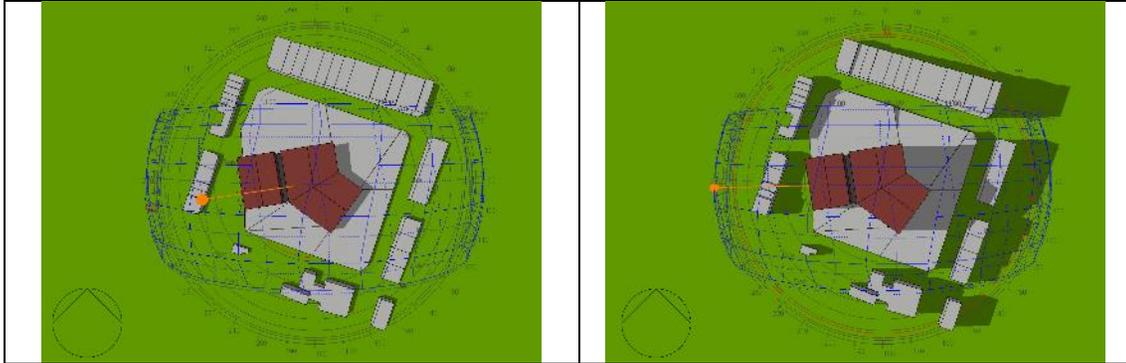


Figura 11. Modelo 3D del proyecto

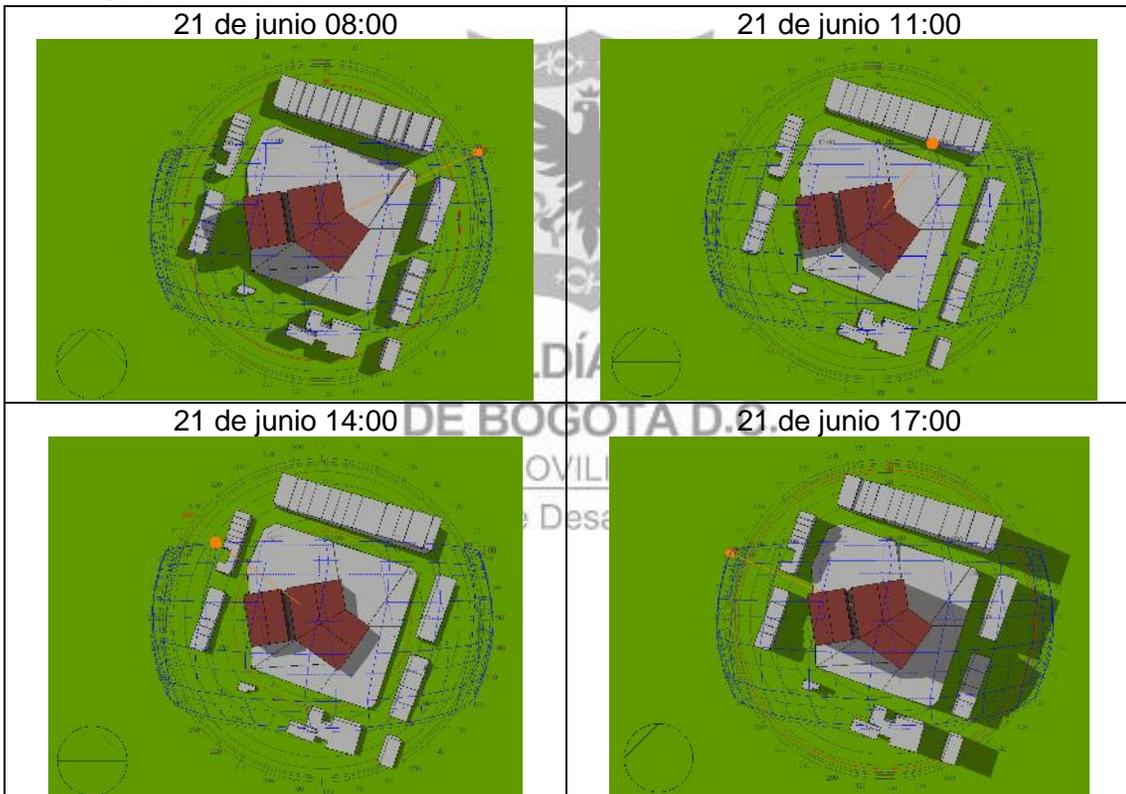
Fuente: DesignBuilder

- Equinoccios

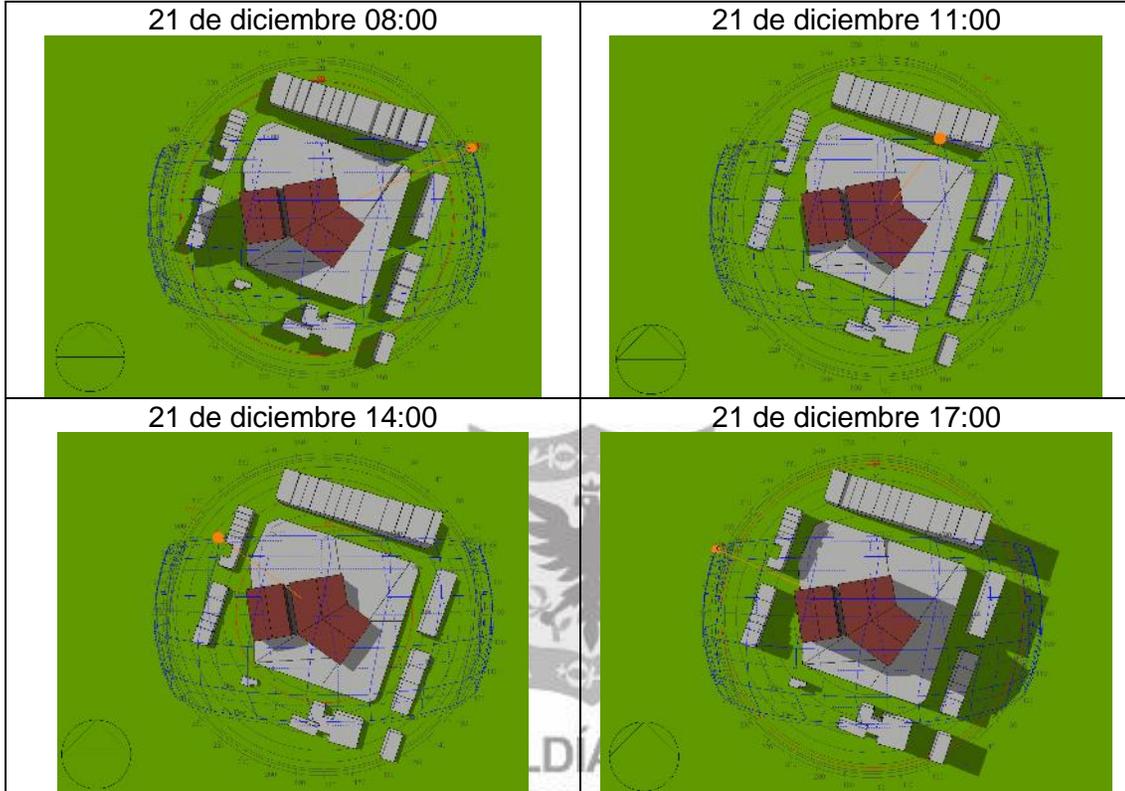




- Solsticio Verano



- Solsticio Invierno



De las imágenes anteriores se puede observar el proyecto genera sombra sobre los vecinos ubicados en el costado oriental, sin embargo estos no generarán sombras importantes o considerables sobre el proyecto. Todas las fachadas occidentales Noroccidental y suroccidental recibirán una alta radiación solar durante todas las horas de la tarde del año, por esta razón se recomienda implementar protecciones solares en estas fachadas.

## ÁNGULOS DE PROTECCIÓN SOLAR

A continuación, se presentan los ángulos de sombra (vertical y horizontal). Para el dimensionamiento de las protecciones solares se utilizan los ángulos de sombra vertical (VSA) y el ángulo de sombra horizontal (HSA). El ángulo de Sombra Horizontal (HSA) caracteriza un elemento vertical, y es la diferencia entre el azimut solar y el azimut de la fachada analizada. El ángulo (en verdadera magnitud) de Sombra Vertical (VSA) caracteriza un elemento horizontal, y se mide sobre un plano vertical perpendicular a la elevación considerada.

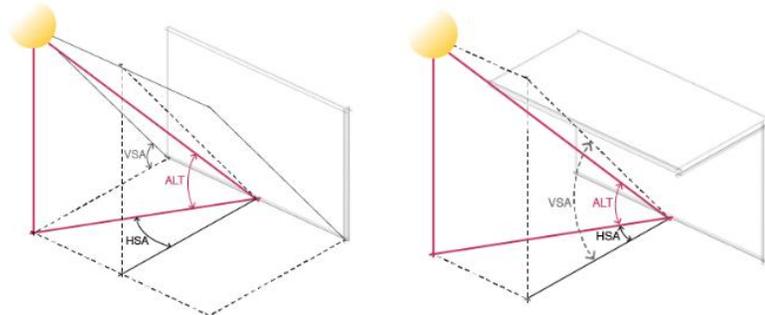
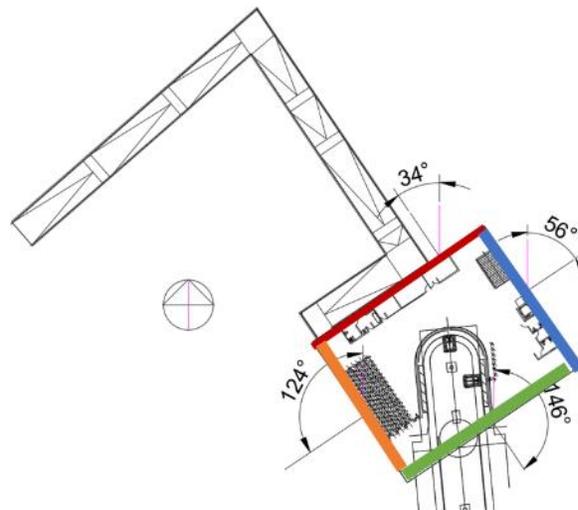


Figura 12. Representación gráfica de los ángulos de protección solar HSA y VSA

Fuente: Elaboración propia

### 1.10 Estación 20 de julio



- |  |   |  |   |
|--|---|--|---|
| <span style="color: red;">■</span> Fachada 1 | <span style="color: blue;">■</span> Fachada 2 | <span style="color: green;">■</span> Fachada 3 | <span style="color: orange;">■</span> Fachada 4 |
| -34°   | +56°  | +146°  | -124°   |

Figura 13. Orientación fachadas estación 20 de Julio

Fuente: Elaboración propia

| FACHADA: 1                                   |                           |                             |                                    | ORIENTACIÓN: -34°                   |  |  |
|--|---------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--|--|
| Hora   | Angulo de sombra vertical | Angulo de sombra horizontal | Sombra vertical en metros (Altura) | Sombra horizontal en metros (Ancho) | Dimensión alero sombra vertical metros (corte) | Dimensión alero sombra horizontal metros planta (- izquierdo, + derecho) |
| <b>Marzo 21 (Equinoccio de primavera)</b>    |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                       | 130,8                     | 139,1                       | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| 3:00pm                                       | 73,5                      | -72,6                       | 1,00                               | 1,00                                | 0,30   | -0,31  |
| <b>Junio 21 (Solsticio de verano)</b>        |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                       | 96,3                      | 95,9                        | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| 3:00pm                                       | 46,0                      | -28,3                       | 1,00                               | 1,00                                | 0,97   | -1,86  |
| <b>Septiembre 21 (Equinoccio de otoño)</b>   |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                       | 119,2                     | 127,2                       | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| 3:00pm                                       | 60,4                      | -59,0                       | 1,00                               | 1,00                                | 0,57   | -0,60  |
| <b>Diciembre 21 ( Solsticio de invierno)</b> |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                       | 139,1                     | 159,5                       | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| 3:00pm                                       | 90,0                      | -90,0                       | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |

| FACHADA: 2                                   |                           |                             |                                    | ORIENTACIÓN: +56°                   |  |  |
|--|---------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--|--|
| Hora   | Angulo de sombra vertical | Angulo de sombra horizontal | Sombra vertical en metros (Altura) | Sombra horizontal en metros (Ancho) | Dimensión alero sombra vertical metros (corte) | Dimensión alero sombra horizontal metros planta (- izquierdo, + derecho) |
| <b>Marzo 21 (Equinoccio de primavera)</b>    |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                       | 51,0                      | 38,9                        | 1,00                               | 1,00                                | 0,81   | 1,24   |
| 3:00pm                                       | 130,6                     | -151,2                      | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| <b>Junio 21 (Solsticio de verano)</b>        |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                       | 43,4                      | 5,9                         | 1,00                               | 1,00                                | 1,06   | 9,68   |
| 3:00pm                                       | 117,5                     | -118,3                      | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| <b>Septiembre 21 (Equinoccio de otoño)</b>   |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                       | 54,1                      | 37,7                        | 1,00                               | 1,00                                | 0,72   | 1,29   |
| 3:00pm                                       | 133,3                     | -149,0                      | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| <b>Diciembre 21 ( Solsticio de invierno)</b> |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                       | 66,7                      | 69,5                        | 1,00                               | 1,00                                | 0,43   | 0,37   |
| 3:00pm                                       | 143,3                     | 180,0                       | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |

| FACHADA: 3                                   |                           |                             |                                    | ORIENTACIÓN: +146°                  |  |  |
|--|---------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--|--|
| Hora   | Angulo de sombra vertical | Angulo de sombra horizontal | Sombra vertical en metros (Altura) | Sombra horizontal en metros (Ancho) | Dimensión alero sombra vertical metros (corte) | Dimensión alero sombra horizontal metros planta (- izquierdo, + derecho) |
| <b>Marzo 21 (Equinoccio de primavera)</b>    |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                       | 56,9                      | -51,1                       | 1,00                               | 1,00                                | 0,65   | -0,81  |
| 3:00pm                                       | 115,2                     | 118,8                       | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| <b>Junio 21 (Solsticio de verano)</b>        |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                       | 83,7                      | -84,1                       | 1,00                               | 1,00                                | 0,11   | -0,10  |
| 3:00pm                                       | 134,0                     | 151,7                       | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| <b>Septiembre 21 (Equinoccio de otoño)</b>   |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                       | 60,8                      | -52,3                       | 1,00                               | 1,00                                | 0,56   | -0,77  |
| 3:00pm                                       | 119,6                     | 121,0                       | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| <b>Diciembre 21 ( Solsticio de invierno)</b> |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                       | 40,9                      | -20,5                       | 1,00                               | 1,00                                | 1,15   | -2,67  |
| 3:00pm                                       | 90,0                      | 90,0                        | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |

| FACHADA: 4                                   |                           |                             |                                    | ORIENTACIÓN: -124°                  |  |  |
|--|---------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--|--|
| Hora   | Angulo de sombra vertical | Angulo de sombra horizontal | Sombra vertical en metros (Altura) | Sombra horizontal en metros (Ancho) | Dimensión alero sombra vertical metros (corte) | Dimensión alero sombra horizontal metros planta (- izquierdo, + derecho) |
| <b>Marzo 21 (Equinoccio de primavera)</b>    |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                       | 129,0                     | -141,1                      | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| 3:00pm                                       | 49,4                      | 28,8                        | 1,00                               | 1,00                                | 0,86   | 1,82   |
| <b>Junio 21 (Solsticio de verano)</b>        |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                       | 136,6                     | -174,1                      | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| 3:00pm                                       | 62,5                      | 61,7                        | 1,00                               | 1,00                                | 0,52   | 0,54   |
| <b>Septiembre 21 (Equinoccio de otoño)</b>   |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                       | 125,9                     | -142,3                      | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| 3:00pm                                       | 46,7                      | 31,0                        | 1,00                               | 1,00                                | 0,94   | 1,66   |
| <b>Diciembre 21 ( Solsticio de invierno)</b> |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                       | 113,3                     | -110,5                      | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| 3:00pm                                       | 36,7                      | -0,1                        | 1,00                               | 1,00                                | 1,34   | -572,96  |

### 1.10.1 Estación Altamira

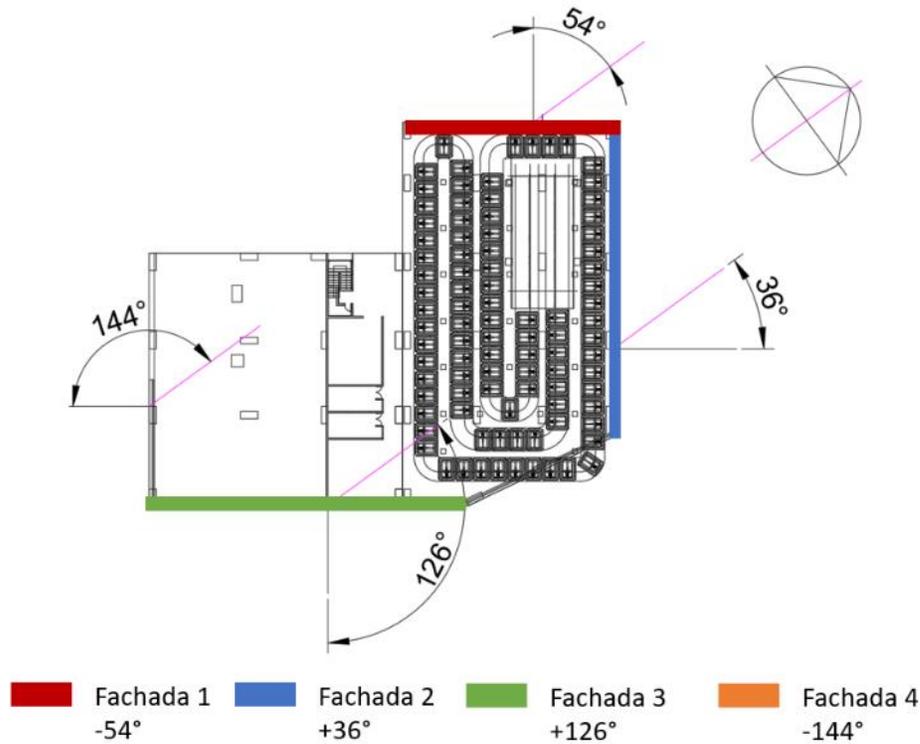


Figura 14. Orientación fachadas estación Altamira

Fuente: Elaboración propia

| FACHADA: 1                                  |                           | ORIENTACIÓN: -54°           |                                    |                                     |  |  |
|---|---------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--|--|
| Hora  | Angulo de sombra vertical | Angulo de sombra horizontal | Sombra vertical en metros (Altura) | Sombra horizontal en metros (Ancho) | Dimensión alero sombra vertical metros (corte) | Dimensión alero sombra horizontal metros planta (- izquierdo, + derecho) |
| <b>Marzo 21 (Equinoccio de primavera)</b>   |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                      | 131,7                     | 148,9                       | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| 3:00pm                                      | 53,7                      | -41,2                       | 1,00                               | 1,00                                | 0,73   | -1,14  |
| <b>Junio 21 (Solsticio de verano)</b>       |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                      | 115,0                     | 115,9                       | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| 3:00pm                                      | 42,6                      | -8,3                        | 1,00                               | 1,00                                | 1,09   | -6,85  |
| <b>Septiembre 21 (Equinoccio de otoño)</b>  |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                      | 127,7                     | 147,7                       | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| 3:00pm                                      | 49,5                      | -39,0                       | 1,00                               | 1,00                                | 0,85   | -1,23  |
| <b>Diciembre 21 (Solsticio de invierno)</b> |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                      | 141,0                     | 179,5                       | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| 3:00pm                                      | 65,4                      | -70,0                       | 1,00                               | 1,00                                | 0,46   | -0,36  |

| FACHADA: 2                                  |                           |                             |                                    |                                     | ORIENTACIÓN: +36°                              |  |
|---|---------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--|--|
| Hora  | Angulo de sombra vertical | Angulo de sombra horizontal | Sombra vertical en metros (Altura) | Sombra horizontal en metros (Ancho) | Dimensión alero sombra vertical metros (corte) | Dimensión alero sombra horizontal metros planta (- izquierdo, + derecho) |
| <b>Marzo 21 (Equinoccio de primavera)</b>   |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                      | 61,8                      | 58,9                        | 1,00                               | 1,00                                | 0,54   | 0,60   |
| 3:00pm                                      | 122,8                     | -131,2                      | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| <b>Junio 21 (Solsticio de verano)</b>       |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                      | 46,3                      | 25,9                        | 1,00                               | 1,00                                | 0,96   | 2,06   |
| 3:00pm                                      | 99,0                      | -98,3                       | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| <b>Septiembre 21 (Equinoccio de otoño)</b>  |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                      | 63,9                      | 57,7                        | 1,00                               | 1,00                                | 0,49   | 0,63   |
| 3:00pm                                      | 124,6                     | -129,0                      | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| <b>Diciembre 21 (Solsticio de invierno)</b> |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                      | 89,4                      | 89,5                        | 1,00                               | 1,00                                | 0,01   | 0,01   |
| 3:00pm                                      | 141,6                     | -160,0                      | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |

| FACHADA: 3                                  |                           |                             |                                    |                                     | ORIENTACIÓN: +126°                             |  |
|---|---------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--|--|
| Hora  | Angulo de sombra vertical | Angulo de sombra horizontal | Sombra vertical en metros (Altura) | Sombra horizontal en metros (Ancho) | Dimensión alero sombra vertical metros (corte) | Dimensión alero sombra horizontal metros planta (- izquierdo, + derecho) |
| <b>Marzo 21 (Equinoccio de primavera)</b>   |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                      | 48,3                      | -31,1                       | 1,00                               | 1,00                                | 0,89   | -1,66  |
| 3:00pm                                      | 126,3                     | 138,8                       | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| <b>Junio 21 (Solsticio de verano)</b>       |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                      | 65,0                      | -64,1                       | 1,00                               | 1,00                                | 0,47   | -0,49  |
| 3:00pm                                      | 137,4                     | 171,7                       | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| <b>Septiembre 21 (Equinoccio de otoño)</b>  |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                      | 52,3                      | -32,3                       | 1,00                               | 1,00                                | 0,77   | -1,58  |
| 3:00pm                                      | 130,5                     | 141,0                       | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| <b>Diciembre 21 (Solsticio de invierno)</b> |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                      | 39,0                      | -0,5                        | 1,00                               | 1,00                                | 1,23   | -114,59  |
| 3:00pm                                      | 114,6                     | 110,0                       | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |

| FACHADA: 4                                  |                           |                             |                                    | ORIENTACIÓN: -144°                  |  |  |
|---|---------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--|--|
| Hora  | Angulo de sombra vertical | Angulo de sombra horizontal | Sombra vertical en metros (Altura) | Sombra horizontal en metros (Ancho) | Dimensión alero sombra vertical metros (corte) | Dimensión alero sombra horizontal metros planta (- izquierdo, + derecho) |
| <b>Marzo 21 (Equinoccio de primavera)</b>   |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                      | 118,2                     | -121,1                      | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| 3:00pm                                      | 57,2                      | 48,8                        | 1,00                               | 1,00                                | 0,64   | 0,88   |
| <b>Junio 21 (Solsticio de verano)</b>       |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                      | 133,7                     | -154,1                      | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| 3:00pm                                      | 81,0                      | 81,7                        | 1,00                               | 1,00                                | 0,16   | 0,15   |
| <b>Septiembre 21 (Equinoccio de otoño)</b>  |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                      | 116,1                     | -122,3                      | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| 3:00pm                                      | 55,4                      | 51,0                        | 1,00                               | 1,00                                | 0,69   | 0,81   |
| <b>Diciembre 21 (Solsticio de invierno)</b> |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                      | 90,6                      | -90,5                       | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| 3:00pm                                      | 38,4                      | 20,0                        | 1,00                               | 1,00                                | 1,26   | 2,75   |

### 1.10.2 Estación La Victoria

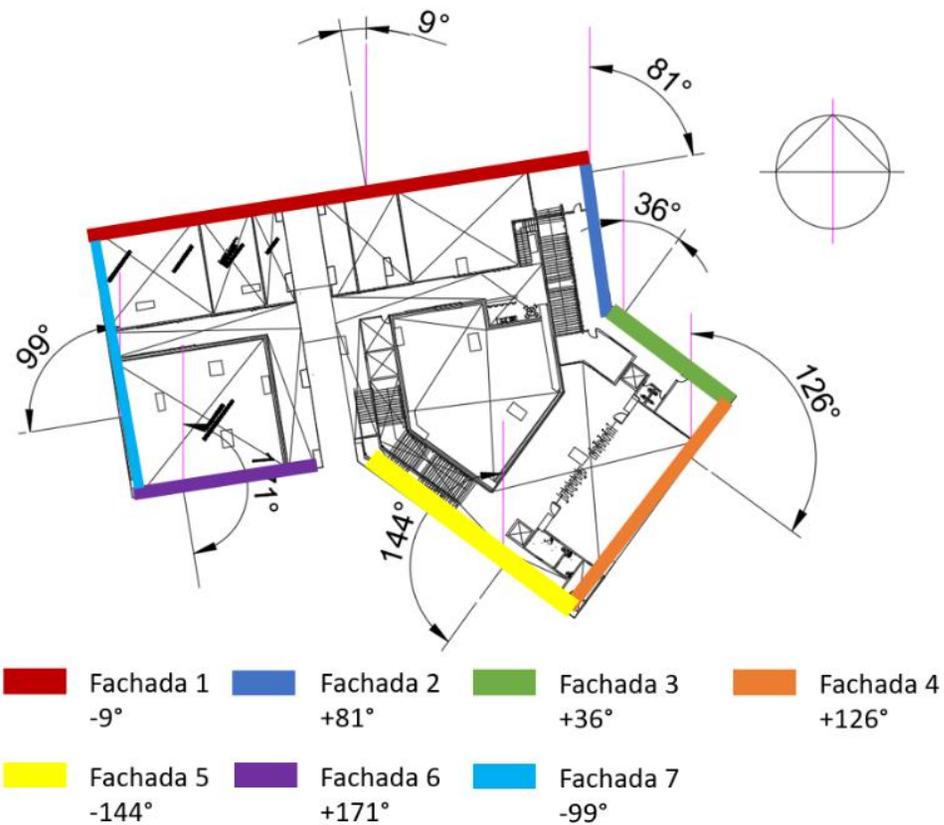


Figura 15. Orientación fachadas estación La Victoria

Fuente: Elaboración propia

| FACHADA: 1                                   |                           |                             |                                    | ORIENTACIÓN: -9°                    |  |  |
|--|---------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--|--|
| Hora   | Angulo de sombra vertical | Angulo de sombra horizontal | Sombra vertical en metros (Altura) | Sombra horizontal en metros (Ancho) | Dimensión alero sombra vertical metros (corte) | Dimensión alero sombra horizontal metros planta (- izquierdo, + derecho) |
| <b>Marzo 21 (Equinoccio de primavera)</b>    |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                       | 87,8                      | 87,9                        | 1,00                               | 1,00                                | 0,04   | 0,04   |
| 3:00pm                                       | 101,7                     | -102,2                      | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| <b>Junio 21 (Solsticio de verano)</b>        |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                       | 58,6                      | 54,9                        | 1,00                               | 1,00                                | 0,61   | 0,70   |
| 3:00pm                                       | 68,8                      | -69,3                       | 1,00                               | 1,00                                | 0,39   | -0,38  |
| <b>Septiembre 21 (Equinoccio de otoño)</b>   |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                       | 87,0                      | 86,7                        | 1,00                               | 1,00                                | 0,05   | 0,06   |
| 3:00pm                                       | 100,8                     | -100,0                      | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| <b>Diciembre 21 ( Solsticio de invierno)</b> |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                       | 120,5                     | 118,5                       | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| 3:00pm                                       | 131,4                     | -131,0                      | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |

| FACHADA: 2                                   |                           |                             |                                    | ORIENTACIÓN: +81°                   |  |  |
|--|---------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--|--|
| Hora   | Angulo de sombra vertical | Angulo de sombra horizontal | Sombra vertical en metros (Altura) | Sombra horizontal en metros (Ancho) | Dimensión alero sombra vertical metros (corte) | Dimensión alero sombra horizontal metros planta (- izquierdo, + derecho) |
| <b>Marzo 21 (Equinoccio de primavera)</b>    |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                       | 44,7                      | 13,9                        | 1,00                               | 1,00                                | 1,01   | 4,04   |
| 3:00pm                                       | 134,3                     | -176,2                      | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| <b>Junio 21 (Solsticio de verano)</b>        |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                       | 44,8                      | -19,1                       | 1,00                               | 1,00                                | 1,01   | -2,89  |
| 3:00pm                                       | 131,3                     | -143,3                      | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| <b>Septiembre 21 (Equinoccio de otoño)</b>   |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                       | 48,2                      | 12,7                        | 1,00                               | 1,00                                | 0,89   | 4,44   |
| 3:00pm                                       | 137,5                     | -174,0                      | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| <b>Diciembre 21 ( Solsticio de invierno)</b> |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                       | 48,7                      | 44,5                        | 1,00                               | 1,00                                | 0,88   | 1,02   |
| 3:00pm                                       | 140,6                     | 155,0                       | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |

| FACHADA: 3                                   |                           |                             |                                    | ORIENTACIÓN: +36°                   |  |  |
|--|---------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--|--|
| Hora   | Angulo de sombra vertical | Angulo de sombra horizontal | Sombra vertical en metros (Altura) | Sombra horizontal en metros (Ancho) | Dimensión alero sombra vertical metros (corte) | Dimensión alero sombra horizontal metros planta (- izquierdo, + derecho) |
| <b>Marzo 21 (Equinoccio de primavera)</b>    |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                       | 61,8                      | 58,9                        | 1,00                               | 1,00                                | 0,54   | 0,60   |
| 3:00pm                                       | 122,8                     | -131,2                      | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| <b>Junio 21 (Solsticio de verano)</b>        |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                       | 46,3                      | 25,9                        | 1,00                               | 1,00                                | 0,96   | 2,06   |
| 3:00pm                                       | 99,0                      | -98,3                       | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| <b>Septiembre 21 (Equinoccio de otoño)</b>   |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                       | 63,9                      | 57,7                        | 1,00                               | 1,00                                | 0,49   | 0,63   |
| 3:00pm                                       | 124,6                     | -129,0                      | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| <b>Diciembre 21 ( Solsticio de invierno)</b> |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                       | 89,4                      | 89,5                        | 1,00                               | 1,00                                | 0,01   | 0,01   |
| 3:00pm                                       | 141,6                     | -160,0                      | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |

| FACHADA: 4                                   |                           |                             |                                    | ORIENTACIÓN: -126°                  |  |  |
|--|---------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--|--|
| Hora   | Angulo de sombra vertical | Angulo de sombra horizontal | Sombra vertical en metros (Altura) | Sombra horizontal en metros (Ancho) | Dimensión alero sombra vertical metros (corte) | Dimensión alero sombra horizontal metros planta (- izquierdo, + derecho) |
| <b>Marzo 21 (Equinoccio de primavera)</b>    |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                       | 128,2                     | -139,1                      | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| 3:00pm                                       | 50,0                      | 30,8                        | 1,00                               | 1,00                                | 0,84   | 1,68   |
| <b>Junio 21 (Solsticio de verano)</b>        |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                       | 136,5                     | -172,1                      | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| 3:00pm                                       | 64,1                      | 63,7                        | 1,00                               | 1,00                                | 0,49   | 0,49   |
| <b>Septiembre 21 (Equinoccio de otoño)</b>   |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                       | 125,2                     | -140,3                      | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| 3:00pm                                       | 47,3                      | 33,0                        | 1,00                               | 1,00                                | 0,92   | 1,54   |
| <b>Diciembre 21 ( Solsticio de invierno)</b> |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                       | 111,4                     | -108,5                      | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| 3:00pm                                       | 36,7                      | 2,0                         | 1,00                               | 1,00                                | 1,34   | 28,64  |

| FACHADA: 5                                   |                           |                             |                                    |                                     |  |  | ORIENTACIÓN: -144° |  |
|--|---------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--|--|--------------------|--|
| Hora   | Angulo de sombra vertical | Angulo de sombra horizontal | Sombra vertical en metros (Altura) | Sombra horizontal en metros (Ancho) | Dimensión alero sombra vertical metros (corte) | Dimensión alero sombra horizontal metros planta (- izquierdo, + derecho) |                    |  |
| <b>Marzo 21 (Equinoccio de primavera)</b>    |                           |                             |                                    |                                     |  |  |                    |  |
| 9:00am                                       | 118,2                     | -121,1                      | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |                    |  |
| 3:00pm                                       | 57,2                      | 48,8                        | 1,00                               | 1,00                                | 0,64   | 0,88   |                    |  |
| <b>Junio 21 (Solsticio de verano)</b>        |                           |                             |                                    |                                     |  |  |                    |  |
| 9:00am                                       | 133,7                     | -154,1                      | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |                    |  |
| 3:00pm                                       | 81,0                      | 81,7                        | 1,00                               | 1,00                                | 0,16   | 0,15   |                    |  |
| <b>Septiembre 21 (Equinoccio de otoño)</b>   |                           |                             |                                    |                                     |  |  |                    |  |
| 9:00am                                       | 116,1                     | -122,3                      | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |                    |  |
| 3:00pm                                       | 55,4                      | 51,0                        | 1,00                               | 1,00                                | 0,69   | 0,81   |                    |  |
| <b>Diciembre 21 ( Solsticio de invierno)</b> |                           |                             |                                    |                                     |  |  |                    |  |
| 9:00am                                       | 90,6                      | -90,5                       | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |                    |  |
| 3:00pm                                       | 38,4                      | 20,0                        | 1,00                               | 1,00                                | 1,26   | 2,75   |                    |  |

| FACHADA: 6                                   |                           |                             |                                    |                                     |  |  | ORIENTACIÓN: +171° |  |
|--|---------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--|--|--------------------|--|
| Hora   | Angulo de sombra vertical | Angulo de sombra horizontal | Sombra vertical en metros (Altura) | Sombra horizontal en metros (Ancho) | Dimensión alero sombra vertical metros (corte) | Dimensión alero sombra horizontal metros planta (- izquierdo, + derecho) |                    |  |
| <b>Marzo 21 (Equinoccio de primavera)</b>    |                           |                             |                                    |                                     |  |  |                    |  |
| 9:00am                                       | 76,0                      | -76,1                       | 1,00                               | 1,00                                | 0,25   | -0,25  |                    |  |
| 3:00pm                                       | 93,7                      | 93,8                        | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |                    |  |
| <b>Junio 21 (Solsticio de verano)</b>        |                           |                             |                                    |                                     |  |  |                    |  |
| 9:00am                                       | 109,2                     | -109,1                      | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |                    |  |
| 3:00pm                                       | 123,3                     | 126,7                       | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |                    |  |
| <b>Septiembre 21 (Equinoccio de otoño)</b>   |                           |                             |                                    |                                     |  |  |                    |  |
| 9:00am                                       | 78,6                      | -77,3                       | 1,00                               | 1,00                                | 0,20   | -0,22  |                    |  |
| 3:00pm                                       | 96,6                      | 96,0                        | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |                    |  |
| <b>Diciembre 21 ( Solsticio de invierno)</b> |                           |                             |                                    |                                     |  |  |                    |  |
| 9:00am                                       | 49,1                      | -45,5                       | 1,00                               | 1,00                                | 0,87   | -0,98  |                    |  |
| 3:00pm                                       | 60,4                      | 65,0                        | 1,00                               | 1,00                                | 0,57   | 0,47   |                    |  |

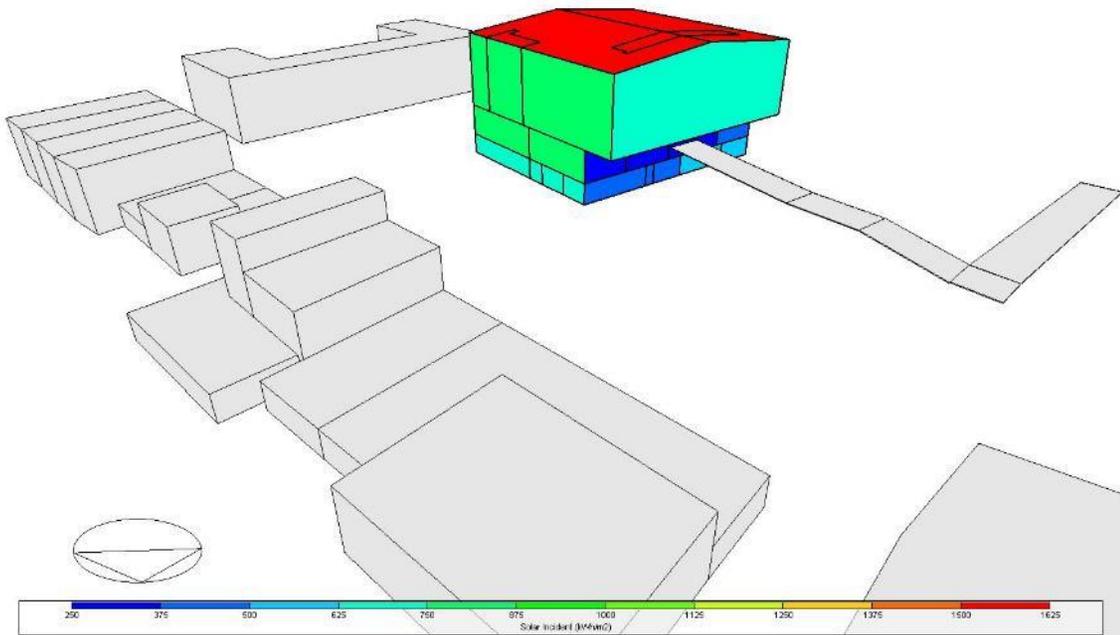
| FACHADA: 7                                  |                           |                             |                                    |                                     | ORIENTACIÓN: -99°                              |  |
|---|---------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--|--|
| Hora  | Angulo de sombra vertical | Angulo de sombra horizontal | Sombra vertical en metros (Altura) | Sombra horizontal en metros (Ancho) | Dimensión alero sombra vertical metros (corte) | Dimensión alero sombra horizontal metros planta (- izquierdo, + derecho) |
| <b>Marzo 21 (Equinoccio de primavera)</b>   |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                      | 44,0                      | -4,1                        | 1,00                               | 1,00                                | 1,04   | -13,95   |
| 3:00pm                                      | 133,4                     | 165,8                       | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| <b>Junio 21 (Solsticio de verano)</b>       |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                      | 49,7                      | -37,1                       | 1,00                               | 1,00                                | 0,85   | -1,32  |
| 3:00pm                                      | 136,1                     | -161,3                      | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| <b>Septiembre 21 (Equinoccio de otoño)</b>  |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                      | 47,7                      | -5,3                        | 1,00                               | 1,00                                | 0,91   | -10,78   |
| 3:00pm                                      | 137,1                     | 168,0                       | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |
| <b>Diciembre 21 (Solsticio de invierno)</b> |                           |                             |                                    |                                     |  |  |
| 9:00am                                      | 42,2                      | 26,5                        | 1,00                               | 1,00                                | 1,10   | 2,01   |
| 3:00pm                                      | 134,5                     | 137,0                       | <b>NO LLEGA EL SOL</b>             |                                     |  |  |

Con el cálculo de todas estas protecciones solares se presentarán las recomendaciones de las protecciones solares para cada una de las fachadas del proyecto.

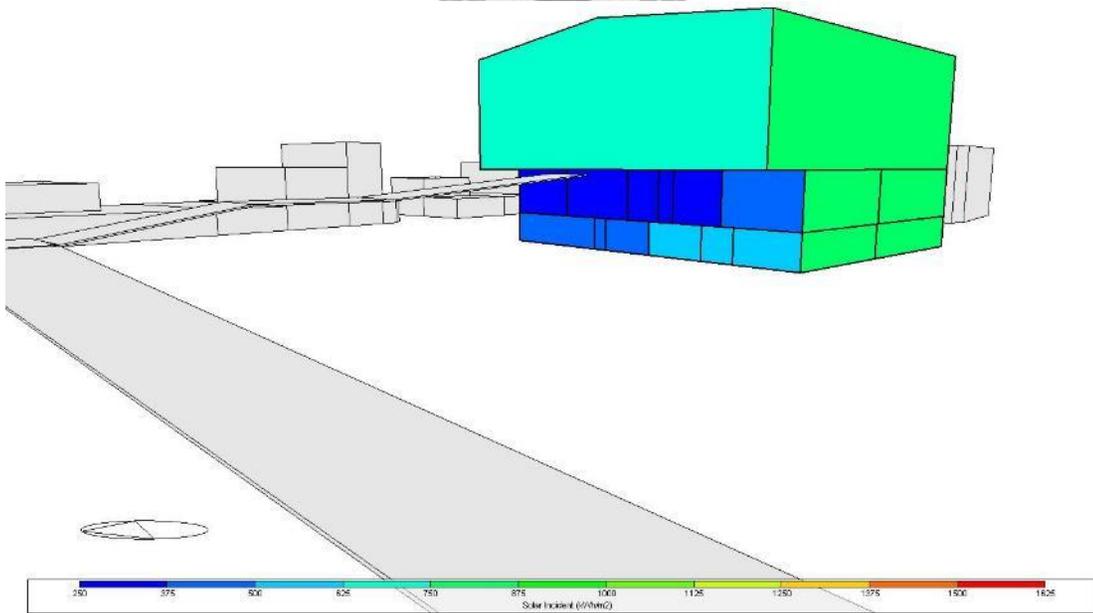
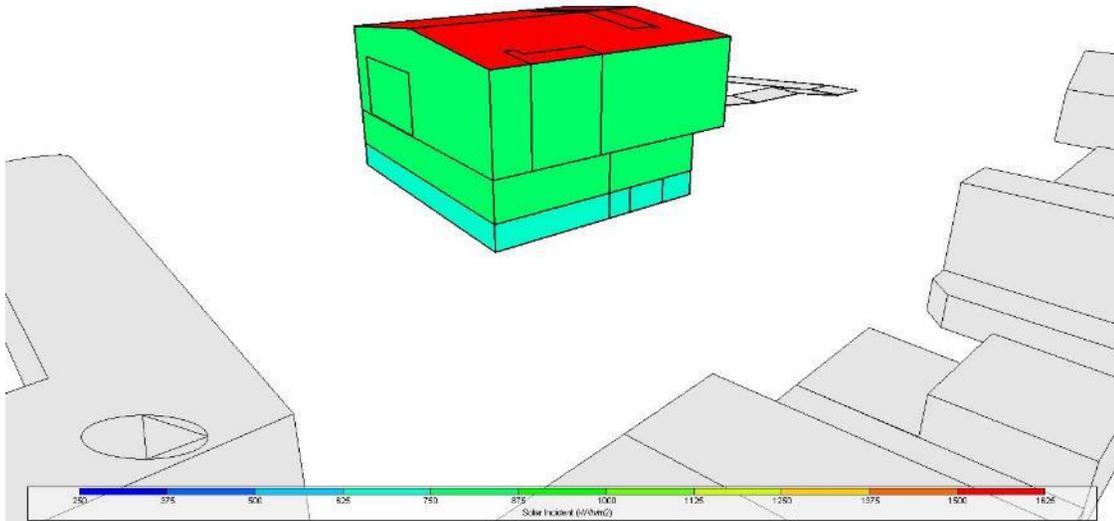
## ANÁLISIS INCIDENCIA SOLAR

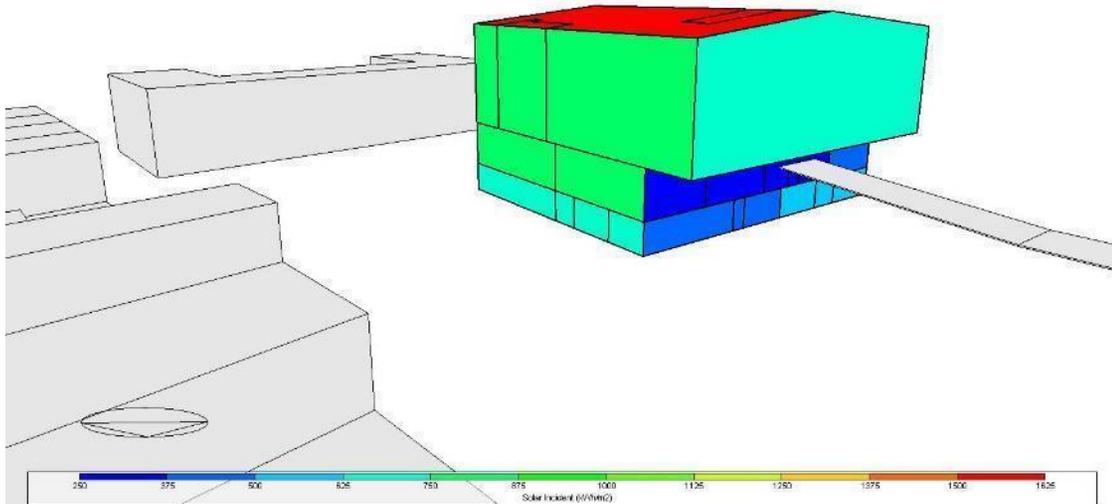
A continuación, se presenta el análisis de radiación solar incidente sobre cada una de las tres estaciones del proyecto. El análisis de radiación se realizó anualmente de forma acumulada sobre toda le envolvente del proyecto.

### 1.11 Estación 20 de julio



Instituto de Desarrollo Urbano





Teniendo en cuenta las imágenes de radiación solar incidente sobre la envolvente del proyecto se observa que el elemento que recibe una mayor carga solar es la cubierta (alcanzando un valor de 1.3625 kWh/m<sup>2</sup>). Adicionalmente, la parte de la envolvente que genera las ganancias térmicas al interior del proyecto es la fachada Noroccidental y las fachadas suroccidental y suroriental (alcanzando valores acumulados anuales de 1.000 kWh/m<sup>2</sup>).

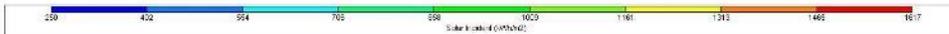
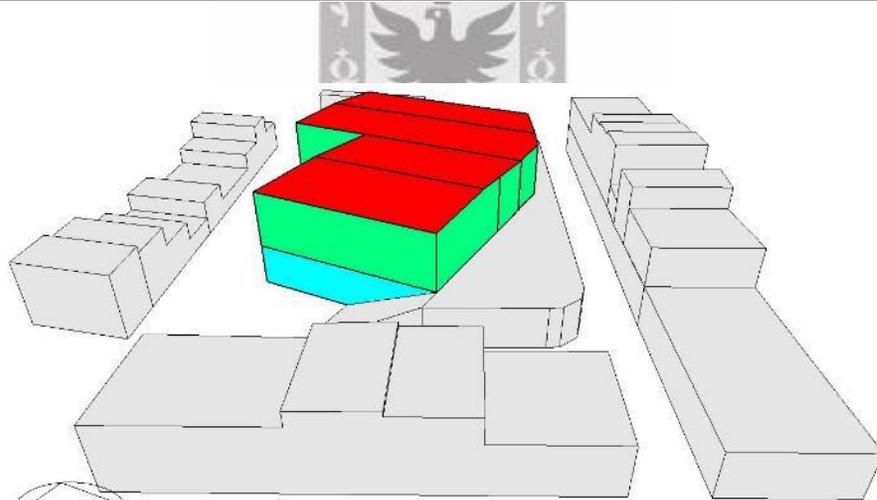
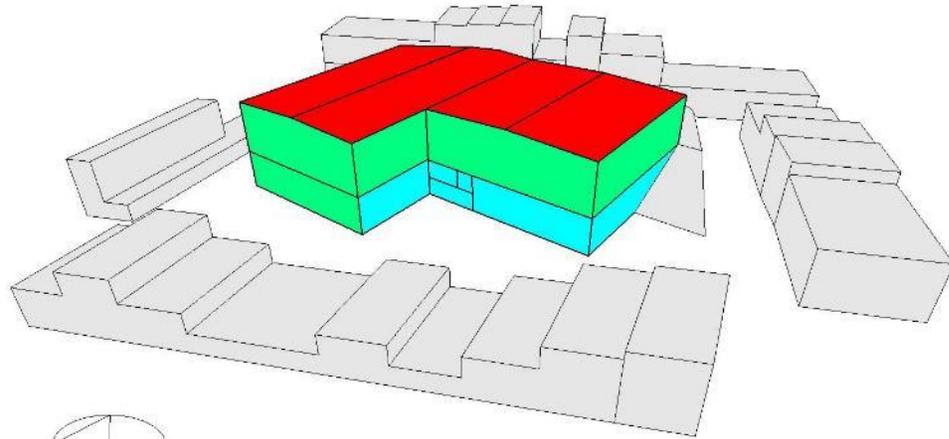
ALCALDIA MAYOR  
 DE BOGOTÁ D.C.

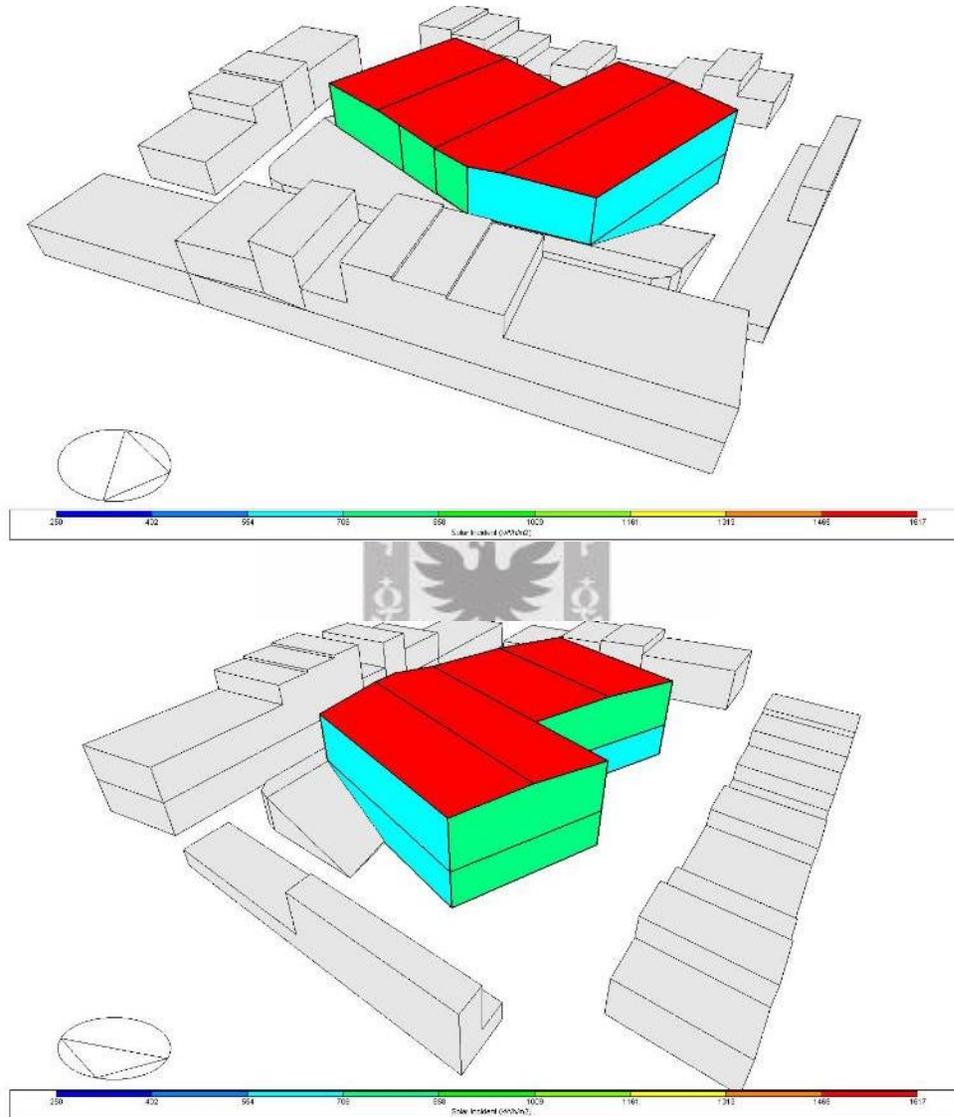
MOVILIDAD

Instituto de Desarrollo Urbano

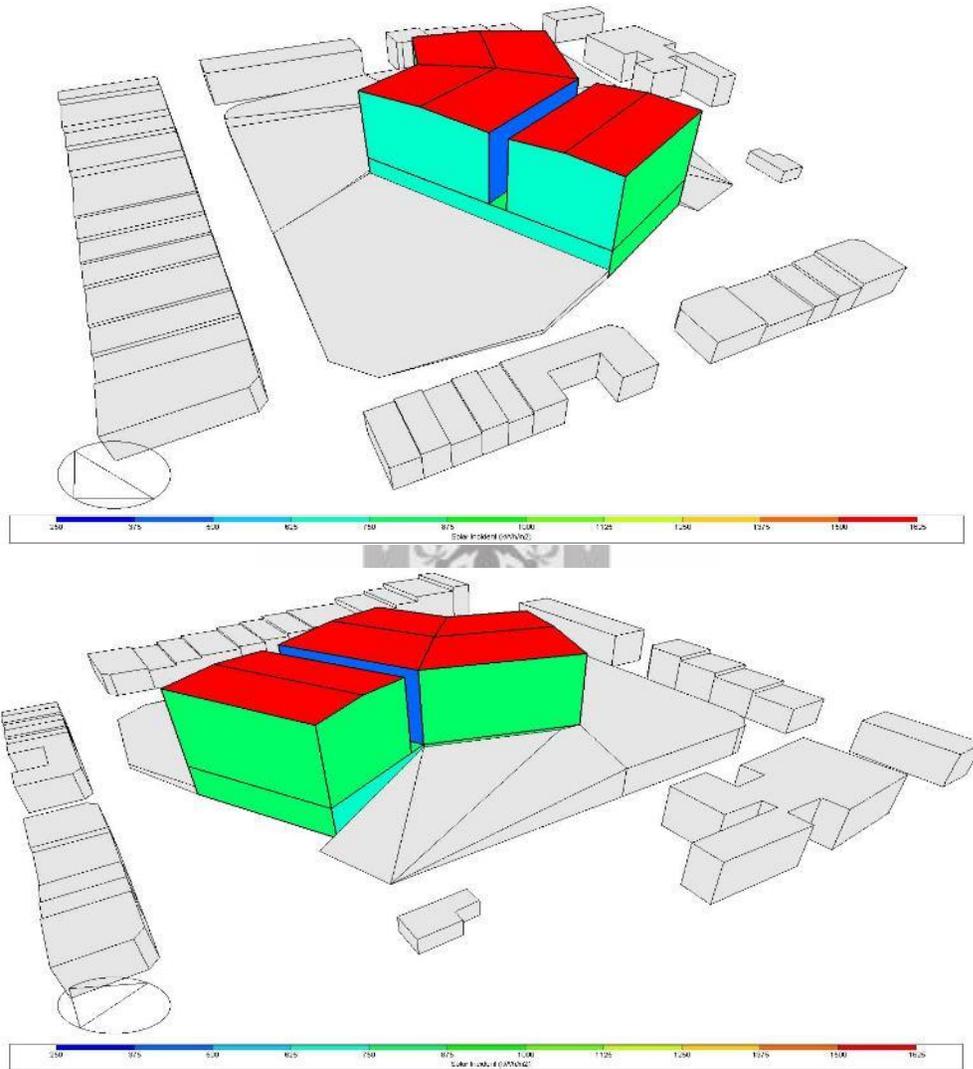
### 1.11.1 Estación Altamira

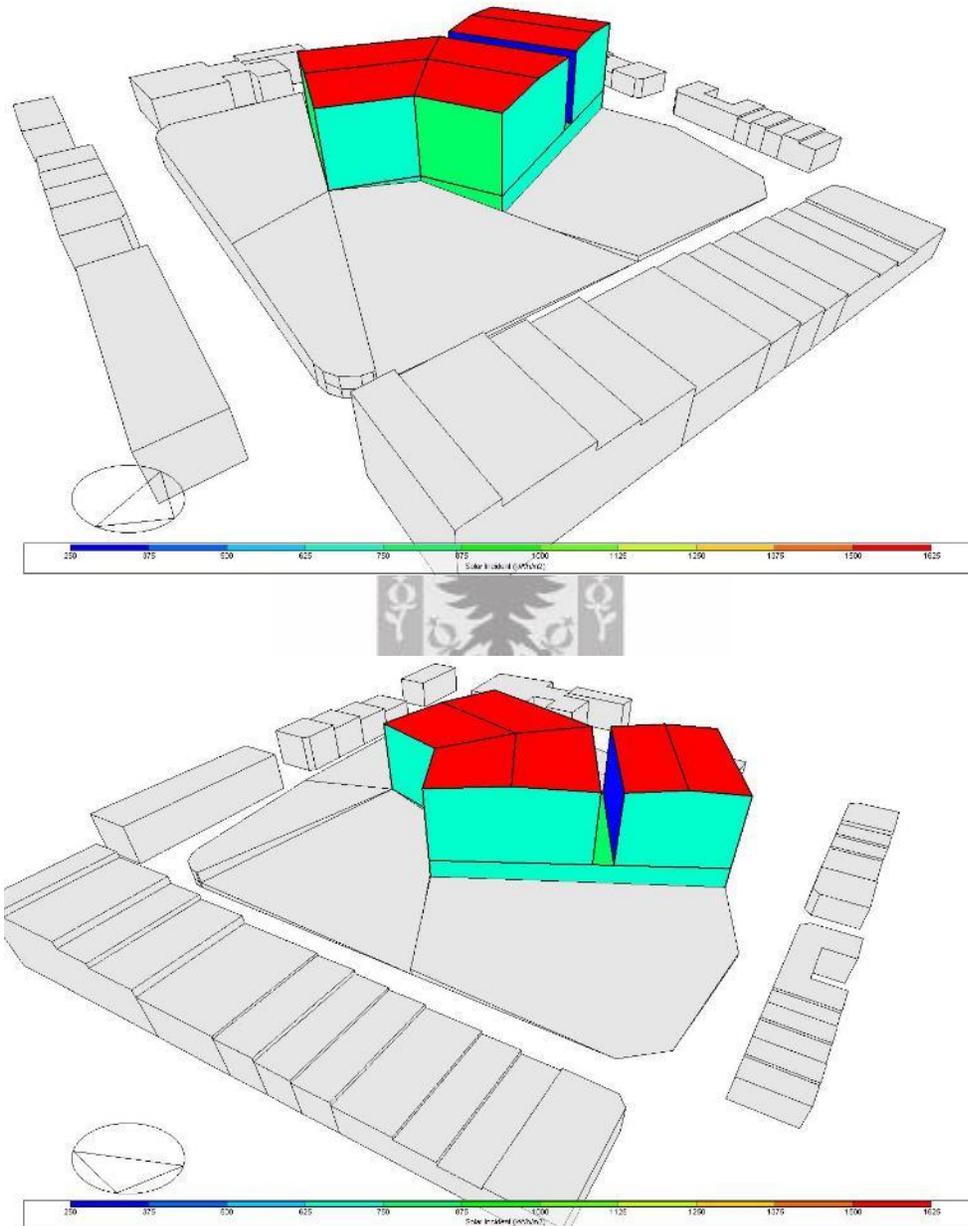
Teniendo en cuenta las imágenes de radiación solar incidente sobre la envolvente del proyecto se observa que el elemento que recibe una mayor carga solar es la cubierta (alcanzando un valor de 1.3625 kWh/m<sup>2</sup>). Adicionalmente, la parte de la envolvente que genera las ganancias térmicas al interior del proyecto es la fachada Occidental y las fachadas surorientales (alcanzando valores acumulados anuales de 1.000 kWh/m<sup>2</sup>).





### 1.11.2 Estación La Victoria





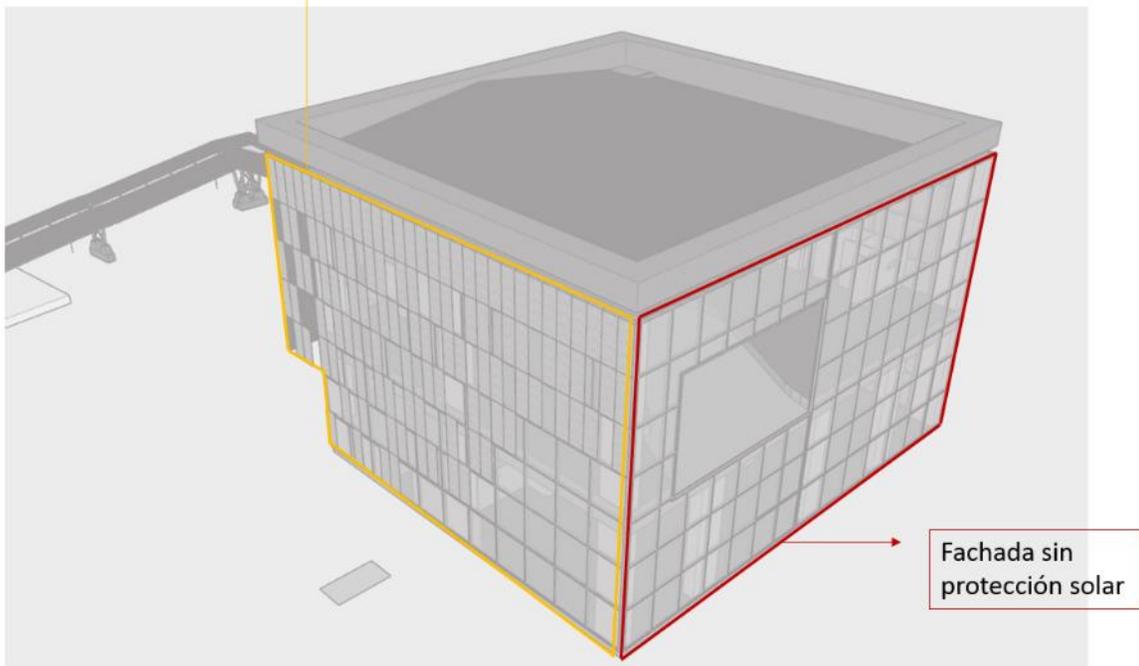
Teniendo en cuenta las imágenes de radiación solar incidente sobre la envolvente del proyecto se observa que el elemento que recibe una mayor carga solar es la cubierta (alcanzando un valor de 1.3625 kWh/m<sup>2</sup>). Adicionalmente, la parte de la envolvente que genera las ganancias térmicas al interior del proyecto son las fachadas Occidentales (alcanzando valores acumulados anuales de 1.000 kWh/m<sup>2</sup>).

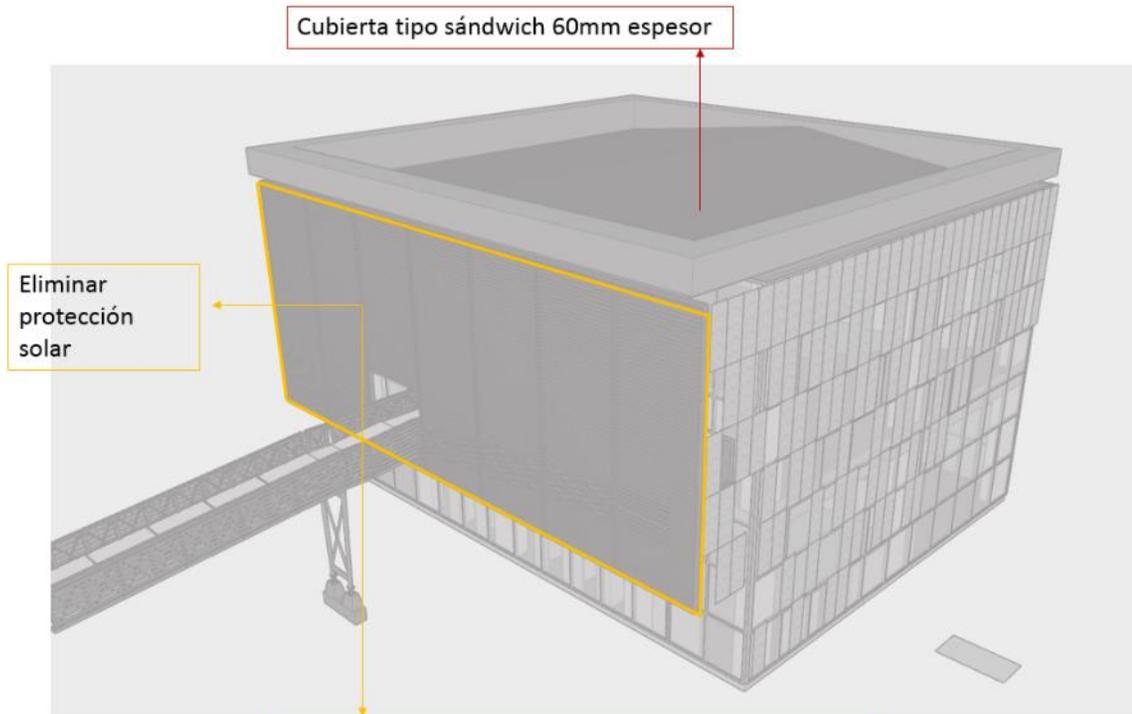
## RECOMENDACIONES INICIALES

Basándonos en los diferentes análisis realizados a cada una de las diferentes volumetrías del proyecto, a continuación se presentan las principales recomendaciones que permitan mejorar las condiciones de confort térmico, renovación de aire e iluminación natural.

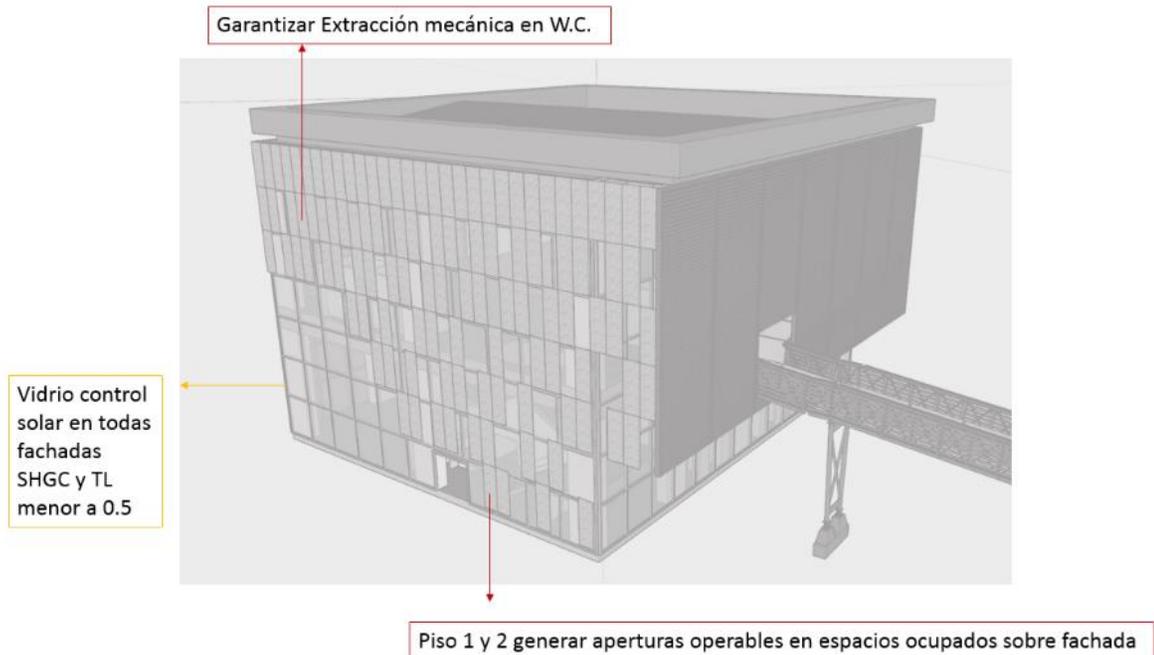
### 1.12 Estación 20 de julio

Implementar protecciones solares de 0,15 m cada 0,17 m entre protecciones



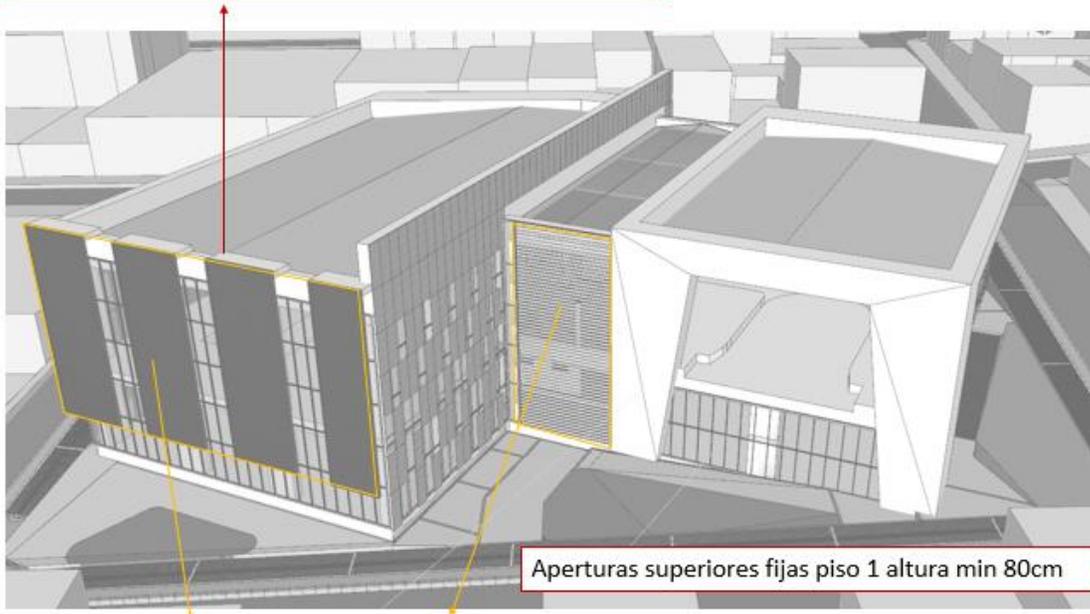


**ALCALDIA MAYOR**  
**DE BOGOTÁ D.C.**



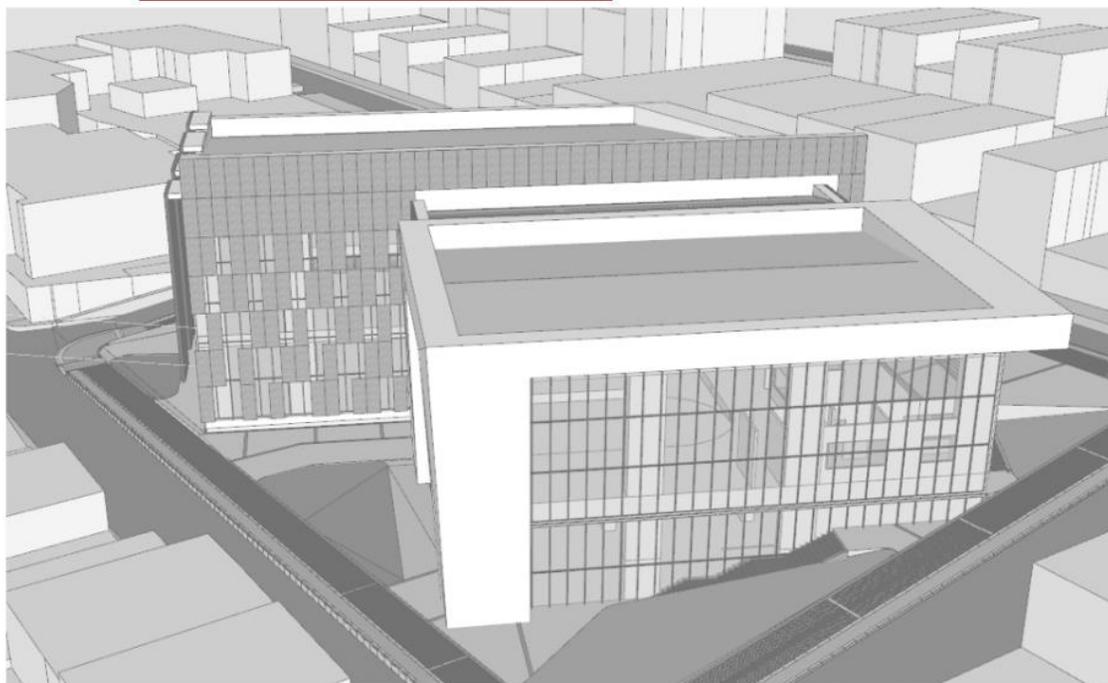
### 1.12.1 Estación Altamira

Aperturas superiores fijas piso 1 y piso 2 altura min 80cm

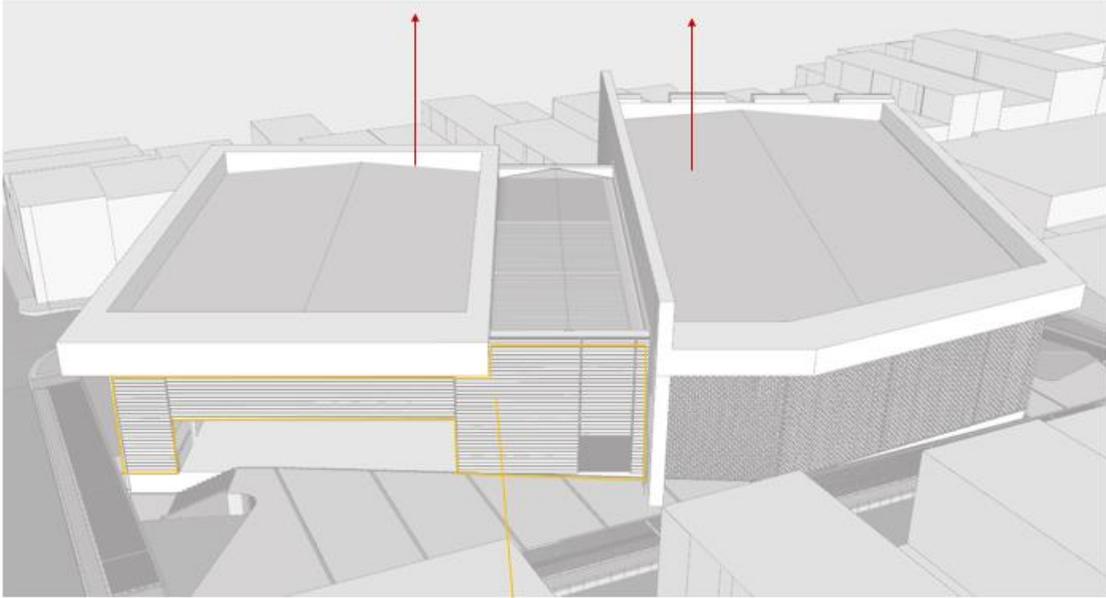


Implementar protecciones solares de 0,15 m cada 0,18 m entre protecciones

Garantizar Extracción mecánica en W.C.

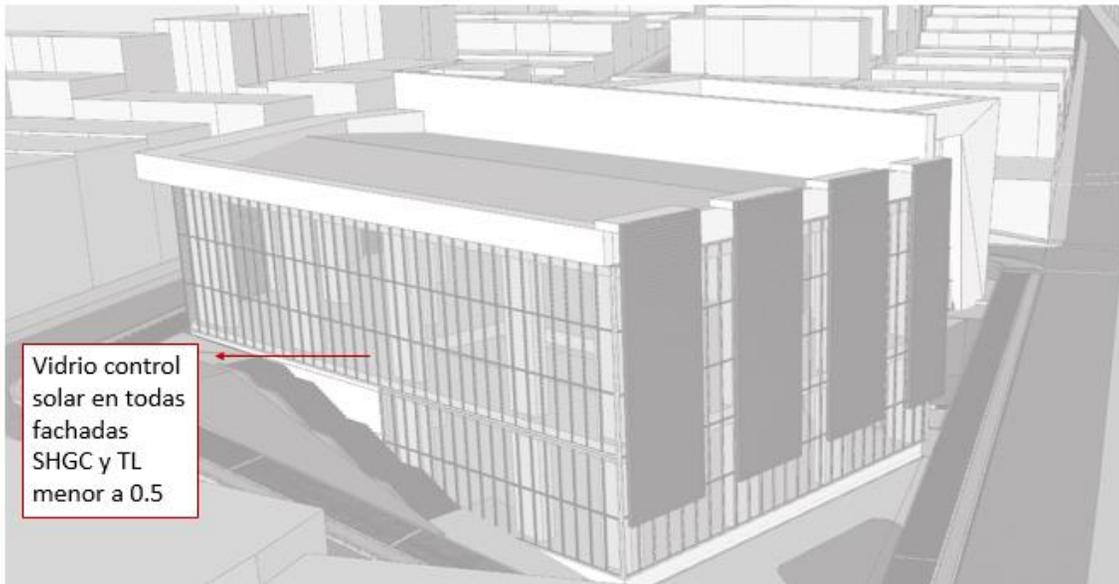


Cubierta tipo sándwich 60mm



Implementar protecciones solares de 0,15 m cada 0,2 m entre protecciones

  
**AL CALDÍA MAYOR**



Vidrio control solar en todas fachadas SHGC y TL menor a 0.5

### 1.12.2 Estación La Victoria

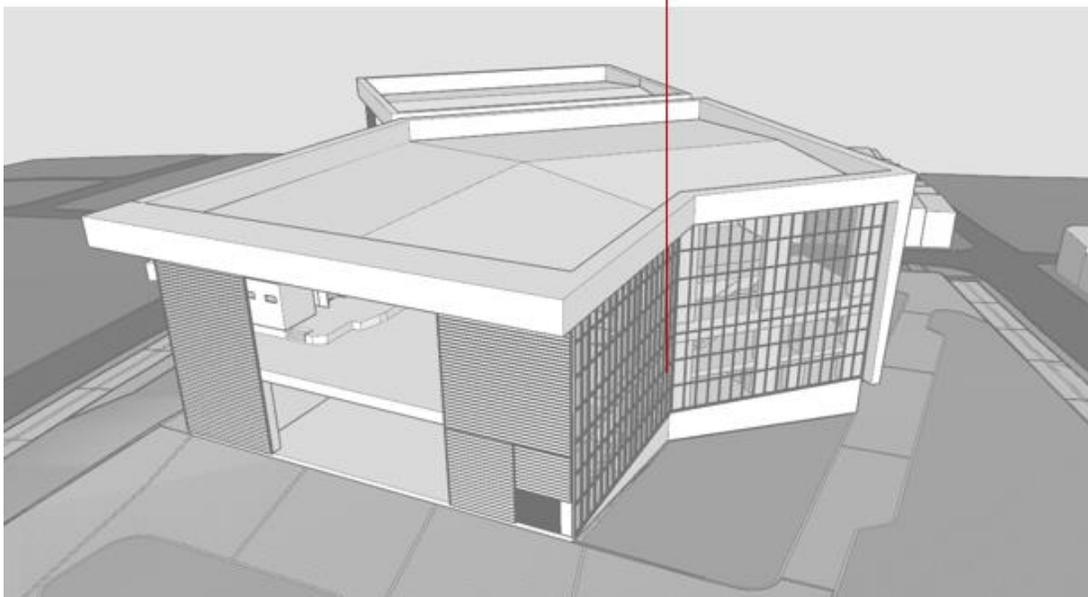
Sótano + p 1 aperturas de 80 cm superior igual que los de antes



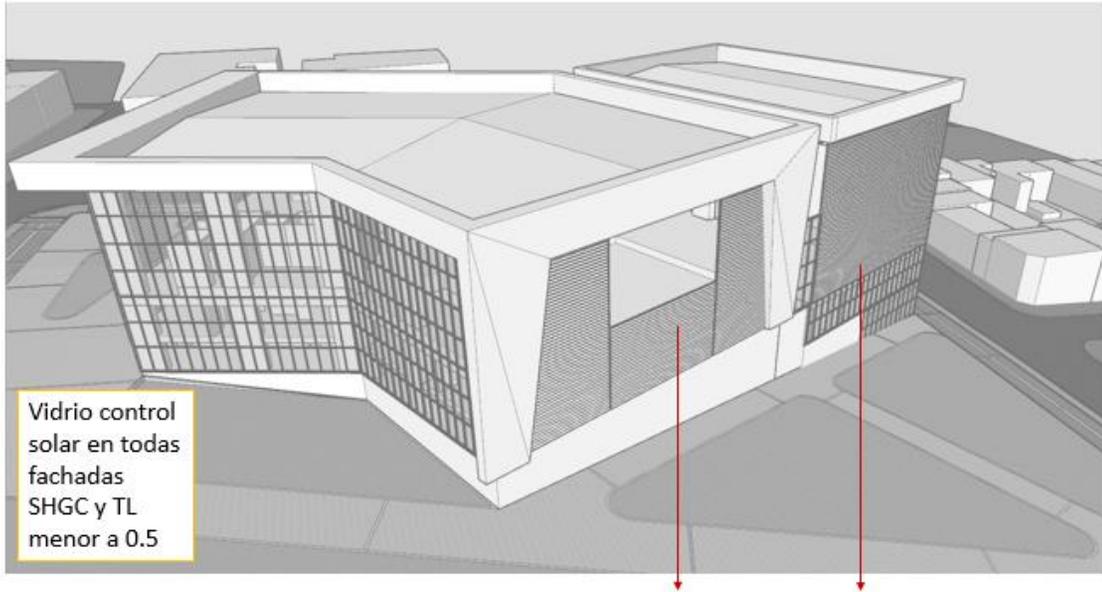
Implementar protecciones solares de 0,15 m cada 0,26 m entre protecciones

**ALCALDÍA MAYOR**  
**DE BOGOTÁ D.C.**

P2 aperturas operables sobre espacios ocupados

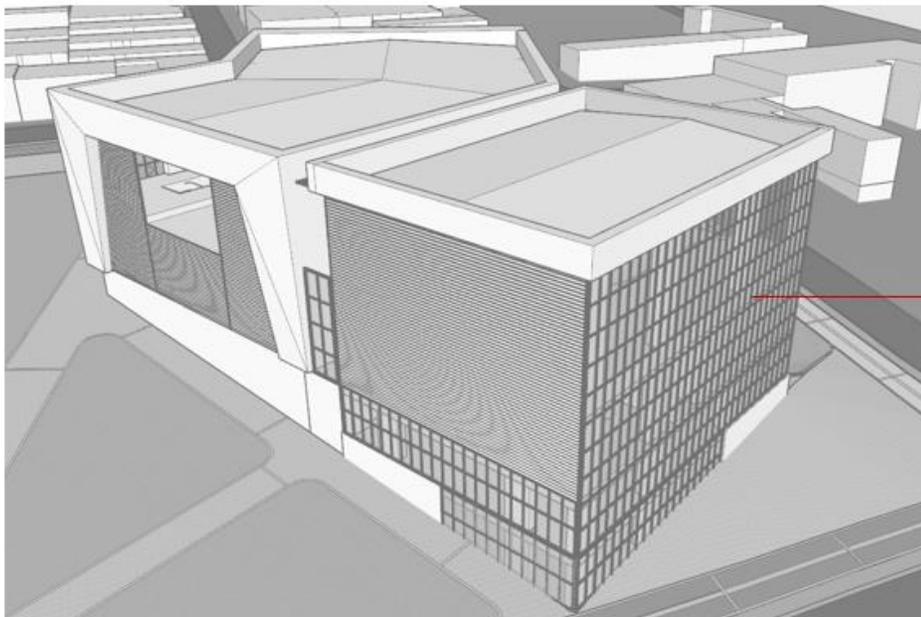


Cubierta tipo sándwich 60mm espesor



Eliminar protecciones solares

ALCALDÍA MAYOR



Implementar protecciones solares de 0,15 m cada 0,18 m entre protecciones

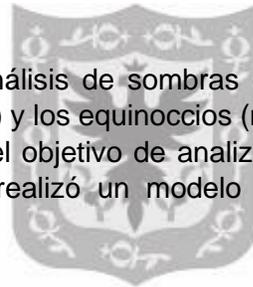
## ANÁLISIS PROYECTO

Basándonos en la arquitectura de Septiembre de cada una de las estaciones, a continuación se presenta la actualización de los análisis para cada una de las estaciones, en donde se presentan los análisis respectivos y las recomendaciones que se deben tener en cuenta.

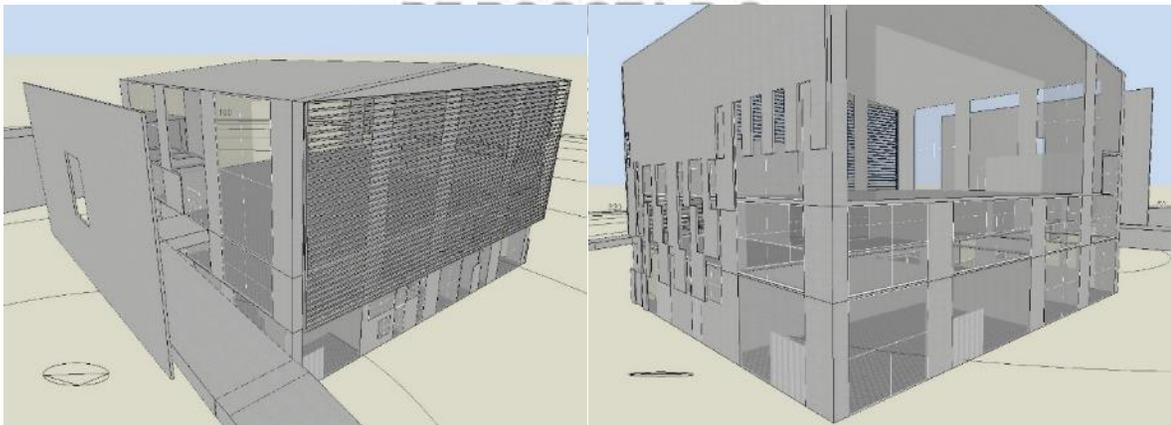
### 1.13 ESTACIÓN 20 DE JULIO

#### 1.13.1 Análisis de sombras

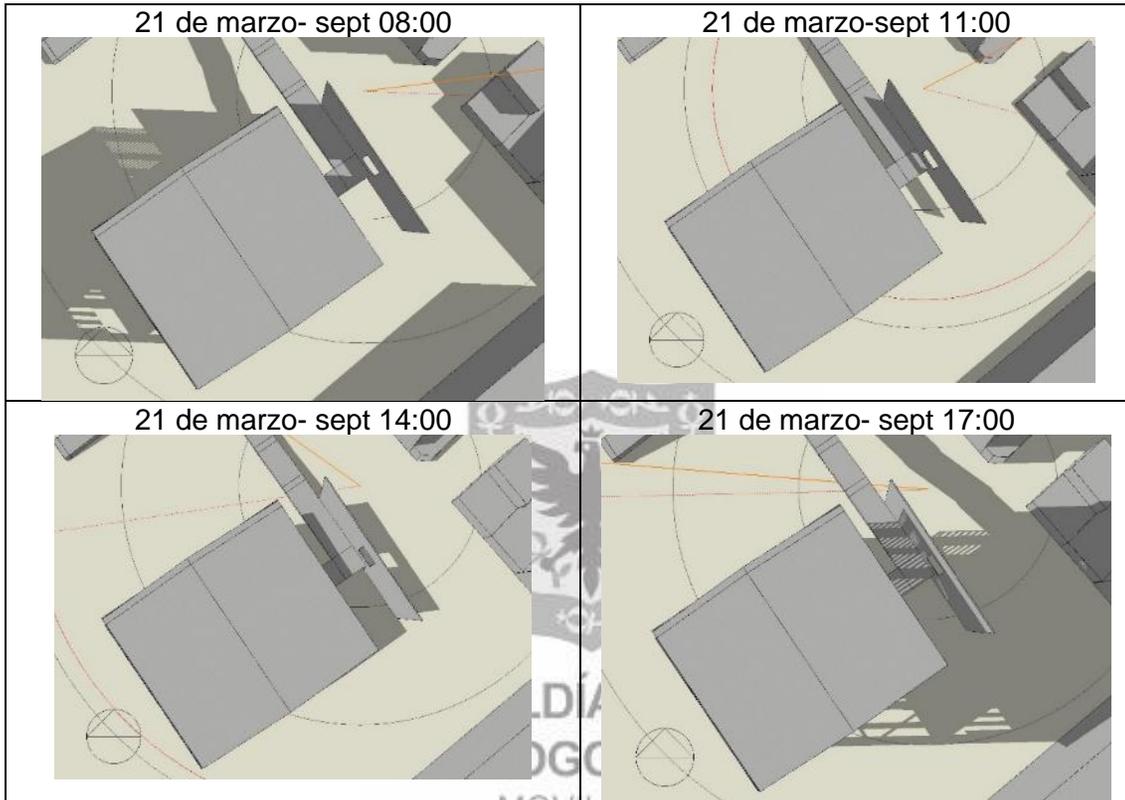
A continuación, se presenta el análisis de sombras del proyecto, para los solsticios de invierno y verano (diciembre, junio) y los equinoccios (marzo y septiembre) en las horas de (08:00, 11.00, 14.00, 17.00) con el objetivo de analizar la radiación solar incidente en el proyecto. Para este análisis se realizó un modelo 3D del proyecto con el programa DesignBuilder.



ALCALDÍA MAYOR

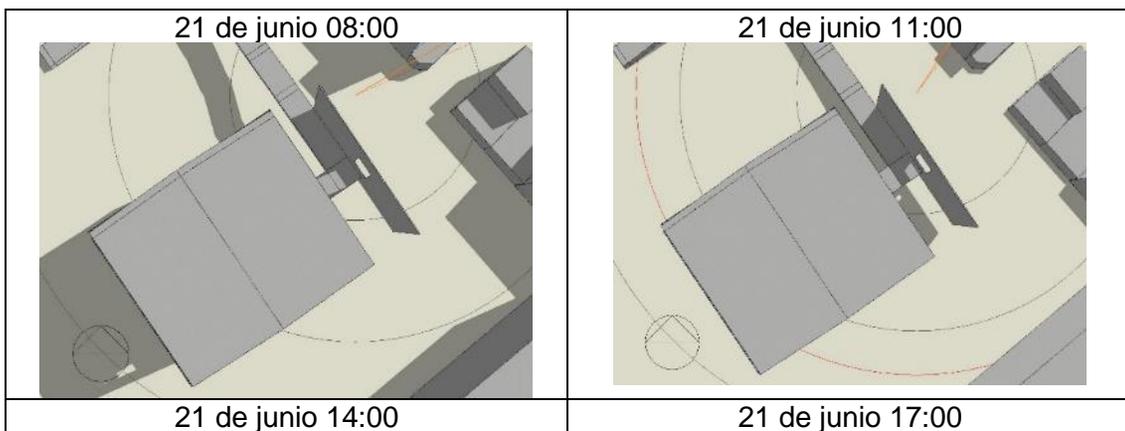


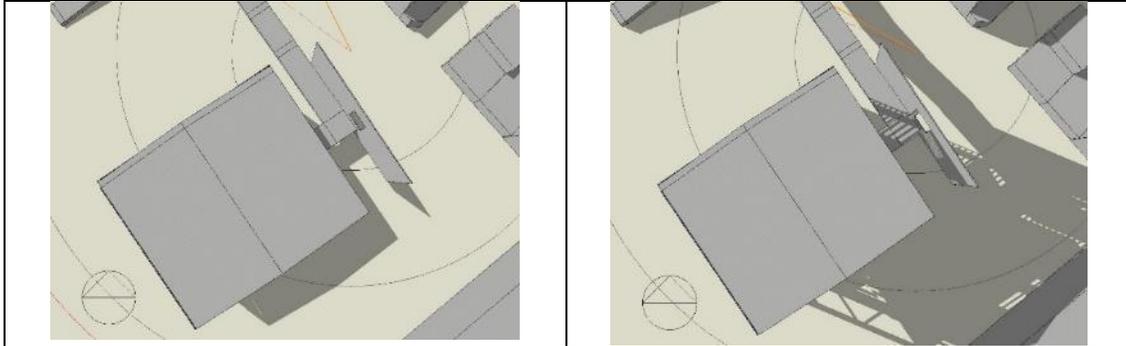
- Equinoccios



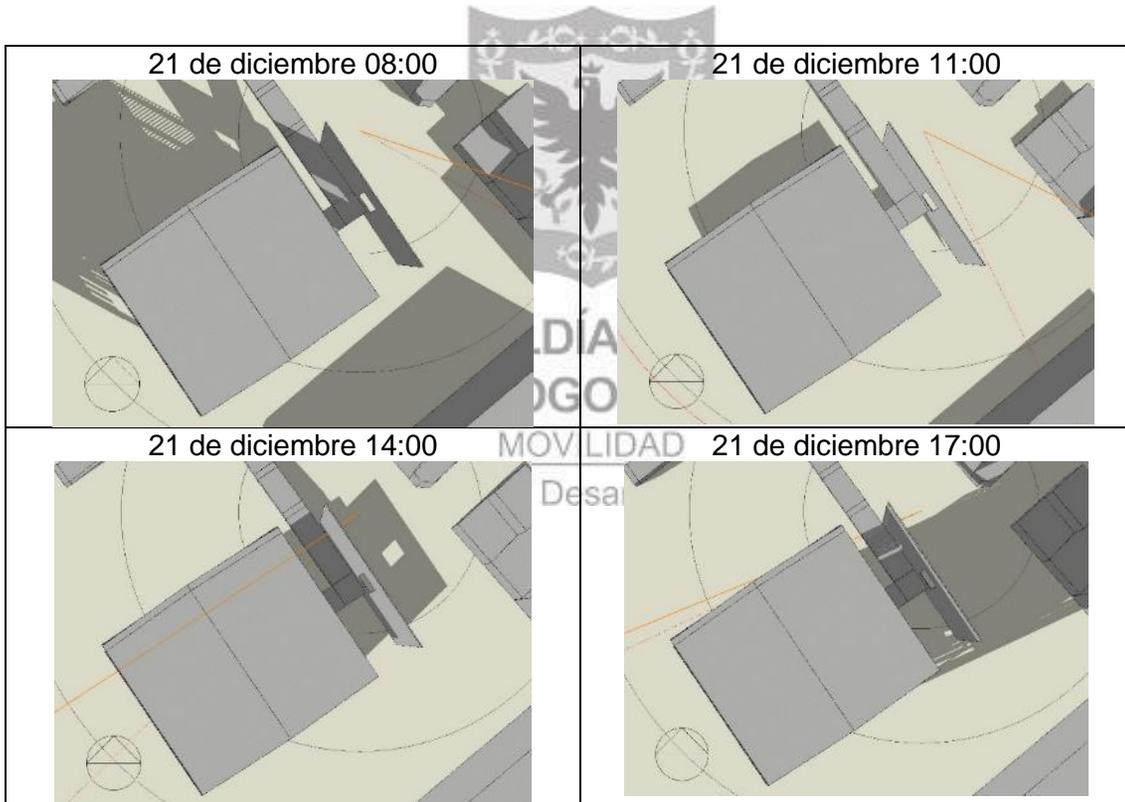
INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO  
 MOVILIDAD  
 Instituto de Desarrollo Urbano

- Solsticio Verano





- Solsticio Invierno



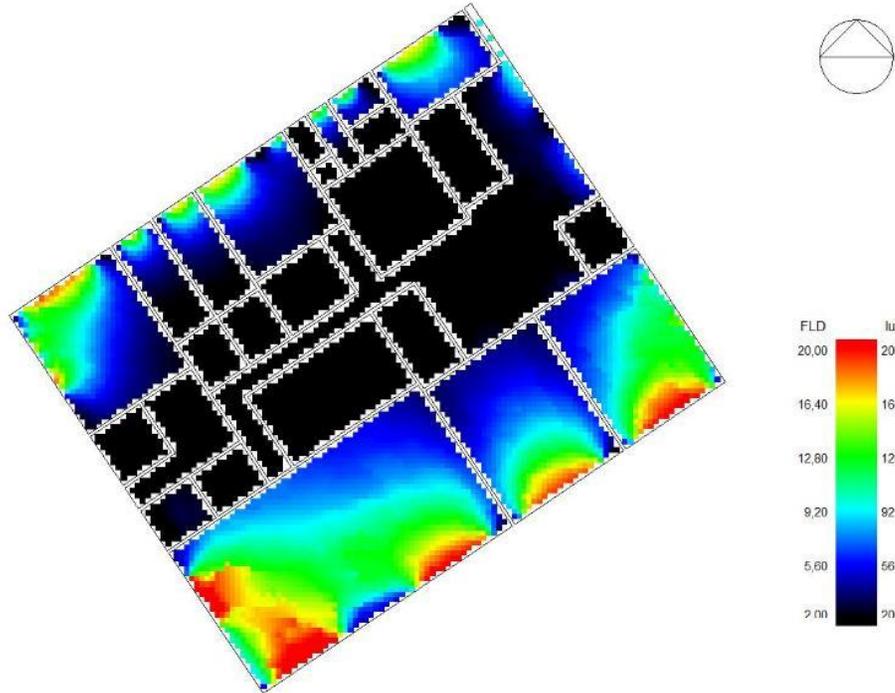
### 1.13.2 Comportamiento térmico y lumínico

A continuación se presenta el resultado de las simulaciones de confort térmico, renovación de aire e iluminación natural. Para los análisis de confort térmico y renovación de aire se realizaron las simulaciones con el software DesignBuilder – Energyplus. Para la simulación de iluminación natural se tuvo en cuenta un cielo nublado con una iluminación exterior de 10.000 lux. Los análisis se muestran durante los horarios de ocupación. Los resultados de las simulaciones se basan en la materialidad, forma, distribución de espacio y especificaciones del modelo arquitectónico con fecha de marzo 2022.

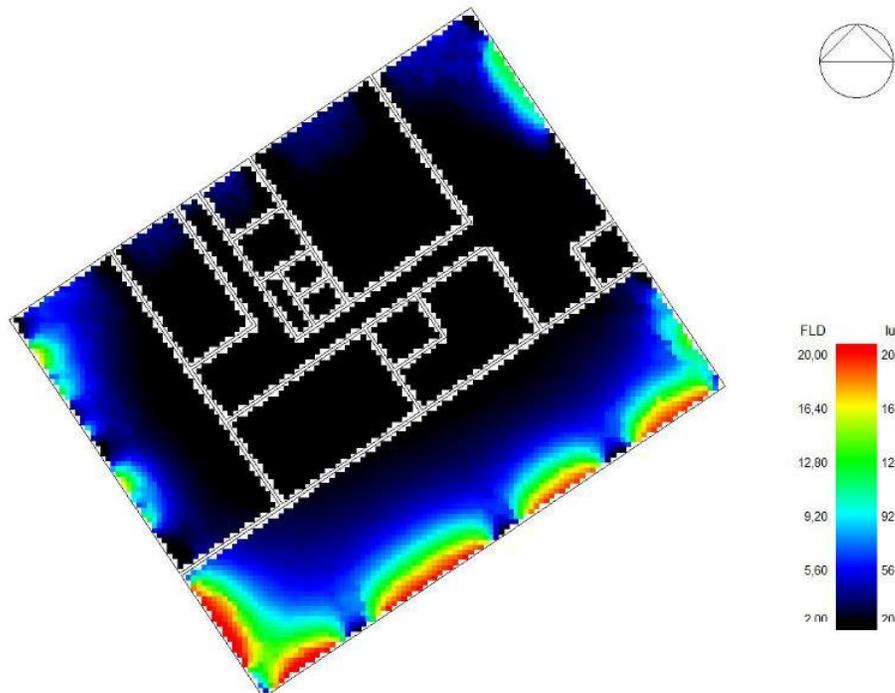
| Espacio                            | Temperatura operativa promedio (°C) | Renovación de aire mínima ASHRAE 62.1 (Renov/h) | Renovación de aire promedio simulada (Renov/h) | Factor de luz día, para un día nublado de 10.000 lux (%) |
|------------------------------------|-------------------------------------|---|--|--|
| <b>Nivel 1</b>                     |                                     |   |  |  |
| Baños + Vestier hombres            | 18,10                               | 4,54  | 18,58  | 0,00   |
| Baños + Vestier mujeres            | 18,02                               | 4,06  | 23,92  | 0,00   |
| Cocineta y cafetería               | 18,81                               | 1,30  | 19,97  | 0,63   |
| Oficina jefe de estación           | 18,90                               | 0,23  | 5,02   | 7,35   |
| Oficina seguridad y control        | 18,61                               | 0,74  | 18,29  | 7,78   |
| Operador, alimentadores y portería | 18,21                               | 0,67  | 4,22   | 0,05   |
| Recepción                          | 21,92                               | 0,54  | 0,66   | 0,10   |
| Sala de reuniones                  | 21,41                               | 0,41  | 1,96   | 5,48   |
| Seguridad y control baño hombres   | 18,66                               | 0,95  | 11,92  | 0,00   |
| Seguridad y control baño mujeres   | 18,83                               | 1,59  | 24,20  | 0,00   |
| Seguridad y control cocineta       | 18,23                               | 1,17  | 6,65   | 0,00   |
| <b>Mezanine</b>                    |                                     |   |  |  |
| Área capacitación                  | 18,10                               | 1,05  | 11,50  | 2,66   |
| Área control general               | 18,64                               | 0,85  | 7,91   | 3,87   |
| Baño hombres                       | 18,31                               | 7,73  | 31,67  | 2,84   |
| Baño mujeres                       | 18,43                               | 4,28  | 4,30   | 0,01   |
| Baño PMR                           | 18,54                               | 3,87  | 3,95   | 0,00   |
| Circulación                        | 18,76                               | 0,81  | 5,45   | 3,23   |
| Disponible                         | 18,04                               | 0,88  | 9,48   | 5,69   |
| Oficina Interventoría              | 18,91                               | 0,62  | 0,72   | 0,43   |
| Oficina operador                   | 18,44                               | 0,52  | 0,62   | 0,43   |
| Oficina Transmilenio               | 18,59                               | 0,42  | 6,74   | 1,80   |
| <b>Nivel plataforma</b>            |                                     |   |  |  |
| Baño control y potencia            | 18,95                               | 4,29  | 4,3  | 0,00   |
| Baño enfermería                    | 18,40                               | 5,14  | 5,2  | 0,00   |
| Baño hombres                       | 18,04                               | 5,36  | 5,5  | 0,01   |
| Baño mujeres                       | 18,14                               | 5,36  | 5,5  | 0,01   |
| Control y Potencia                 | 18,73                               | 0,82  | 2,5  | 0,27   |
| Cuarto rescate                     | 19,65                               | 0,88  | 2,3  | 8,74   |
| Enfermería                         | 18,84                               | 0,91  | 2,1  | 2,18   |
| Plataforma                         | 18,67                               | 4,36  | 5,23   | 9,70   |

Se presentan los resultados gráficos de las simulaciones de iluminación natural y confort térmico de cada uno de los espacios analizados.

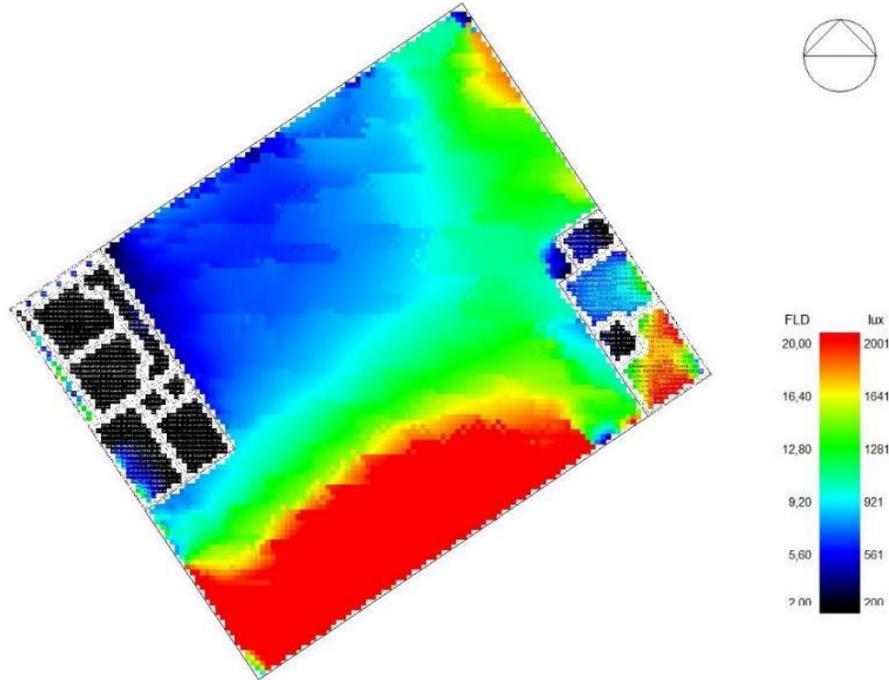
- Piso 1



- Piso 2

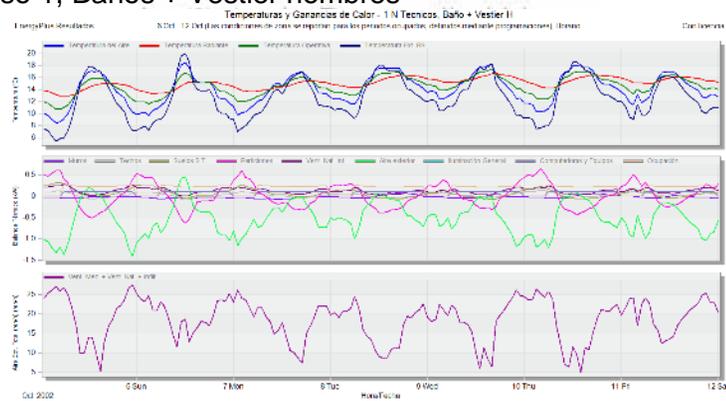


- Piso 3

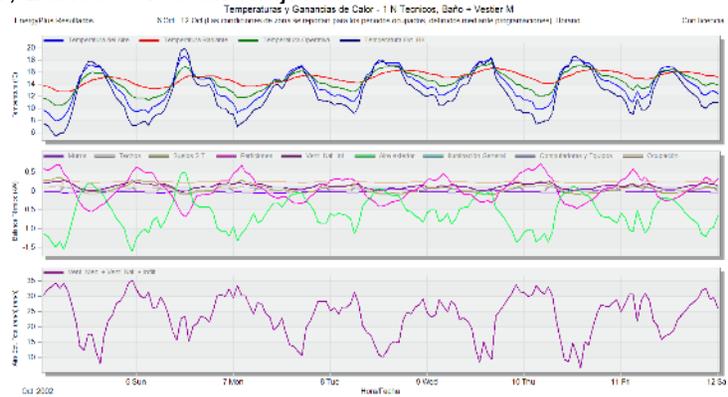


- Resultados de las simulaciones de confort térmico

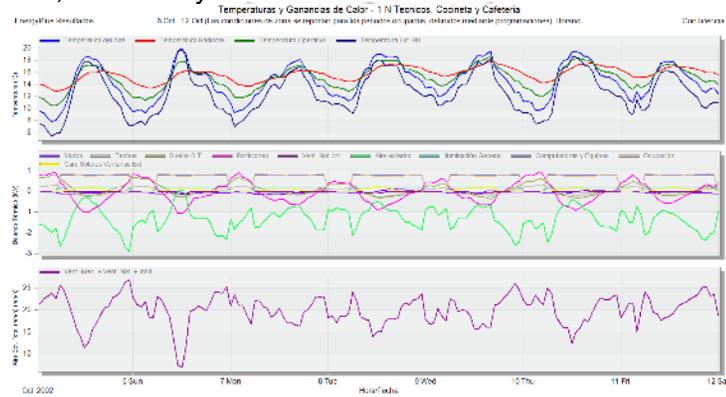
o Piso 1, Baños + Vestier hombres



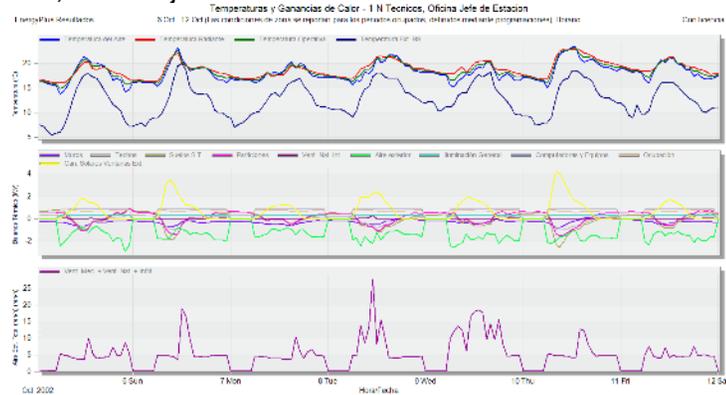
○ **Piso 1, Baños + Vestier mujeres**



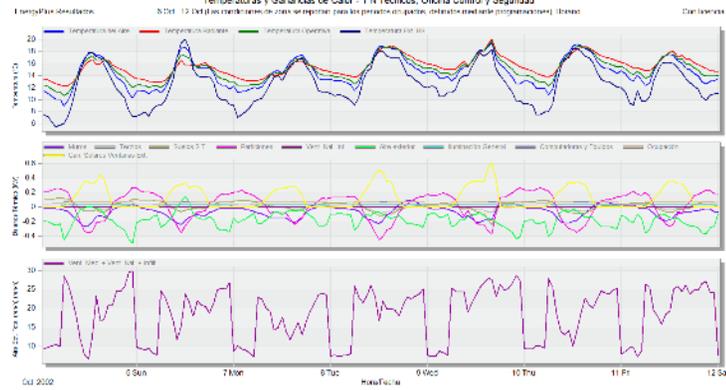
○ **Piso 1, Cocineta y cafetería**



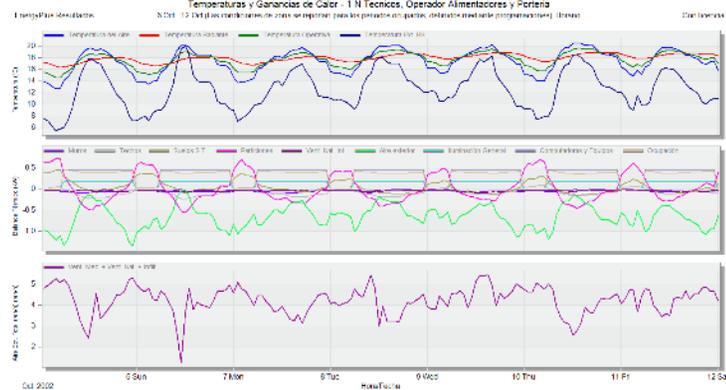
○ **Piso 1, Oficina jefe de estación**



○ **Piso 1, Oficina seguridad y control**

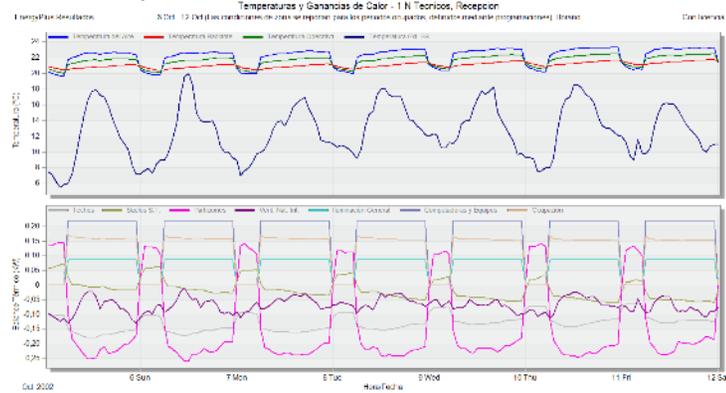


○ **Piso 1, Operador alimentadores y portería**

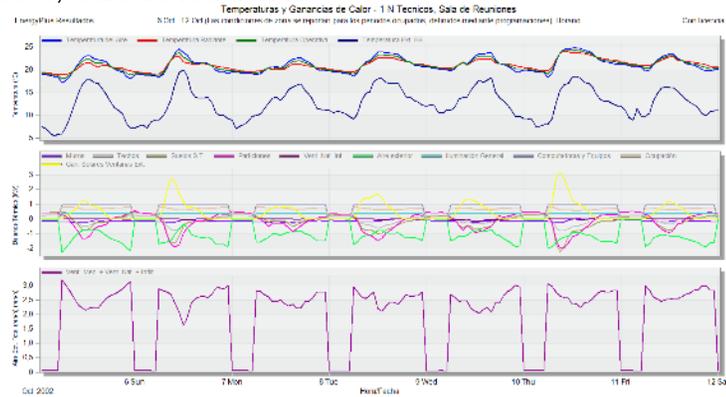


Instituto de Desarrollo Urbano

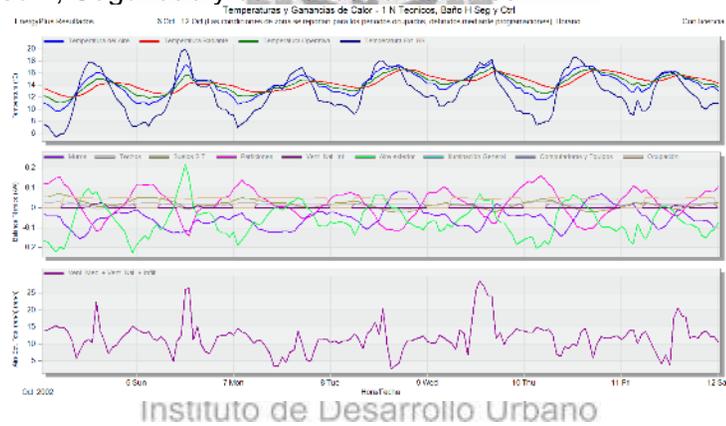
○ **Piso 1, Recepción**



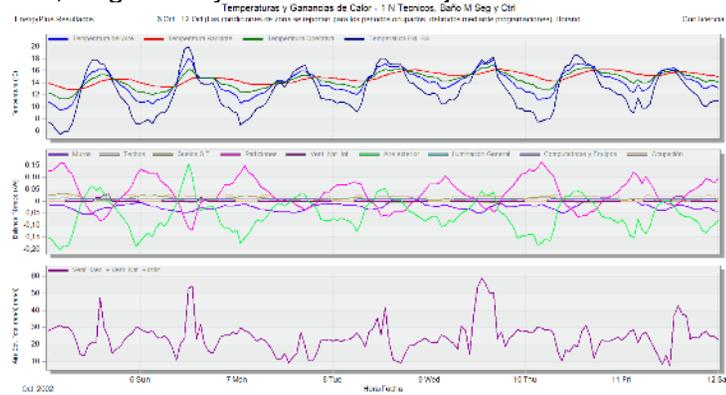
○ **Piso 1, Sala de reuniones**



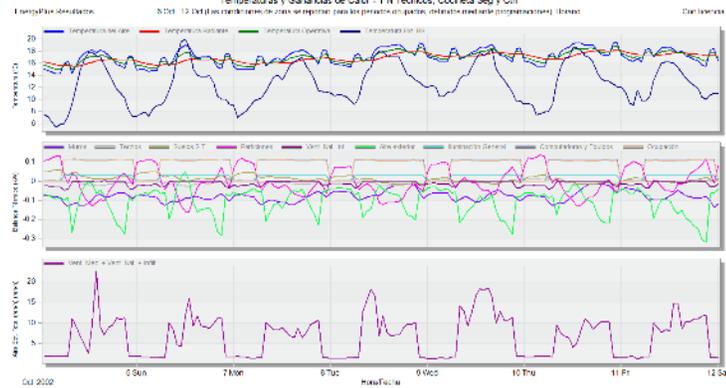
○ **Piso 1, Seguridad y control baño hombres**



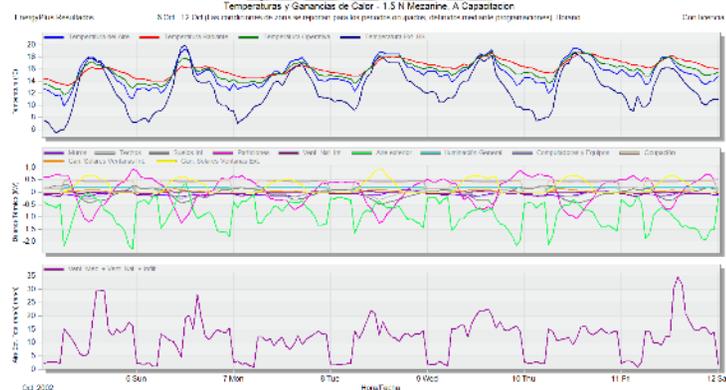
○ **Piso 1, Seguridad y control baño mujeres**



○ Piso 1, Seguridad y control cocineta

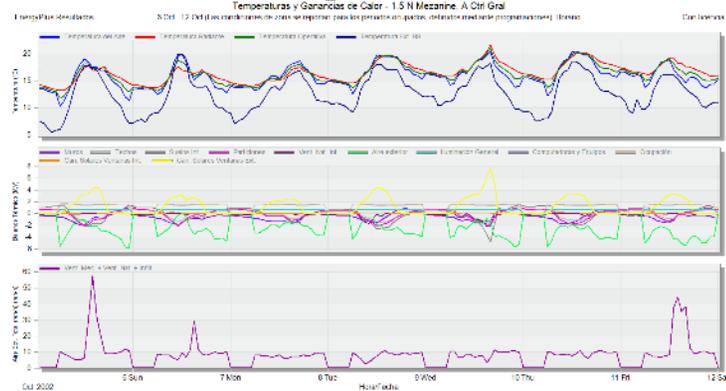


○ Mezanine, Área de capacitación

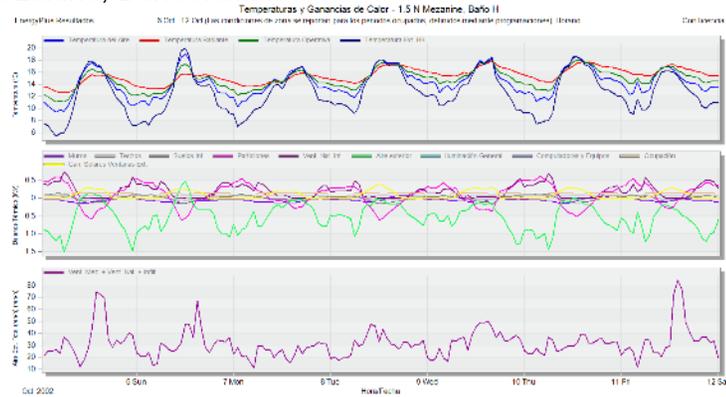


Instituto de Desarrollo Urbano

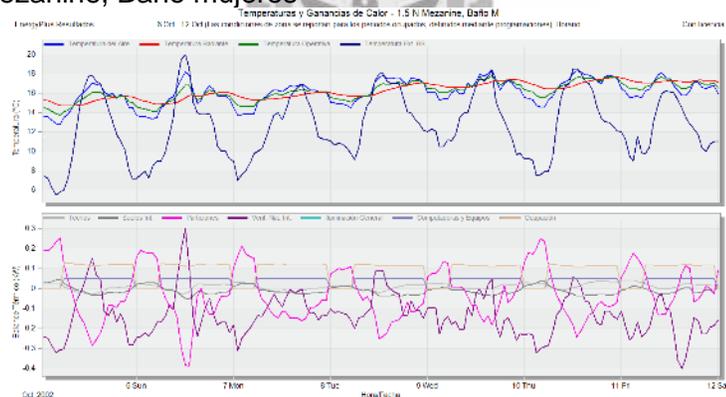
○ Mezanine, Área de control general



○ Mezanine, Baño hombres

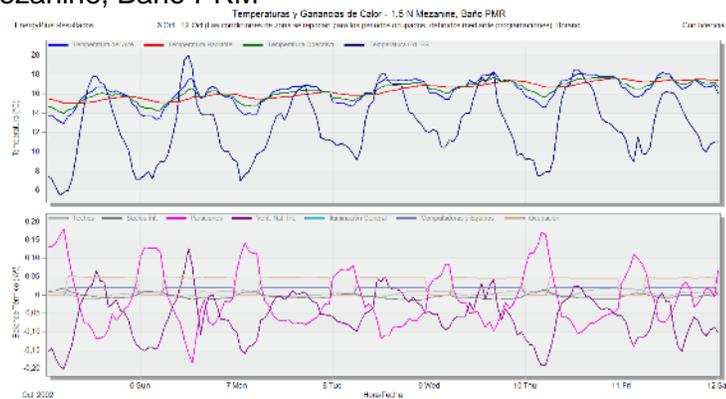


○ Mezanine, Baño mujeres

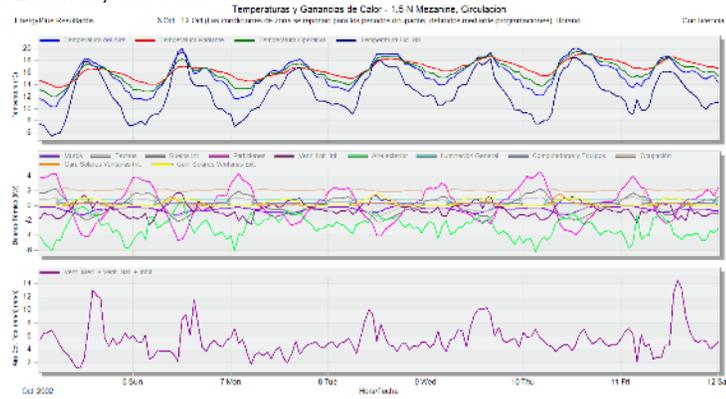


Instituto de Desarrollo Urbano

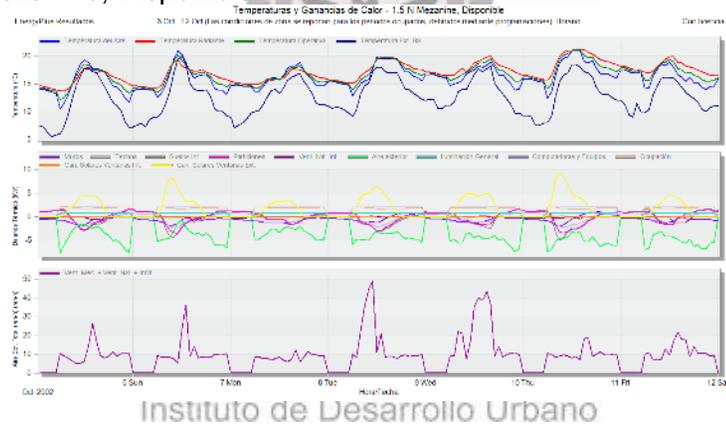
○ Mezanine, Baño PRM



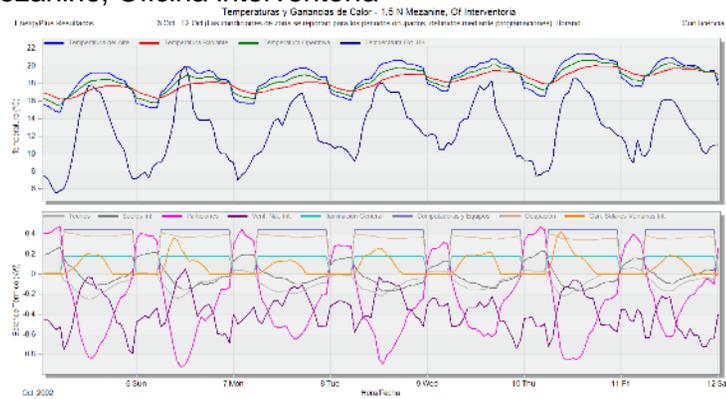
○ Mezanine, Circulación



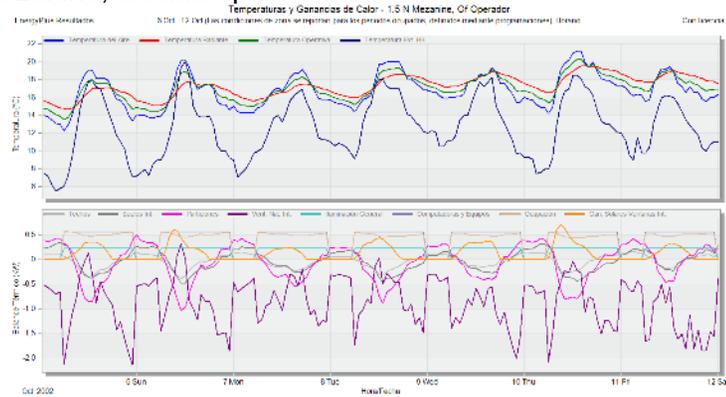
○ Mezanine, Disponible



○ Mezanine, Oficina interventoría



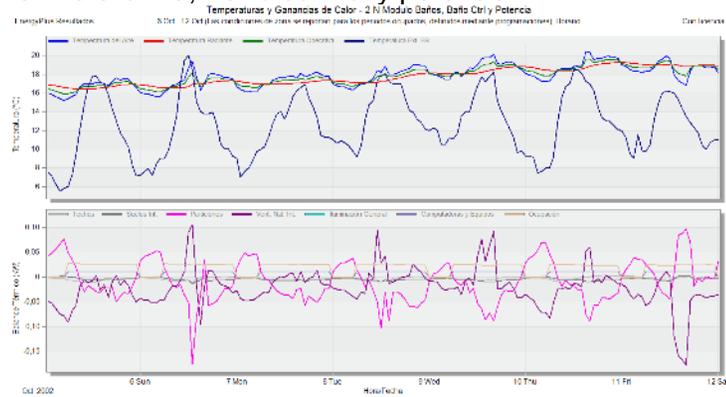
○ **Mezanine, Oficina operador**



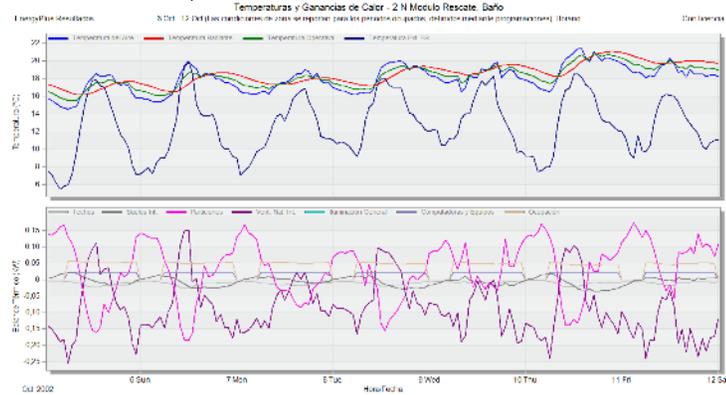
○ **Mezanine, Oficina Transmilenio**



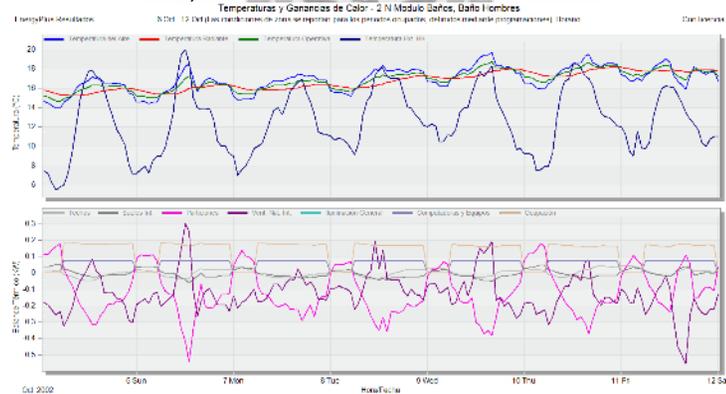
○ **Nivel Plataforma, Baño control y potencia**



○ Nivel Plataforma, Baño enfermería

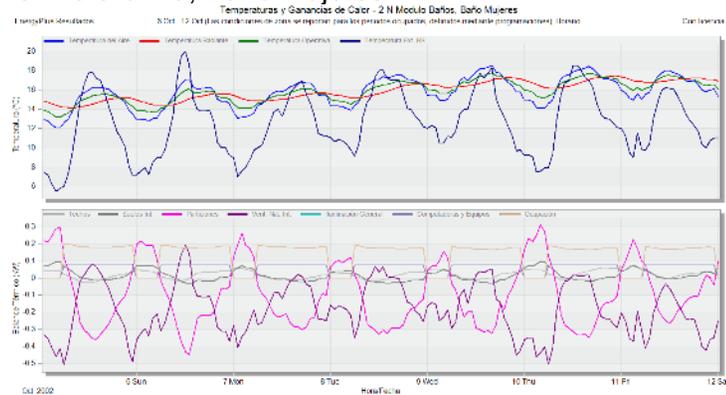


○ Nivel Plataforma, Baño hombres

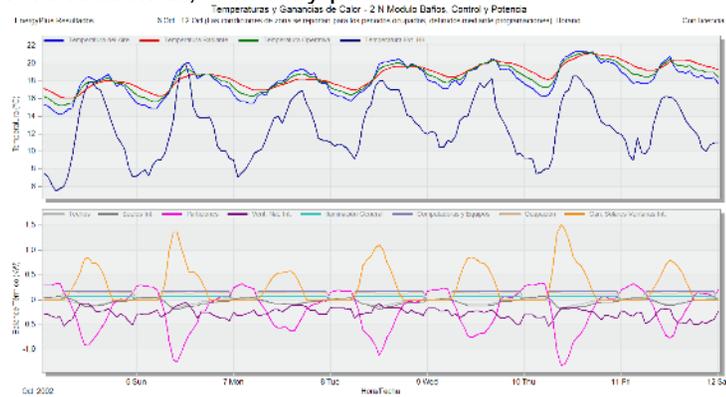


Instituto de Desarrollo Urbano

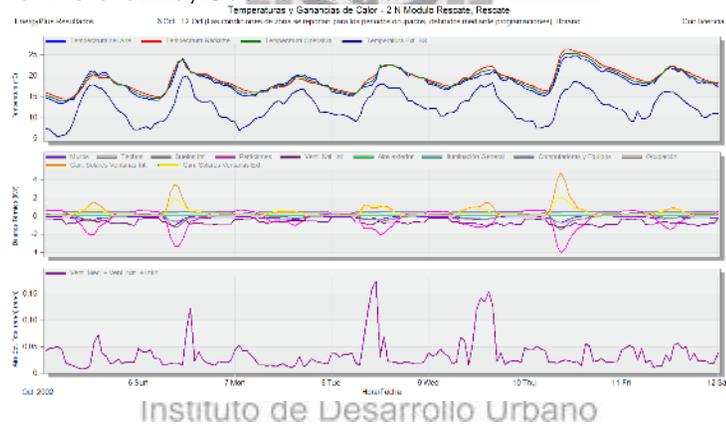
○ Nivel Plataforma, Baño mujeres



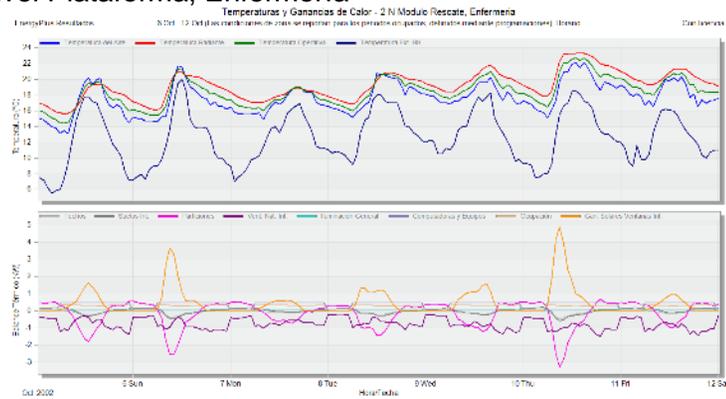
○ Nivel Plataforma, Control y potencia



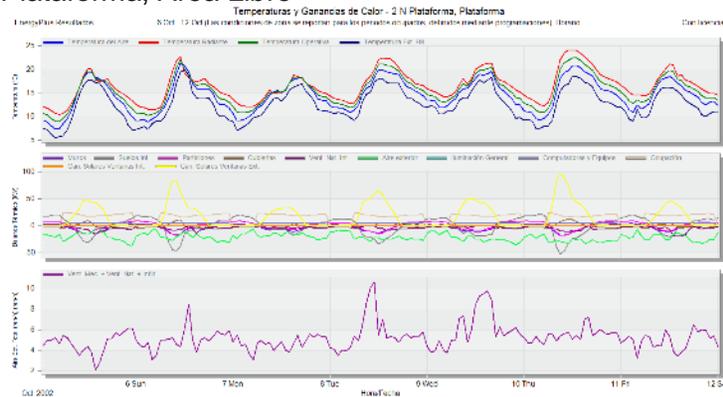
○ Nivel Plataforma, Cuarto rescate



○ Nivel Plataforma, Enfermería



○ Nivel Plataforma, Área Libre

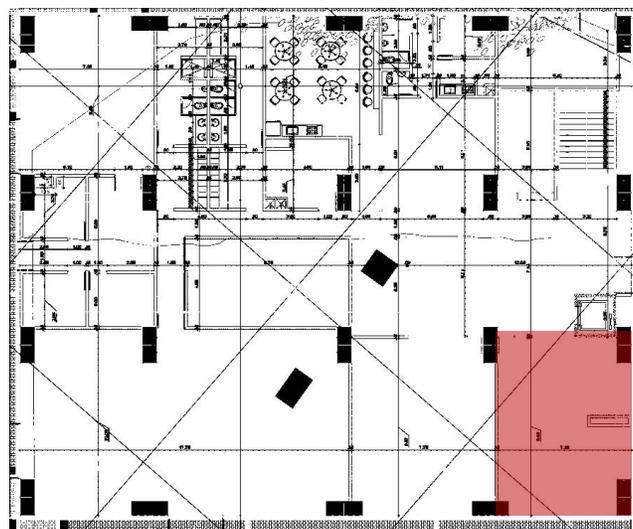


### 1.13.3 Recomendaciones

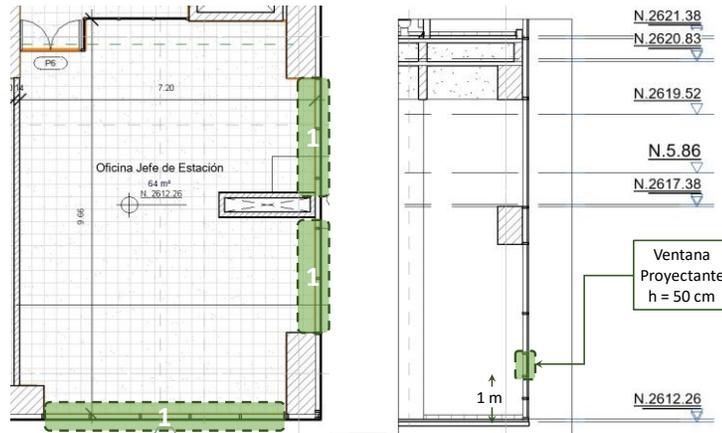
Teniendo en cuenta las simulaciones de iluminación natural, renovación de aire y confort térmico del modelo base y con el objetivo de mejorar las condiciones de habitabilidad y bienestar al interior de cada uno de los espacios se hacen las siguientes recomendaciones.

#### PISO 1

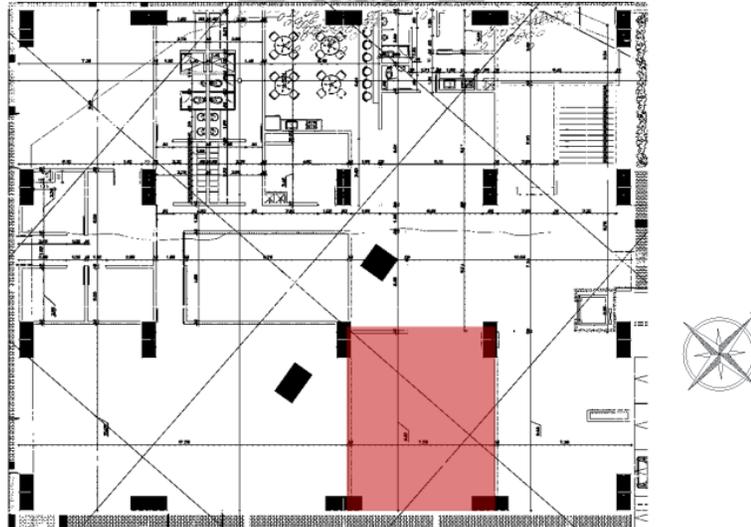
- Oficina jefe de estación



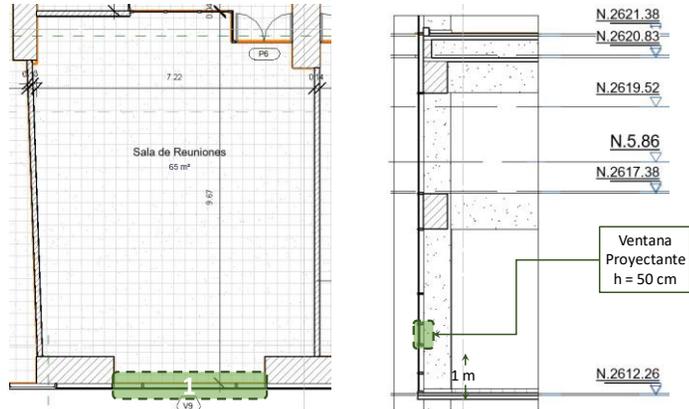
1. Implementación de ventanas proyectantes



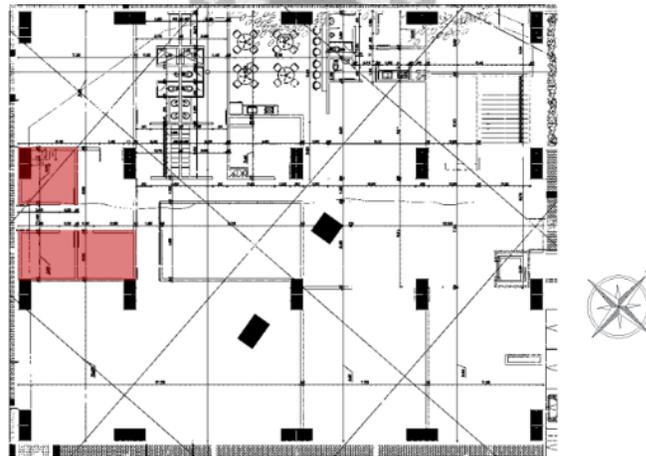
- Sala de reuniones



1. Implementación de ventanas proyectantes

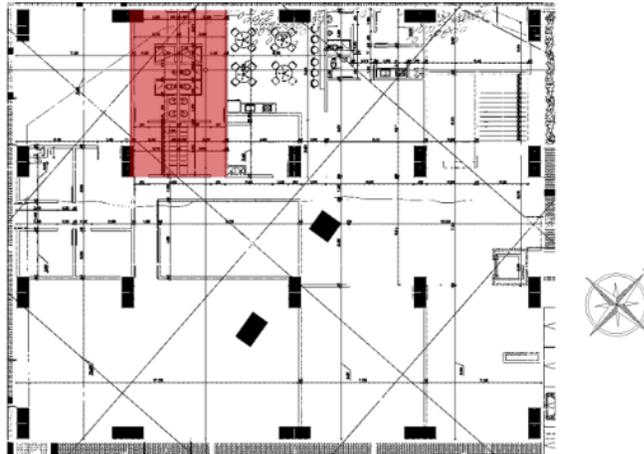


- Cuarto residuos peligrosos, cuarto de basura y cuarto de químicos

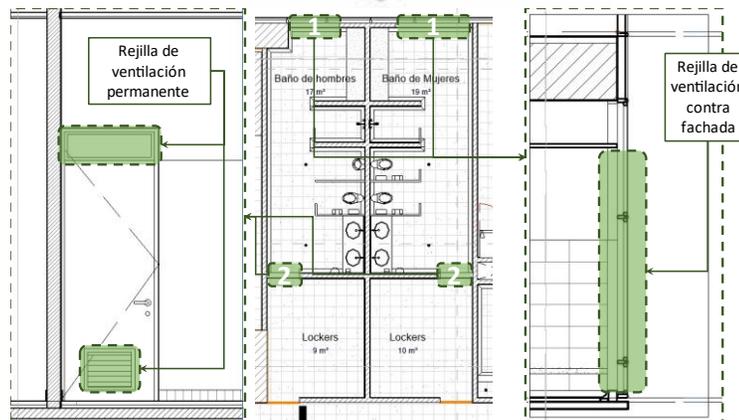


1. Implementar puerta celosía en cuarto de basuras.

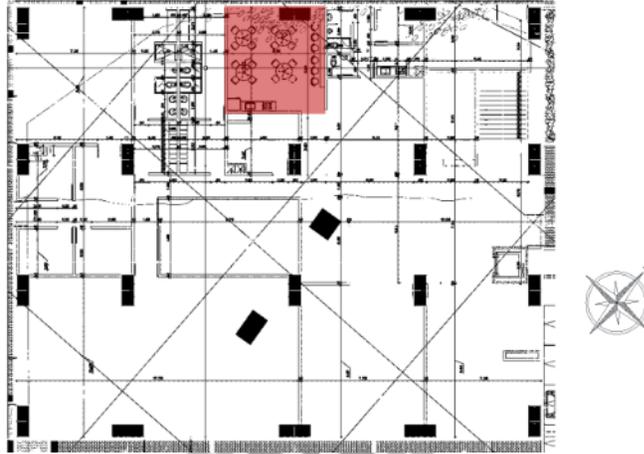
- Vestieres, baños y cuartos de lockers



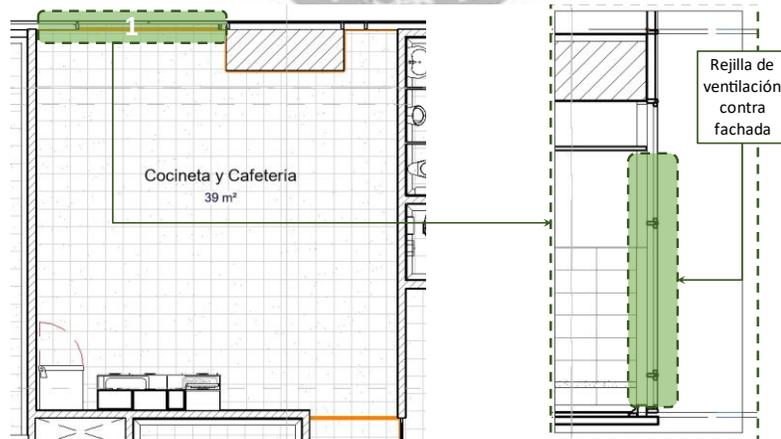
1. Implementación de rejillas contra fachada
2. Garantizar aperturas superiores e inferiores de ventilación en las puertas



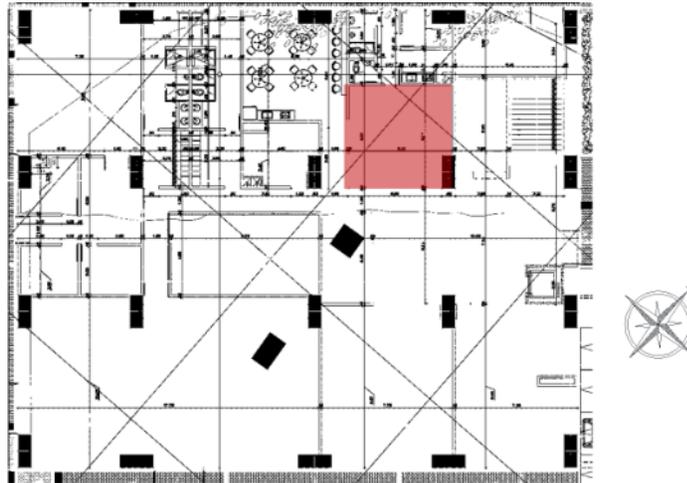
- Cocineta y cafetería



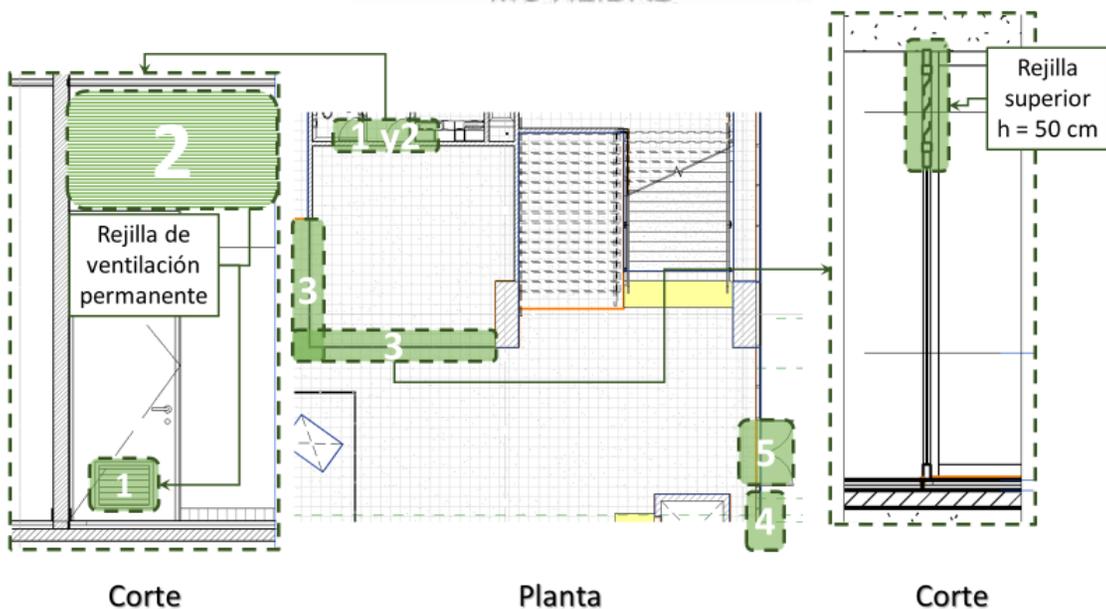
1. Implementación de rejillas de ventilación permanente contra fachada



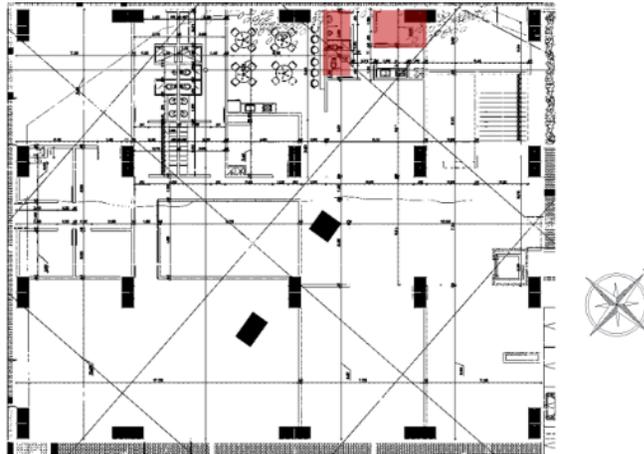
- Operador alimentadores y portería



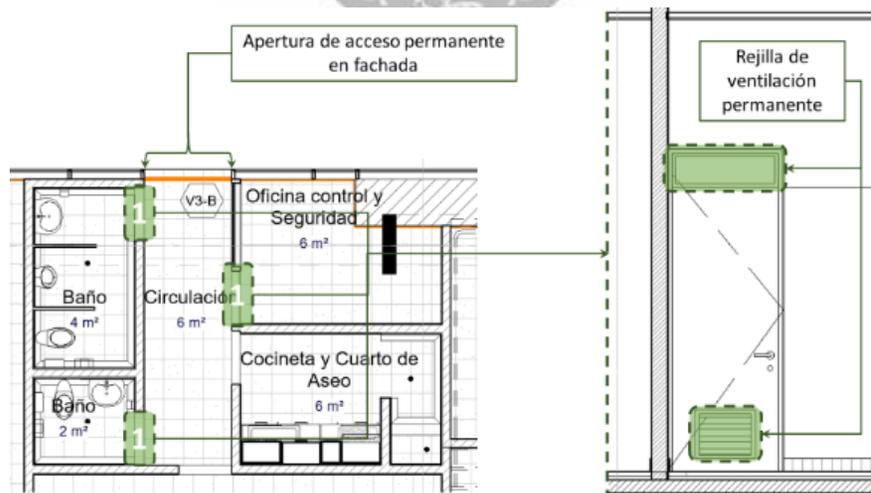
1. Garantizar apertura inferior de ventilación en puerta
2. Generar rejilla superior de ventilación sobre vano puerta del ancho total disponible y altura de 1m
3. Generar rejilla superior de ventilación en contra circulación interior
4. Implementar módulo de rejilla de piso a techo en fachada al respaldo del ascensor
5. Garantizar apertura permanente de la puerta de acceso en las horas de operación



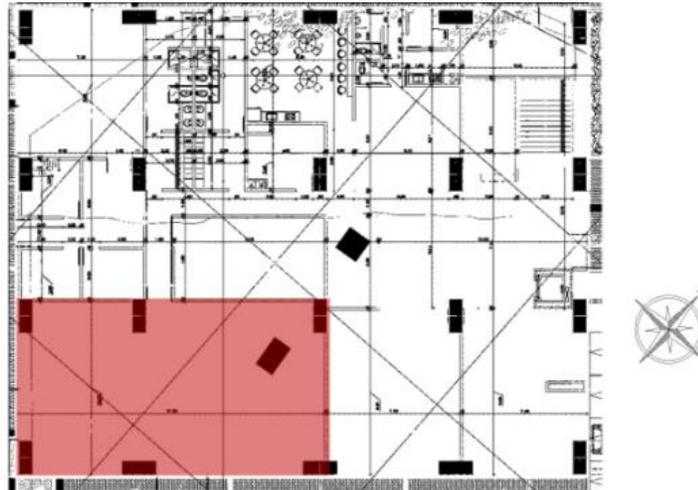
- Oficina y baños control y seguridad



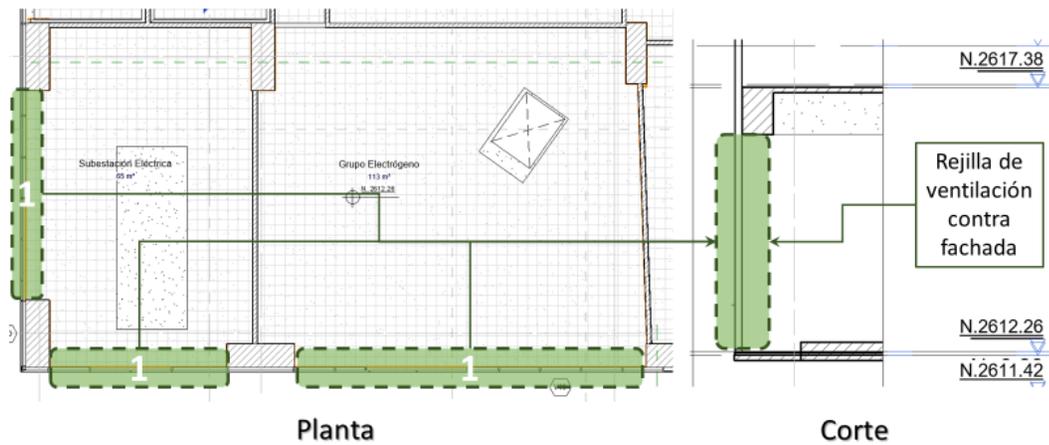
1. Garantizar aperturas superiores e inferiores de ventilación en las puertas



- Subestación eléctrica y grupo electrógeno

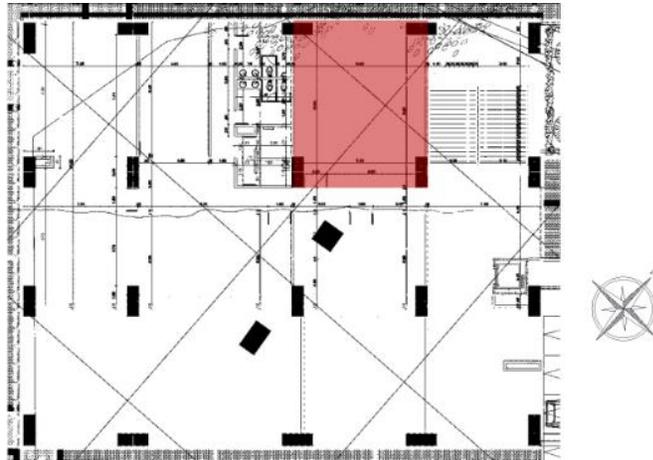


1. Implementar rejillas de ventilación contra fachada

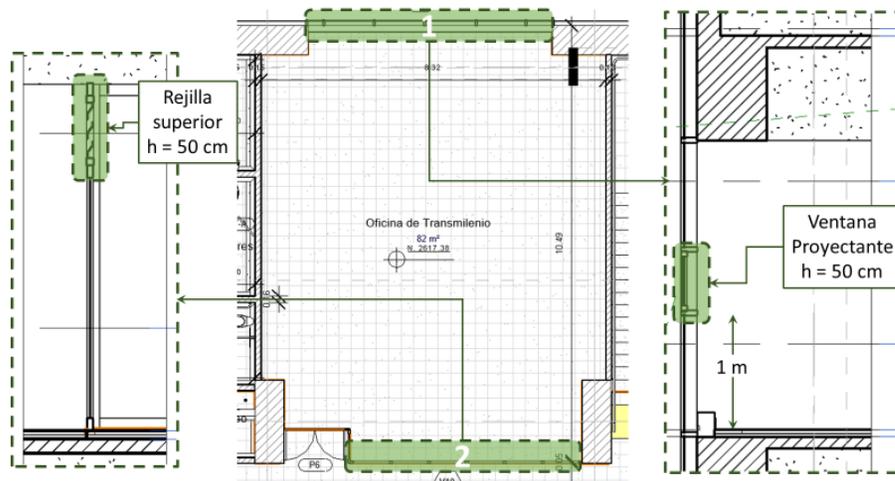


## PISO 2

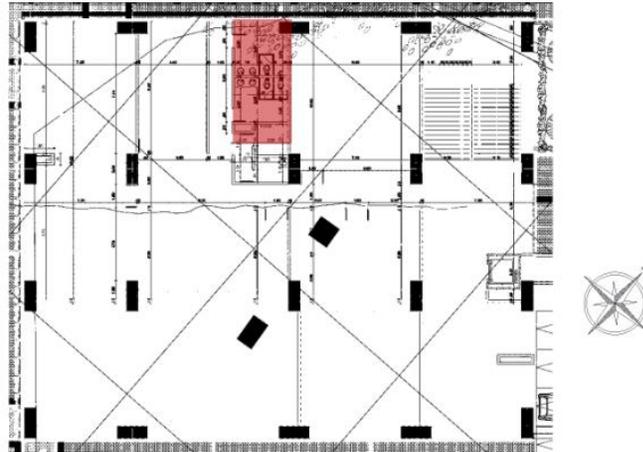
- Oficinas Transmilenio



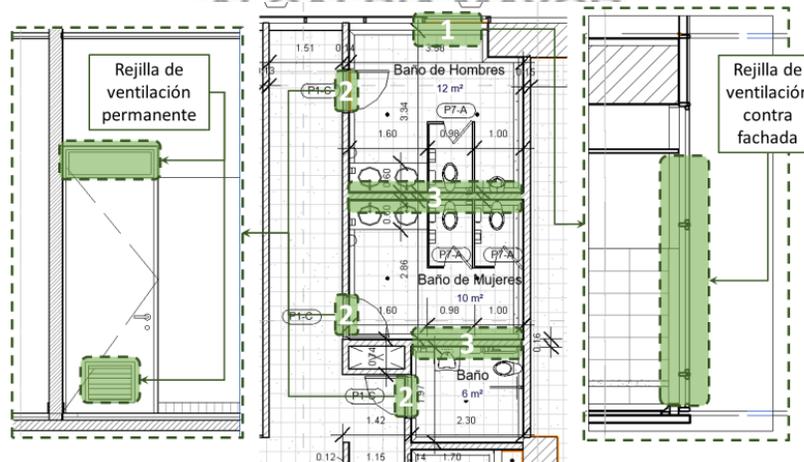
1. Implementación de ventanas corredizas corridas
2. Implementar rejilla superior de ventilación contra circulación interna



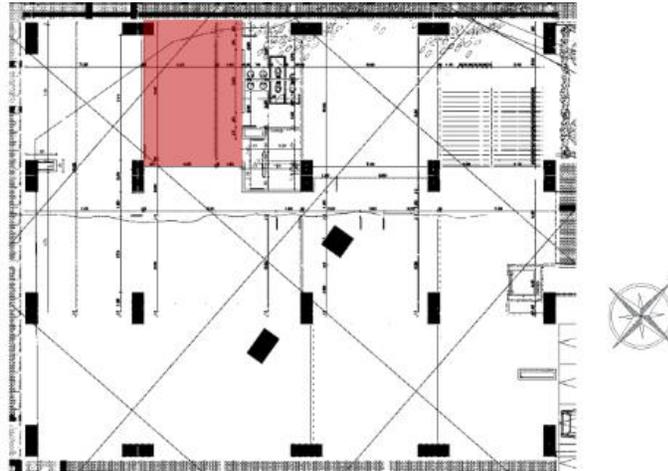
- Baños



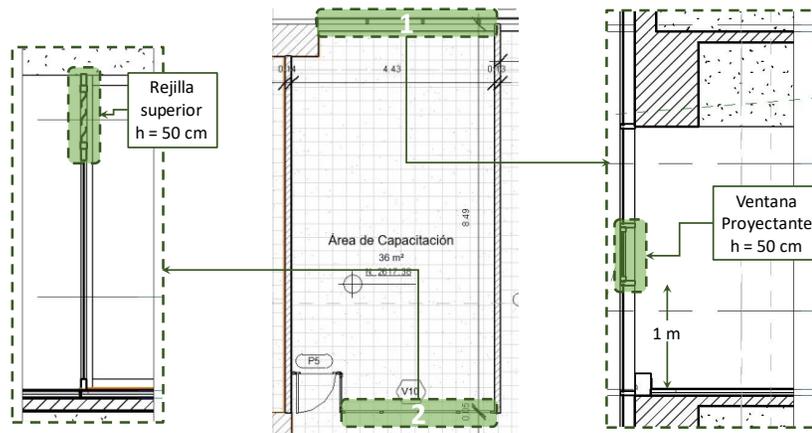
1. Implementación de rejilla en baño contra fachada
2. Garantizar aperturas superiores e inferiores de ventilación en las puertas
3. Generar comunicación entre los baños mediante aberturas superiores en muros



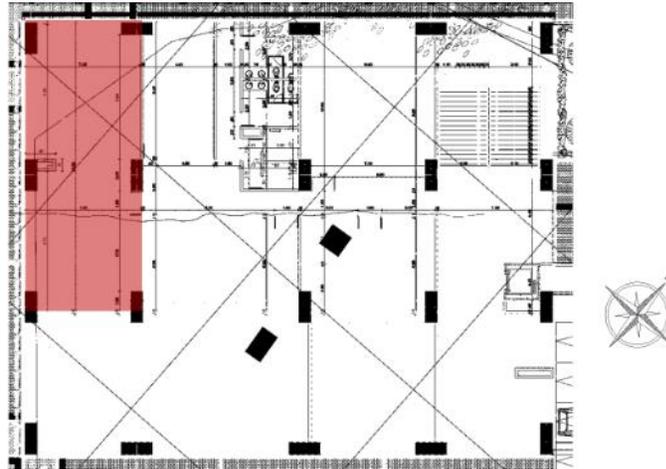
- Área Capacitación



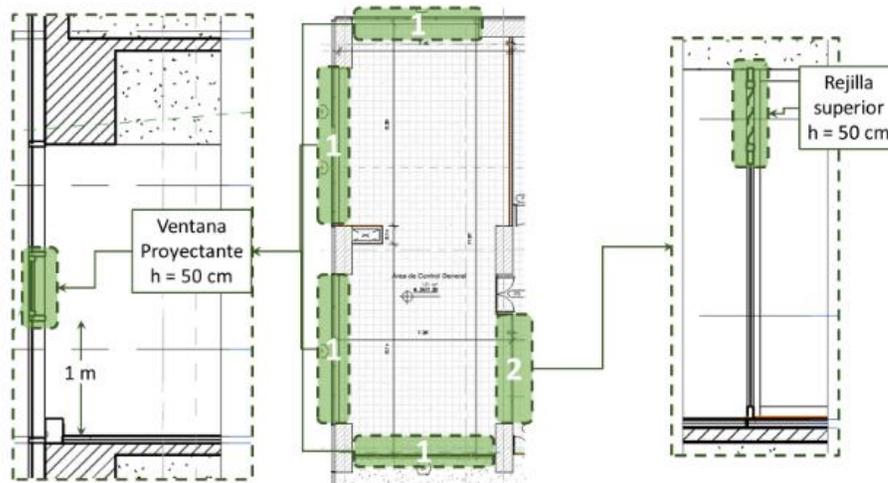
1. Implementación de ventanas corredizas corridas
2. Implementar rejilla superior de ventilación contra circulación interna



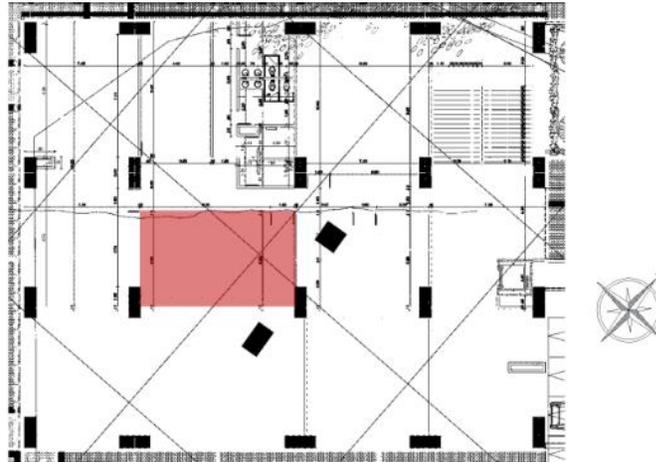
- Área Control General



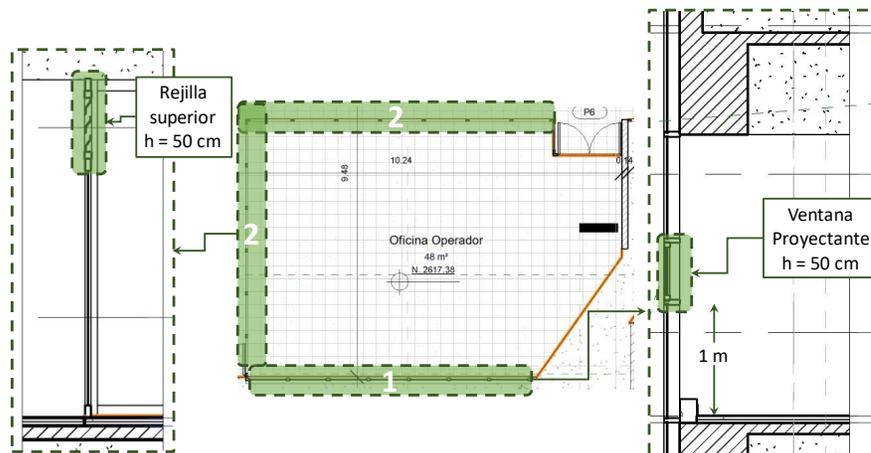
1. Implementación de ventanas corredizas corridas
2. Implementar rejilla superior de ventilación contra circulación interna



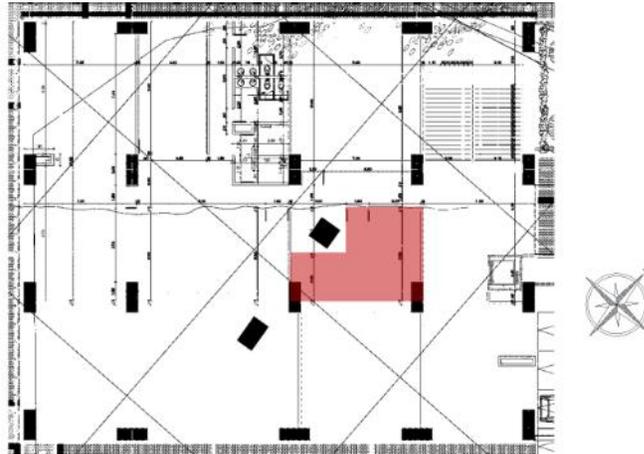
- Oficinas Operador



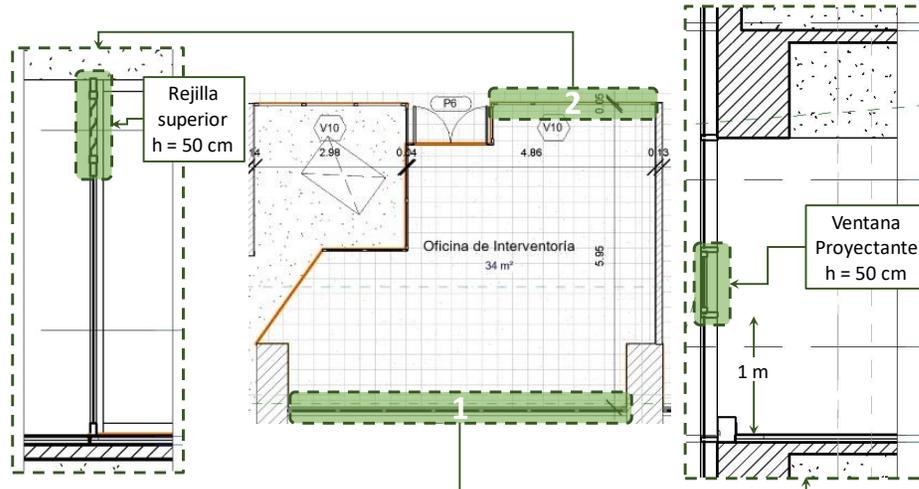
1. Implementación de ventanas corredizas corridas
2. Implementar rejilla superior de ventilación contra circulación interna



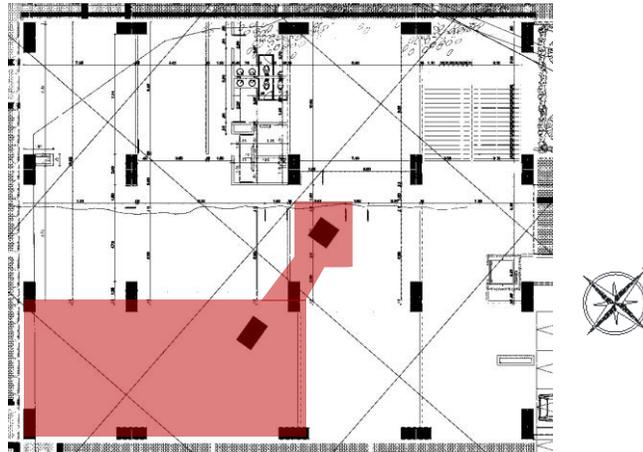
- Oficinas Interventoría



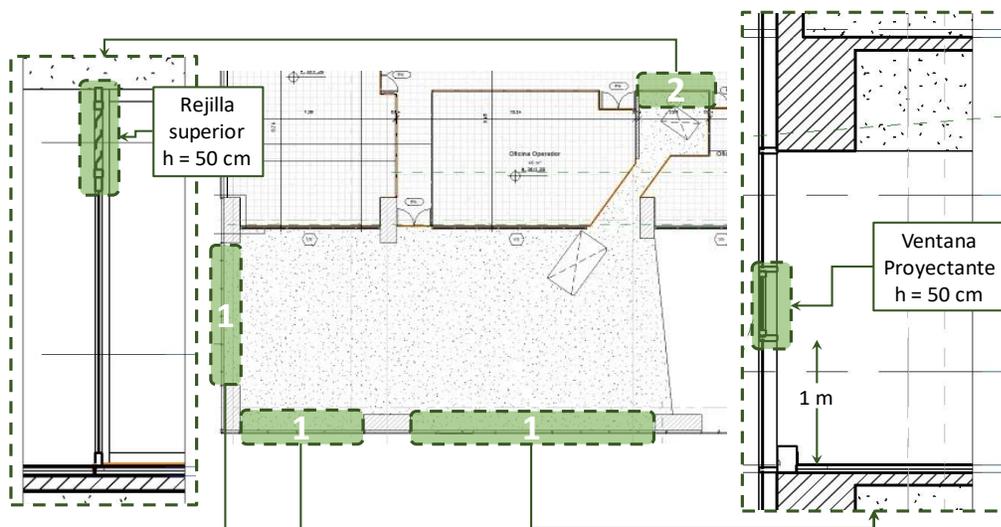
1. Implementación de ventanas corredizas corridas
2. Implementar rejilla superior de ventilación contra circulación interna



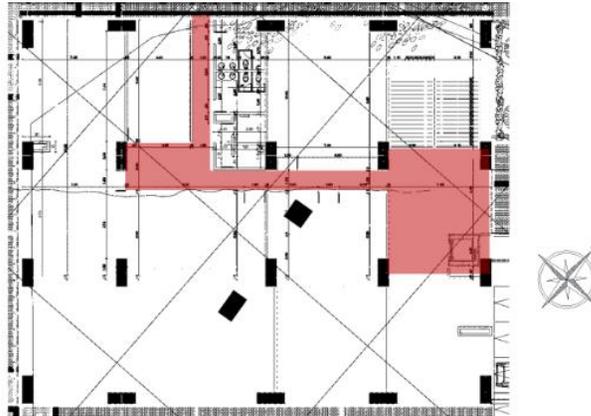
- Espacio disponible sobre cuartos técnicos



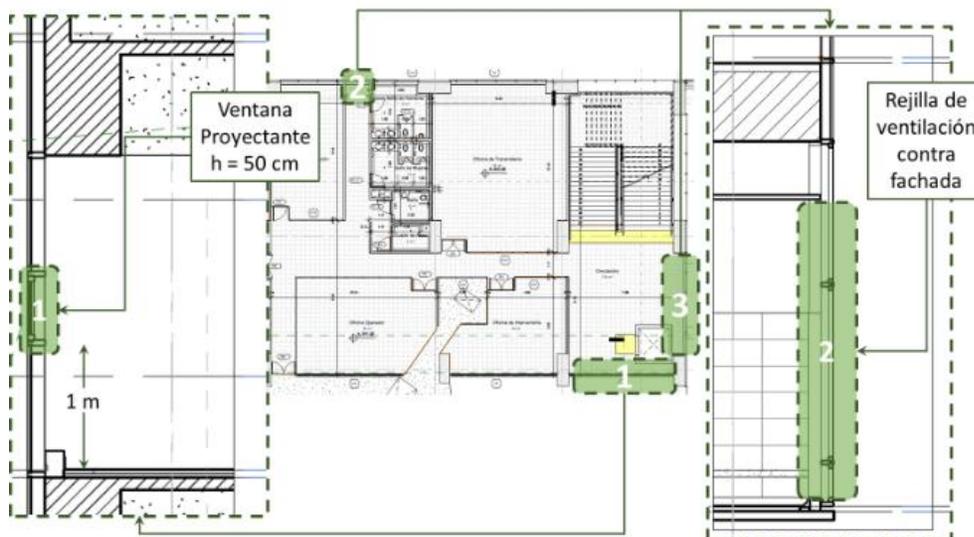
1. Implementación de ventanas corredizas corridas
2. Implementar rejilla superior de ventilación contra circulación interna



- Hall y circulación

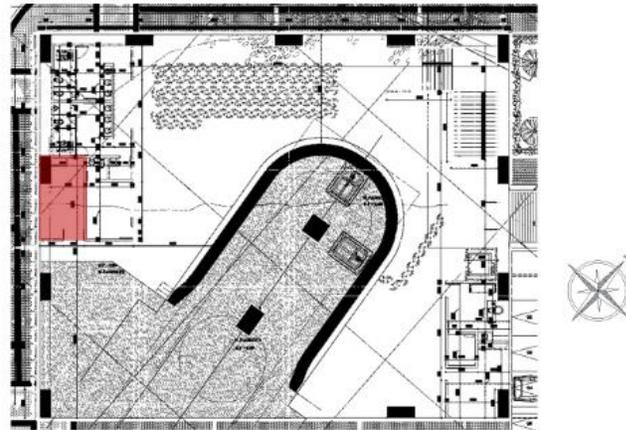


1. Implementar rejilla proyectante corrida
2. Implementar rejilla de piso a techo de ventilación contra fachada
3. Generar vacío permanente contra volumen acceso peatonal

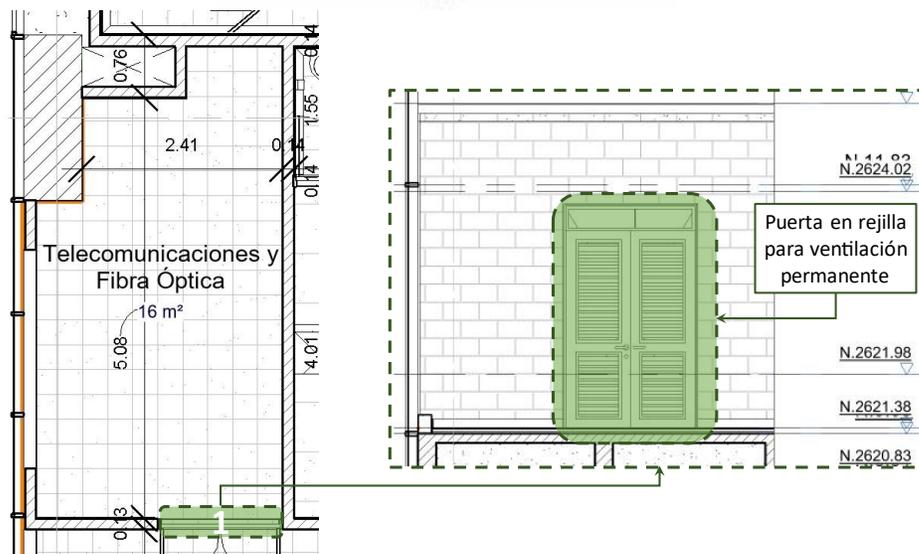


### PISO 3

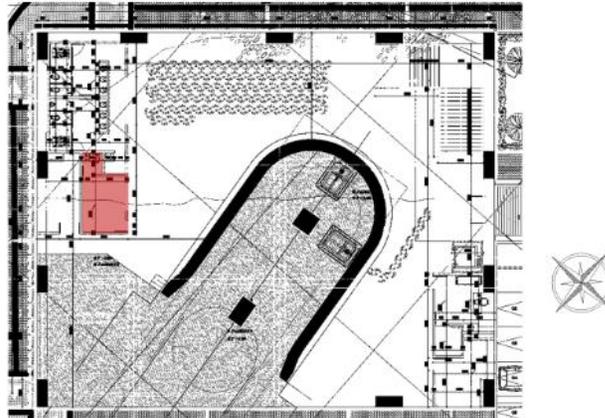
- Telecomunicaciones y fibra óptica



#### 1. Implementación de puerta en rejilla



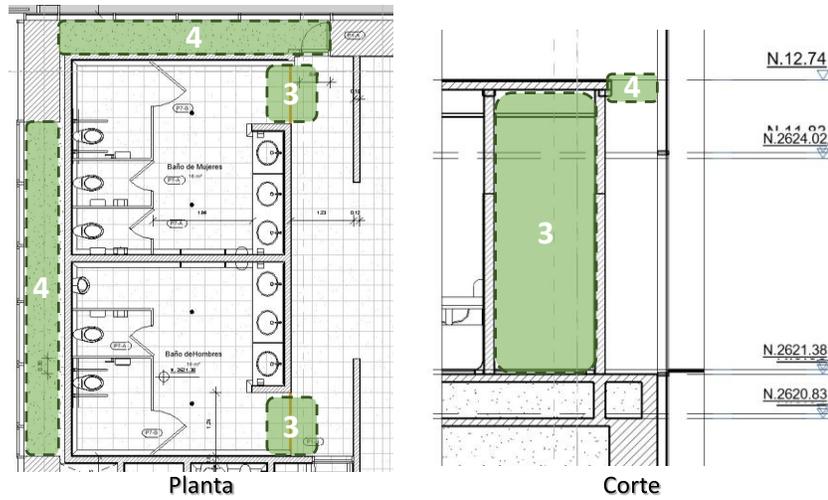
- Cuarto de control y potencia + baño



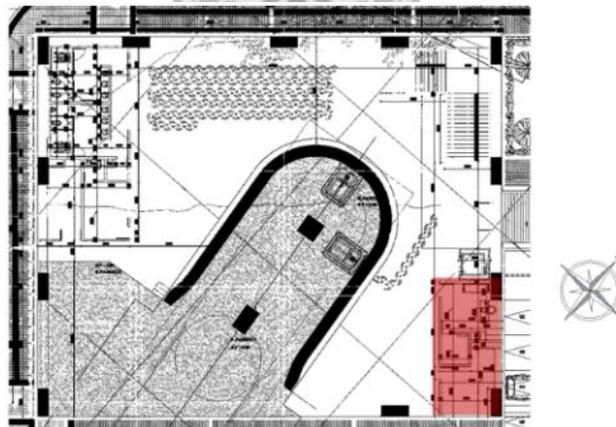
1. Garantizar aperturas superiores e inferiores de ventilación en las puertas
2. Implementar rejilla superior de ventilación permanente en baño, con una altura mínima de 30 cm



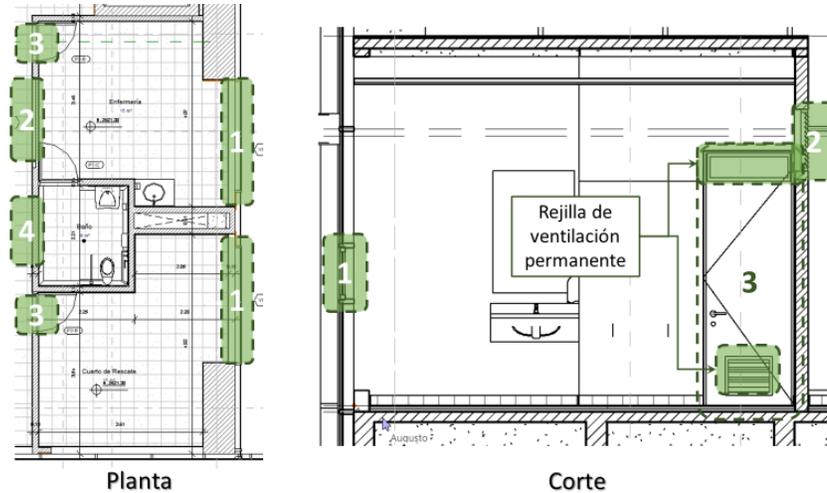




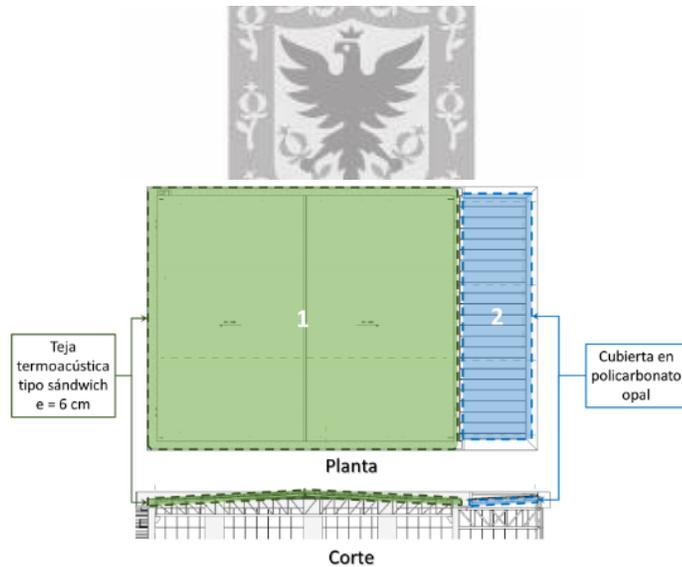
- Rescate, enfermería y baño enfermería



1. Implementación de ventanas proyectantes corridas
2. Implementación de rejillas superiores de ventilación
3. Garantizar aperturas superiores e inferiores de ventilación en las puertas
4. Implementar rejilla superior lineal de 30 cm. contra zona de abordaje.



- Cubierta



1. Implementación de cubierta termoacústica
2. Cubierta en policarbonato opal con transmisión de luz no mayor a 40%.

- Vidrio de fachada

Teniendo en cuenta que la ventanería exterior indicada por arquitectura es "Vidrio templado de 10 mm color verde Ref. a definir según muestras y película de control solar" se recomienda implementar en todas las fachadas exteriores del proyecto el siguiente tipo de vidrio:

Vidrio laminado Cool Lite KNT 164: 4 mm + Pvb 0,76 + 4 mm.

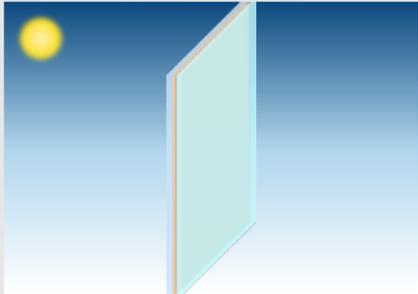
Es importante que estos vidrios tengan un tratamiento térmico debido a la alta absorción que tienen, en caso de laminarse crudo, pueden llegar a sufrir por estrés térmico.

A continuación, se presenta la ficha técnica.





Monday, January 31, 2022



**Pane 1**

INCOLOR CEBRACE (4 mm)  
COOL-LITE KNT 164  
PVB standard (2 x 0,38 mm)  
PLANILUX (4 mm)

Nota: Los espesores de estos vidrios, PVB y posible tratamiento térmico son ilustrativos y tendrán que verificarse de acuerdo al sistema de montaje, relación largo/ancho, lados apoyados, probabilidad de rotura, pendientes, etc., que tenga el proyecto, y deberán cumplir con la normatividad vigente.

Vidrio Andino  
Astrid López V.  
  
Colombia  
(57) 318 3493325  
astrid.lopez@saint-gobain.com

|  |   |
|--|---|
| <p> <b>LUMINOUS FACTORS</b> CIE (15-2004)</p> <p>Light transmission (TL %) 59 %<br/>Outdoor reflection (RLe %) 12 %<br/>Indoor (RLi %) 8 %</p> <p> <b>SOLAR FACTORS</b> EN410 (2011-04)</p> <p>Solar factor (g) 0,51<br/>Shading Coefficient (SC) 0,58</p> <p><b>EMISSIVITIES</b></p> <p>Normal emissivity side 1 0,89<br/>Normal emissivity side 2 0,89</p> <p> <b>COLOR RENDERING</b> CIE (15-2004)</p> <p>Transmission (Ra) 94,6<br/>Reflection (Ra) 97,5</p> <p> <b>BURGLAR RESIST</b> EN356</p> <p>Result : NPD</p> | <p> <b>ENERGY FACTORS</b> EN410 (2011-04)</p> <p>Transmission (Te) 41 %<br/>Reflection (Ree) 17 %<br/>Indoor (Rei) 13 %<br/>Absorption (AE1) 42 %</p> <p> <b>THERMAL TRANSMISSION</b> EN673 (2011-04)</p> <p>Ug 5,5 W/m².K<br/>0° related to vertical position</p> <p> <b>MANUFACTURING SIZES</b></p> <p>Nominal thickness 8,8 mm<br/>Weight 21 kg/m²</p> <p> <b>PENDULUM RESISTANCE</b> EN12600</p> <p>Result : NPD</p> <p> <b>ACOUSTICS</b> EN12758</p> <p>Acoustic values according to EN 12758 and from notified body - Rw(C;Ctr) = 34(-1;-2) dB</p> |
|--|---|

- Cubiertas translucidas

Teniendo en cuenta que algunas cubiertas indicadas por arquitectura son translucidas se recomienda implementar en todas las cubiertas translucidas del proyecto policarbonato tipo opal con las siguientes características:

|   |           |      |                      |
|---|-----------|------|----------------------|
|  | STANDARD  |      | Multicell<br>16/22mm |
|   | Opal OP22 | LT%  | 21                   |
|   |           | ST%  | 28                   |
|   |           | SR%  | 45                   |
|   |           | SHGC | 0.34                 |

## 1.14 ESTACIÓN LA VICTORIA

### 1.14.1 Análisis de sombras

A continuación, se presenta el análisis de sombras del proyecto, para los solsticios de invierno y verano (diciembre, junio) y los equinoccios (marzo y septiembre). en las horas de (08:00, 11.00, 14.00, 17.00) con el objetivo de analizar la radiación solar incidente en el proyecto. Para este análisis se realizó un modelo 3D del proyecto con el programa DesignBuilder.

Instituto de Desarrollo Urbano



- Equinoccios

21 de marzo- sept 08:00



21 de marzo-sept 11:00



21 de marzo- sept 14:00



21 de marzo- sept 17:00



**MOVILIDAD**

- Solsticio Verano

Instituto de Desarrollo Urbano

21 de junio 08:00

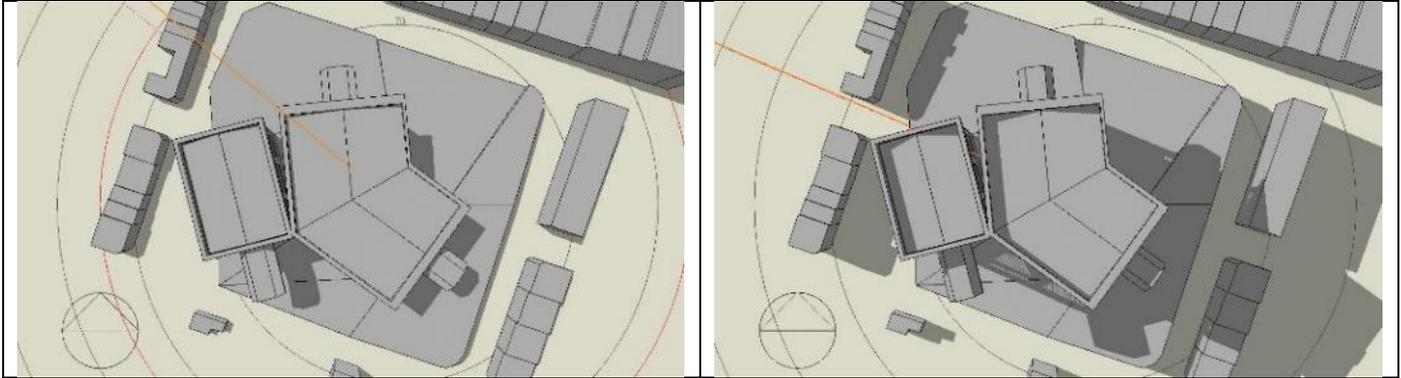


21 de junio 11:00

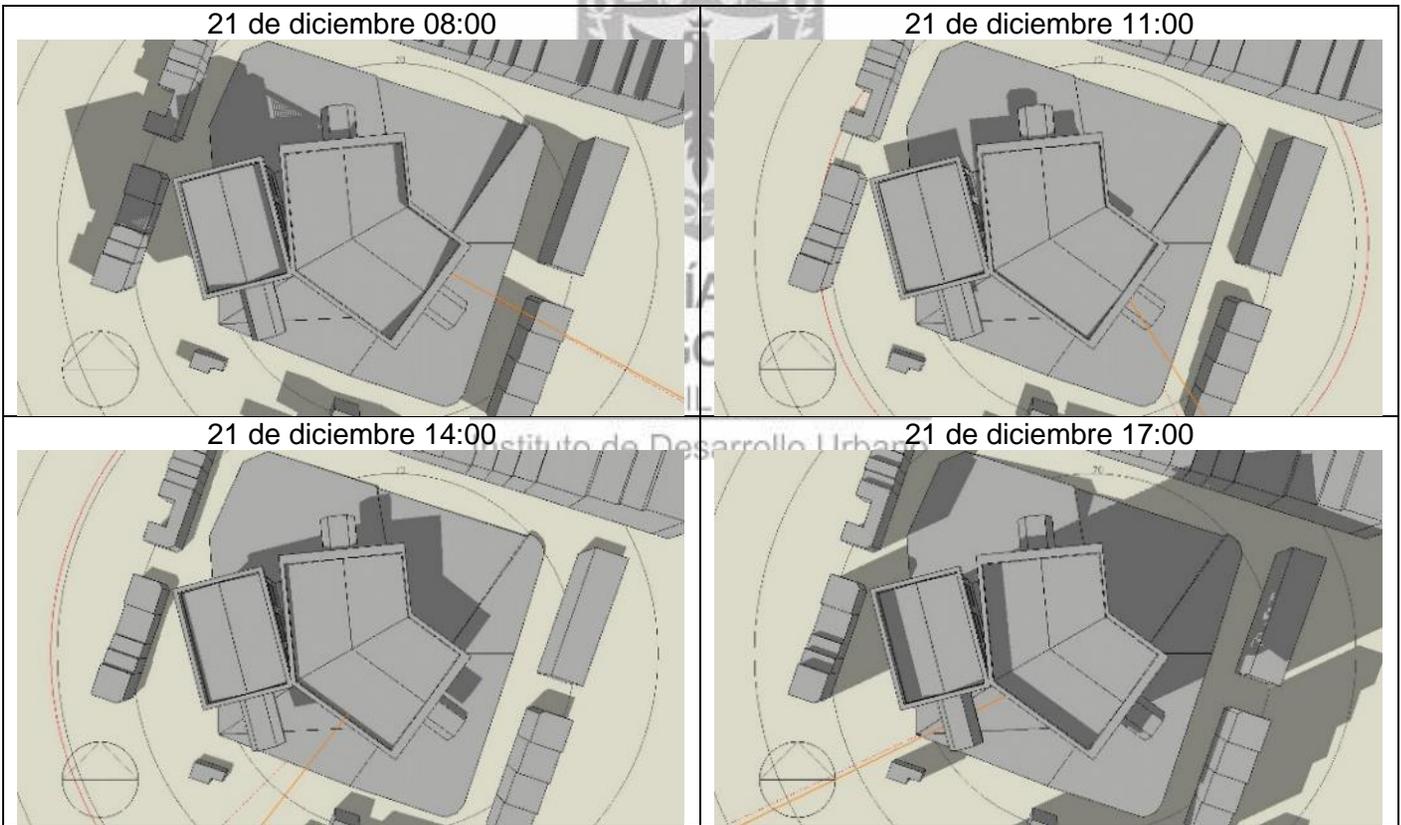


21 de junio 14:00

21 de junio 17:00



- Solsticio Invierno



### 1.14.2 Comportamiento térmico y lumínico

A continuación se presenta el resultado de las simulaciones de confort térmico, renovación de aire e iluminación natural. Para los análisis de confort térmico y renovación de aire se realizaron las simulaciones con el software DesignBuilder – Energyplus. Para la simulación de iluminación natural se tuvo en cuenta un cielo nublado con una iluminación exterior de 10.000 lux. Los análisis se muestran durante los horarios de ocupación. Los resultados de las simulaciones se basan en la materialidad, forma, distribución de espacio y especificaciones del modelo arquitectónico con fecha de marzo 2022.

| Espacio                  | Temperatura operativa promedio (°C) | Renovación de aire mínima ASHRAE 62.1 (Renov/h) | Renovación de aire promedio simulada (Renov/h) | Factor de luz día, para un día nublado de 10.000 lux (%) |
|--------------------------|-------------------------------------|---|--|--|
| <b>Nivel 1</b>           |                                     |   |  |  |
| Baño 01                  | 19,59                               | 3,30  | 3,6  | 0,00   |
| Baño 02                  | 19,50                               | 3,30  | 3,6  | 0,00   |
| Baño 03                  | 18,99                               | 3,30  | 3,6  | 0,00   |
| Baño 04                  | 18,92                               | 3,30  | 3,6  | 0,00   |
| Baño Hombres             | 18,10                               | 2,05  | 5,91   | 8,31   |
| Baño Mujeres             | 18,70                               | 2,36  | 5,84   | 0,04   |
| Disponibile 01           | 18,28                               | 0,59  | 8,52   | 7,50   |
| Disponibile 02           | 19,52                               | 0,59  | 1,83   | 0,25   |
| Disponibile 03           | 18,95                               | 0,59  | 2,73   | 3,42   |
| <b>Nivel 2</b>           |                                     |   |  |  |
| Área libre               | 18,31                               | 7,09  | 22,94  | 4,72   |
| Atención al usuario      | 18,71                               | 0,43  | 0,7  | 0,45   |
| Baño 01                  | 18,27                               | 6,79  | 6,8  | 0,02   |
| Baño Enfermería          | 18,05                               | 2,64  | 2,9  | 0,13   |
| Baño Hombres             | 18,78                               | 3,83  | 38,26  | 1,21   |
| Baño Mujeres             | 18,69                               | 4,14  | 29,11  | 0,00   |
| Baño Policía             | 18,83                               | 4,84  | 4,5  | 0,10   |
| Cocineta y comedor       | 18,65                               | 0,78  | 0,9  | 0,02   |
| Enfermería               | 19,18                               | 0,68  | 0,85   | 0,00   |
| Guardia de seguridad     | 19,10                               | 0,91  | 0,95   | 4,69   |
| Oficina jefe de estación | 20,14                               | 0,54  | 0,8  | 0,31   |
| Policía                  | 18,05                               | 0,47  | 4,61   | 13,01  |
| Recaudo                  | 18,78                               | 1,06  | 1,1  | 0,02   |

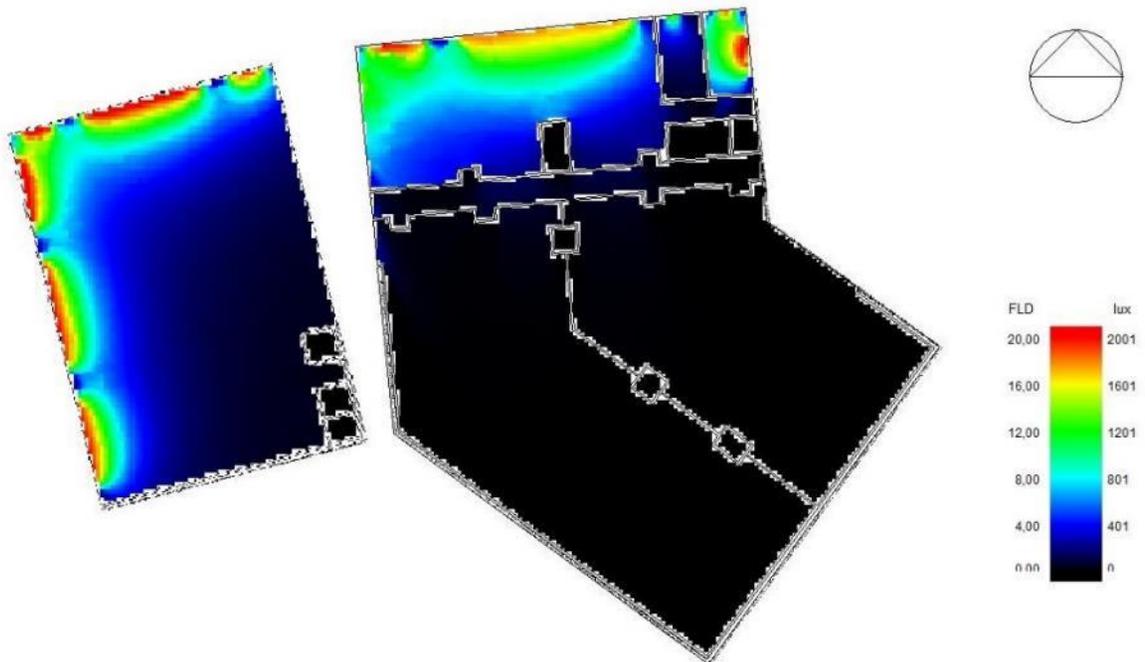
|                                |       |      |       |      |
|--------------------------------|-------|------|-------|------|
| Taquilla                       | 20,67 | 0,93 | 1,1   | 1,77 |
| <b>Nivel 2 - Mezanine</b>      |       |      |       |      |
| Baño 01                        | 19,82 | 5,34 | 5,6   | 0,00 |
| Baño 02                        | 19,88 | 5,77 | 5,8   | 0,00 |
| Oficina interventoría          | 20,89 | 0,62 | 1,2   | 0,47 |
| Oficina operador               | 18,64 | 0,56 | 6,68  | 5,15 |
| Sala de reuniones              | 18,11 | 1,51 | 7,83  | 7,73 |
| <b>Nivel 3</b>                 |       |      |       |      |
| Área libre Plataforma          | 18,98 | 4,31 | 12,05 | 5,74 |
| Baño 02                        | 19,12 | 5,39 | 6,1   | 0,23 |
| Baño 03                        | 18,67 | 5,39 | 62    | 0,27 |
| Baño cuarto control y potencia | 19,14 | 6,91 | 6,95  | 0,00 |
| Cuarto control y potencia      | 19,95 | 0,86 | 1,5   | 0,28 |
| Baño 04                        | 18,46 | 5,39 | 5,6   | 0,27 |
| Baño 05                        | 18,77 | 5,39 | 5,7   | 0,19 |
| Cuarto rescate                 | 18,33 | 1,26 | 1,5   | 0,03 |

Se presentan los resultados gráficos de las simulaciones de iluminación natural y confort térmico de cada uno de los espacios analizados.

- Piso 1

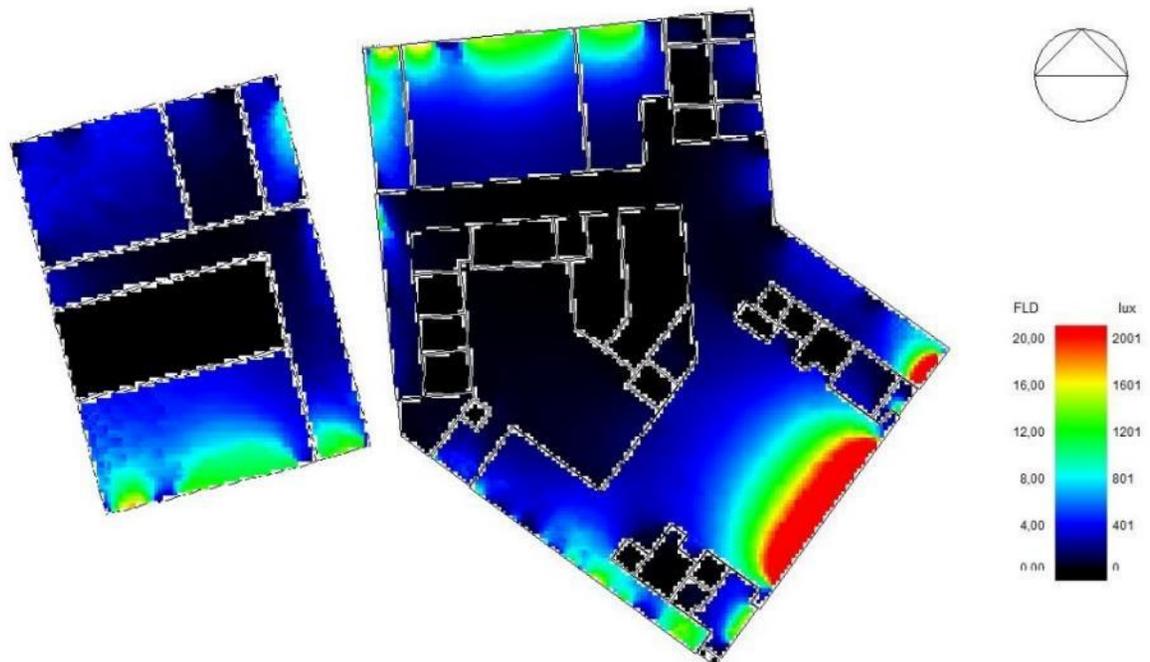


- Piso 2

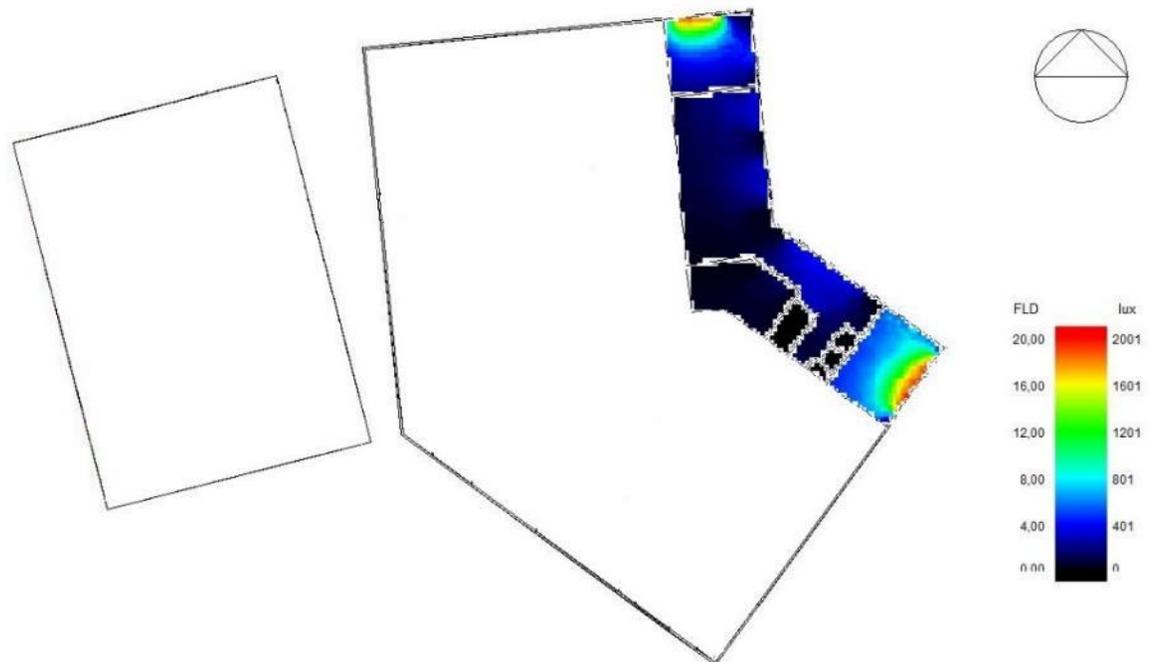


ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.

- Piso 3

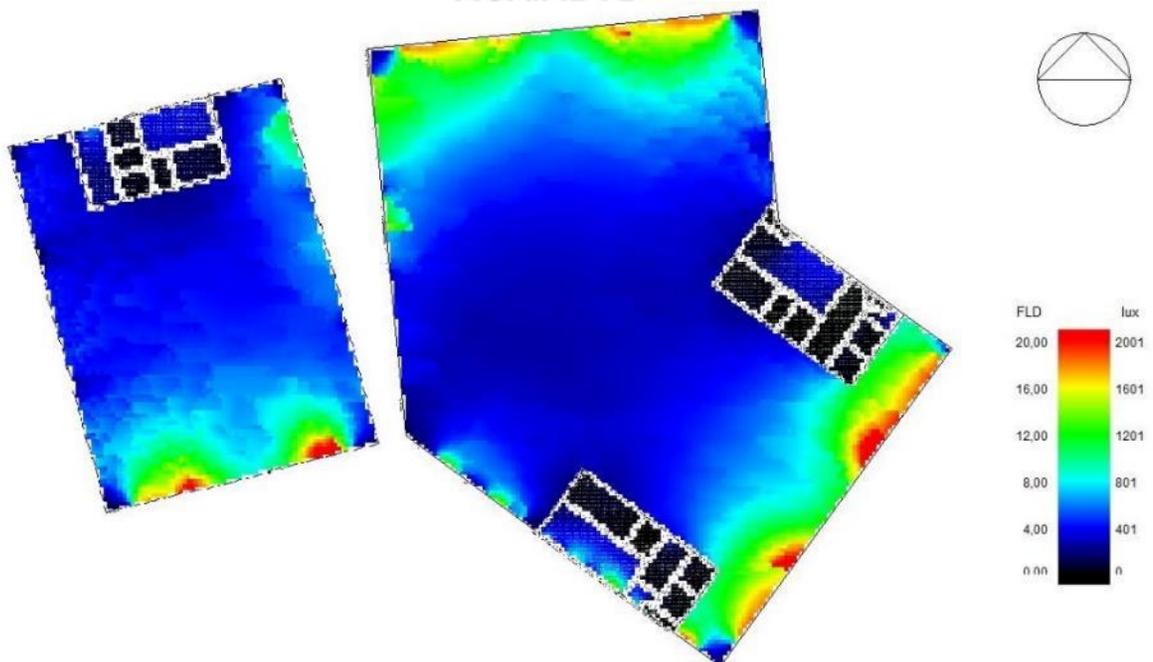


- Piso 3, Mezanine



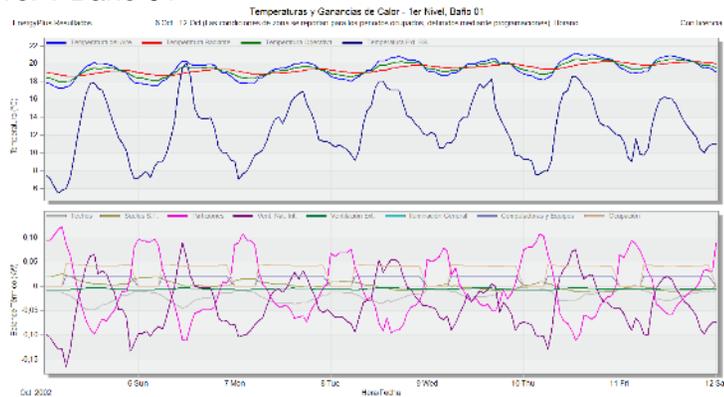
- Piso 4

ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.

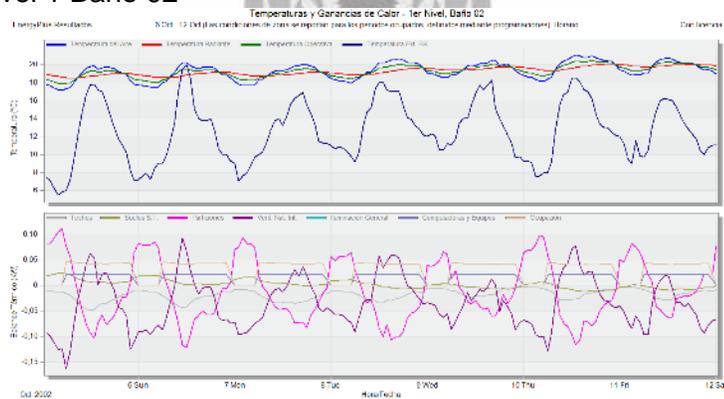


- Resultados de las simulaciones de confort térmico

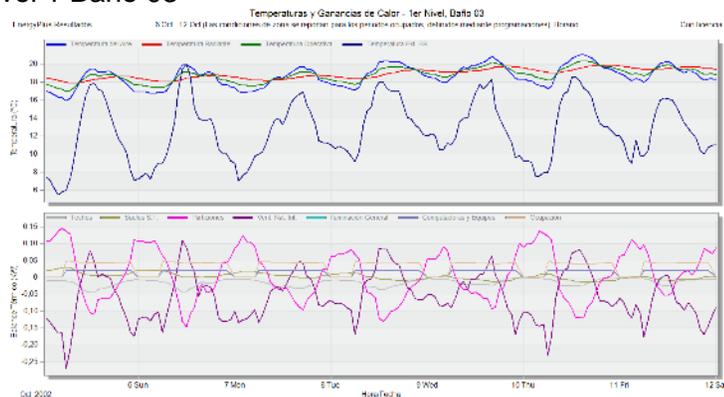
○ Nivel 1 Baño 01



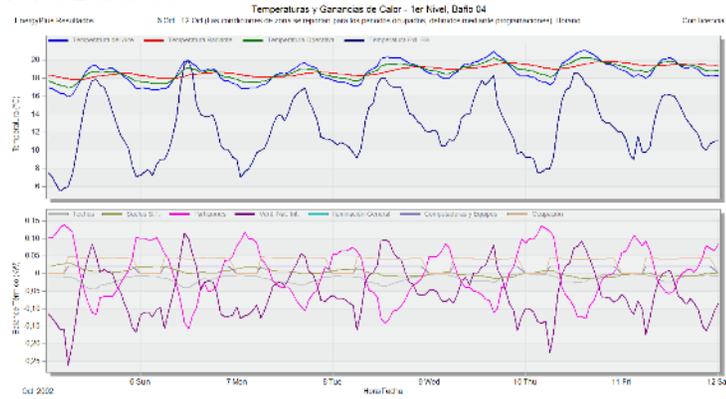
○ Nivel 1 Baño 02



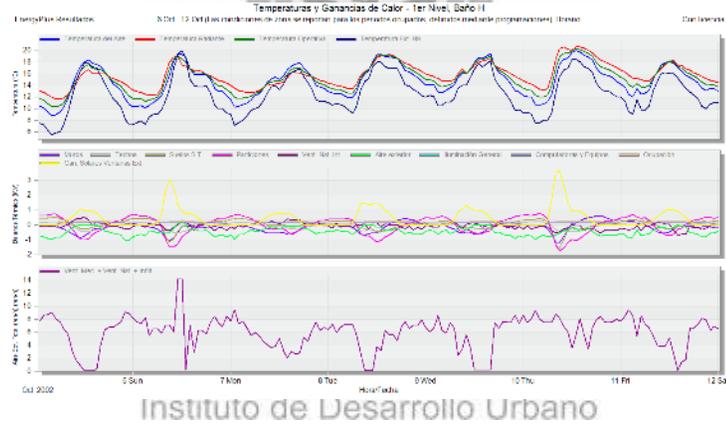
○ Nivel 1 Baño 03



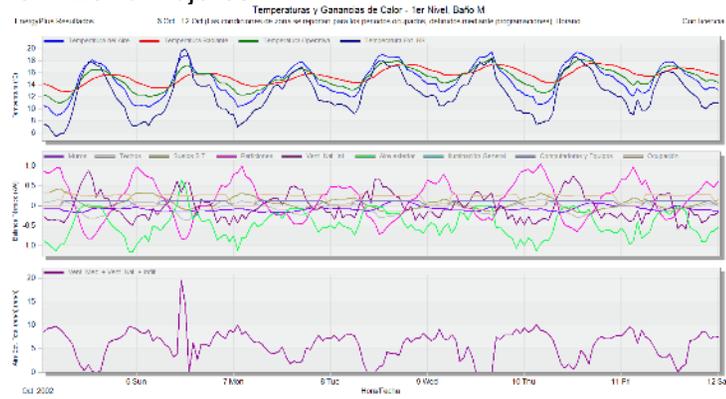
○ Nivel 1 Baño 04



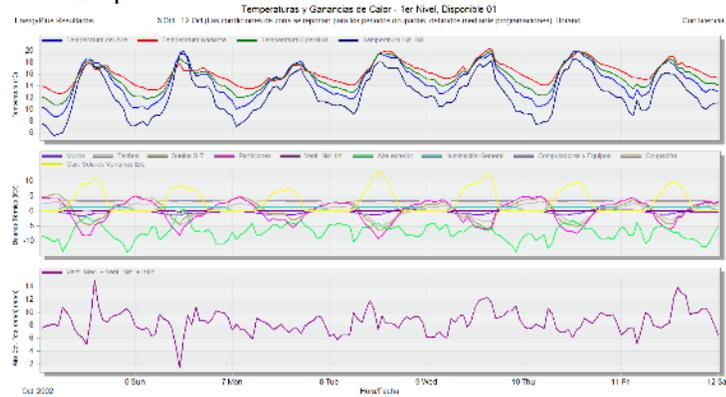
○ Nivel 1 Baño Hombres



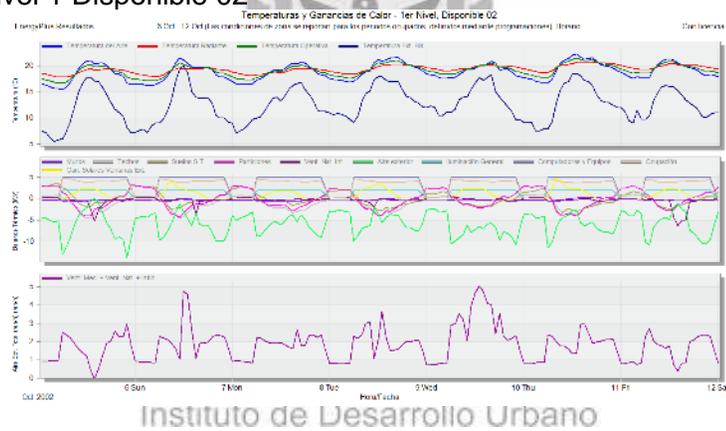
○ Nivel 1 Baño Mujeres



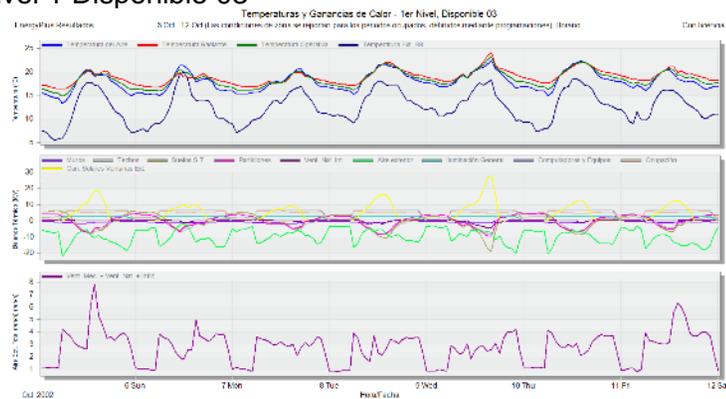
○ Nivel 1 Disponible 01



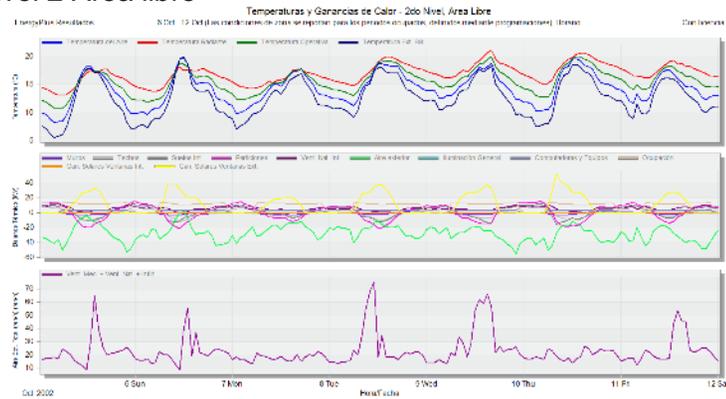
○ Nivel 1 Disponible 02



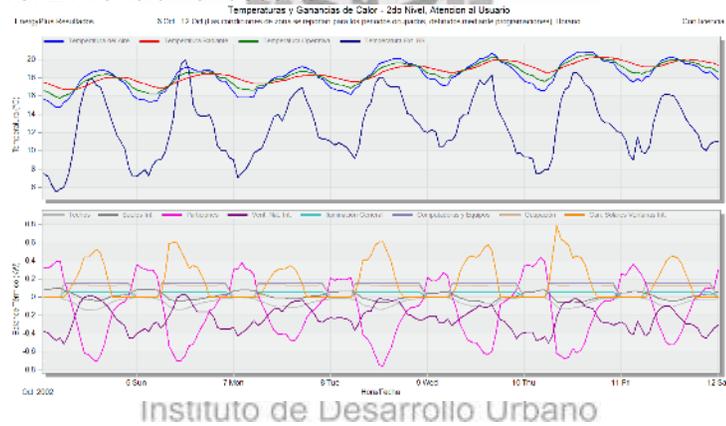
○ Nivel 1 Disponible 03



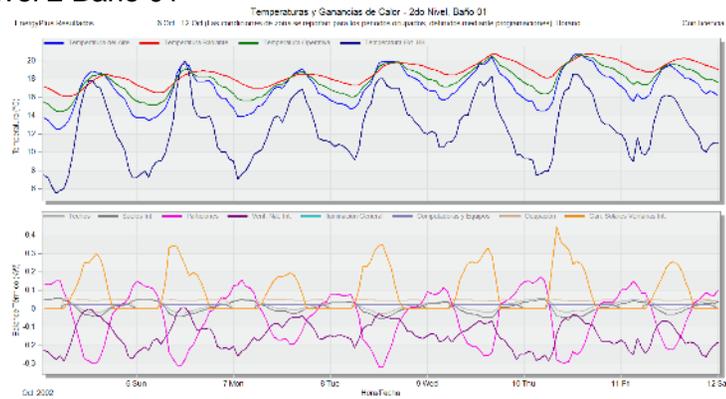
○ Nivel 2 Área libre



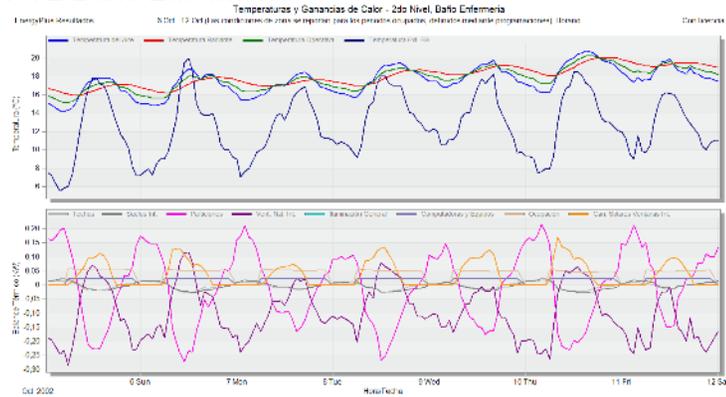
○ Nivel 2 Atención al usuario



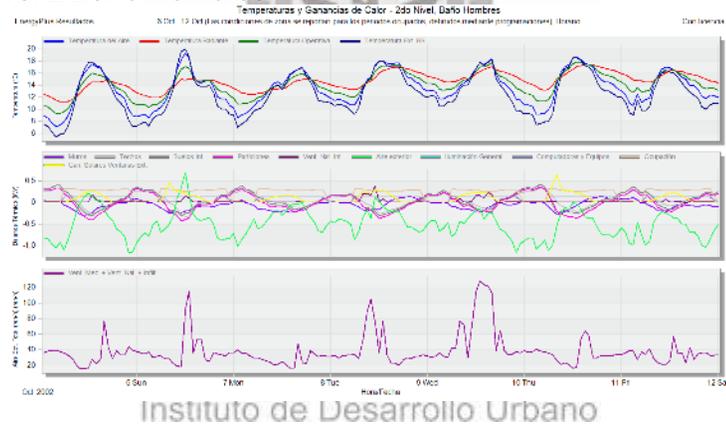
○ Nivel 2 Baño 01



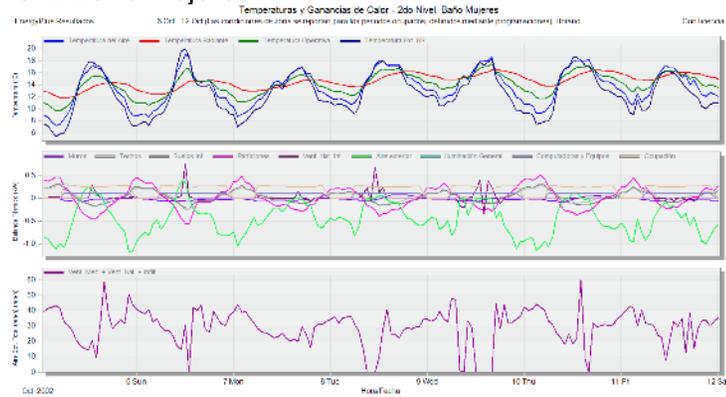
○ Nivel 2 Baño Enfermería



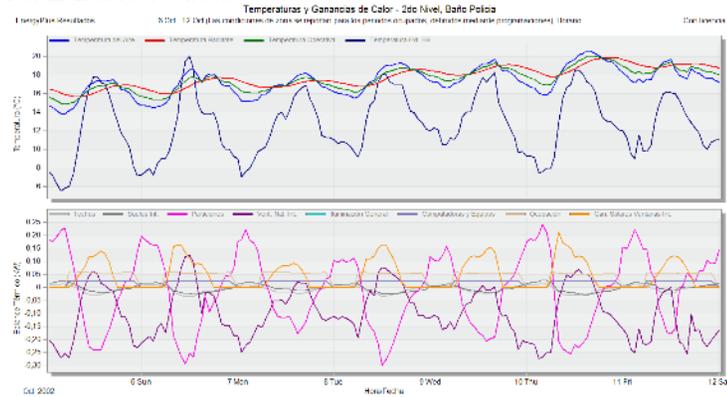
○ Nivel 2 Baño Hombres



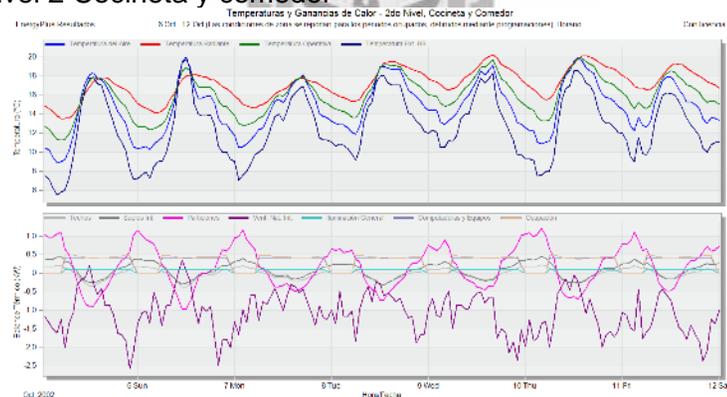
○ Nivel 2 Baño Mujeres



○ Nivel 2 Baño Policía

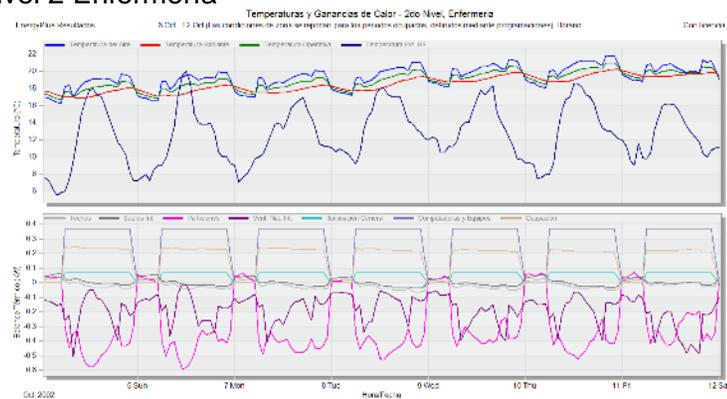


○ Nivel 2 Cocineta y comedor

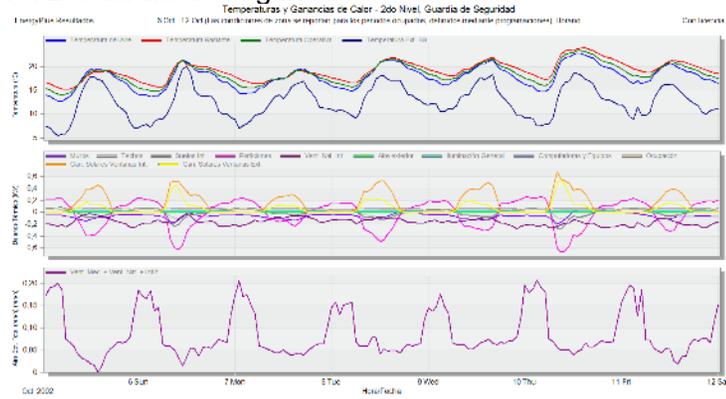


Instituto de Desarrollo Urbano

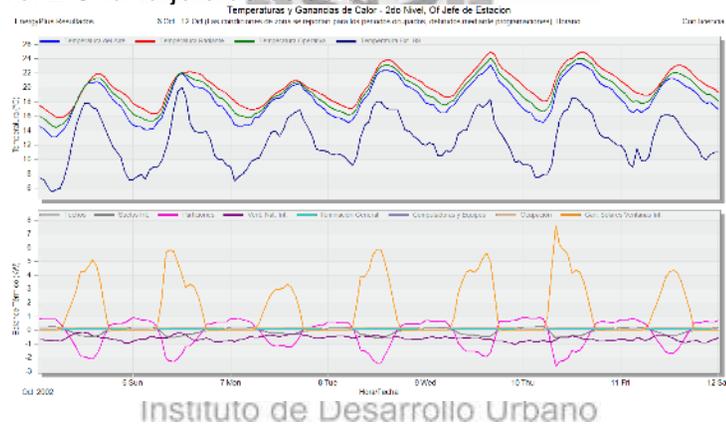
○ Nivel 2 Enfermería



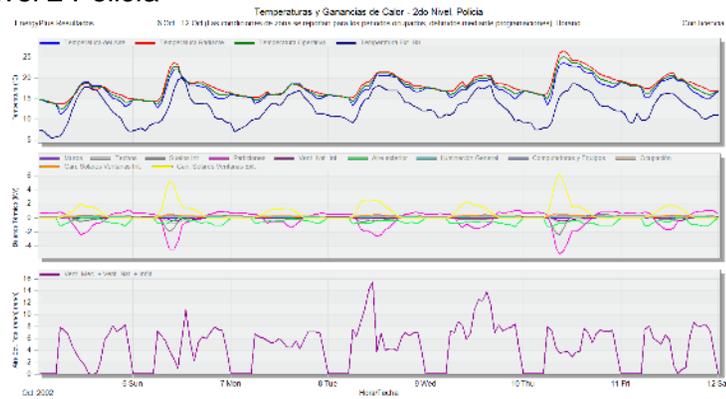
○ Nivel 2 Guardia de seguridad



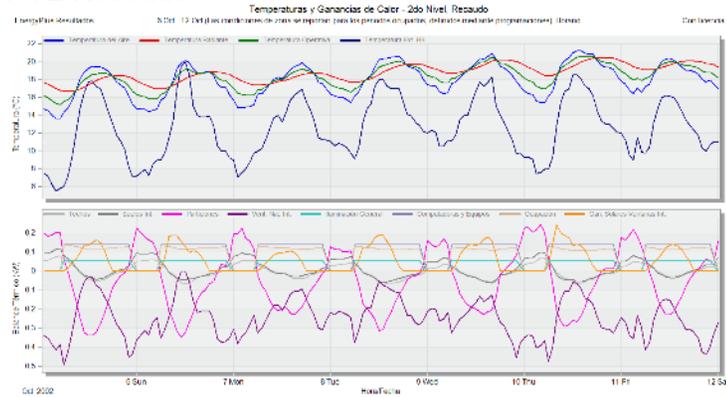
○ Nivel 2 Oficina jefe de estación



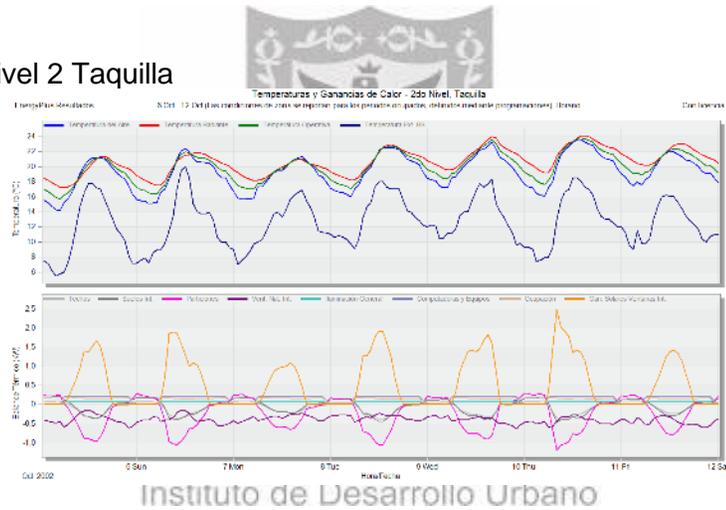
○ Nivel 2 Policía



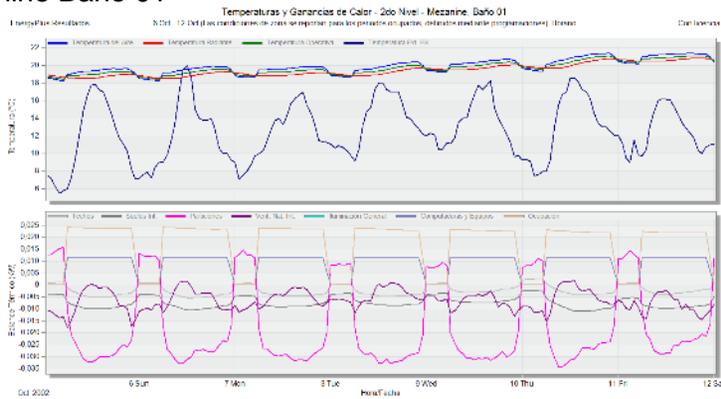
○ Nivel 2 Recaudo



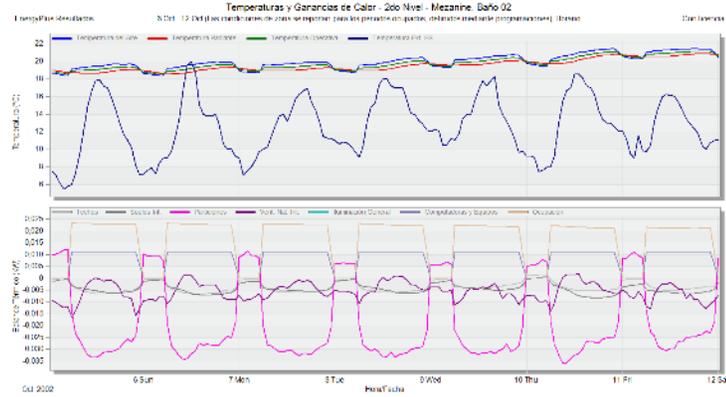
○ Nivel 2 Taquilla



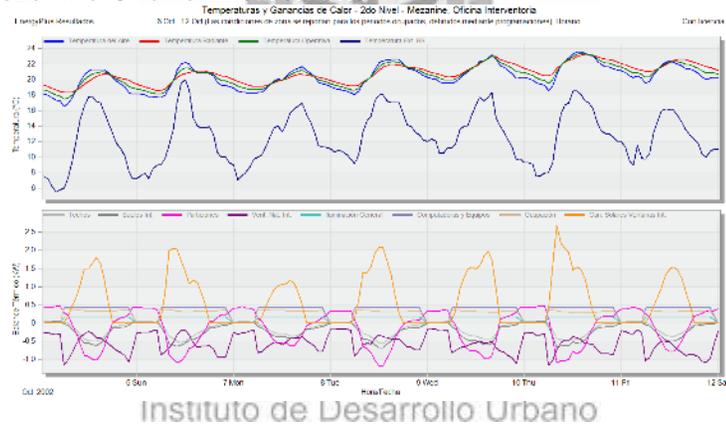
○ Mezanine Baño 01



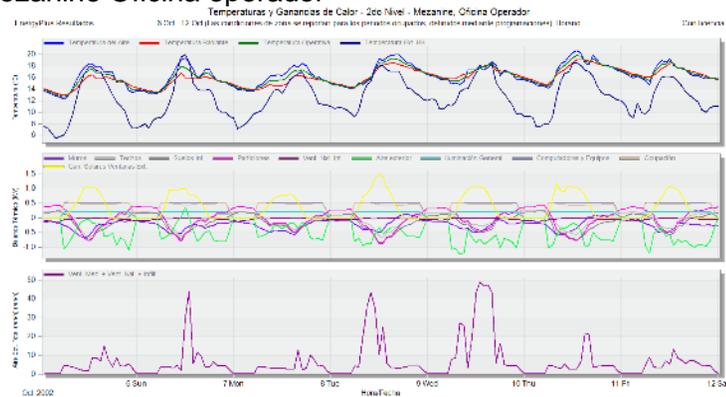
○ Mezanine Baño 02



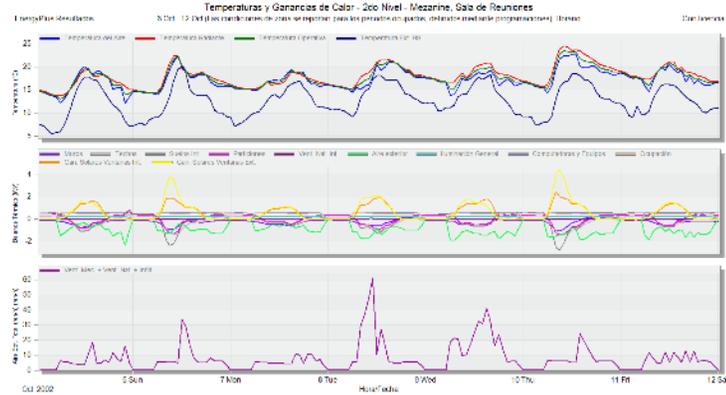
○ Mezanine Oficina interventoría



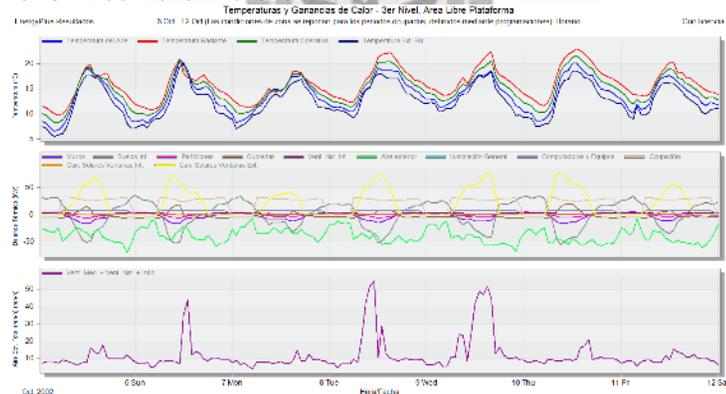
○ Mezanine Oficina operador



○ Mezanine Sala de reuniones

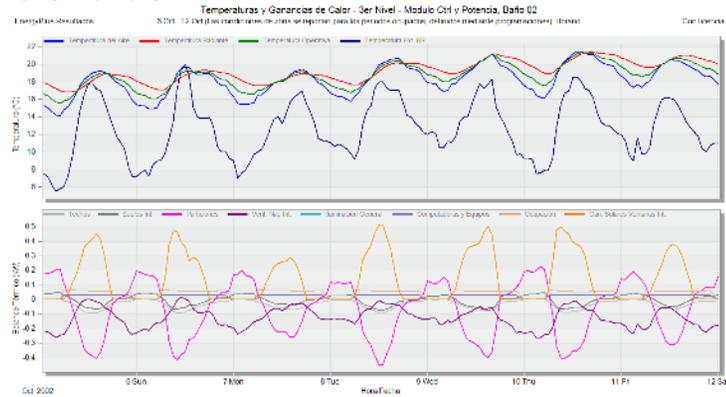


○ Nivel 3 Área libre Plataforma

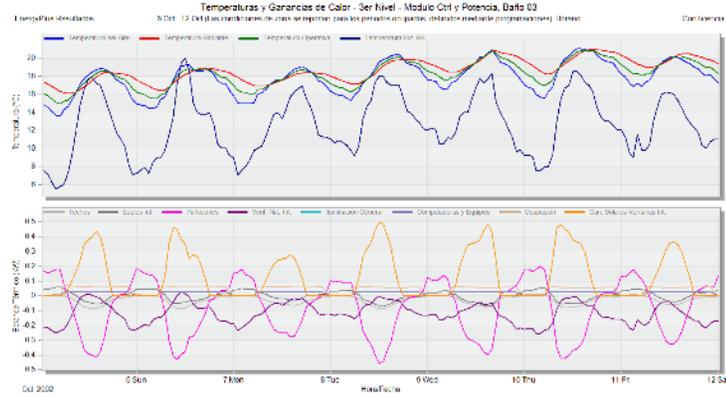


Instituto de Desarrollo Urbano

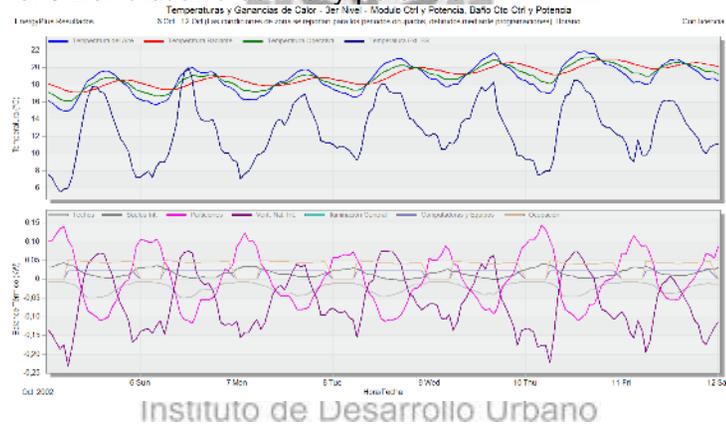
○ Nivel 3 Baño 02



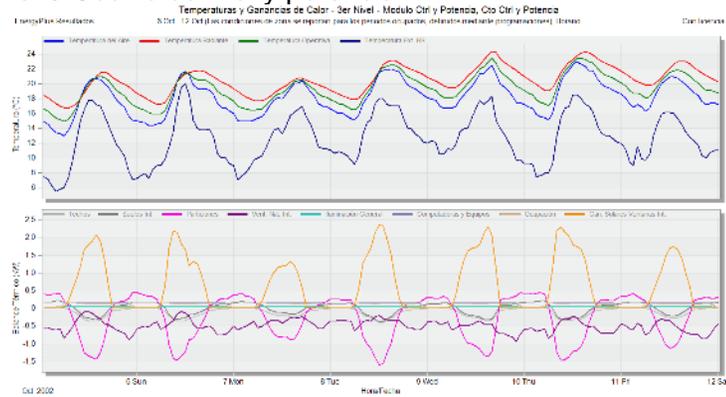
○ Nivel 3 Baño 03



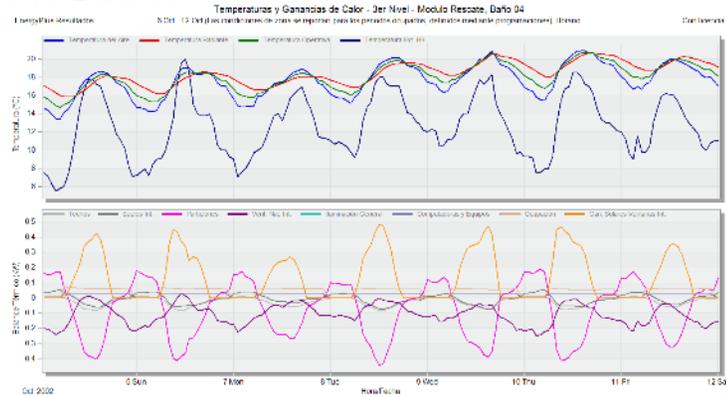
○ Nivel 3 Baño cuarto control y potencia



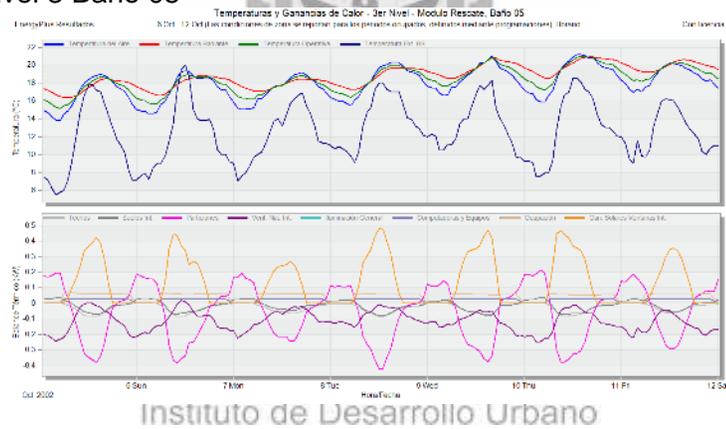
○ Nivel 3 Cuarto control y potencia



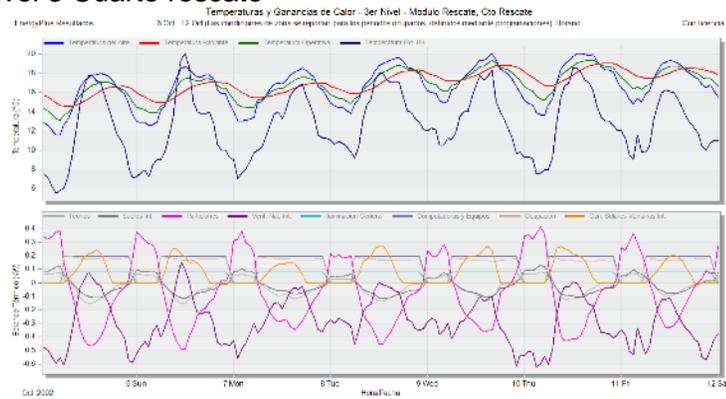
○ Nivel 3 Baño 04



○ Nivel 3 Baño 05



○ Nivel 3 Cuarto rescate



### 1.14.3 Recomendaciones

Teniendo en cuenta las simulaciones de iluminación natural, renovación de aire y confort térmico del modelo base y con el objetivo de mejorar las condiciones de habitabilidad y bienestar al interior de cada uno de los espacios se hacen las siguientes recomendaciones.

#### PISO 1

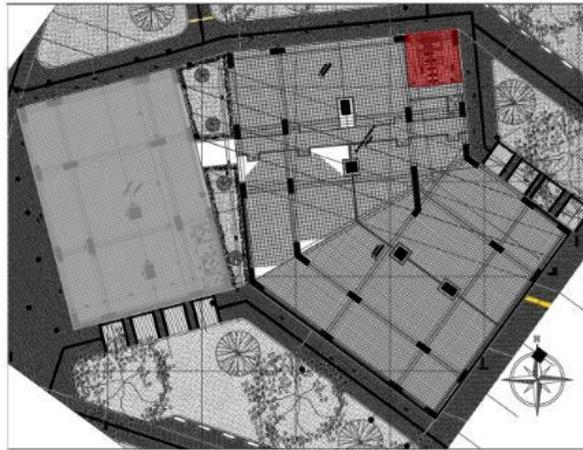
- Espacios disponibles



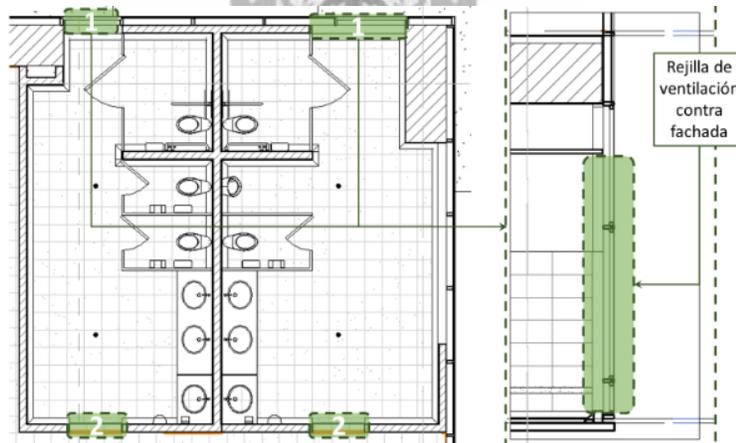
1. Implementar modulo inferior de rejillas de ventilación permanente contra fachada
2. Generar rejillas superiores de ventilación en el muro divisorio entre los disponibles 02 y 03



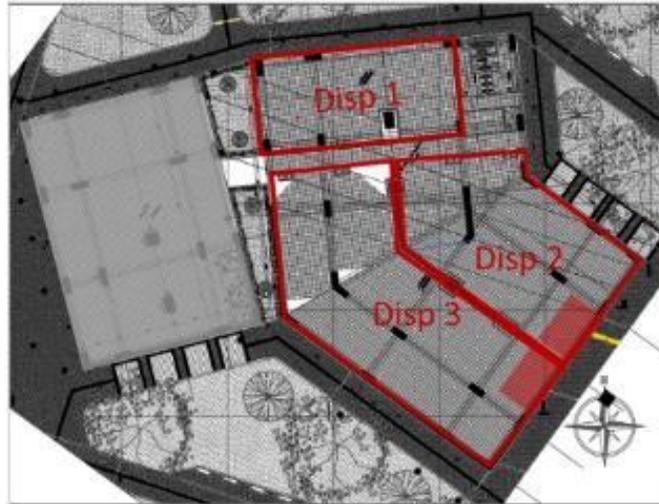
- Modulo Baños Disponible 1



1. Implementar rejilla superior de ventilación
2. Garantizar apertura permanente de ventilación



- Modulo Baños Disponibles 2 y 3



3. Generar rejillas superiores e inferiores de ventilación permanente en las puertas
4. Generar rejillas superiores de ventilación, con unas dimensiones mínimas 1m de ancho por 50cm de altura



## PISO 2

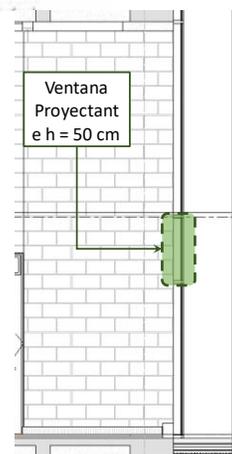
- Modulo Policía y Enfermería



1. Implementar ventanas proyectantes corridas
2. Implementar rejilla superior de ventilación
3. Garantizar aperturas superiores e inferiores de ventilación en las puertas



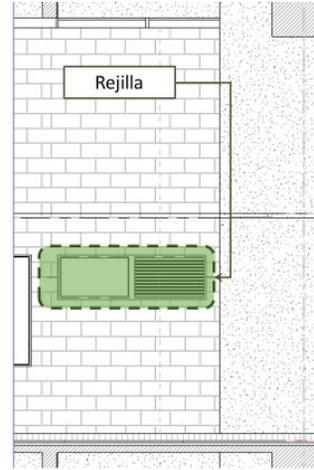
Planta



Corte



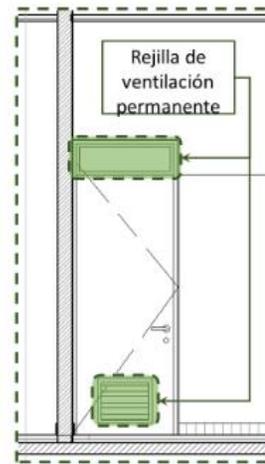
Planta



Alzado



Planta



Alzado

- Modulo Taquilla



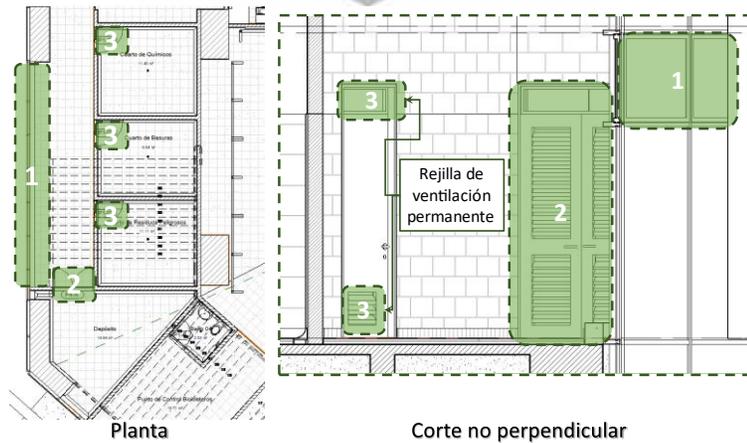
1. Garantizar aperturas superiores e inferiores de ventilación en las puertas
2. Implementar rejilla superior de ventilación



- Cuarto de basuras, aseo y almacén



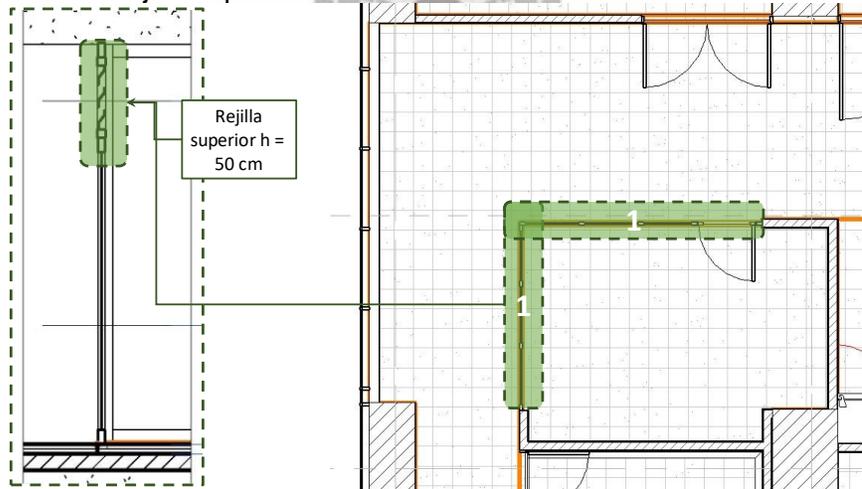
1. Implementar ventanas proyectantes corridas
2. Puerta Celosía
3. Garantizar aperturas superiores e inferiores de ventilación en las puertas



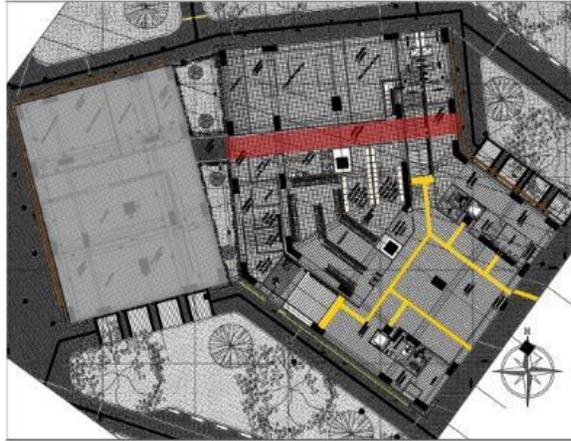
- Oficina Jefe de estación



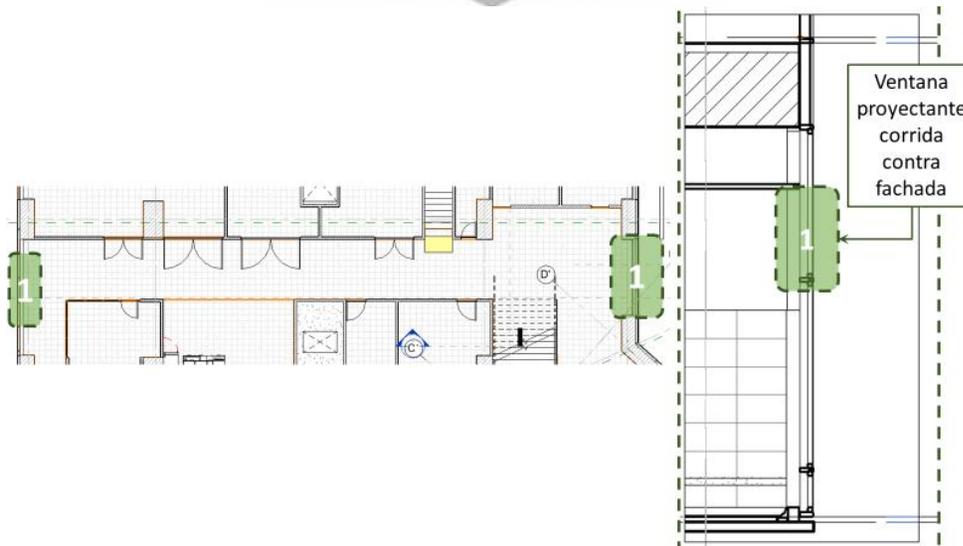
1. Implementar rejilla superior corrida



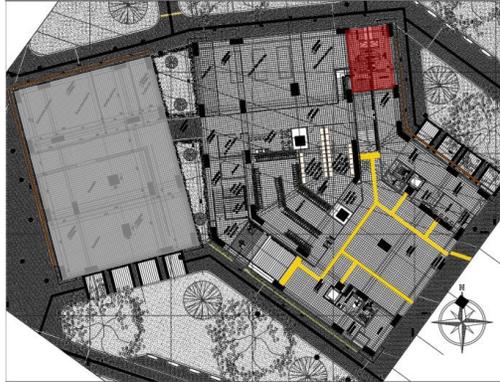
- Circulación Interna



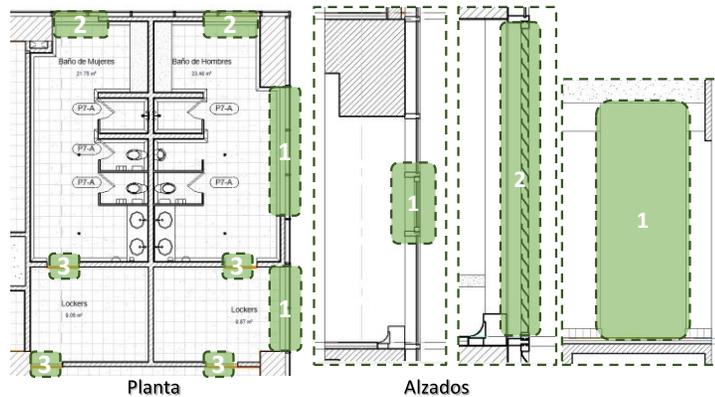
1. Implementar Ventanas proyectantes en circulación interna



- Modulo vestieres, baños y lockers



1. Implementar ventanas proyectantes corridas
2. Implementar rejillas contra fachada
3. Garantizar aperturas permanentes de ventilación en acceso

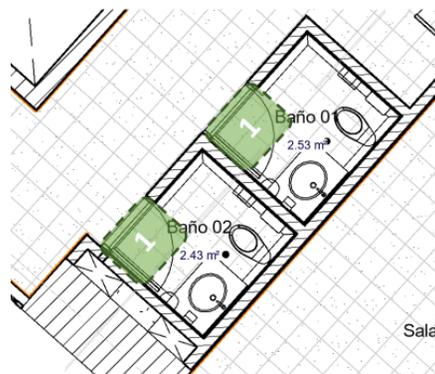


## PISO 2 (Mezanine)

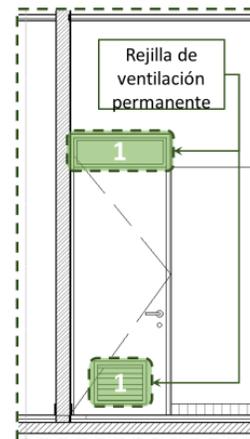
- Baños



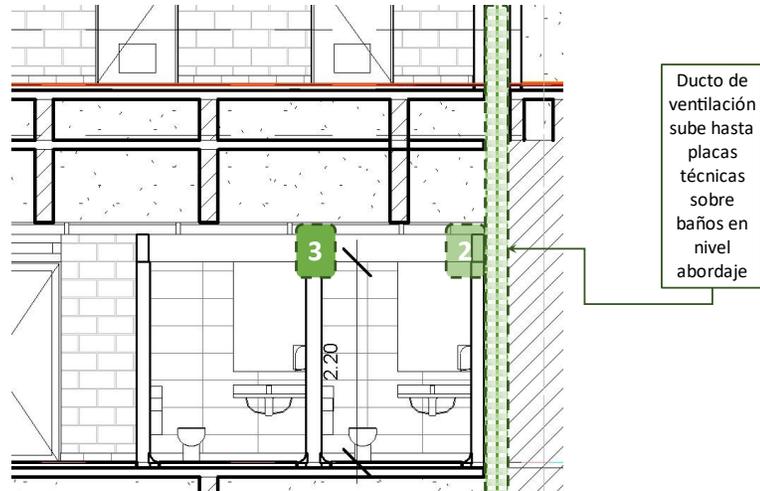
1. Garantizar aperturas superiores e inferiores de ventilación en las puertas
2. Generar rejilla superior de contra ducto
3. Generar espacio superior de ventilación entre muro y placa con una altura mínima de 40 cm en muro divisorio



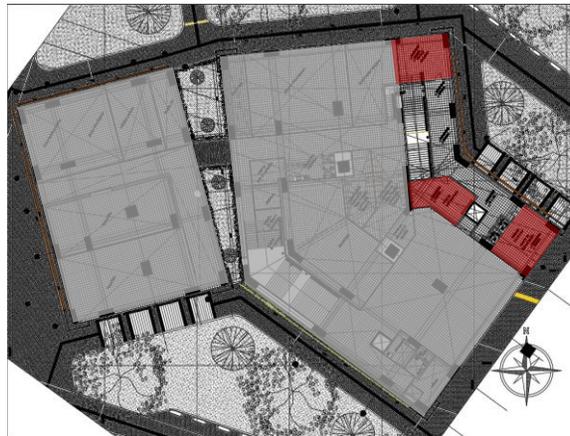
Planta



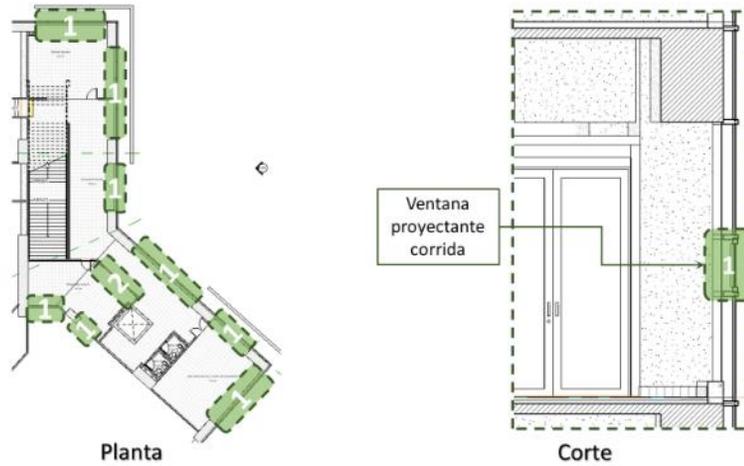
Alzado



- Oficinas y Sala de Reuniones



1. Implementar hilera corrida de ventanas proyectantes o corredizas
2. Implementar rejilla de modulo corrido de rejilla

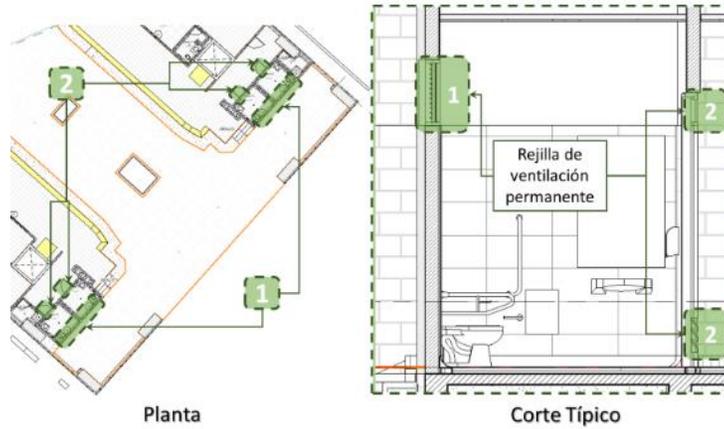


### PISO 3

- Baños



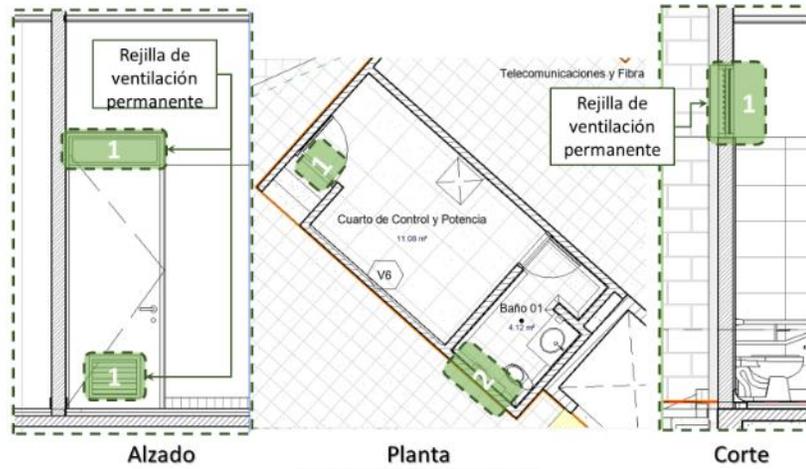
1. Implementar Rejilla Superior de Ventilación
2. Garantizar aperturas superiores e inferiores de ventilación en las puertas



- Modulo Control y Potencia

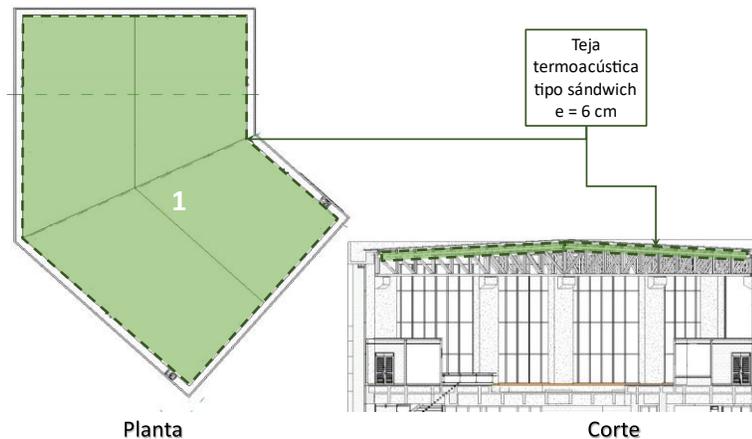


1. Garantizar aperturas superiores e inferiores de ventilación en las puertas
2. Implementar rejilla superior longitudinal de 30 cm.



- Cubierta

1. Implementación de Cubierta Termoacústica



- Vidrio de fachada

Teniendo en cuenta que la ventanería exterior indicada por arquitectura es “Vidrio templado de 10 mm color verde Ref. a definir según muestras y película de control solar” se recomienda implementar en todas las fachadas exteriores del proyecto el siguiente tipo de vidrio:

Vidrio laminado Cool Lite KNT 164: 4 mm + Pvb 0,76 + 4 mm.

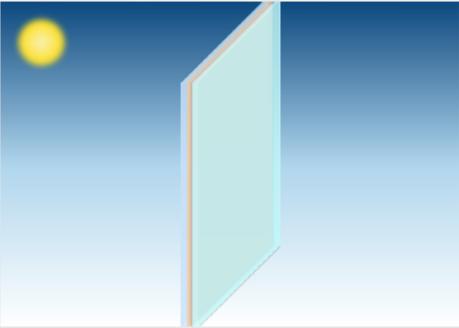
Es importante que estos vidrios tengan un tratamiento térmico debido a la alta absorción que tienen, en caso de laminarse crudo, pueden llegar a sufrir por estrés térmico.

A continuación, se presenta la ficha técnica.





Monday, January 31, 2022



**Pane 1**

INCOLOR CEBRACE (4 mm)  
COOL-LITE KNT 164  
PVB standard (2 x 0,38 mm)  
PLANILUX (4 mm)

Nota: Los espesores de estos vidrios, PVB y posible tratamiento térmico son ilustrativos y tendrán que verificarse de acuerdo al sistema de montaje, relación largo/ancho, lados apoyados, probabilidad de rotura, pendientes, etc., que tenga el proyecto, y deberán cumplir con la normatividad vigente.

Vidrio Andino

Astrid López V.

Colombia  
(57) 318 3493325  
astrid.lopez@saint-gobain.com

**LUMINOUS FACTORS** CIE (15-2004)

Light transmission (TL %) 59 %  
Outdoor reflection (RLe %) 12 %  
Indoor (RLi %) 8 %

**SOLAR FACTORS** EN410 (2011-04)

Solar factor (g) 0,51  
Shading Coefficient (SC) 0,58

**EMISSIONS**

Normal emissivity side 1 0,89  
Normal emissivity side 2 0,89

**COLOR RENDERING** CIE (15-2004)

Transmission (Ra) 94,6  
Reflection (Ra) 97,5

**BURGLAR RESIST** EN356

Result : NPD

**ENERGY FACTORS** EN410 (2011-04)

Transmission (Te) 41 %  
Reflection (Ree) 17 %  
Indoor (Rei) 13 %  
Absorption (AE1) 42 %

**THERMAL TRANSMISSION** EN673 (2011-04)

Ug 5,5 W/m².K  
0° related to vertical position

**MANUFACTURING SIZES**

Nominal thickness 8,8 mm  
Weight 21 kg/m²

**PENDULUM RESISTANCE** EN12600

Result : NPD

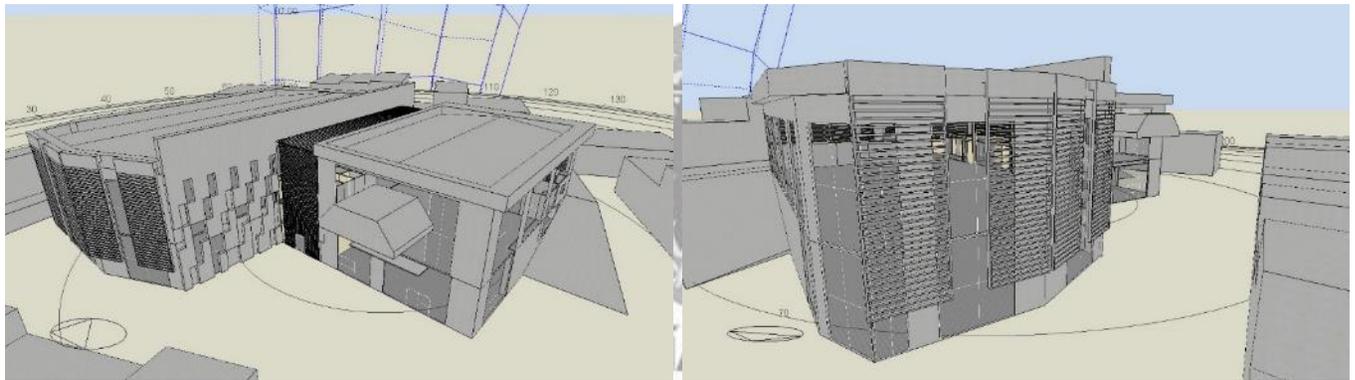
**ACOUSTICS** EN12758

Acoustic values according to EN 12758 and from notified body - Rw(C;Ctr) = 34(-1;-2) dB

## 1.15 ESTACIÓN ALTAMIRA

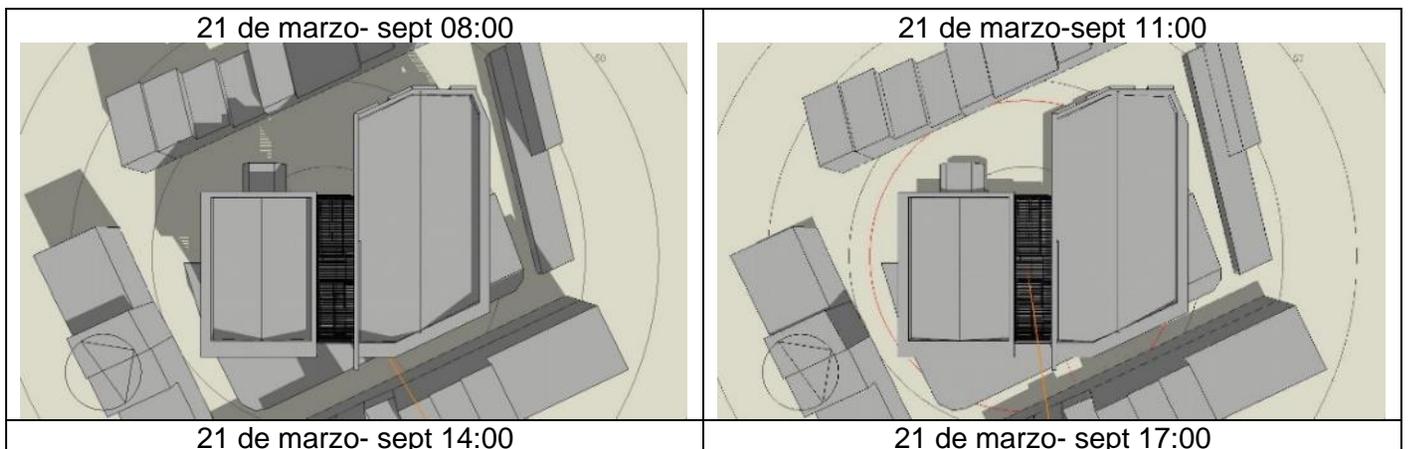
### 1.15.1 Análisis de sombras

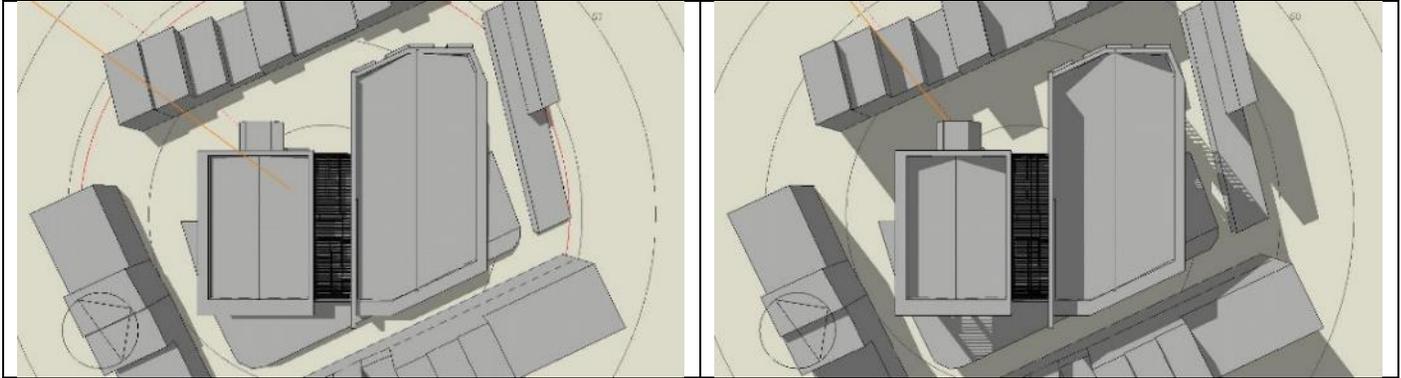
A continuación, se presenta el análisis de sombras del proyecto, para los solsticios de invierno y verano (diciembre, junio) y los equinoccios (marzo y septiembre). en las horas de (08:00, 11.00, 14.00, 17.00) con el objetivo de analizar la radiación solar incidente en el proyecto. Para este análisis se realizó un modelo 3D del proyecto con el programa DesignBuilder.



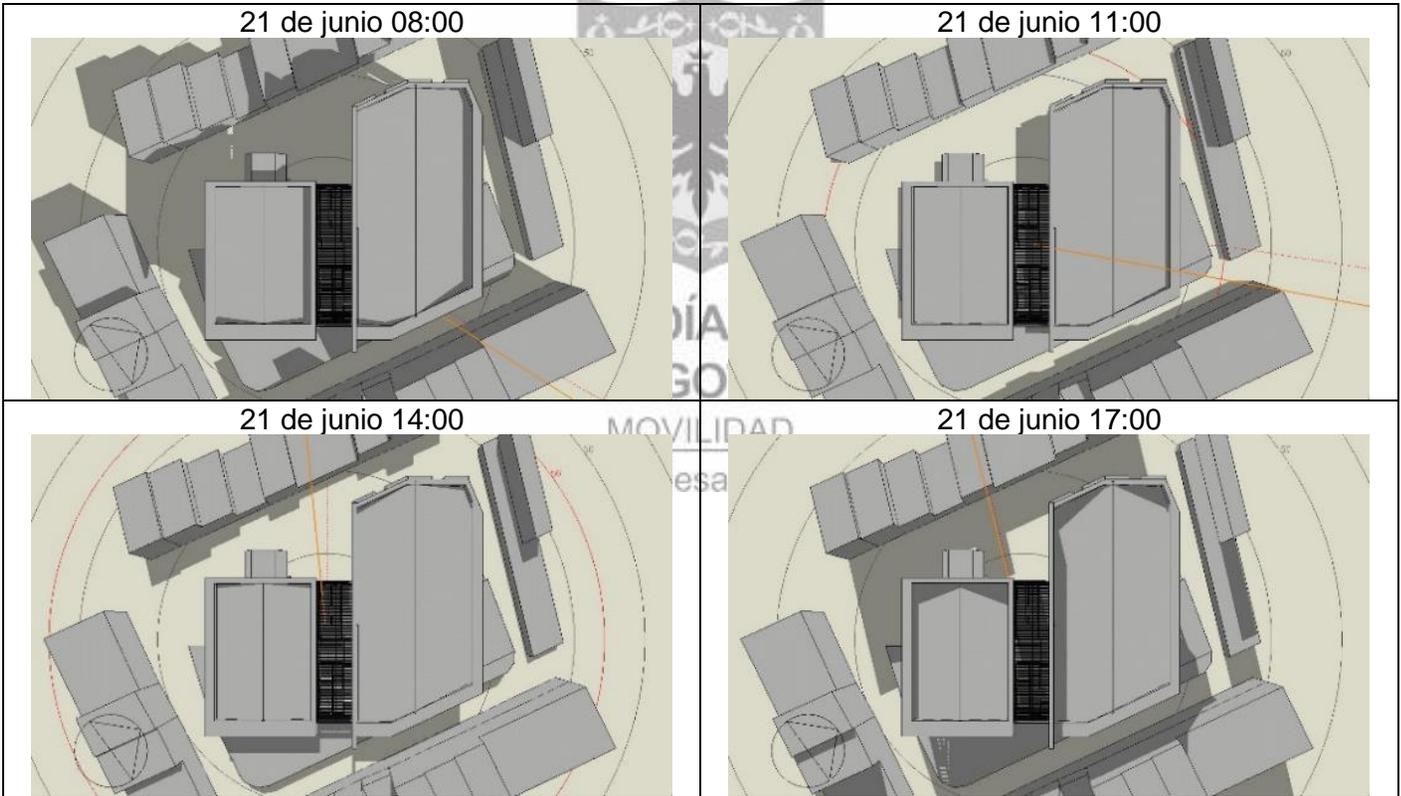
**DE BOGOTÁ D.C.**  
MOVILIDAD  
Instituto de Desarrollo Urbano

- Equinoccios

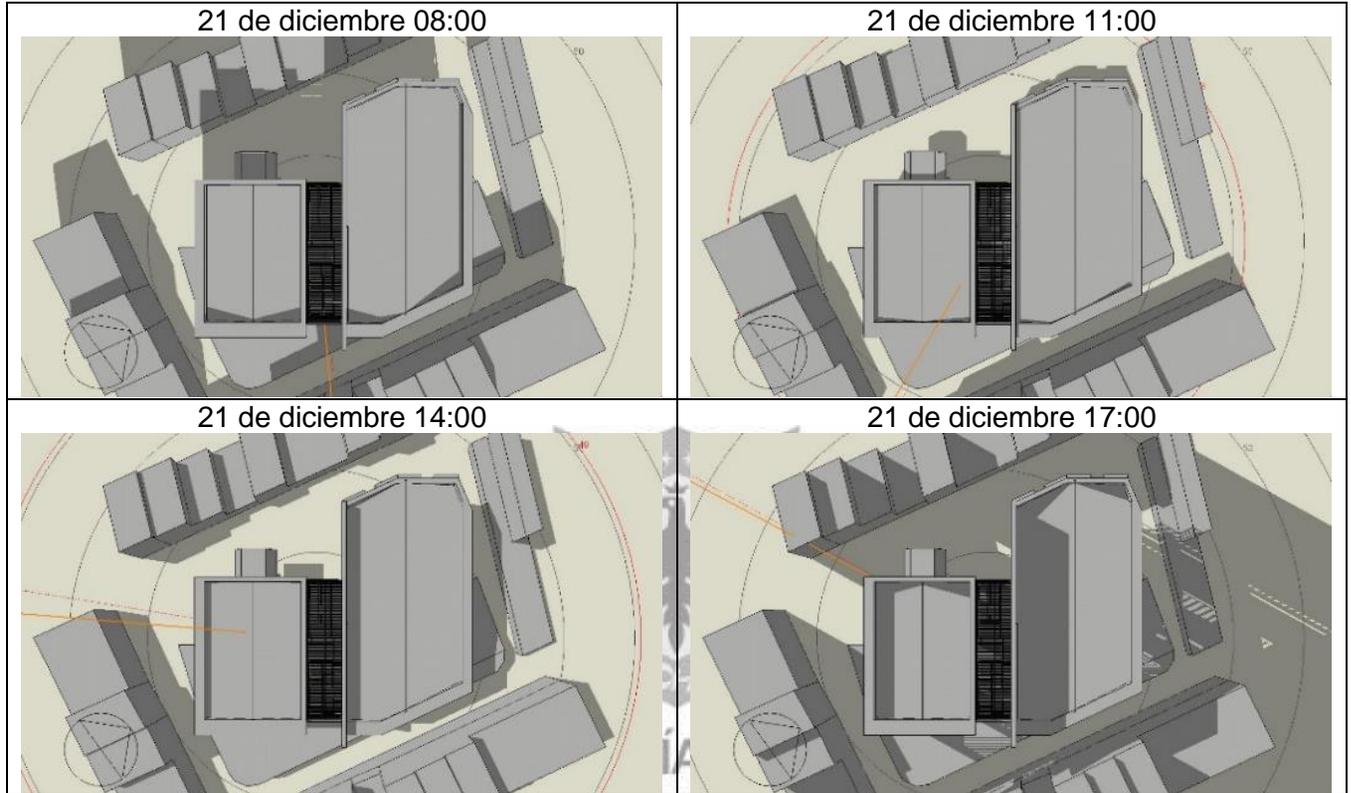




- Solsticio Verano



- Solsticio Invierno



**1.15.2 Comportamiento térmico y lumínico**

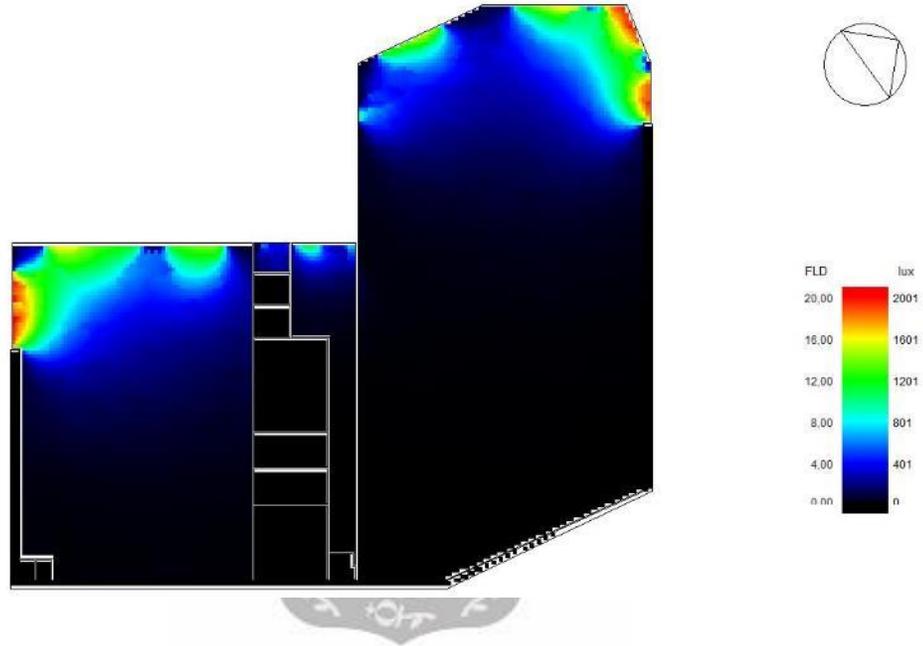
A continuación se presenta el resultado de las simulaciones de confort térmico, renovación de aire e iluminación natural. Para los análisis de confort térmico y renovación de aire se realizaron las simulaciones con el software DesignBuilder – Energyplus. Para la simulación de iluminación natural se tuvo en cuenta un cielo nublado con una iluminación exterior de 10.000 lux. Los análisis se muestran durante los horarios de ocupación. Los resultados de las simulaciones se basan en la materialidad, forma, distribución de espacio y especificaciones del modelo arquitectónico con fecha de marzo 2022.

| Espacio        | Temperatura operativa promedio (°C) | Renovación de aire mínima ASHRAE 62.1 (Renov/h) | Renovación de aire promedio simulada (Renov/h) | Factor de luz día, para un día nublado de 10.000 lux (%) |
|----------------|-------------------------------------|---|--|--|
| <b>Nivel 1</b> |                                     |   |  |  |
| Baño 01        | 18,86                               | 5,92  | 5,95   | 0,00   |
| Baño 02        | 18,92                               | 5,92  | 5,95   | 0,00   |

|                                  |       |      |       |      |
|----------------------------------|-------|------|-------|------|
| Zona Disponible                  | 18,84 | 0,51 | 3,19  | 3,32 |
| <b>Nivel 1 – Mezanine</b>        |       |      |       |      |
| Baño Hombres                     | 18,63 | 4,76 | 5,48  | 0,00 |
| Baño Mujeres                     | 19,04 | 4,76 | 6,79  | 0,00 |
| Centro gestión tecnológica       | 25,66 | 1,13 | 2,2   | 0,00 |
| Cocineta y comedor               | 24,24 | 1,30 | 2,1   | 0,02 |
| Oficina coordinador de seguridad | 25,27 | 1,02 | 2,1   | 0,00 |
| Oficina ingeniero cable          | 27,67 | 0,86 | 2,1   | 0,00 |
| Sala de reuniones                | 22,38 | 1,44 | 2,1   | 0,00 |
| <b>Nivel 2 - Plataforma</b>      |       |      |       |      |
| Área Libre plataforma            | 18,13 | 4,54 | 17,68 | 8,47 |
| Baño 04                          | 18,68 | 5,71 | 5,8   | 0,00 |
| Guardia de seguridad             | 23,93 | 0,91 | 1,2   | 2,30 |
| Recaudo                          | 25,00 | 1,30 | 1,5   | 0,00 |
| Taquilla                         | 25,54 | 1,00 | 1,5   | 0,83 |
| Atención al usuario              | 18,72 | 1,22 | 9,59  | 9,43 |
| Policía                          | 18,52 | 1,53 | 7,29  | 4,86 |
| Baño Control y potencia          | 18,95 | 5,14 | 5,3   | 0,00 |
| Control y potencia               | 19,12 | 0,82 | 1,2   | 0,59 |
| Baño 1                           | 18,21 | 5,71 | 5,8   | 0,00 |
| Baño 2                           | 20,46 | 5,71 | 5,9   | 0,00 |
| Baño Enfermería                  | 21,36 | 5,71 | 5,8   | 0,00 |
| Enfermería                       | 21,03 | 1,10 | 2,3   | 0,05 |
| Grupo de rescate                 | 21,19 | 1,49 | 2,2   | 0,00 |

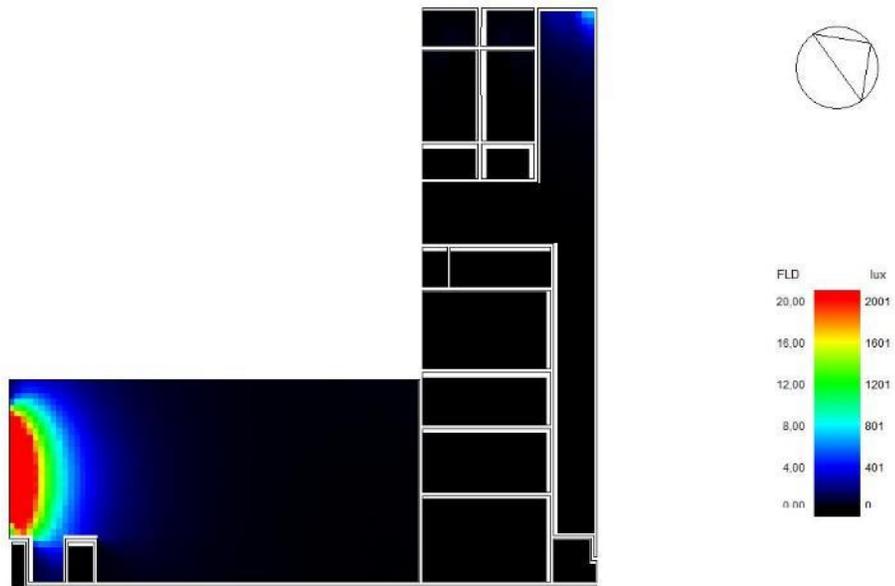
Se presentan los resultados gráficos de las simulaciones de iluminación natural y confort térmico de cada uno de los espacios analizados.

- Piso 1

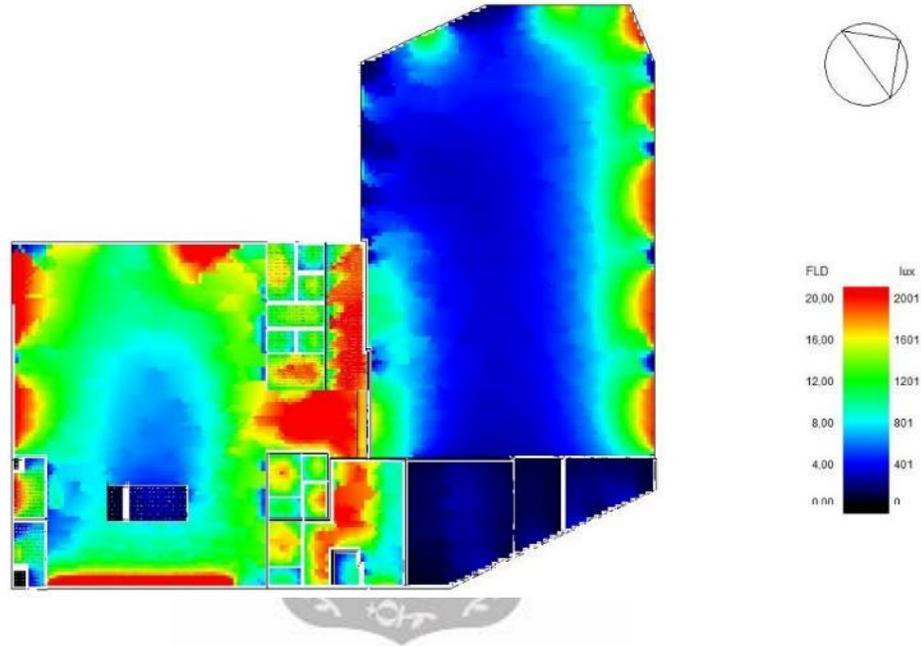


- Mezanine

ALCALDÍA MAYOR  
 DE BOGOTÁ D.C.

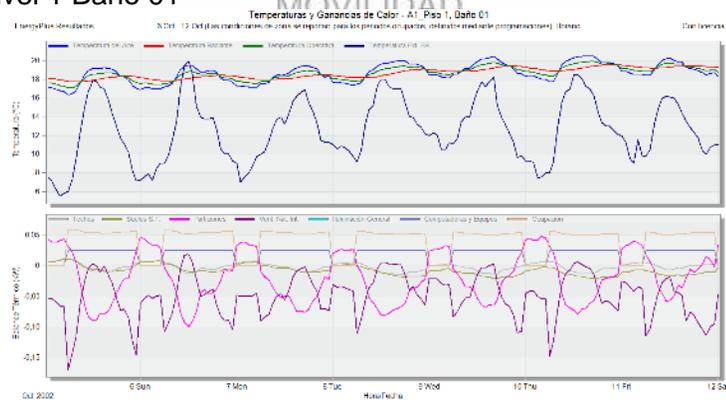


- Piso 2

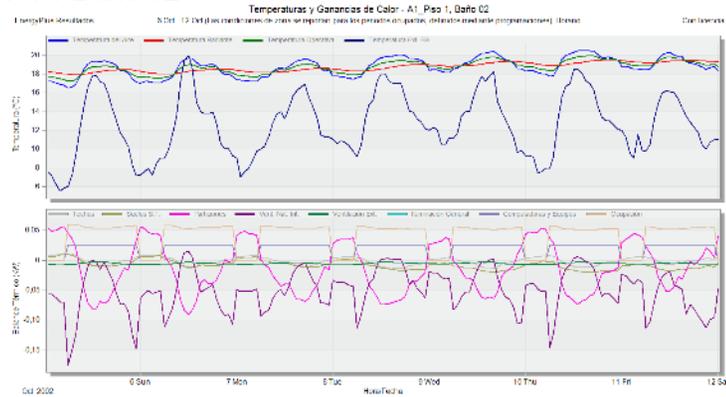


- Resultados de las simulaciones de confort térmico

o Nivel 1 Baño 01



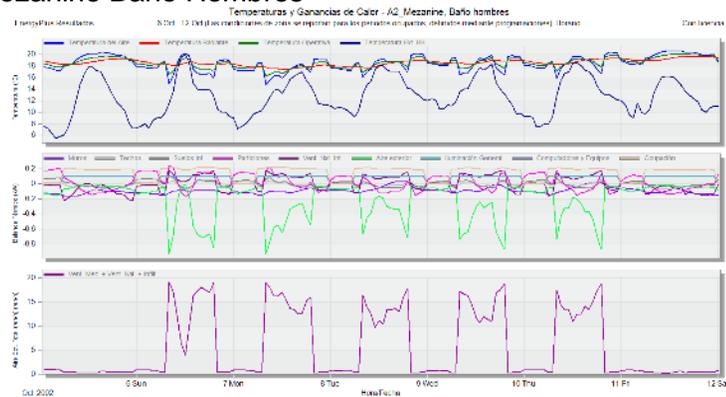
○ Nivel 1 Baño 02



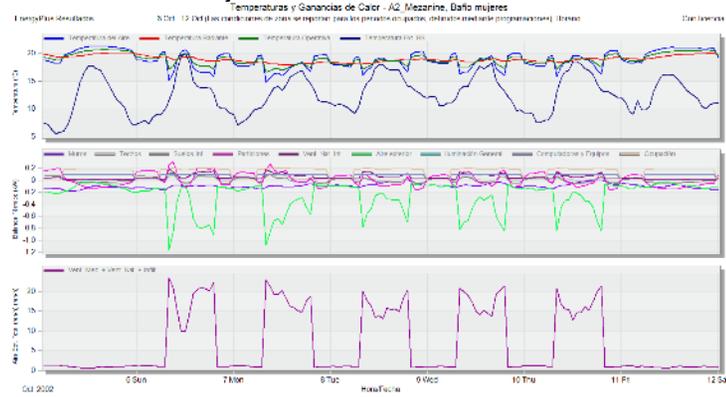
○ Nivel 1 Zona Disponible



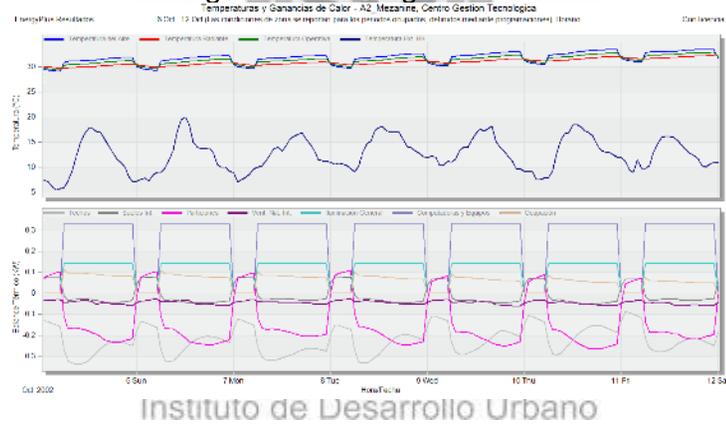
○ Mezanine Baño Hombres



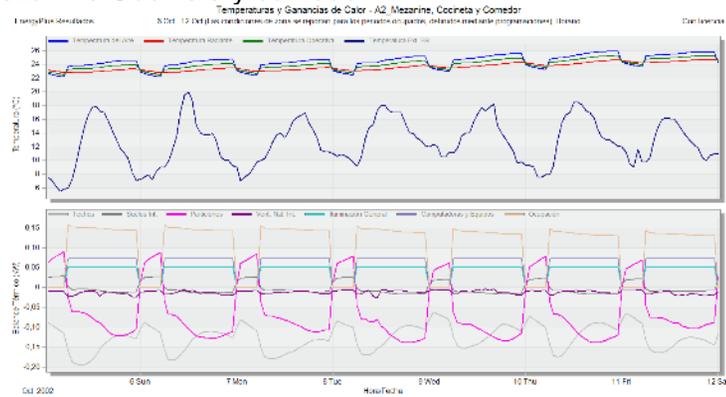
○ **Mezanine Baño Mujeres**



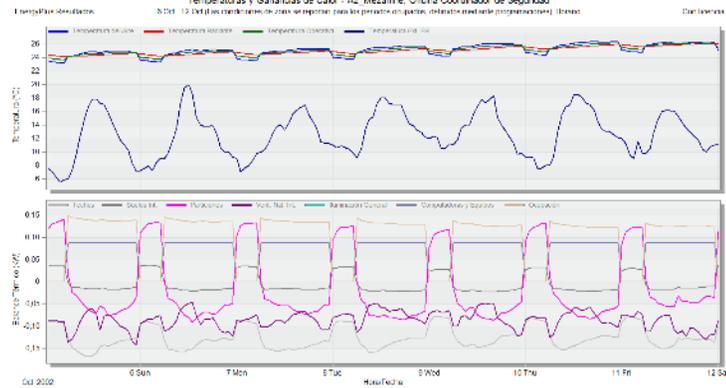
○ **Mezanine Centro gestión tecnológica**



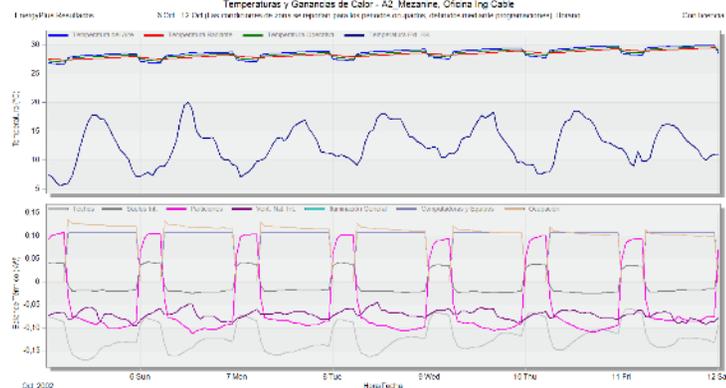
○ **Mezanine Cocineta y comedor**



○ Mezanine Oficina coordinador de seguridad

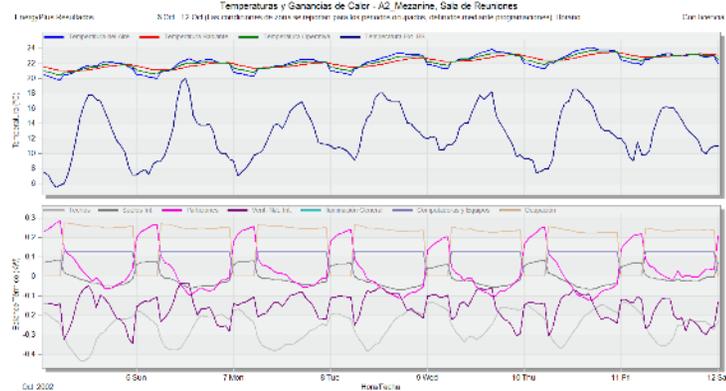


○ Mezanine Oficina ingeniero cable

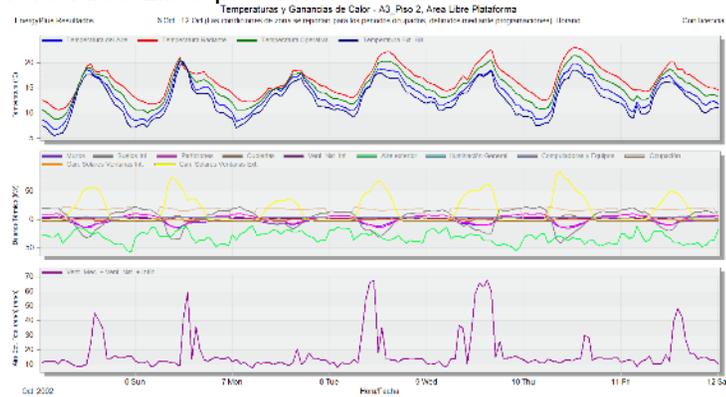


Instituto de Desarrollo Urbano

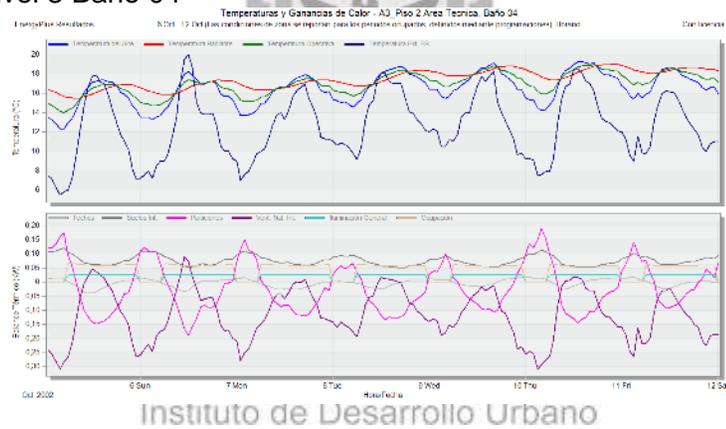
○ Mezanine Sala de reuniones



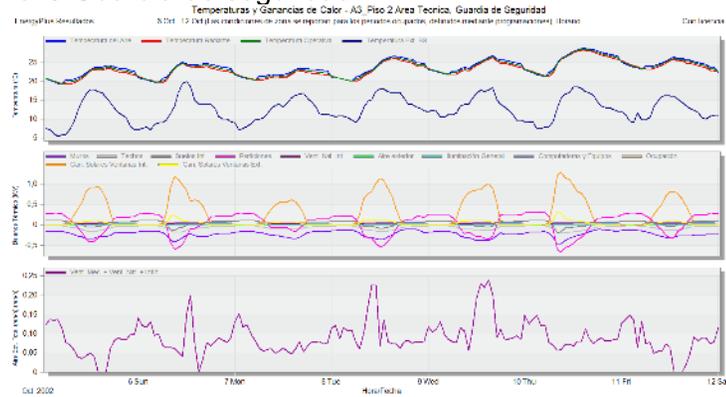
○ Nivel 3 Área Libre plataforma



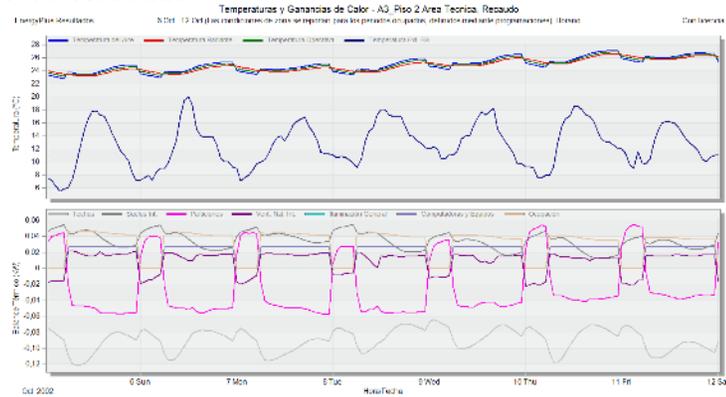
○ Nivel 3 Baño 04



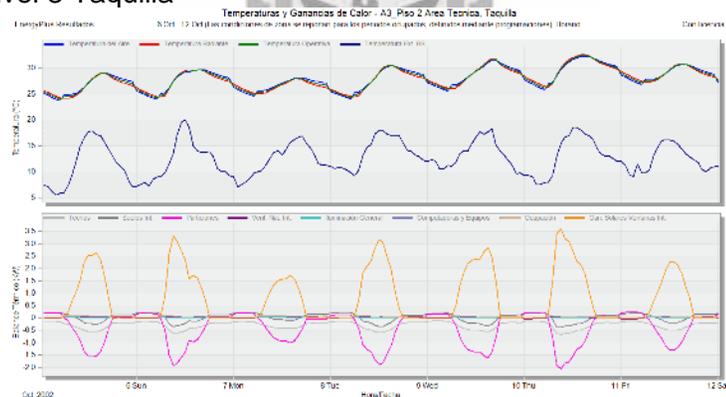
○ Nivel 3 Guardia de seguridad



○ Nivel 3 Recaudo

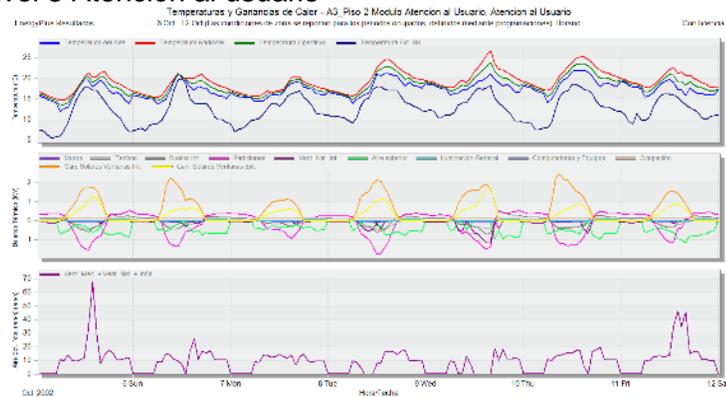


○ Nivel 3 Taquilla

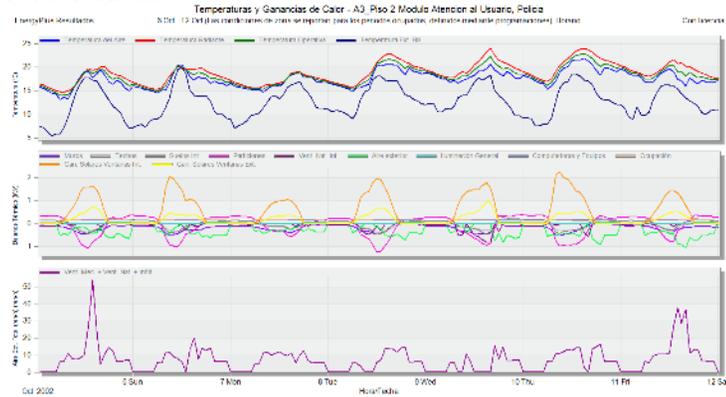


Instituto de Desarrollo Urbano

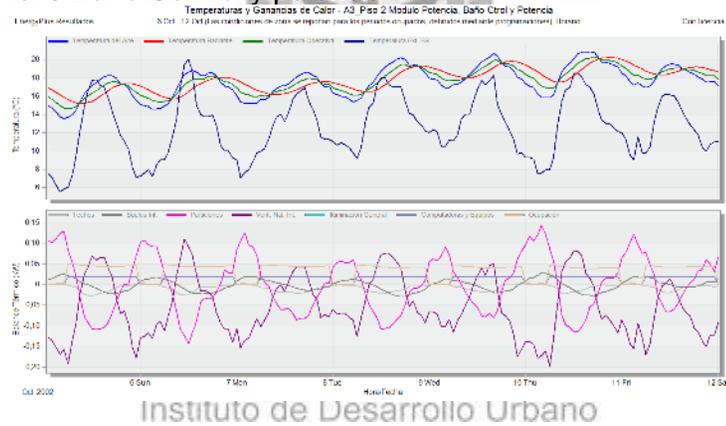
○ Nivel 3 Atención al usuario



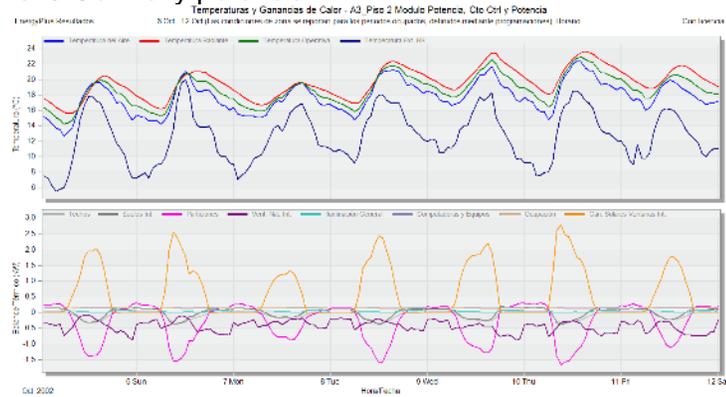
○ Nivel 3 Policía



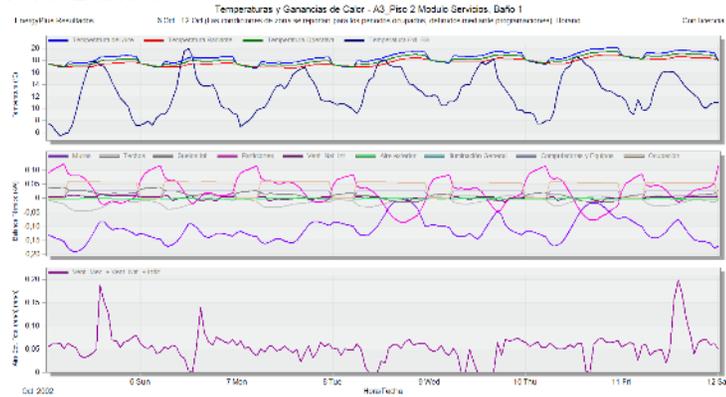
○ Nivel 3 Baño Control y potencia



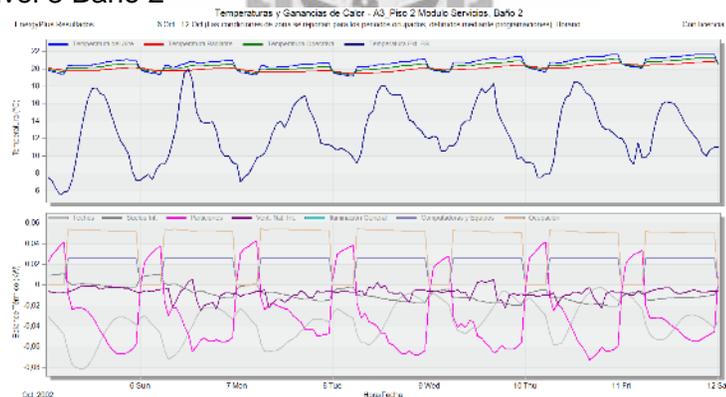
○ Nivel 3 Control y potencia



○ Nivel 3 Baño 1

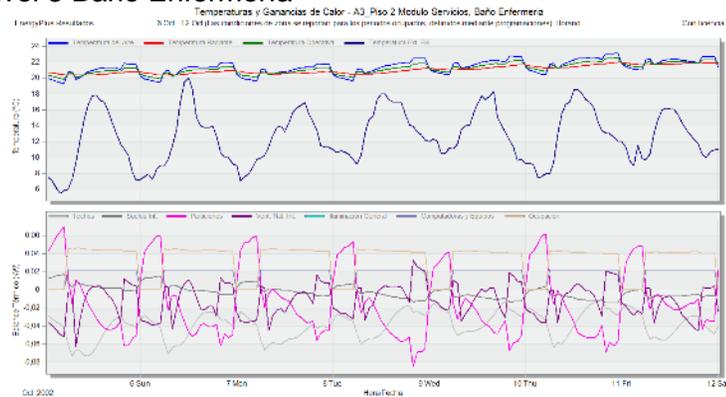


○ Nivel 3 Baño 2

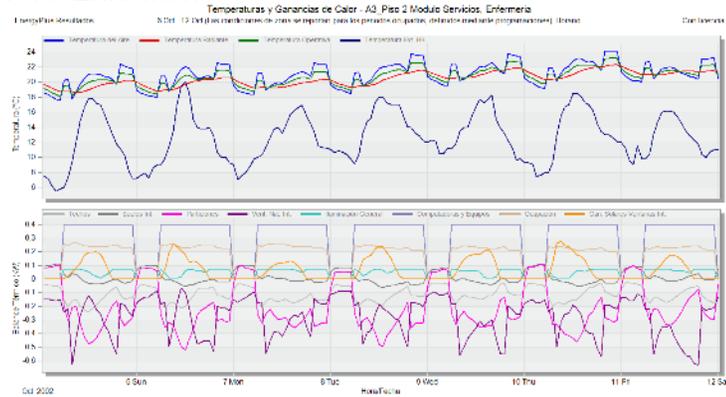


Instituto de Desarrollo Urbano

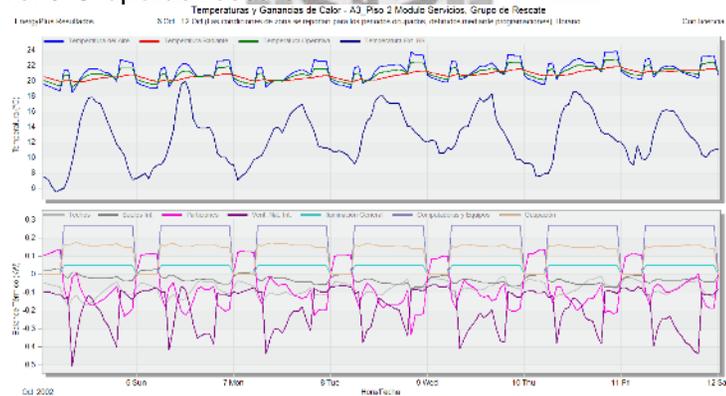
○ Nivel 3 Baño Enfermería



○ Nivel 3 Enfermería



○ Nivel 3 Grupo de rescate



Instituto de Desarrollo Urbano

**1.15.3 Recomendaciones**

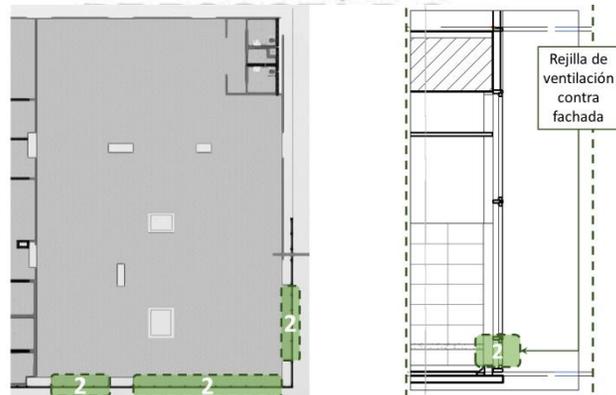
Teniendo en cuenta las simulaciones de iluminación natural, renovación de aire y confort térmico del modelo base y con el objetivo de mejorar las condiciones de habitabilidad y bienestar al interior de cada uno de los espacios se hacen las siguientes recomendaciones.

## PISO 1

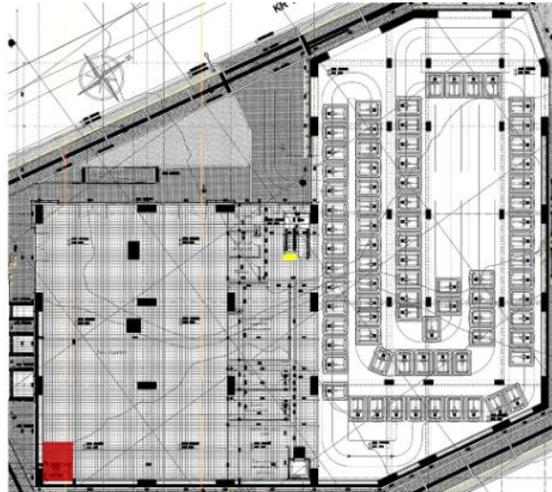
- Zona disponible



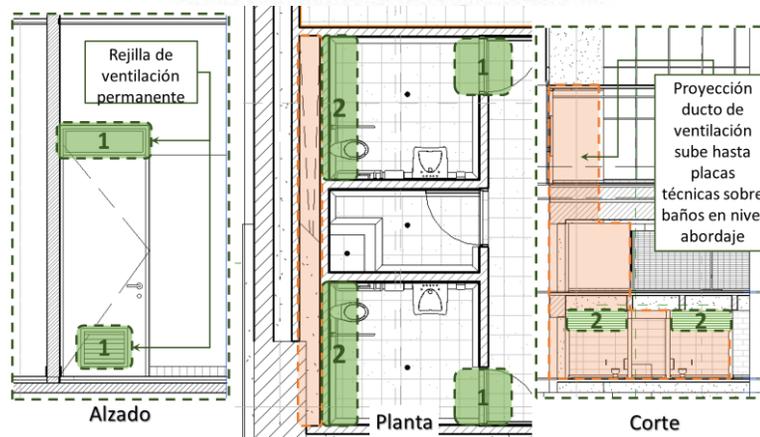
1. Garantizar la apertura permanente de las puertas en los horarios de ocupación
2. Implementar modulo inferior de rejillas de ventilación permanente contra fachada



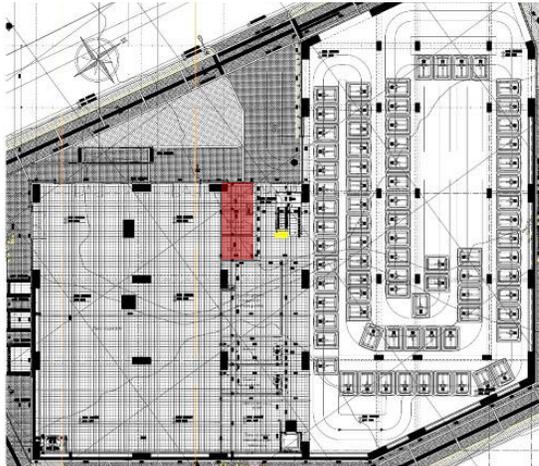
- Baños Zona disponible



1. Generar aberturas superiores e inferiores de ventilación en puertas
2. Implementar rejillas superiores de ventilación en ducto que sube hasta el nivel de las placas técnicas sobre cuartos en nivel de abordaje



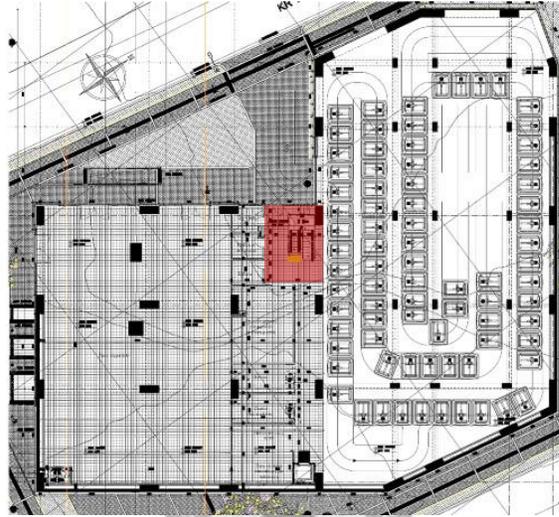
- Químicos, Residuos Peligrosos y Basuras



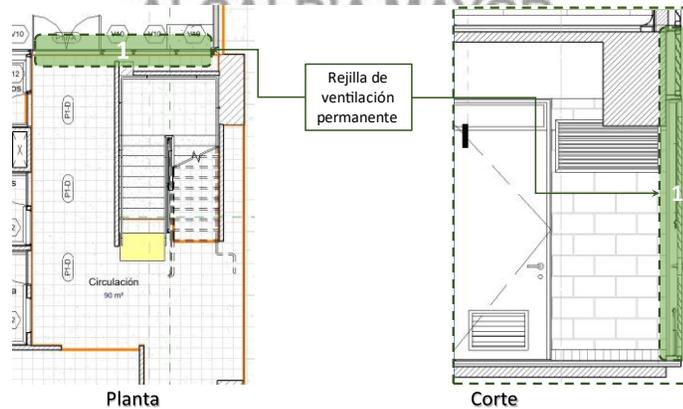
1. Garantizar aperturas superiores e inferiores de ventilación en las puertas
2. Implementar rejillas superiores de ventilación



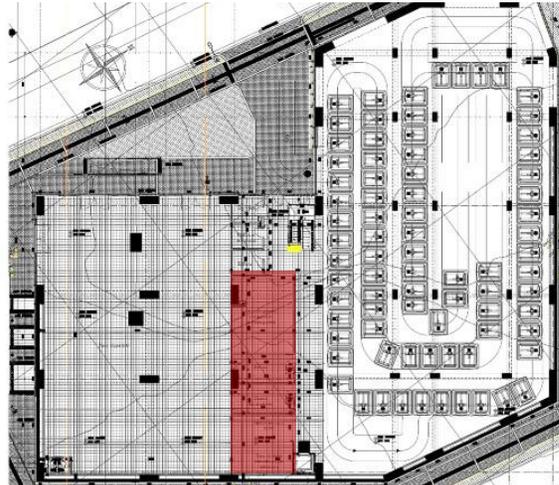
- Circulación



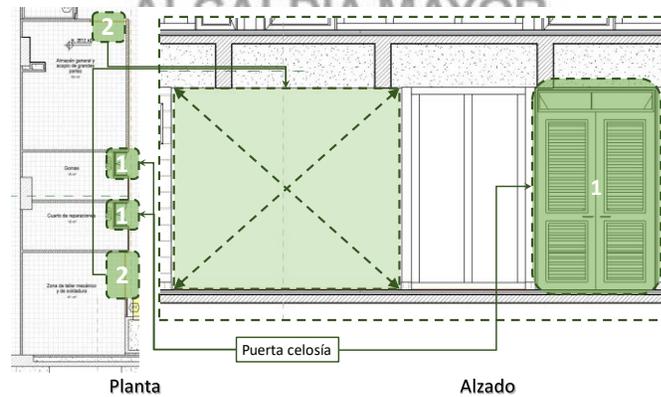
1. Implementar rejilla de ventilación permanente contra fachada



- Cuartos Técnicos

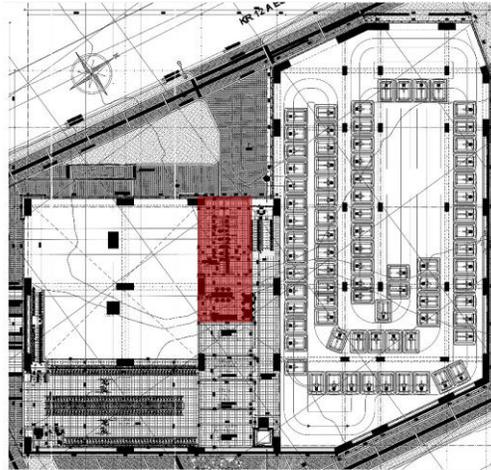


1. Implementar puertas tipo celosía
2. Garantizar aperturas permanentes de ventilación en acceso a espacio

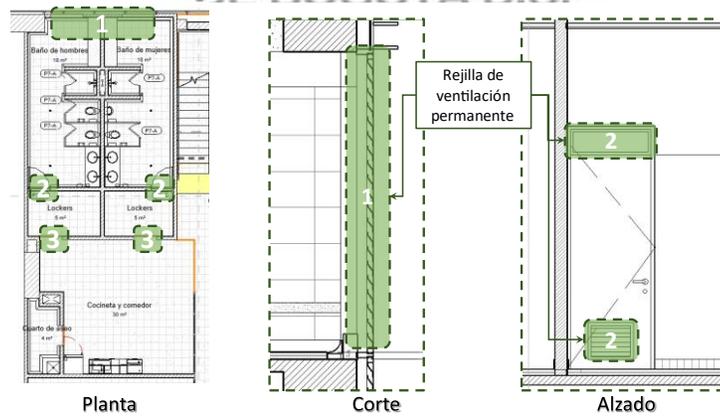


## PISO 1 (Mezanine)

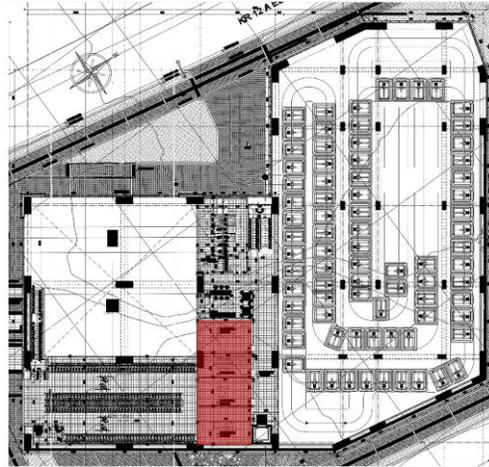
- Baños, vestieres, cocineta y comedor



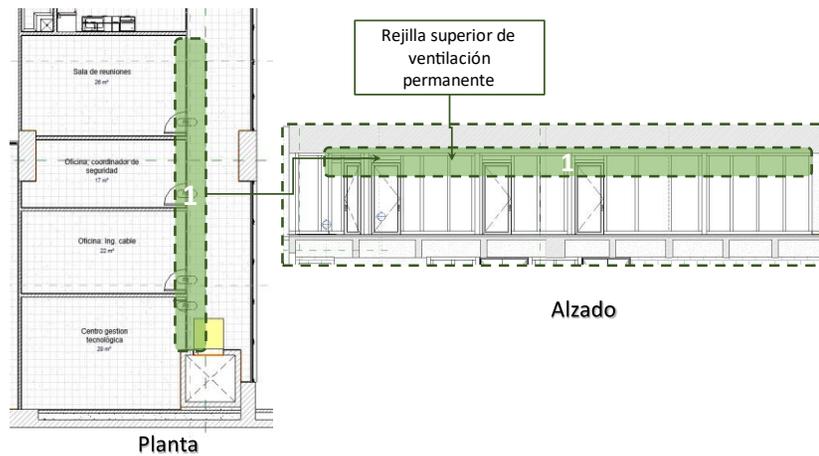
1. Implementar rejillas de ventilación contra fachada
2. Garantizar aperturas superiores e inferiores de ventilación en las puertas
3. Implementar vano libre de acceso al espacio



- Oficinas y Sala de Reuniones

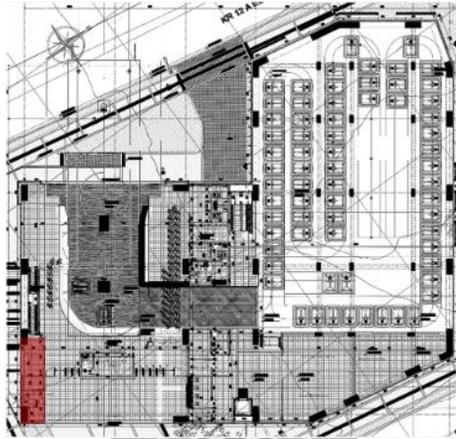


1. Garantizar aperturas superiores de ventilación en las puertas
2. Implementar inyección mecánica)

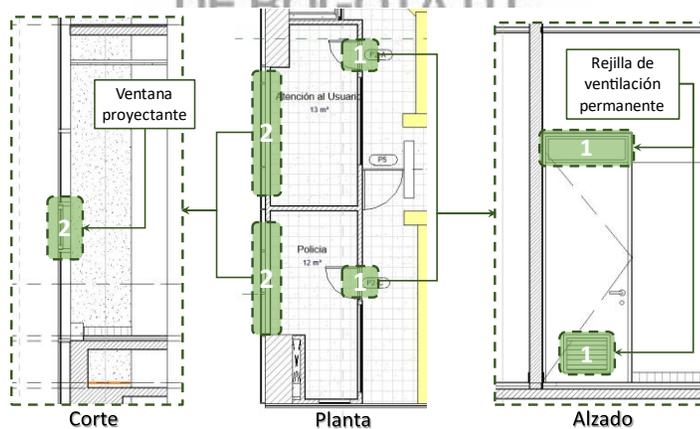


## PISO 2

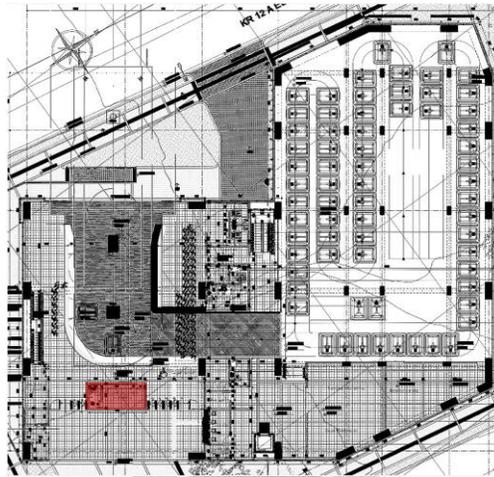
- Atención al usuario y policía



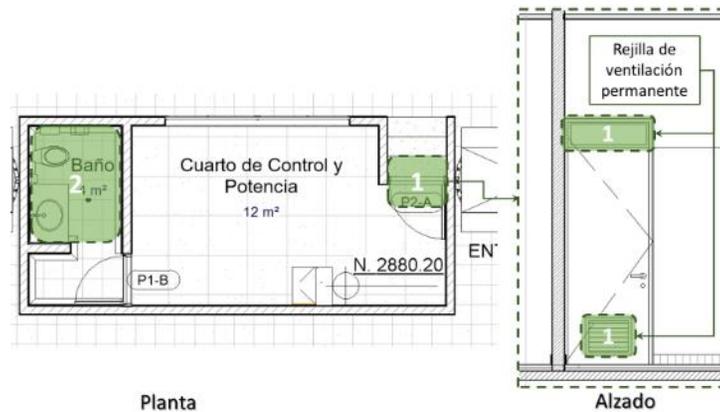
1. Garantizar aperturas superiores e inferiores de ventilación en las puertas
2. Implementar ventana proyectante corrida contra fachada



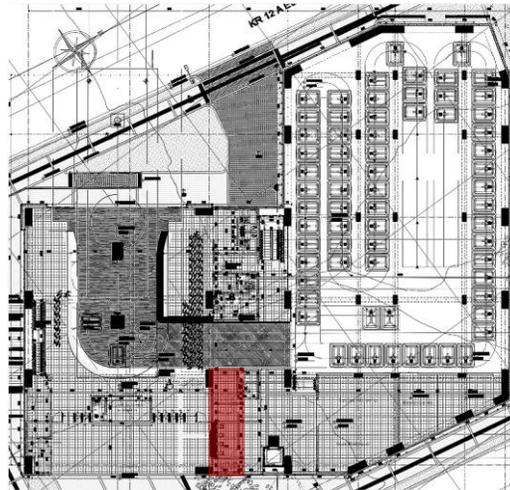
- Control y potencia



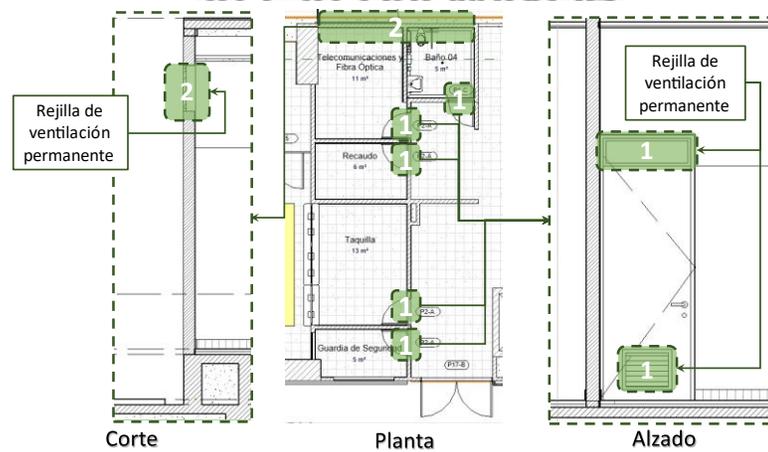
1. Garantizar aperturas superiores e inferiores de ventilación en las puertas
2. Implementar rejilla superior de ventilación hacia área libre plataforma



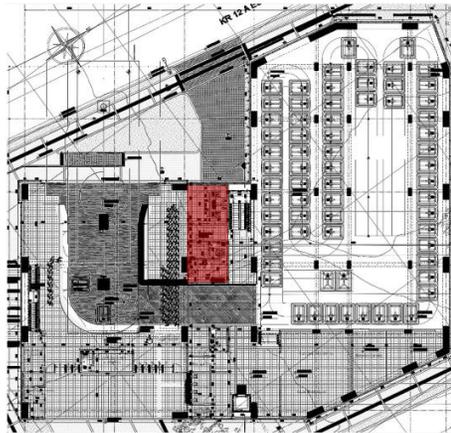
- Modulo taquilla y recaudo



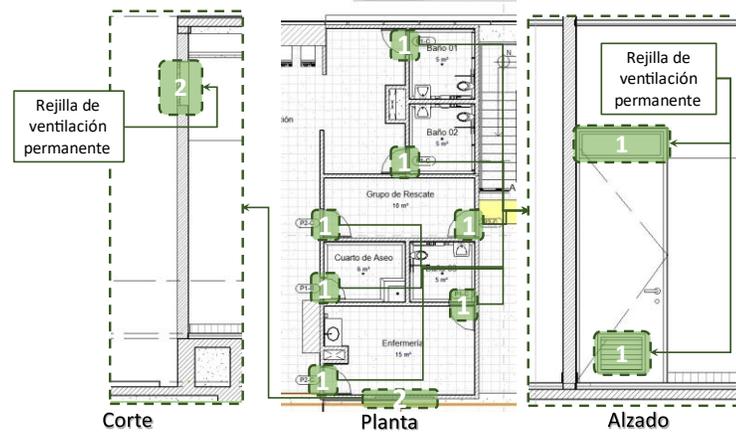
1. Garantizar aperturas superiores e inferiores de ventilación en las puertas
2. Implementar rejilla superior corrida



- Modulo Enfermería, Rescate y Baños

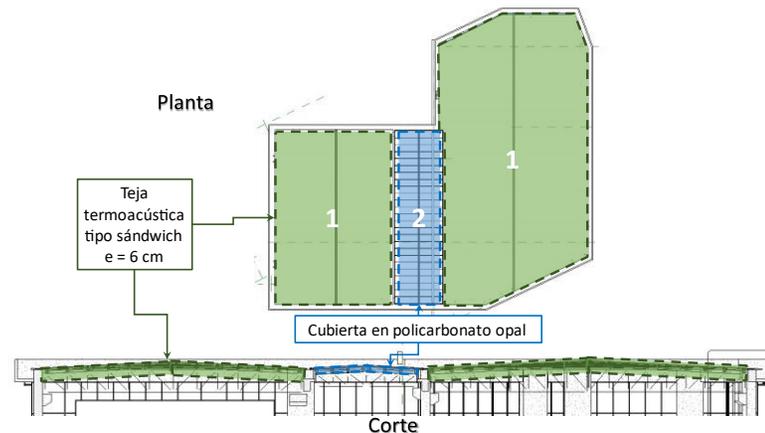


1. Garantizar aperturas superiores e inferiores de ventilación en las puertas
2. Implementar rejilla superior corrida



- Cubierta

1. Implementación de cubierta termoacústica
2. Cubierta en policarbonato opal con transmisión de luz no mayor a 40%.



- Vidrio de fachada

Teniendo en cuenta que la ventanería exterior indicada por arquitectura es “Vidrio templado de 10 mm color verde Ref. a definir según muestras y película de control solar” se recomienda implementar en todas las fachadas exteriores del proyecto el siguiente tipo de vidrio:

MOVILIDAD  
Instituto de Desarrollo Urbano

Vidrio laminado Cool Lite KNT 164: 4 mm + Pvb 0,76 + 4 mm.

Es importante que estos vidrios tengan un tratamiento térmico debido a la alta absorción que tienen, en caso de laminarse crudo, pueden llegar a sufrir por estrés térmico.

A continuación se presenta la ficha técnica.

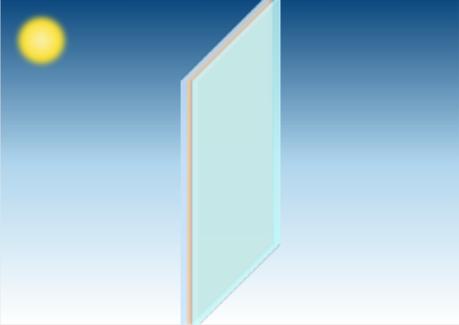


SAINT-GOBAIN



Calumen III 1.20

Monday, January 31, 2022



**Pane 1**

INCOLOR CEBRACE (4 mm)  
 COOL-LITE KNT 164  
 PVB standard (2 x 0,38 mm)  
 PLANILUX (4 mm)

Nota: Los espesores de estos vidrios, PVB y posible tratamiento térmico son ilustrativos y tendrán que verificarse de acuerdo al sistema de montaje, relación largo/ancho, lados apoyados, probabilidad de rotura, pendientes, etc., que tenga el proyecto, y deberán cumplir con la normatividad vigente.

Vidrio Andino

Astrid López V.

Colombia  
 (57) 318 3493325  
 astrid.lopez@saint-gobain.com

**LUMINOUS FACTORS** CIE (15-2004)

Light transmission (TL %) 59 %

Outdoor reflection (RLe %) 12 %

Indoor (RLi %) 8 %

**SOLAR FACTORS** EN410 (2011-04)

Solar factor (g) 0,51

Shading Coefficient (SC) 0,58

**EMISSIVITIES**

Normal emissivity side 1 0,89

Normal emissivity side 2 0,89

**COLOR RENDERING** CIE (15-2004)

Transmission (Ra) 94,6

Reflection (Ra) 97,5

**BURGLAR RESIST** EN356

Result : NPD

**ENERGY FACTORS** EN410 (2011-04)

Transmission (Te) 41 %

Reflection (Ree) 17 %

Indoor (Rei) 13 %

Absorption (AE1) 42 %

**THERMAL TRANSMISSION** EN673 (2011-04)

Ug 5,5 W/m².K

0° related to vertical position

**MANUFACTURING SIZES**

Nominal thickness 8,8 mm

Weight 21 kg/m²

**PENDULUM RESISTANCE** EN12600

Result : NPD

**ACOUSTICS** EN12758

Acoustic values according to EN 12758 and from notified body - Rw(C;Ctr) = 34(-1;-2) dB

- Cubiertas translucidas

Teniendo en cuenta que algunas cubiertas indicadas por arquitectura son translucidas se recomienda implementar en todas las cubiertas translucidas del proyecto policarbonato tipo opal con las siguientes características:



| STANDARD  |      | Multicell<br>16/22mm |
|-----------|------|----------------------|
| Opal OP22 | LT%  | 21                   |
|           | ST%  | 28                   |
|           | SR%  | 45                   |
|           | SHGC | 0.34                 |

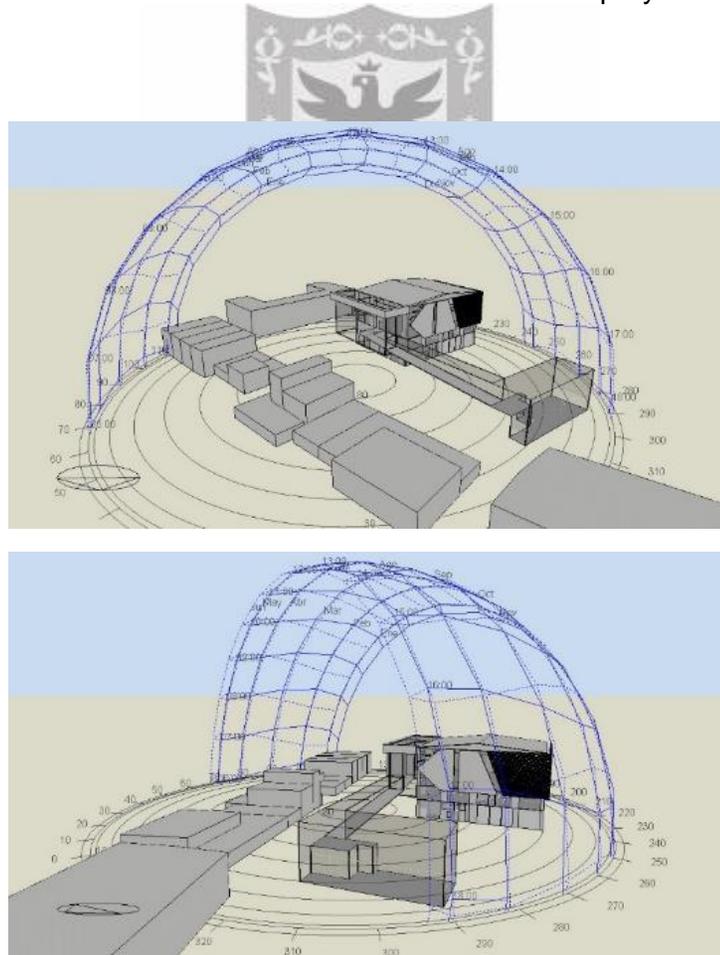


## PUENTE PEATONAL 20 DE JULIO

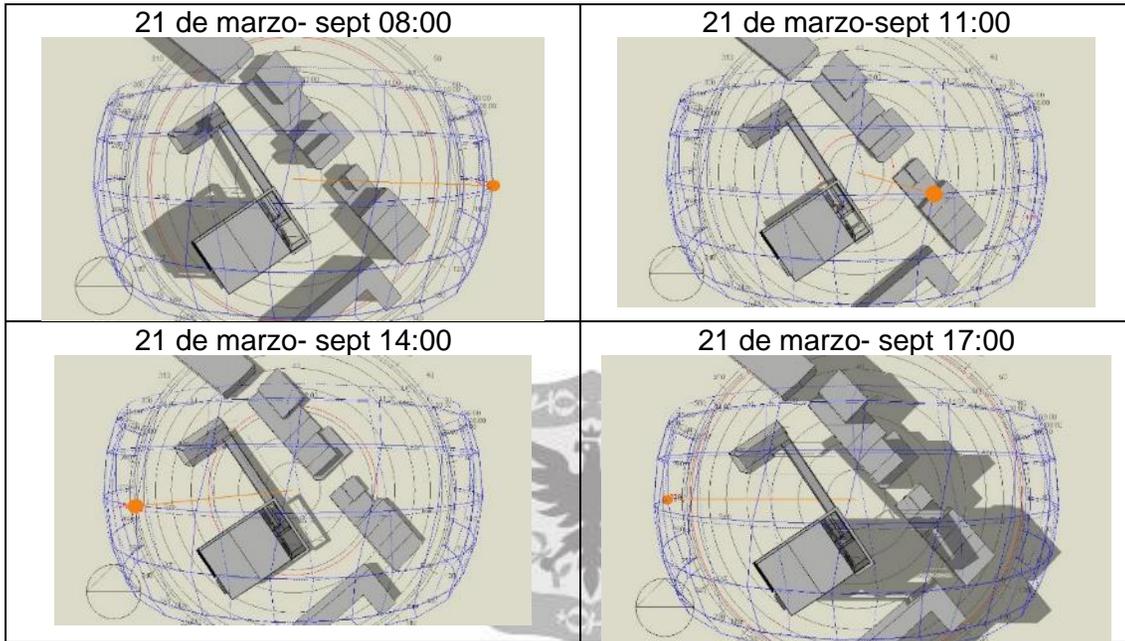
A continuación, se presenta el análisis del puente peatonal de la estación 20 de Julio.

### 1.16 ESTUDIO DE HELIOARQUITECTURA

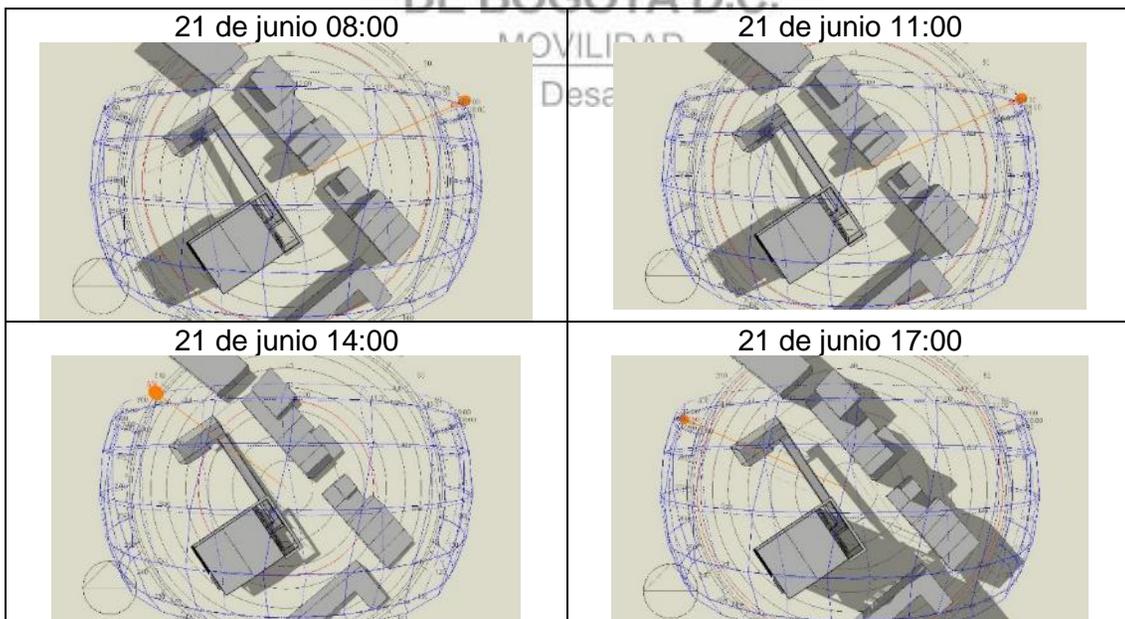
A continuación, se presenta el análisis de sombras del proyecto, para los solsticios de invierno y verano (diciembre, junio) y los equinoccios (marzo y septiembre). en las horas de (08:00, 11.00, 14.00, 17.00) con el objetivo de analizar la radiación solar incidente en el proyecto. Para este análisis se realizó un modelo 3D del proyecto con el programa DesignBuilder.



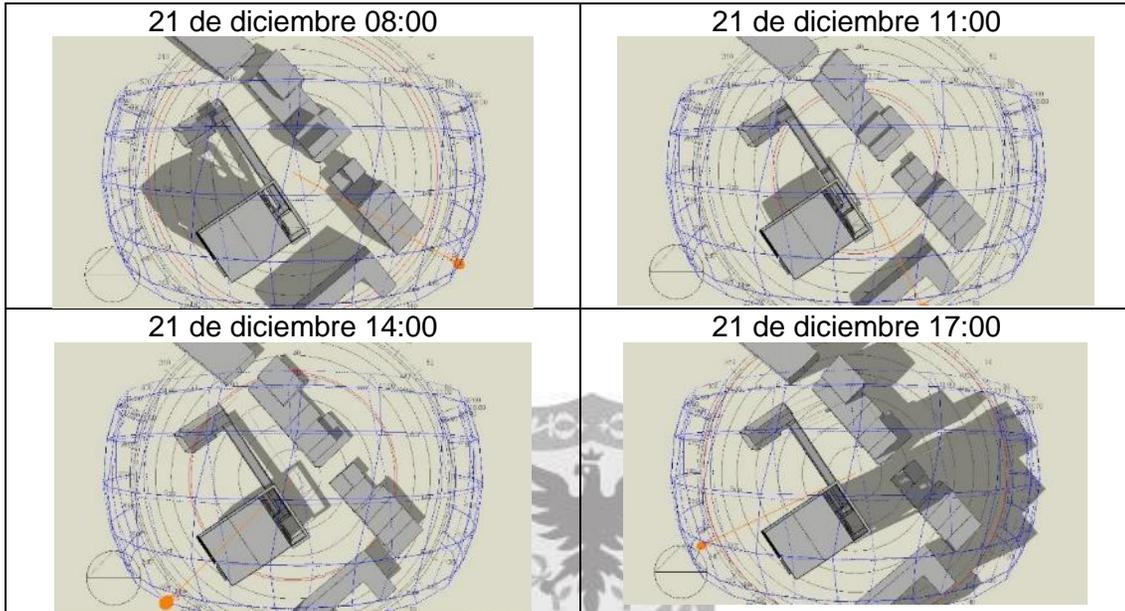
- Equinoccios



- Solsticio Verano



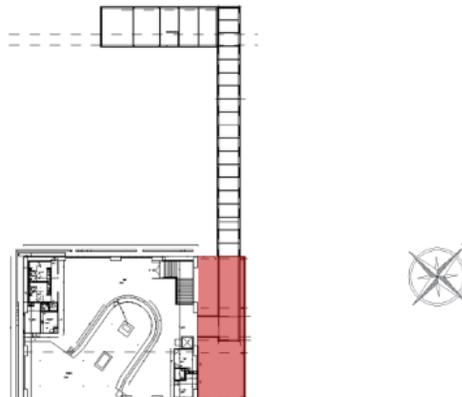
- Solsticio Invierno



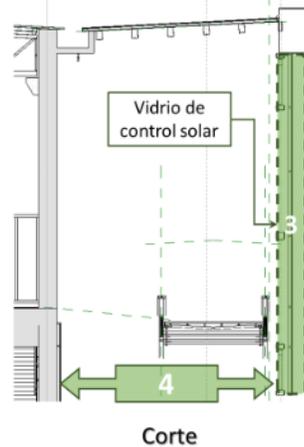
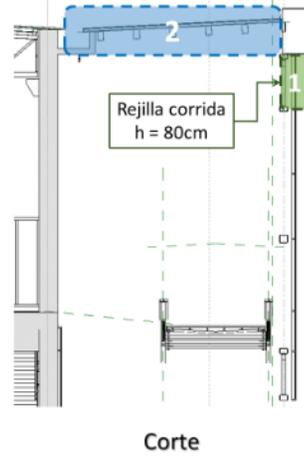
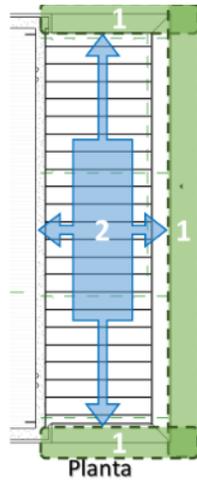
### 1.17 RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta las simulaciones realizadas a los espacios, así como también el análisis de sombras se presentan las siguientes recomendaciones:

- Volumen 1 Acceso Estación

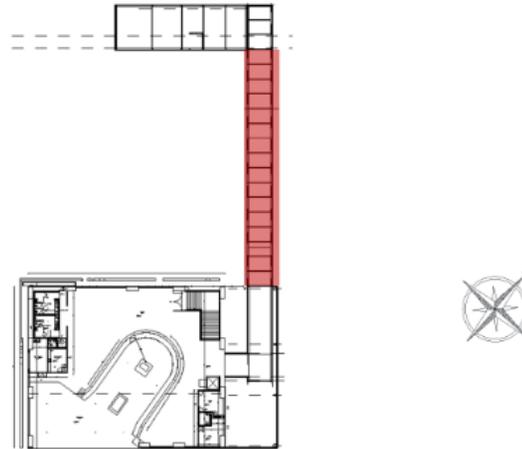


1. Implementar de rejilla superior corrida
2. Cubierta en policarbonato opal con transmisión de luz no mayor a 40%.
3. Implementar vidrio de control solar
4. Garantizar vacío horizontal inferior



ALCALDÍA MAYOR

- Volumen 2 Puente

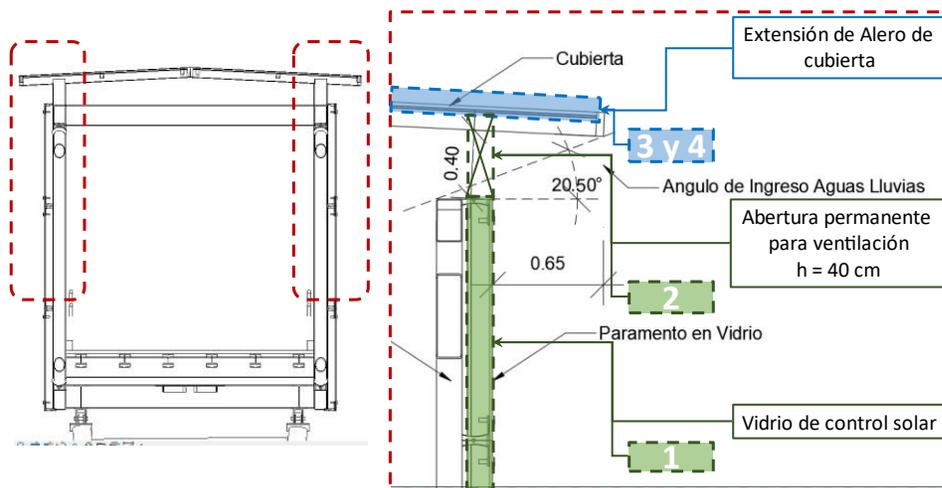


A continuación, se presenta el análisis de renovación de aire, realizado durante la semana más fría del año (caso más desfavorable) con el objetivo de analizar el cumplimiento de las renovaciones según en el estándar americano ANSI/ASHRAE 62.1-2007 sobre la ventilación para una calidad aceptable de aire interior. Para este análisis se realizó un modelo 3D del proyecto con el programa DesignBuilder, obteniendo los siguientes resultados.

| Espacio                        | Densidad | Renovación mínima ASHRAE 62.1 (Renov/h) | Renovación de aire promedio simulada (Renov/h) | Porcentaje de horas donde se garantiza la renovación de aire mínima (%) |
|--------------------------------|----------|---|--|---|
| Puente Hueco Superior 0,30     | 10,00    | 33,63                                   | 53,27  | 77%   |
| Puente 2,1 Hueco Superior 0,35 | 10,00    | 33,63                                   | 56,76  | 79%   |
| Puente 2,2 Hueco Superior 0,40 | 10,00    | 33,63                                   | 61,04  | 85%   |
| Puente Hueco Superior 0,30     | 9,00     | 30,29                                   | 53,27  | 83%   |
| Puente 2,1 Hueco Superior 0,35 | 9,00     | 30,29                                   | 56,76  | 83%   |
| Puente 2,2 Hueco Superior 0,40 | 9,00     | 30,29                                   | 61,04  | 86%   |
| Puente Hueco Superior 0,30     | 8,00     | 26,96                                   | 53,27  | 85%   |
| Puente 2,1 Hueco Superior 0,35 | 8,00     | 26,96                                   | 56,76  | 87%   |
| Puente 2,2 Hueco Superior 0,40 | 8,00     | 26,96                                   | 61,04  | 87%   |

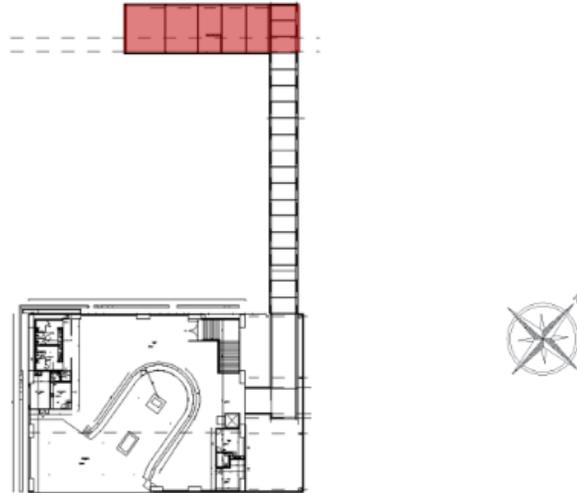
Teniendo en cuenta las simulaciones, se presentan las siguientes recomendaciones:

1. Implementar vidrio de control solar
2. Implementar una abertura corrida de ventilación superior en ambos costados del puente con una altura libre de 40 cm
3. Extender el alero hasta alcanzar un voladizo total de 65 cm con respecto al paramento vertical en vidrio, a fin de garantizar un ángulo de ingreso de aguas lluvias de  $20.5^\circ$
4. Cubierta en policarbonato opal con transmisión de luz no mayor a 40%.

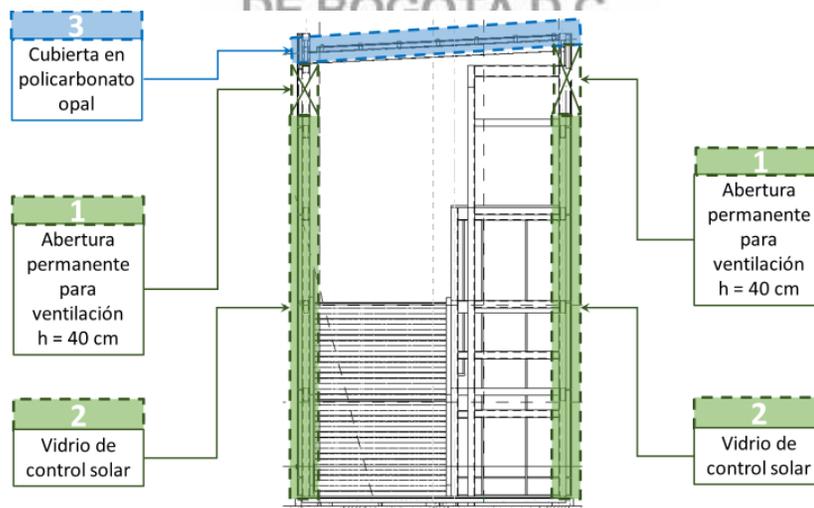


Instituto de Desarrollo Urbano

- Volumen 3 Edificio Acceso Portal



1. Implementar de rejilla superior corrida
2. Implementar vidrio de control solar
3. Cubierta en policarbonato opal con transmisión de luz no mayor a 40%.



### 1.18 ANÁLISIS IMPLEMENTACIÓN ESTRATEGIAS PUENTE PEATONAL 20 DE JULIO

A continuación, se presenta el análisis de renovación de aire, realizado durante la semana más fría del año (caso más desfavorable) con el objetivo de analizar el cumplimiento de las renovaciones según en el estándar americano ANSI/ASHRAE 62.1-2007 sobre la ventilación para una calidad aceptable de aire interior. Para este análisis se realizó un modelo 3D del proyecto con el programa DesignBuilder, obteniendo los siguientes resultados.

| Espacio y mejoras implementadas  | Densidad (Pers/m <sup>2</sup> ) | Renovación mínima ASHRAE 62.1 (Renov/h) | Renovación de aire promedio simulada (Renov/h) | Porcentaje de horas donde se garantiza la renovación de aire mínima (%) |
|--|---------------------------------|---|--|---|
| Puente de acceso   |                                 |   |  |   |
| 1. Vidrio de control solar en muros  | 10,00                           | 33,63                                   |  | 98%   |
| 2. Abertura corrida de ventilación superior en ambos costados del puente con una altura libre de 40 cm   | 9,00                            | 30,29                                   |  | 99%   |
| 3. Extensión de alero hasta alcanzar un voladizo total de 65 cm con respecto al paramento vertical en vidrio, a fin de garantizar un ángulo de ingreso de aguas lluvias de 20.5° |                                 |   | 103,58   |   |
| 4. Cubierta en policarbonato opal con transmisión de luz no mayor a 40%.   | 8,00                            | 26,96                                   |  | 100%  |

Con estos resultados se puede observar que las aberturas planteadas para el puente garantizan adecuadas condiciones de renovación de aire para densidades de ocupación entre las 8 y 10 personas/ m<sup>2</sup>.

|   |  |   |
|---|--|---|
|  <p>ALCALDIA MAYOR<br/>BOGOTÁ D.C.<br/>Instituto<br/>DESARROLLO URBANO</p> | <p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN<br/>DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL<br/>CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p> |  <p>CONSORCIO CS<br/>Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering</p> |
|---|--|---|

## CONCLUSIONES

A continuación se presentan las conclusiones bioclimáticas del proyecto:

- Analizando el comportamiento térmico horario de una semana tipo se puede observar a través de las simulaciones térmicas dinámicas que durante los horarios de ocupación la temperatura promedio del aire interna de las zonas analizadas se encuentran dentro de la zona de confort (19.6°C – 24.6°C) tomando como referencia el estándar ASHRAE 55, dando cumplimiento a los requerimientos bioclimáticos planteados.
- Analizando el comportamiento térmico horario de una semana tipo se puede observar a través de las simulaciones que durante los horarios de ocupación la renovación de aire al interior de las zonas analizadas es superior a la renovación requerida por el estándar americano ASHRAE 62.1 del 2010, definidas para cada uso de los espacios del proyecto, dando cumplimiento a los requerimientos bioclimáticos planteados.
- Analizando el escenario más desfavorable (día nublado de 10.000 lux de iluminación exterior), el análisis de la iluminación natural sobre un plano horizontal ubicado a 70 cm del suelo garantiza niveles adecuados de aprovechamiento de iluminación natural en la mayoría de espacios ocupados.

ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.  
MOVILIDAD  
Instituto de Desarrollo Urbano