



**ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.**  
SECRETARIA DE EDUCACIÓN  
SUBSECRETARIA DE ACESO Y PERMANENCIA  
DIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN DE ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS

**PROYECTO: COLEGIO BOITA**  
CONTRATO DE CONSULTORIA 519 DE 27/12/2019



CONSULTOR: MC CONSTRUCCIONES Y CONSULTORIAS SAS



CONTENIDO: **ESTUDIO DE SOSTENIBILIDAD Y BIOCLIMÁTICA COLEGIO BOITA**  
**INFORME FINAL**

ELABORADA POR: CG8 BIOARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN SAS

DICIEMBRE 2020

*INFORME SOSTENIBILIDAD Y BIOCLIMÁTICA*  
*Versión 06 de 19-12-2020*

# ESTUDIO DE SOSTENIBILIDAD Y BIOCLIMÁTICA COLEGIO BOITA BOGOTÁ

Consultoría:

**CG8 BIOARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.**

**MC CONSTRUCCIONES Y CONSULTORÍAS S.A.S NUEVE ARQUITECTURA**

**Colaboración: Arq. Manuela Marin-Arq. Carin Polivka-Ing. Carlos Torres**

Fecha:  
DICIEMBRE 21 de 2020



# INDICE GENERAL

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>   | <b>5</b>  |
| <b>2. OBJETIVOS.....</b>  | <b>6</b>  |
| <b>3. METODOLOGÍA.....</b>  | <b>7</b>  |
| • Análisis y descripción del clima  |           |
| • Estrategias constructivas y de diseño: Aplicación de climogramas como herramientas de diseño bioclimático |           |
| • Evaluación energética de la edificación   |           |
| • Implementación de Estrategias bioclimáticas   |           |
| • Software empleado   |           |
| <b>4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....</b>   | <b>11</b> |
| • Ubicación geográfica  |           |
| • Localización  |           |
| <b>5. ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DEL CLIMA.....</b>   | <b>14</b> |
| • Descripción   |           |
| • Parámetros climáticos   |           |
| • Temperaturas  |           |
| • Radiación   |           |
| • Precipitaciones   |           |
| • Humedad Relativa  |           |
| • Análisis de ventilación   |           |
| • Calidad del aire  |           |
| • Soleamiento   |           |
| • Sombreamiento   |           |

# INDICE GENERAL

## 6. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS.....31

- Análisis del contexto
- Estrategias constructivas y de diseño: aplicación de climogramas como herramientas de diseño bioclimático.
- Climograma de olgyay
- Conclusiones climograma de olgyay
- Climograma de givony
- Control solar
- Carta solar estereográfica y cálculo de aleros
- Análisis de soleamiento y volumetría propuesta
- Ventilación natural del proyecto
- Estrategias de ventilación natural
- Conclusiones ventilación natural
- Inercia térmica

## 7. EVALUACIÓN Y SIMULACIÓN DE PROPUESTAS BIOCLIMÁTICAS....67

- Metodología
- Simulaciones comportamiento energético
- Variables de simulación
- Resultados y conclusiones

## 8. OPTIMIZACIÓN DEL MODELO ENERGÉTICO.....188

- Simulación de pruebas
- Resultados de pruebas
- Conclusiones de pruebas

# 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo primordial de la arquitectura bioclimática consiste en proporcionar confort y calidad ambiental a los espacios tanto interiores como exteriores en cualquier condición climática, por medio de disposiciones puramente arquitectónicas, haciendo uso de tecnologías apropiadas y en consecuencia consumiendo el mínimo de energía. Este proyecto busca integrar estos conceptos a través de una arquitectura que proporcione confort y calidad ambiental en los espacios internos y externos del colegio Boita, en un clima como el de Bogotá, la gestión energética también será una de las estrategias principales, mediante el empleo de energías renovables pasiva o activamente, y la integración paisajística y empleo de materiales autóctonos y sanos, además de criterios ecológicos.

**El proyecto tendrá varias fases, que se consolidarán de la siguiente manera:**

**-Fase de diagnóstico y análisis de condiciones climáticas del entorno** e identificación de necesidades del proyecto, tales como: iluminación, temperatura, humedad, contaminantes, frente a las estructuras, cerramientos, instalaciones, revestimientos, etc., que intervienen para la evaluación de las condiciones climáticas

**-Fase de Propuesta bioclimática y arquitectura:** se disponen elementos conceptuales para el desarrollo de sistema sostenibles que atienden necesidades de confort para el proyecto. Cada elemento del sistema; estructuras, instalaciones, cerramientos, captación solar, protección y acondicionamiento acústico, lumínico, cerramientos, orientación, diseño del entorno, etc. debe observarse para cumplir una misión bioclimática y funcional de modo armónico.

## 2. OBJETIVOS

- Realizar un diagnóstico y análisis de condiciones climáticas del entorno e identificar las necesidades del proyecto, tales como: iluminación, temperatura, humedad, contaminantes, frente a las estructuras, cerramientos, instalaciones, revestimientos, etc., que intervienen para la evaluación de las condiciones climáticas.
- Realizar un diagnóstico del edificio en cuanto a clima, soleamiento, consumo energético y confort interior, para conocer su comportamiento e implementar estrategias bioclimáticas indicadas que puedan garantizar la eficiencia energética y calidad ambiental interior.
- Presentar estrategias de protección solar, iluminación natural, protección al deslumbramiento, de tal forma que puedan alcanzarse niveles suficientes para optimizar el consumo eléctrico por iluminación artificial.
- Presentar estrategias de ventilación natural, análisis y recomendaciones como dimensionamiento de las aperturas y estrategias de desestratificación del aire.
- Realizar simulación de las condiciones climáticas de las diferentes zonas del proyecto para poder conocer el comportamiento térmico y la evolución de las temperaturas al interior de cada una de ellas.

# 3. METODOLOGÍA

En este capítulo se presenta la metodología que se lleva a cabo en cada uno de los estudios realizados y se presenta adicionalmente el software y las herramientas a usar.

## 1. Análisis y descripción del clima

El primer estudio que se debe realizar para un proyecto de bioclimática es el análisis y entendimiento del clima del lugar donde se emplazara el proyecto, para de esta forma lograr una integración entre el entorno y la edificación. Este análisis se realiza a partir de la interpolación de datos de las estaciones meteorológicas cercanas al lugar.

## 2. Estrategias constructivas y de diseño: Aplicación de climogramas como herramientas de diseño bioclimático

Existen diferentes condiciones climáticas que se deben cumplir para cada edificación, dependiendo del lugar en que se encuentre, estas condiciones están dadas por el clima de donde resultan necesidades para alcanzar la zona de confort, dichas necesidades se suplen con la implementación de estrategias bioclimáticas pasivas. Las condiciones climáticas y las estrategias a implementar resultarán al superponer sobre los climogramas de bienestar las condiciones climáticas concretas del lugar.

## 3. Evaluación energética de la edificación

Antes de realizar las propuestas bioclimáticas sobre el edificio, es necesario realizar un diagnóstico del comportamiento del edificio en cuanto a consumos de energía, temperatura interior, niveles de iluminación, entre otros, lo que permite conocer las características térmicas del edificio y proceder con la implementación de las diferentes estrategias de mejora.

### 3. METODOLOGÍA

Este diagnóstico se realiza a partir de la arquitectura básica, las condiciones de clima, el análisis del soleamiento, las condiciones interiores del edificio, como son la ocupación, niveles de iluminación, equipamientos, usos, funcionamiento, entre otros.

#### 4. Implementación de Estrategias bioclimaticas

Una vez se tenga un entendimiento global del clima, la edificación y su interacción, es posible establecer los objetivos en los cuales se enfocará el diseño y las diferentes estrategias a implementar. Nuevamente estas estrategias son plasmadas en el modelo que se tiene en los software de análisis y se simulan para conocer el comportamiento y poder compararlo con el estado inicial del edificio, de esta forma se logran confrontar los resultados y determinar cuales son las mejores estrategias a llevar a cabo

#### 5. Software empleado

**INSIGHT 360** de **Autodesk** para **REVIT**: El software nos permite a través de la geometría básica del edificio y el emplazamiento, evaluar qué factores van a influir más en el consumo energético y tomar decisiones en el proceso de diseño. Definir detalles y analizar qué posibilidades de mejora tiene y compararlo con edificios de referencia diseñados con los estándares ASHRAE y ARQUITECTURE 2030.

### 3. METODOLOGÍA

**INSIGHT 360 LIGHTING:** es una herramienta que permite obtener análisis de iluminación y luz natural del modelo de Revit a través de configuraciones automáticas y personalizables para distintos tipos de estudio. Los distintos análisis que el complemento permite realizar son:

- Illuminance Analysis
- Daylight Autonomy (sDA preview)
- LEED 2009 IEQc8 opt1
- LEED v4 EQc7 opt1 (sDA+ASE)
- LEED v4 EQc7 opt2
- Solar Access

**INSIGHT 360 – SOLAR:** Nos permite hacer un estudio solar de todas las superficies que le indiquemos así como el tipo de resultados de cálculo, que pueden ser:

- Asoleamiento acumulado.
- Asoleamiento máximo.
- Asoleamiento medio

**GREEN BUILDING STUDIO:** El GBS es una herramienta BIM que sirve para realizar cálculos energéticos con el objetivo de ser precisos en la construcción del proyecto, ayuda a mejorar el diseño del edificio para alcanzar buenos niveles de eficiencia energética desde etapas las primera etapas del proyecto, es decir desde la idea conceptual de un edificio. Los datos sobre el comportamiento energético del edificio en esta etapa del proyecto se convierten en información valiosa para tomar decisiones acerca de la forma del edificio, su orientación o distribución.

### 3. METODOLOGÍA

**DESIGN BUILDER:** Es un software para el diseño de edificios energéticamente eficientes y sostenibles. Entre otras, las funcionalidades que DesignBuilder proporciona a través de la simulación mediante Energyplus son las siguientes:

**-Cálculo de cargas:** cálculo de cargas máximas de calefacción y refrigeración conforme al estándar ASHRAE. Esta funcionalidad es especialmente interesante de cara al dimensionado de las instalaciones llevado a cabo desde las ingenierías.

**-Cálculo de la demanda de calefacción y refrigeración:** Mediante una opción sencilla del programa, es posible calcular la demanda de forma ágil durante las primeras etapas del diseño o orientado a la mejora del diseño bioclimático del edificio, sin entrar a modelar en detalle las instalaciones de climatización.

**-Cálculo de las condiciones ambientales interiores:** Esté climatizado o no, se obtienen resultados de las condiciones interiores del edificio, temperatura y humedad, en cualquier instante del año.

**-Cálculo de las condiciones de confort:** Mediante diversos índices de confort, como el PMV, PPD, la temperatura operativa o el porcentaje de horas a determinadas temperaturas, incorporados dentro de los resultados que DesignBuilder puede mostrarnos.

**-Balance Térmico:** DesignBuilder muestra las ganancias solares, por ocupación, iluminación, etc. así como las pérdidas en ventilación, transmisión de cerramientos, etc. Dánda una valiosa información acerca de los elementos más críticos en el balance térmico del edificio.

**-Ventilación:** Es posible obtener las renovaciones/hora que se tienen en el edificio así como los caudales que entran por cada abertura, en caso de haber realizado un cálculo de Ventilación Natural.

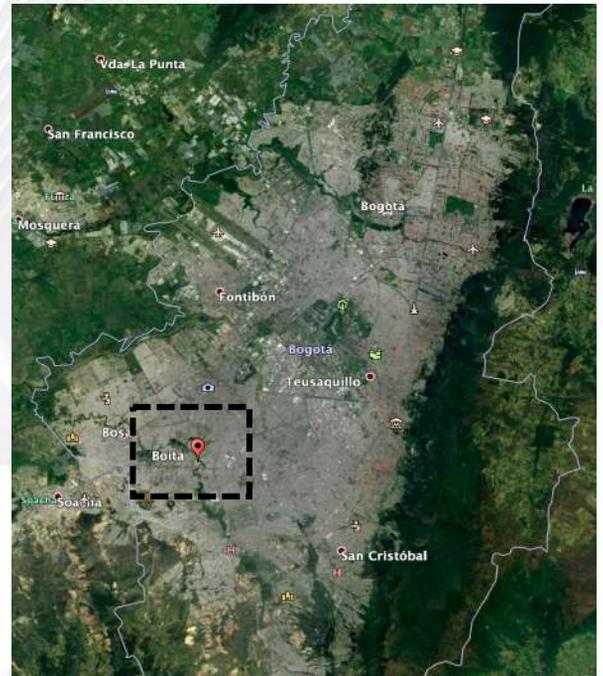
**-CFD (Dinámica de Fluidos Computacional):** Es un módulo que aprovecha la geometría del modelo para realizar simulaciones de flujos de aire y calor tanto en el exterior como en el interior de los edificios.

**-Iluminación Natural:** Calcular y genera gráficas de iluminancias y Factor de Luz Día e informes resumen de accesibilidad a la luz natural.

# 4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El estudio bioclimático presentado a continuación se realizará para una institución Educativa de tres niveles (Preescolar, Básica Primaria, Básica Secundaria) con un área aproximada de 7500m2 construidos, más las áreas externas de patios, espacios deportivos y otros espacios públicos

## UBICACIÓN GEOGRÁFICA



LOCALIZACIÓN CUNDINAMARCA, COLOMBIA

LOCALIDADES ÁREA DE ESTUDIO BOGOTA



LOCALIDADES BOGOTA, KENNEDY

LOCALIZACIÓN LOTE, PARQUE SANTA CATALINA

## 4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El área de estudio es la ciudad de Bogotá y la parte alta de la cuenca del río Tunjuelo; está localizada en la Sabana de Bogotá, sobre la vertiente occidental de la cordillera oriental del territorio nacional. Se encuentra enmarcada por los cerros orientales donde se localizan entre otros Guadalupe y Monserrate y por el occidente con el río Bogotá. La delimitan dos unidades fisiográficas, una zona plana localizada hacia el norte y que comprende el Altiplano de Bogotá; y una zona montañosa que se inicia al sur del altiplano y se prolonga hasta el límite del Distrito, incluyendo la región del Sumapaz.

LOCALIZACIÓN LOTE



LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO EN EL SECTOR



## 4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DEL CLIMA DEL LUGAR

LOCALIZACIÓN: Parque Santa Catalina Boita-Kennedy-Bogotá Coordenadas: Latitud: 4°40'49.749" Longitud: -74°08'47.73 Coordenadas dadas por el levantamiento topográfico.

### Descripción

La localidad de Kennedy (localidad de emplazamiento del proyecto colegio Boita) tiene una superficie total de 3.859 hectáreas. Está situada en el sector suroccidental de Bogotá. En cuanto a la topografía, en su conjunto, la localidad es plana y presenta un declive bastante notorio en el límite entre las UPZ 47 y 80, a todo lo largo de la Avenida Agoberto Mejía o carrera 86. La temperatura superficial de Kennedy puede referirse a los datos registrados por la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá, en la Estación Carvajal durante los años 2005: a 2010, el promedio de estos últimos seis años fue de 13,63 grados centígrados.

### Cuerpos de agua:

En cuanto a los recursos hídricos, la “Agenda Ambiental de Kennedy” (Secretaría de Ambiente - 2009) destaca: “La localidad se encuentra ubicada sobre dos terrazas de diferentes niveles: la parte alta que corresponde a la zona oriental y la parte baja, conocida como El Tintal, que forma parte del valle natural de inundación del río Bogotá”. Por la localidad pasan los ríos Bogotá, Fucha y Tunjuelo y se encuentran los humedales de Techo, El Burro y La Vaca.”



# 5. ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DEL CLIMA

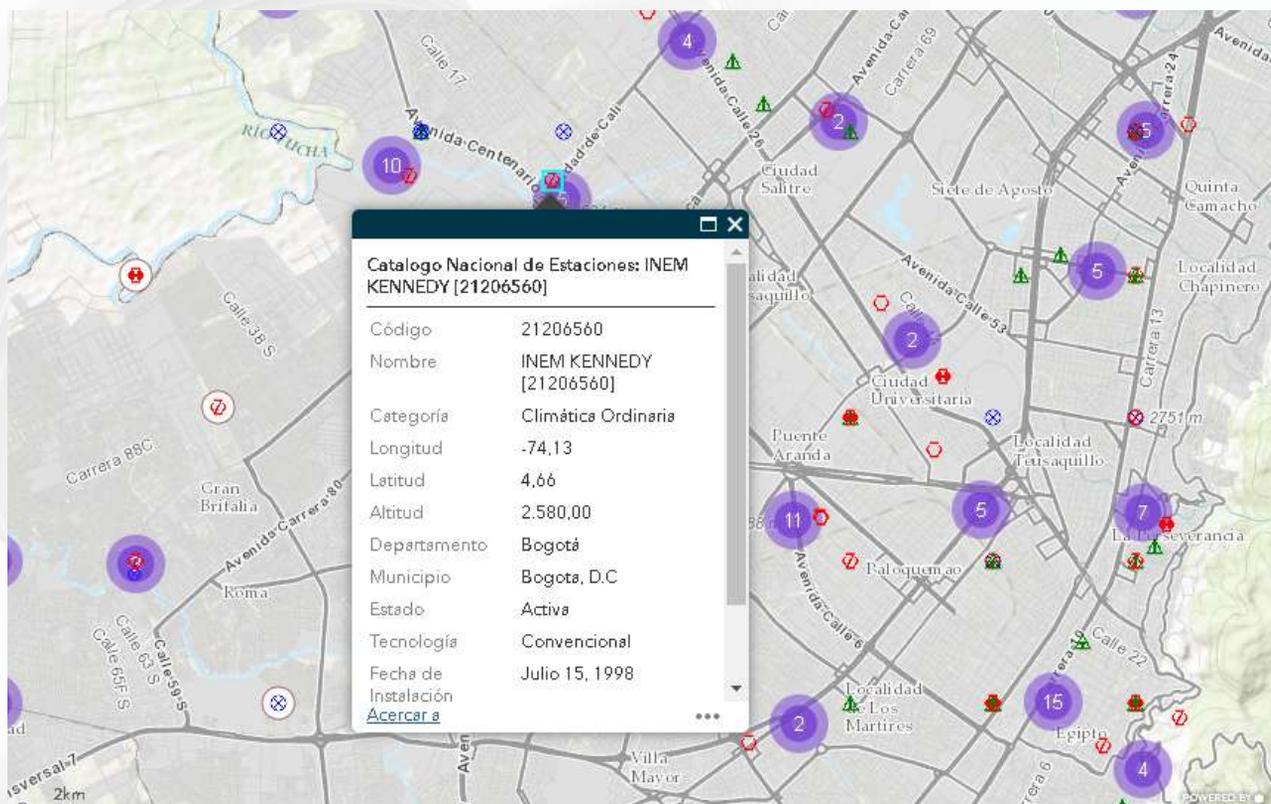
## ESTACIÓN METEOROLÓGICA

Catálogo Nacional de Estaciones: INEM KENNEDY [21206560]

|                      |                         |
|----------------------|-------------------------|
| Código               | 21206560                |
| Nombre               | INEM KENNEDY [21206560] |
| Categoría            | Climática Ordinaria     |
| Longitud             | -74,13                  |
| Latitud              | 4,66                    |
| Altitud              | 2.580,00                |
| Departamento         | Bogotá                  |
| Municipio            | Bogota, D.C             |
| Estado               | Activa                  |
| Tecnología           | Convencional            |
| Fecha de Instalación | Julio 15, 1998          |

[Acercar a](#)

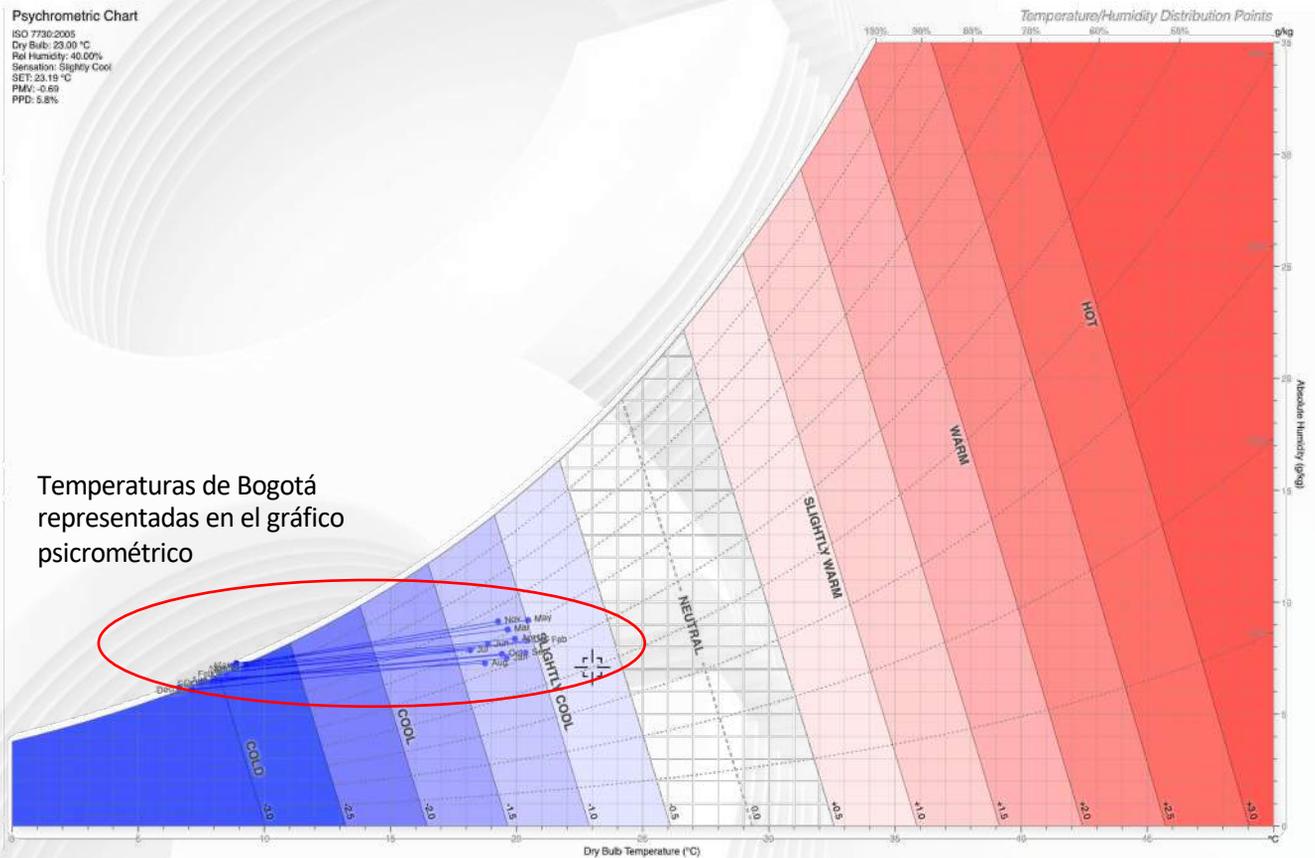
El criterio de selección de la estación meteorológica predeterminada para este proyecto es la más cercana a la ubicación del colegio, y que tenga todos los datos disponibles. el principal objetivo de una red meteorológica es establecer los registros y mediciones de las diferentes variables, adecuados para conocer el comportamiento de cada una de ellas, sus distribuciones y variaciones a lo largo de un período de tiempo, con el fin de ofrecer y garantizar el análisis de las caracterizaciones del clima en una región específica.



Ubicación estación meteorológica, INEM KENNEDY.

# 5. ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DEL CLIMA

Según la clasificación climática la ciudad posee el clima templado húmedo, Frío. Por altitud, Bogotá tiene un clima de montaña; por su baja latitud presenta una escasa oscilación térmica a lo largo del año. Las temperaturas regularmente oscilan entre los 5 y 19 °C, con una media anual de 13 °C.



CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA – BOGOTÁ D.C. FTE. <https://drajmarsh.bitbucket.io/psycho-chart2d.html>.  
BASE DE DATOS IDEAM.

Debido a su ubicación cerca del ecuador, cuenta sólo con cuatro temporadas principales:

- Estación seca: Diciembre a Febrero (influencia vientos alisos del NE)
- Estación húmeda: Abril a Mayo-Octubre a Noviembre (Periodo de invierno)
- Periodo de transición: Junio a Agosto

Resumimos la información obtenida de la estación meteorológica escogidas de la ciudad de BOGOTÁ D.C. con respecto al predio, Estación INEM KENNEDY (21206560).

## 5. ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DEL CLIMA

**TEMPERATURAS:** Se puede considerar el ambiente como Frío al presentar un promedio alrededor de los 13.8°C. Meses de mayor temperatura (Mar. - Abr.), menor T° (Jul. - Sep.), amplitud térmica dramática entre 16 y 21°C = 15.6°C promedio.

### CALCULO DE TEMPERATURA HORARIA CON UN DESFASE COMPLEJO

PARA LAS 24 HORAS DEL DIA

|                         | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | NOV  | DIC  |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>T<sub>max.</sub></b> | 22,6 | 23,6 | 24,0 | 22,8 | 23,4 | 21,0 | 21,0 | 21,4 | 23,0 | 22,4 | 22,4 | 22,0 |
| <b>T<sub>min</sub></b>  | 7,8  | 8,4  | 8,6  | 9,2  | 8,2  | 9,4  | 10,6 | 9,0  | 8,0  | 7,6  | 10,2 | 7,8  |

|              |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 3,00         | 9,2         | 9,9         | 10,1        | 10,5        | 9,7         | 10,5        | 11,6        | 10,2        | 9,4         | 9,0         | 11,4        | 9,2         |
| <b>6,00</b>  | <b>7,8</b>  | <b>8,4</b>  | <b>8,6</b>  | <b>9,2</b>  | <b>8,2</b>  | <b>9,4</b>  | <b>10,6</b> | <b>9,0</b>  | <b>8,0</b>  | <b>7,6</b>  | <b>10,2</b> | <b>7,8</b>  |
| 9,00         | 11,5        | 12,2        | 12,5        | 12,6        | 12,0        | 12,3        | 13,2        | 12,1        | 11,8        | 11,3        | 13,3        | 11,4        |
| 12,00        | 18,9        | 19,8        | 20,2        | 19,4        | 19,6        | 18,1        | 18,4        | 18,3        | 19,3        | 18,7        | 19,4        | 18,5        |
| <b>15,00</b> | <b>22,6</b> | <b>23,6</b> | <b>24,0</b> | <b>22,8</b> | <b>23,4</b> | <b>21,0</b> | <b>21,0</b> | <b>21,4</b> | <b>23,0</b> | <b>22,4</b> | <b>22,4</b> | <b>22,0</b> |
| 18,00        | 21,2        | 22,1        | 22,5        | 21,5        | 21,9        | 19,9        | 20,0        | 20,2        | 21,6        | 21,0        | 21,2        | 20,6        |
| 21,00        | 17,5        | 18,3        | 18,7        | 18,1        | 18,1        | 17,0        | 17,4        | 17,1        | 17,8        | 17,3        | 18,2        | 17,1        |
| 24,00        | 12,9        | 13,7        | 13,9        | 13,9        | 13,5        | 13,4        | 14,2        | 13,3        | 13,2        | 12,7        | 14,4        | 12,7        |

**TEMPERATURA HORARIA BOGOTA D.C. ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LOS DATOS DEL IDEAM - ESTACIÓN INEM KENNEDY.**

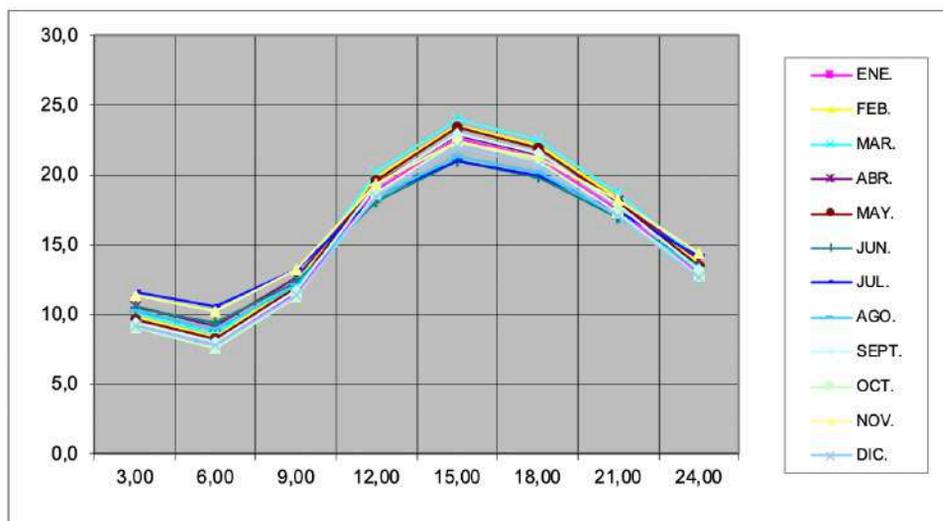


GRÁFICO TEMP.  
HORARIAS  
BOGOTÁ

## 5. ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DEL CLIMA

### RADIACIÓN

Las gráficas que se presentan a continuación corresponden a la cantidad y duración de la radiación difusa y global con la que cuenta la zona de ubicación del proyecto.

| CodigoEstaci | NombreEstacion | Latitud        | Longitud       | Altitud | Categoria  | Entidad   | Municipio   | IdParametro  | Frecuencia | Fecha        |            | Valor  |
|--------------|----------------|----------------|----------------|---------|------------|-----------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|--------|
| 21206560     | INEM KENNEDY   | 46.611.111.110 | -7.413.477.778 | 2580    | Climv'tica | INSTITUTO | Bogota, D.C | BRILLO SOLAR | Annual     | 1/01/18 0:00 | anual      | 1625.7 |
| 21206560     | INEM KENNEDY   | 46.611.111.110 | -7.413.477.778 | 2580    | Climv'tica | INSTITUTO | Bogota, D.C | BRILLO SOLAR | Mensual    | 1/01/18 0:00 | enero      | 155.5  |
| 21206560     | INEM KENNEDY   | 46.611.111.110 | -7.413.477.778 | 2580    | Climv'tica | INSTITUTO | Bogota, D.C | BRILLO SOLAR | Mensual    | 1/02/18 0:00 | febrero    | 159.9  |
| 21206560     | INEM KENNEDY   | 46.611.111.110 | -7.413.477.778 | 2580    | Climv'tica | INSTITUTO | Bogota, D.C | BRILLO SOLAR | Mensual    | 1/03/18 0:00 | marzo      | 146.4  |
| 21206560     | INEM KENNEDY   | 46.611.111.110 | -7.413.477.778 | 2580    | Climv'tica | INSTITUTO | Bogota, D.C | BRILLO SOLAR | Mensual    | 1/04/18 0:00 | abril      | 60.4   |
| 21206560     | INEM KENNEDY   | 46.611.111.110 | -7.413.477.778 | 2580    | Climv'tica | INSTITUTO | Bogota, D.C | BRILLO SOLAR | Mensual    | 1/05/18 0:00 | mayo       | 95.5   |
| 21206560     | INEM KENNEDY   | 46.611.111.110 | -7.413.477.778 | 2580    | Climv'tica | INSTITUTO | Bogota, D.C | BRILLO SOLAR | Mensual    | 1/06/18 0:00 | junio      | 100.5  |
| 21206560     | INEM KENNEDY   | 46.611.111.110 | -7.413.477.778 | 2580    | Climv'tica | INSTITUTO | Bogota, D.C | BRILLO SOLAR | Mensual    | 1/07/18 0:00 | julio      | 141.2  |
| 21206560     | INEM KENNEDY   | 46.611.111.110 | -7.413.477.778 | 2580    | Climv'tica | INSTITUTO | Bogota, D.C | BRILLO SOLAR | Mensual    | 1/08/18 0:00 | agosto     | 181.7  |
| 21206560     | INEM KENNEDY   | 46.611.111.110 | -7.413.477.778 | 2580    | Climv'tica | INSTITUTO | Bogota, D.C | BRILLO SOLAR | Mensual    | 1/09/18 0:00 | septiembre | 143.9  |
| 21206560     | INEM KENNEDY   | 46.611.111.110 | -7.413.477.778 | 2580    | Climv'tica | INSTITUTO | Bogota, D.C | BRILLO SOLAR | Mensual    | 1/10/18 0:00 | octubre    | 130.6  |
| 21206560     | INEM KENNEDY   | 46.611.111.110 | -7.413.477.778 | 2580    | Climv'tica | INSTITUTO | Bogota, D.C | BRILLO SOLAR | Mensual    | 1/11/18 0:00 | noviembre  | 117.2  |
| 21206560     | INEM KENNEDY   | 46.611.111.110 | -7.413.477.778 | 2580    | Climv'tica | INSTITUTO | Bogota, D.C | BRILLO SOLAR | Mensual    | 1/12/18 0:00 | diciembre  | 192.9  |

PROMEDIOS MENSUAL Y ANUAL DE BRILLO SOLAR (HORAS). estación INEM KENNEDY

**Brillo Solar:** La cantidad de insolación que se recibe en un área cualquiera es uno de los factores más importantes en la determinación de la caracterización climática de cualquier zona. La distribución de los valores de insolación o brillo solar están relacionadas en forma inversa con otros elementos como la nubosidad y la precipitación en una región.

De acuerdo a la Tabla del promedio anual mensual, el primer rasgo que se aprecia en la distribución temporal de insolación, es que responde a un régimen de carácter bimodal no acentuado, inversamente proporcional con los períodos lluviosos. Los mayores valores se presentan en los meses de diciembre, enero, febrero, agosto y septiembre y los menores valores durante los meses de las temporadas lluviosas como son abril, mayo, junio, octubre y noviembre.

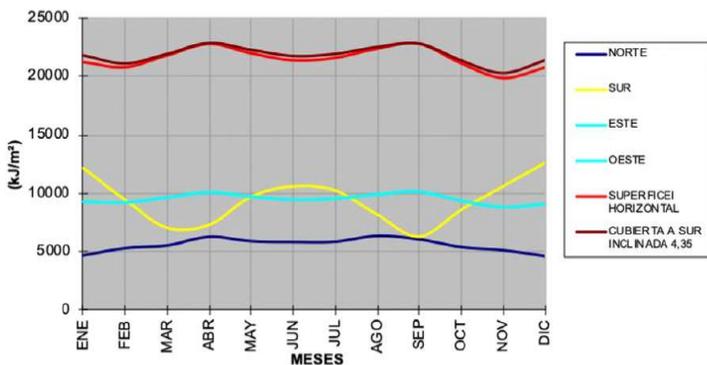
# 5. ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DEL CLIMA

## RADIACIÓN TOTAL MENSUAL

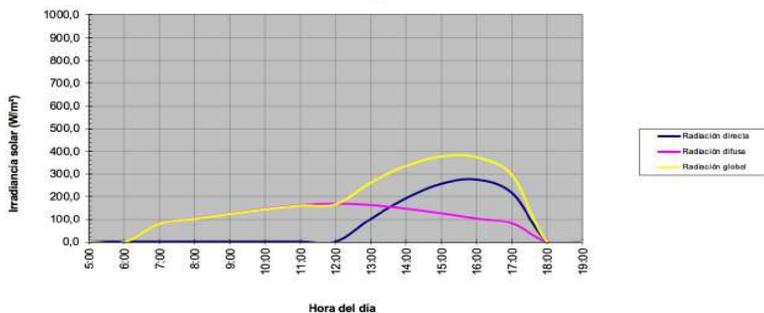
| (kJ/m <sup>2</sup> ) | NORTE | SUR   | ESTE  | OESTE | SUPERFICIE HORIZONTAL | CUBIERTA A SUR INCLINADA 4,35 |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|-------------------------------|
| ENE                  | 4659  | 12148 | 9308  | 9308  | 21236                 | 21756                         |
| FEB                  | 5299  | 9460  | 9257  | 9257  | 20821                 | 21092                         |
| MAR                  | 5553  | 7094  | 9651  | 9651  | 21811                 | 21882                         |
| ABR                  | 6314  | 7362  | 10065 | 10065 | 22758                 | 22789                         |
| MAY                  | 5927  | 9726  | 9722  | 9722  | 21978                 | 22220                         |
| JUN                  | 5857  | 10614 | 9479  | 9479  | 21396                 | 21712                         |
| JUL                  | 5885  | 10253 | 9565  | 9565  | 21599                 | 21884                         |
| AGO                  | 6396  | 8219  | 9892  | 9892  | 22367                 | 22458                         |
| SEP                  | 6097  | 6343  | 10108 | 10108 | 22764                 | 22735                         |
| OCT                  | 5401  | 8624  | 9389  | 9389  | 21141                 | 21340                         |
| NOV                  | 5117  | 10607 | 8886  | 8886  | 19915                 | 20288                         |
| DIC                  | 4587  | 12605 | 9127  | 9127  | 20791                 | 21352                         |

Las condiciones normales en cada mes están influenciadas directamente por el grado de cubrimiento de la nubosidad, factor importante en el comportamiento y distribución de la insolación y la radiación solar en un lugar determinado; sin embargo, se observa que las mayores ocurrencias de horas con sol se registran en horas de la mañana y hasta las 2 o 3 de la tarde para la mayoría de meses, exceptuando aquellos que son declarados como lluviosos y por lo tanto, presentan mayor nubosidad como son: abril, mayo, octubre y noviembre, en los cuales se observa una menor duración de horas de sol en el transcurso del día.

RADIACIÓN TOTAL MENSUAL



Radiación solar sobre una superficie



### DATOS DE RADIACIÓN SOBRE CUALQUIER SUPERFICIE

|                     |         |            |            |
|---------------------|---------|------------|------------|
| Localidad           | Bogota  |            |            |
| Latitud             | 4,4°    |            |            |
| Altitud             | 2630,0m |            |            |
| Índice de nubosidad | 0,6     |            |            |
| Mes                 | 1       |            |            |
| Día                 | 15      |            |            |
| Inclinación         | 90,0°   |            |            |
| Aci mut de la pared | -90,0   | Cubierta=C | Norte=-180 |

IRRADIANCIA MEDIA HORARIA SOBRE SUPERFICIE (W/m<sup>2</sup>)

| hora solar | 5:00 | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | Totales diarios por m <sup>2</sup> |        |
|------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------------------|--------|
|            | 0    | 0    | 80   | 103  | 125  | 146   | 162   | 168   | 264   | 338   | 380   | 375   | 292   | 0     | 0     | 2434Wh                             | 8761kJ |

## 5. ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DEL CLIMA

### PRECIPITACIONES

En la gráfica que se muestra a continuación pueden observarse los promedios mensuales de precipitación y la cantidad de días que presentan precipitaciones en el mes.

| CODIGO   | ESTACION     | PRECIPITACION TOTAL (MM) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |       |
|----------|--------------|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|
|          |              | ENE                      | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | NOV   | DIC  | ANUAL |
| 21206560 | INEM Kennedy | 18,2                     | 52,9 | 49,9 | 64,0 | 66,7 | 48,2 | 22,6 | 19,3 | 44,8 | 88,9 | 105,4 | 97,1 | 56,5  |

#### PRECIPITACIÓN TOTAL estación INEM KENNEDY

| CODIGO   | ESTACION     | PRECIPITACION NO. DIAS |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |       |
|----------|--------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
|          |              | ENE                    | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ANUAL |
| 21206560 | INEM Kennedy | 5                      | 17  | 15  | 18  | 18  | 21  | 18  | 19  | 11  | 17  | 20  | 17  | 16    |

#### PRECIPITACIÓN NO. DIAS estación INEM KENNEDY

La medida de la cantidad de lluvia se expresa por la altura de la capa de agua que cubriría el suelo, supuesto perfectamente horizontal, sino se filtrase, evaporase, ni escurriese. A esta medida se llama altura de precipitación y es expresada en milímetros. La ciudad de Bogotá, presenta dos períodos de más lluvias durante el año, el que popularmente se denomina “invierno”, y dos períodos de menos lluvias que llamamos verano. El primero, se inicia en marzo y dura todo abril y mayo; el segundo, empieza en septiembre y dura todo octubre y noviembre; existen meses de transición entre los diferentes períodos como son: los meses de marzo, junio, septiembre y diciembre, los cuales se presentan con días alternados de lluvias y tiempo seco.

En el sector de Kennedy el número de días con lluvia en la mayor parte de las estaciones del área, es de 18 días a partir del mes de abril hasta el mes de noviembre, destacándose los meses de mayo y junio en la primera temporada lluviosa y los meses de octubre y noviembre en la segunda. En esta área de la ciudad, se observa las menores precipitaciones con respecto a los otros sectores de Bogotá, con valores de 56,5mm

## 5. ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DEL CLIMA

### HUMEDAD

A continuación se presentan gráficos y tablas de los valores promedio de humedad, tanto mensual como horaria.

| CODIGO   | ESTACION     | HUMEDAD RELATIVA (%) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|----------|--------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
|          |              | ENE                  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | NOV  | DIC  | ANUAL |
| 21206560 | INEM Kennedy | 73,1                 | 73,1 | 75,1 | 73,3 | 76,3 | 73,1 | 68,1 | 68,1 | 66,3 | 72,3 | 76,1 | 73,3 | 72,3  |

**HUMEDAD RELATIVA estación INEM KENNEDY**

De acuerdo con Tabla de porcentajes de humedad relativa en la estación INEM KENNEDY, la humedad relativa media anual en la zona varía entre el 66% y 76%.

El vapor de agua es uno de los componentes de la atmósfera de la Tierra.

La humedad es un elemento meteorológico que tiene una relación estrecha con la componente en la estabilidad atmosférica y por consiguiente con la ocurrencia y distribución de la precipitación en una zona o porción terrestre.

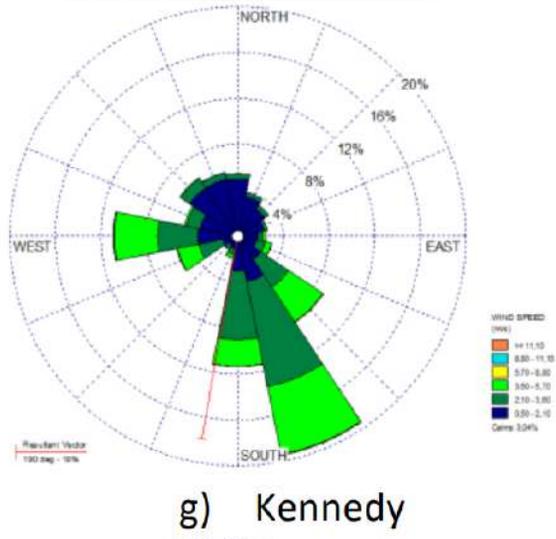
El comportamiento temporal de la humedad presenta valores medios mayores en los meses de lluvias altas como son: abril, mayo, octubre y noviembre respectivamente; en tanto, que las menores se presentan en los meses relativamente secos o de bajas lluvias como: enero, febrero, julio y agosto. En los demás meses la humedad fluctúa mucho dado que son meses de transición donde hay presencia de masas húmedas y secas.

En general, la humedad no tiene fuertes variaciones en sus valores medios debido al alto contenido que normalmente se presenta en la zona tropical.

## 5. ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DEL CLIMA

### ANÁLISIS DE VIENTOS

A continuación se presenta la rosa de los vientos, en esta gráfica se indica la dirección e intensidad de los vientos predominantes.



La estación Kennedy (K), también recibe vientos provenientes del sureste con una frecuencia de 17,98%, donde el 62,96% de las velocidades se encuentran en el rango de [2, 4) m/s.

**Figura extraída de: Estudio climatológico de los vientos para la ciudad de Bogotá en el periodo 2010 – 2016.**

Para el proyecto del colegio Boita, se determinó la Rosa de los Vientos de la Estación meteorológica Kennedy (K), que está a 3.74 kms aprox.

En Bogotá existen vientos generales y vientos locales, los primeros son los alisios, los cuales toman direcciones noreste y sureste en el área de la ciudad y en el Altiplano. Estos traen consigo lloviznas a partir de la última semana de junio o comienzos de julio, pues una vez entra la influencia de este viento, las lluvias del primer período lluvioso (marzo, abril y mayo) cesan del todo y las reemplazan las lloviznas sobre todo en los cerros orientales y en la ciudad a lo largo de las estribaciones de la cadena montañosa que la enmarca.

Posteriormente, en la segunda temporada de lluvias de septiembre, octubre y noviembre, los vientos locales son bastante variables y dependen de la distribución de las precipitaciones; los vientos más dominantes en la temporada son los del noreste, este y oeste, con velocidades hasta de 6 a 8 m/s; esta situación en particular de los vientos encontrados de diferentes direcciones, da lugar a condiciones de discontinuidad y presencia de corrientes convectivas que junto con el calentamiento del día, favorecen enormemente las precipitaciones fuertes y ocurrencia de formaciones de tormentas eléctricas en zonas locales y a veces de poca extensión.

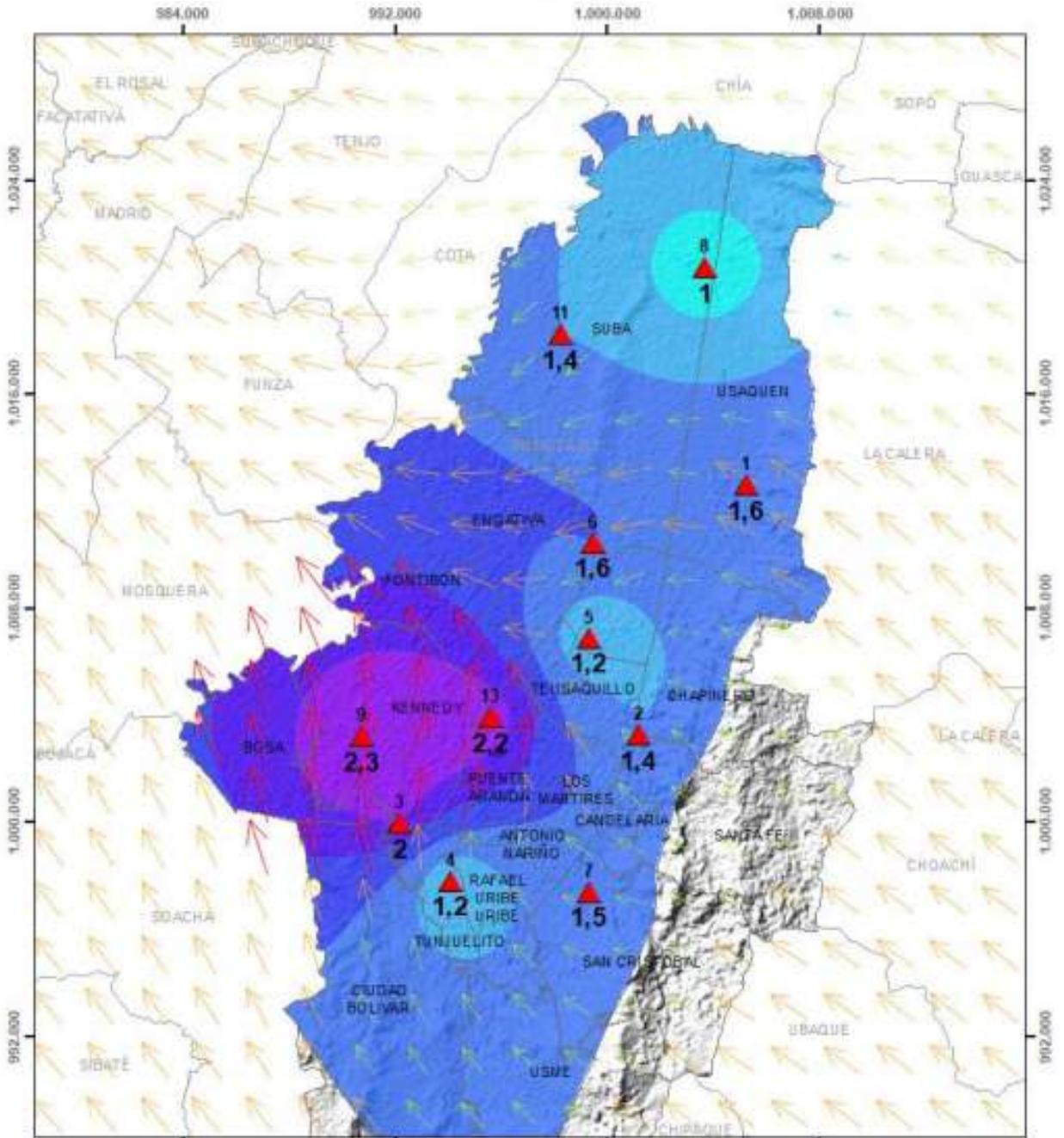
## 5. ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DEL CLIMA



Estudio climatológico de los vientos para la ciudad de Bogotá en el periodo 2010 – 2016

Según un análisis de viento por sectores del IDEAM para Bogotá , en el lote del colegio Boita, que se encuentra en la zona Sur-Oeste de Bogotá, se puede observar que esta cerca de la cuenca del río Tunjuelo, esto genera un flujo dominante de viento que proviene de la dirección SUR-ESTE, debido posiblemente al efecto de la cuenca del río Tunjuelo, con un 64% de persistencia; este flujo es influyente hasta el sur de la ciudad, pero con disminución en su intensidad y persistencia, a medida que se dirige el norte.

# 5. ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DEL CLIMA

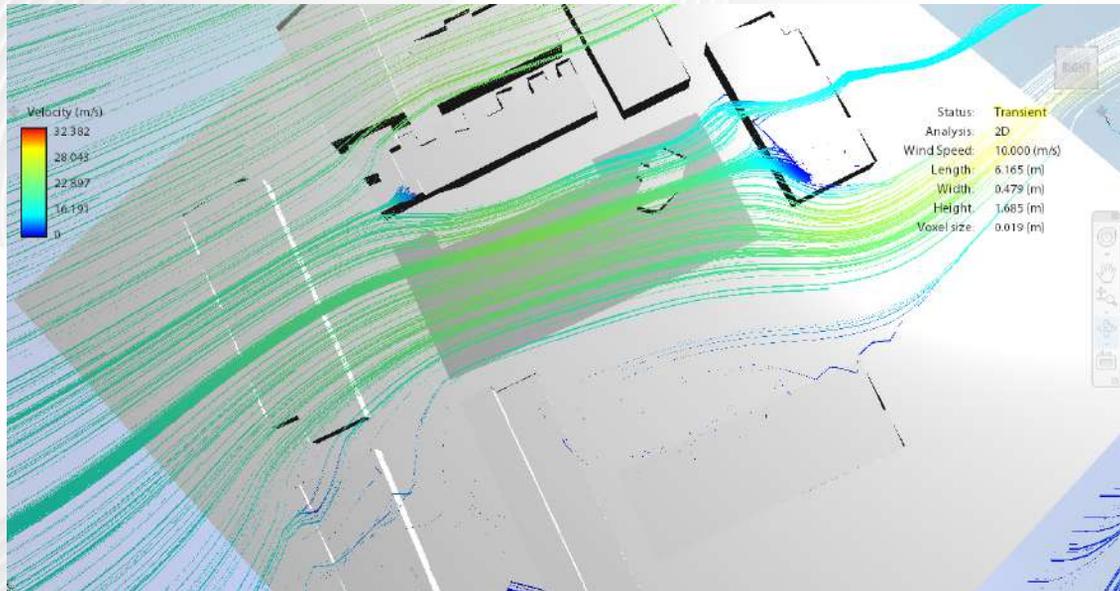


|   |   |  |   |  |
|---|---|--|---|--|
|  <p><b>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.</b><br/>SECRETARÍA DE PLANEACIÓN</p> <p>Mapa Velocidad del Viento promedio anual (m/s) 2018</p> | <p>ID Estación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Usaquén</li> <li>2 Ministerio de Ambiente</li> <li>3 Canajal</li> <li>4 Tunal</li> <li>5 Centro de Alto Rendimiento</li> <li>6 Las Feñas</li> <li>7 San Cristóbal</li> <li>8 Guaymasal</li> <li>9 Kennedy</li> <li>11 Suba</li> <li>13 Puente Aranda</li> </ul> | <p>CONVENCIONES</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Estaciones</li> <li> Localidad</li> <li> Municipio</li> </ul> | <p>LEYENDA</p> <p>Campo del Viento (m/s)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> 1.0 - 1.4</li> <li> 1.5 - 1.6</li> <li> 1.7 - 1.8</li> <li> 1.9 - 2.3</li> </ul> <p>Velocidad del Viento (m/s)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> 1.0 - 1.2</li> <li> 1.3 - 1.4</li> <li> 1.5 - 1.6</li> <li> 1.7 - 1.8</li> <li> 1.9 - 2.0</li> <li> 2.1 - 2.2</li> </ul> | <p>0 1.5 3 6 Km</p> <p>Eso: 1:200.000</p> <p>Proyector: UTM<br/>Datum: UTM<br/>Escala: 1:200.000<br/>Geographic Coordinates System: UTM<br/>Datum: UTM</p> <p>Fuente: Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá</p> |
|---|---|--|---|--|

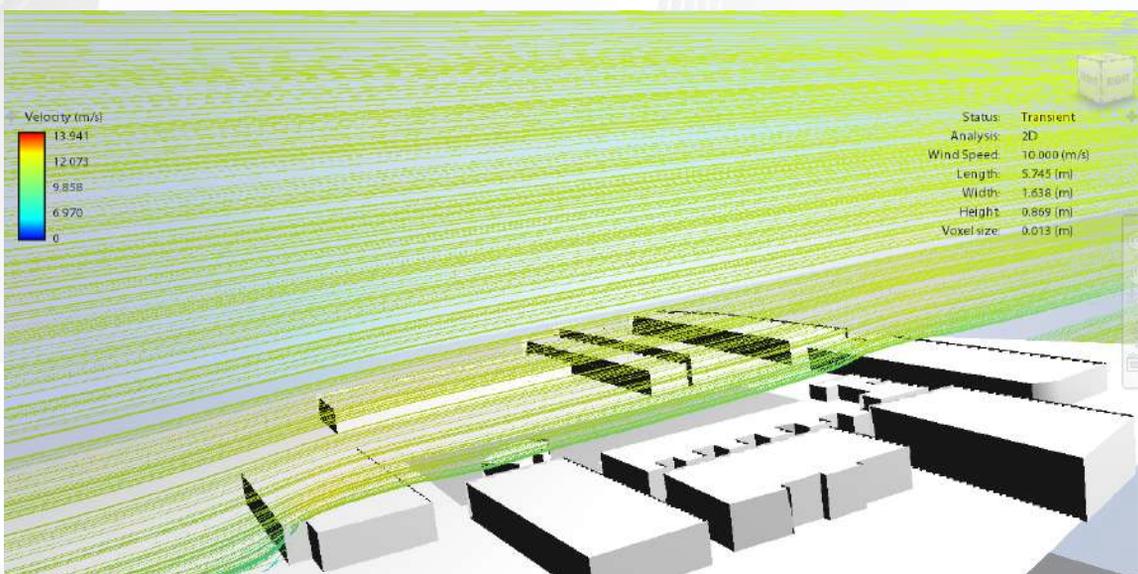
FUENTE: INFORME ANUAL DE CALIDAD DEL AIRE BOGOTÁ (2018)

## 5. ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DEL CLIMA

**Barreras del viento del contexto:** según simulaciones de ventilación las barreras del viento principalmente de las culatas de los vecinos no influyen de manera significativa sobre el lote permitiendo el paso de este (viento) sobre el proyecto de una manera fluida, sobretodo en las orietaciones sur y sur- este que es donde la incidencia del viento es mayor.



Simulación ventilación SUR-ESTE lote proyecto Boita con obstrucciones vecinos



. Simulación ventilación SUR-ESTE lote proyecto Boita con obstrucciones vecinos

# 5. ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DEL CLIMA

## CALIDAD DEL AIRE

Según El Índice Bogotano de Calidad de Aire, IBOCA, para el 05 de agosto fecha de consulta en la zona del proyecto para el colegio Boita los índices de calidad del aire se encuentran moderados. Sin embargo en la siguiente diapositiva se puede ver los históricos de los últimos meses.

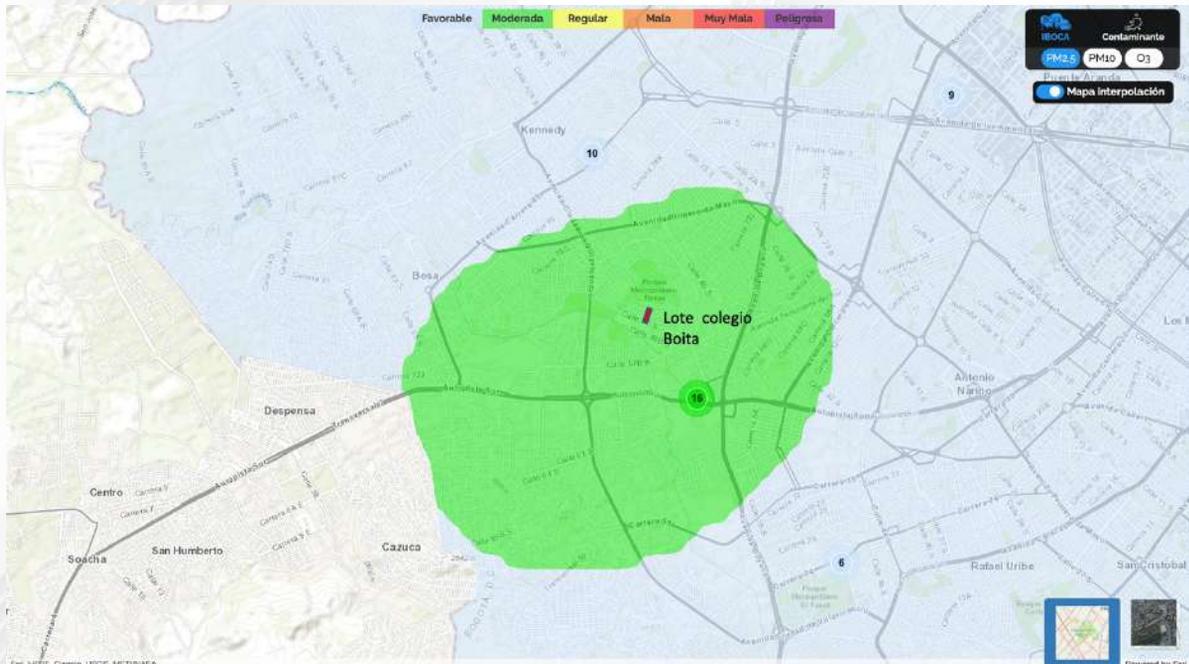


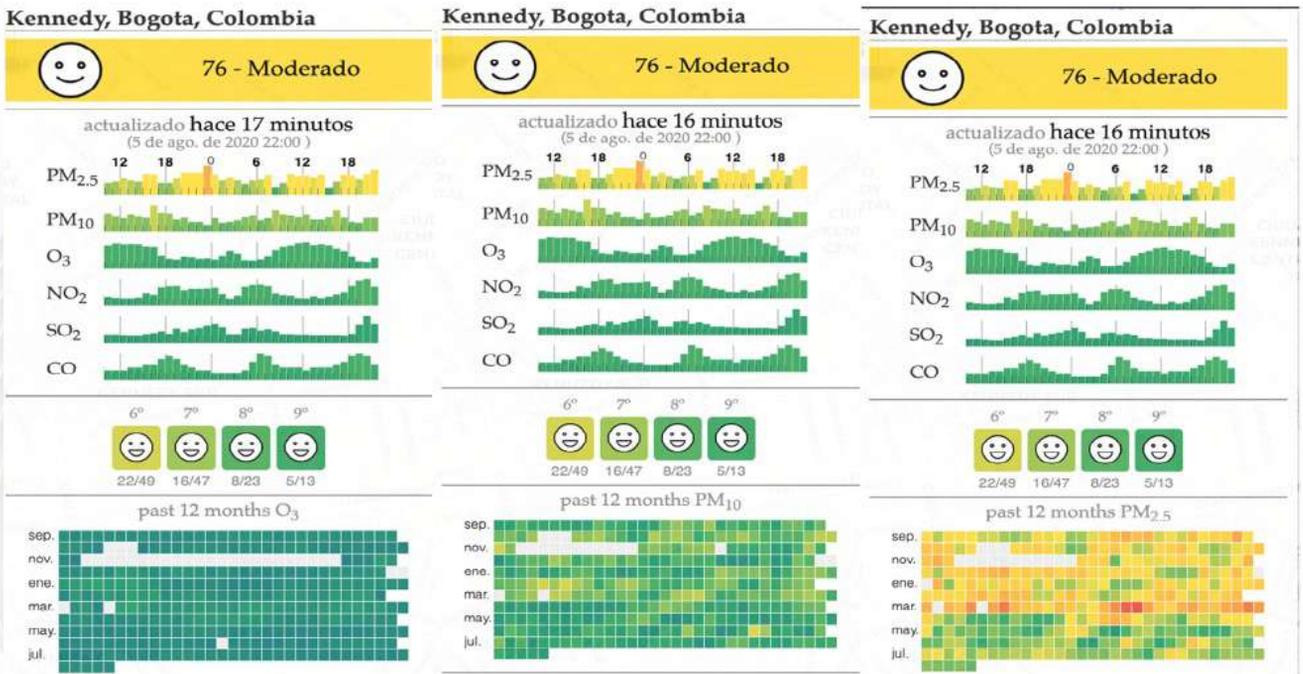
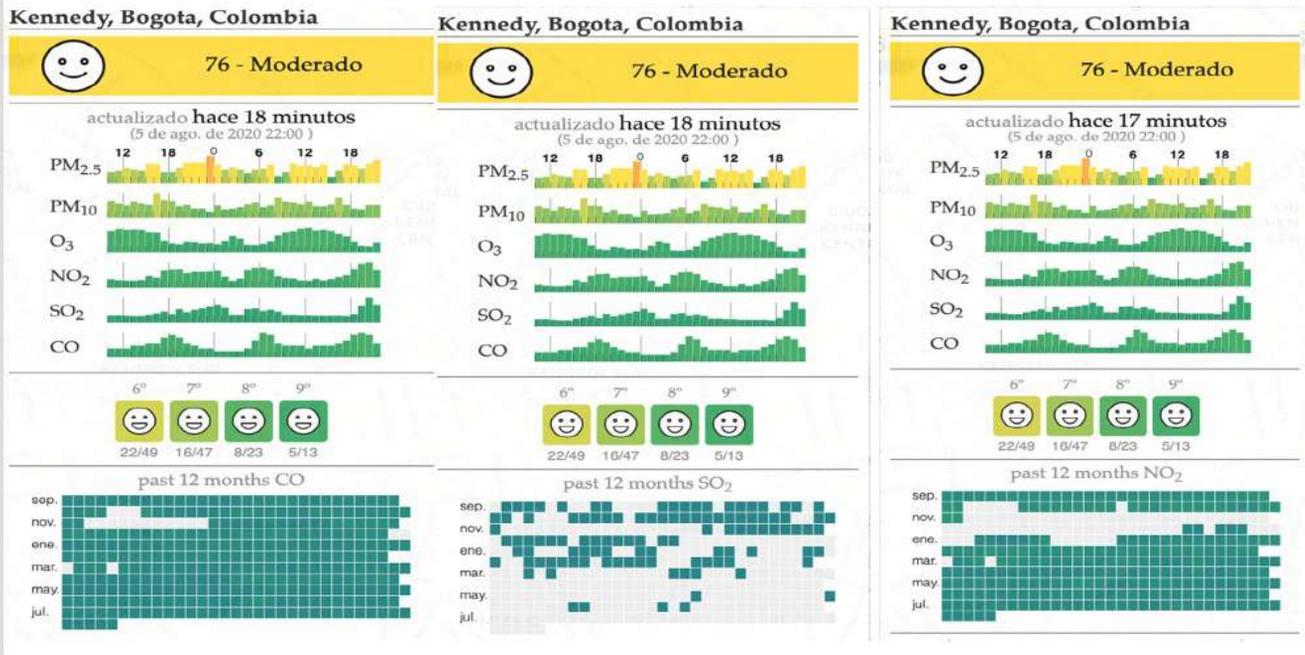
Figura Extraída de: Estudio climatológico de los vientos para la ciudad de Bogotá en el periodo 2010 – 2016

| Atributos del IBOCA     |                   |                            |  |
|-------------------------|-------------------|----------------------------|--|
| Rangos numéricos        | Color             | Estado de calidad del aire | Estado de actuación y respuesta <sup>2</sup> |
| 0 - 10                  | Azul claro        | Favorable                  | Prevención                                   |
| 10,1 - 20               | Verde             | Moderada                   | Prevención                                   |
| 20,1 - 30               | Amarillo          | Regular                    | Alerta Amarilla                              |
| 30,1 - 40               | Naranja           | Mala                       | Alerta Naranja                               |
| 40,1 - 60               | Rojo <sup>3</sup> | Muy Mala                   | Alerta Roja <sup>1</sup>                     |
| 60,1 - 100 <sup>4</sup> | Morado            | Peligrosa                  | Emergencia                                   |

Azul claro-Favorable: Efectos en salud: La calidad del aire se considera aceptable y la contaminación atmosférica supone un riesgo muy bajo para la salud.

Verde-Efectos en Salud La calidad del aire se considera aceptable y la contaminación atmosférica supone un riesgo bajo para la salud.

# 5. ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DEL CLIMA



Históricos de los últimos meses: índices de la calidad del aire, localidad Kennedy .

Los Históricos de la calidad del aire en los últimos meses en la localidad Kennedy (sector en que se encuentra nuestro lote del proyecto), han mostrado que se ha mantenido estable en los últimos meses, entre moderado y bueno según la página del observatorio ambiental de Bogotá.

# 5. ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DEL CLIMA

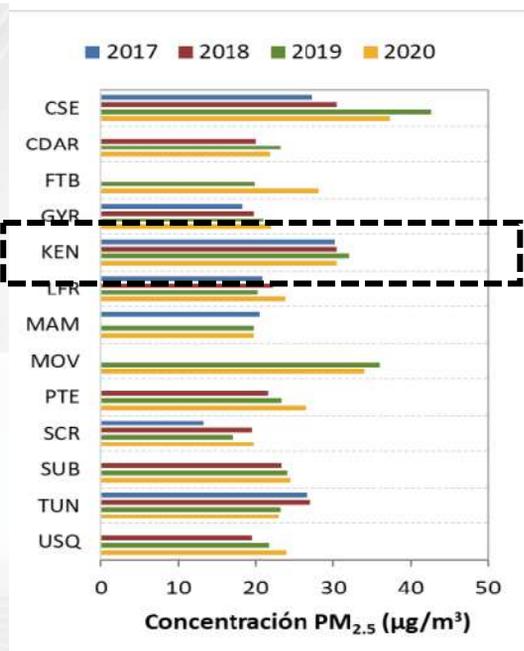
## COMPORTAMIENTO ANUAL DE PM2.5 POR ESTACIÓN

Tabla 6-2. Estadísticas de las concentraciones anuales de PM<sub>2.5</sub> registradas en el año 2019



| Estación  | Promedio anual PM <sub>2.5</sub> (µg/m³) | % datos válidos | Conc. Máxima (µg/m³) | No. Exced. 24h |
|---|--|-----------------|----------------------|----------------|
| Norma anual: 25 µg/m³<br>Norma diaria: 37 µg/m³ |  |                 |                      |                |
| CSE   | 36.1                                     | 96%             | 78.5                 | 149            |
| CDAR  | 15.3                                     | 100%            | 59.0                 | 6              |
| FTB   | 18.4                                     | 98%             | 46.3                 | 7              |
| GYR   | 13.6                                     | 98%             | 53.4                 | 3              |
| <b>KEN</b>                                      | <b>25.1</b>                              | <b>98%</b>      | <b>66.9</b>          | <b>44</b>      |
| LFR   | 15.1                                     | 94%             | 59.0                 | 5              |
| MAM   | 13.7                                     | 98%             | 52.7                 | 4              |
| MOV*  | 28.3                                     | 72%             | 73.1                 | 64             |
| PTE*  | 18.1                                     | 73%             | 50.5                 | 4              |
| SCR*  | 11.9                                     | 68%             | 50.0                 | 2              |
| SUB   | 16.2                                     | 98%             | 56.5                 | 5              |
| TUN   | 16.0                                     | 97%             | 50.8                 | 11             |
| USQ   | 14.1                                     | 99%             | 50.6                 | 6              |

FUENTE: Informe Anual de Calidad del Aire Año 2019



Las concentraciones de PM<sub>2.5</sub> se encuentran al límite de la norma anual sin embargo se puede observar en el gráfico trimestral como en el año 2020 disminuye.

FUENTE: Informe Trimestral de Calidad del Aire Año 2020

# 5. ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DEL CLIMA

## SOLEAMIENTO-DIAGRAMA SOLAR PARA BOGOTÁ

El Diagrama de Trayectoria para Bogotá, permite conocer la geometría solar para la ciudad, a fin de aprovechar al máximo las condiciones locales y la distribución del elemento, al igual que sus trayectorias en las diferentes épocas del año y sus ángulos acimutales y de altitud sobre la ciudad, y además para el mejoramiento del hábitat y confort climático.

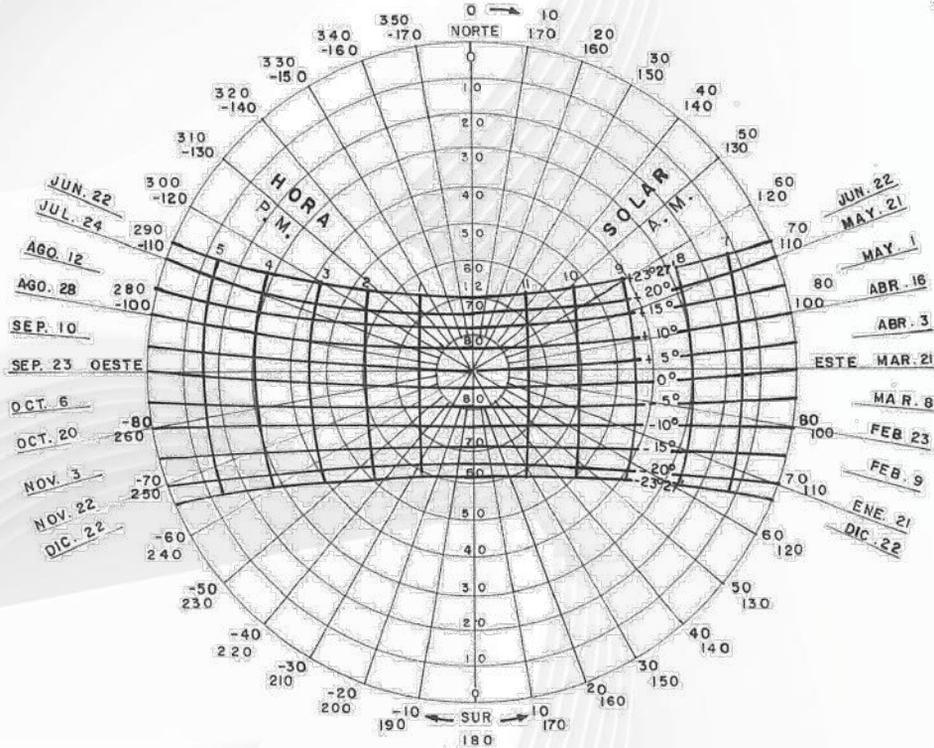


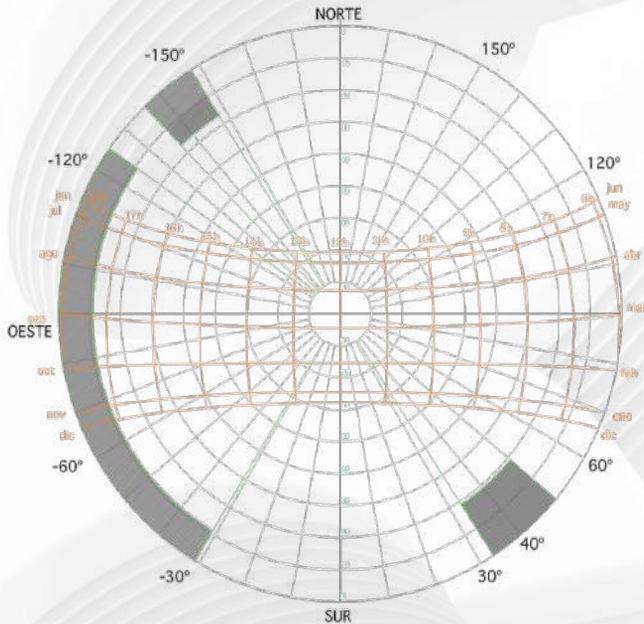
Diagrama de Trayectoria del sol, Altitud y Acimut para Bogotá. Fuente: Geometría Solar y Trayectorias del Sol en Colombia. Himat – Bogotá. Enero/69.

Una de las aplicaciones de esta carta solar es el cálculo de sombras en cualquier momento del día y del año. Con esta información, se pueden dimensionar y proyectar las protecciones solares que sombreen los huecos acristalados situados en cualquiera de las fachadas del edificio. De esta manera, se asegura la reducción notable de la carga solar, llegando incluso a condiciones de bienestar en muchos casos.

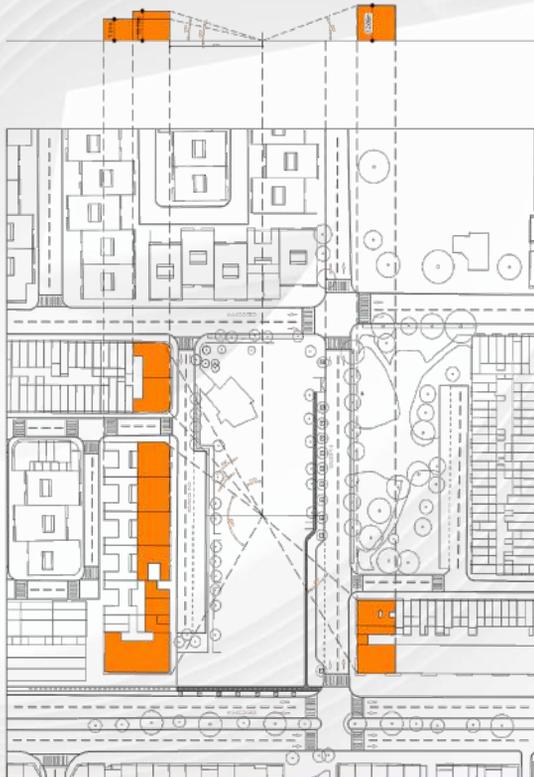
# 5. ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DEL CLIMA

## SOMBREAMIENTO DE LOS VECINOS SOBRE EL LOTE:

Es importante analizar el sombreado que generan los vecinos sobre el lote del colegio Boita, un espacio abierto o público del colegio situado en un clima frío, al que no llega la radiación solar, se encontrará vacío por el confort.



Carta solar estereográfica con proyección sombras vecinos



La proyección de sombras de los vecinos según la carta solar muestra que las sombras de los edificios colindantes en especial la fachada OESTE-ESTE no interfieren sustancialmente en el lote del colegio como se aprecia en la figura, solamente sombreado el lote sobre las 5:30 de la tarde.

Proyección sombras vecinos lote colegio Boita.

## 5. ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DEL CLIMA

### SIMULACIÓN DE SOMBRAS SOBRE EL LOTE:

Es importante analizar el sombreadamiento que generan los vecinos sobre el lote del colegio Boita, un espacio abierto o público del colegio situado en un clima frío, al que no llega la radiación solar, se encontrará vacío por el discomfort. Según los análisis hecho con software de simulación los predios vecinos que tienen alturas máximas de 12 mts no generan barreras considerables sobre el lote de nuestro proyecto.



Proyección sombras vecinos sobre el lote DIC 22 4 P:M



Proyección sombras vecinos sobre el lote MARZO 22 11 A:M

# 6. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS

## ANALISIS DEL CONTEXTO



PROYECTO EN EL CONTEXTO SECTORIAL FUENTE: PLANO BASE GOOGLE MAPS



PROYECTO EN EL CONTEXTO SECTORIAL FUENTE: PLANO BASE GOOGLE MAPS

El lote a intervenir esta ubicado en la ciudad de Bogota, en la Localidad de Kennedy en el barrio Boita.

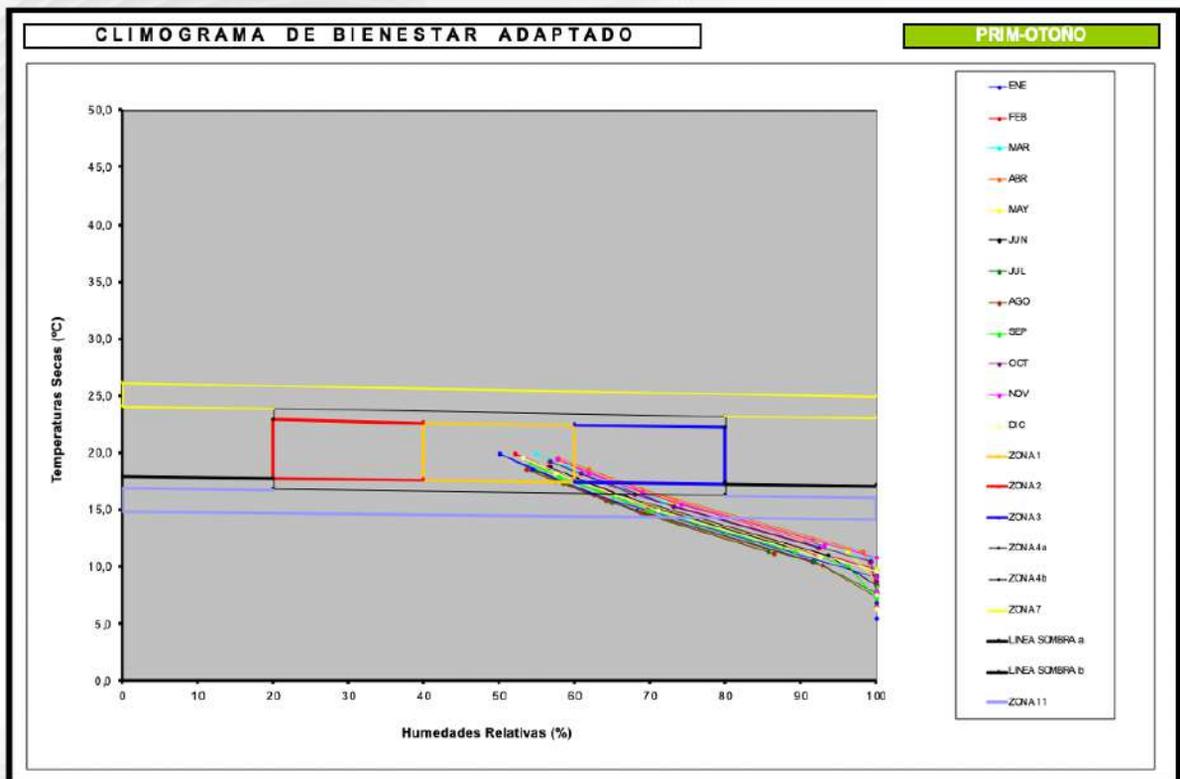
El colegio Boita se encuentra rodeado de una gran riqueza ambiental entre el Rio Tunjuelo, el Lago Timiza y rodeado de zonas verdes.

# 6. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS

## ESTRATEGIAS CONSTRUCTIVAS Y DE DISEÑO: APLICACIÓN DE CLIMOGRAMAS COMO HERRAMIENTAS DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO

Existen diferentes condiciones climáticas que se deben cumplir para cada edificación, dependiendo del lugar en que se encuentre, estas condiciones están dadas por el clima de donde resultan necesidades para alcanzar la zona de confort, dichas necesidades se suplen con la implementación de estrategias bioclimáticas pasivas. Las condiciones climáticas y las estrategias a implementar resultarán al superponer sobre los climogramas de bienestar las condiciones climáticas concretas del lugar.

Los climogramas son herramientas de diseño bioclimático basadas en la premisa del bienestar higrotérmico. Proporcionan información sobre las diferentes estrategias constructivas y de diseño disponibles y, al superponer sobre ellos las condiciones climáticas concretas del lugar, indican directamente cuáles deben emplearse. Para el proyecto del Colegio Boita usaremos dos de los diagramas más efectivos: el climograma de Olgay y el climograma de Givony.



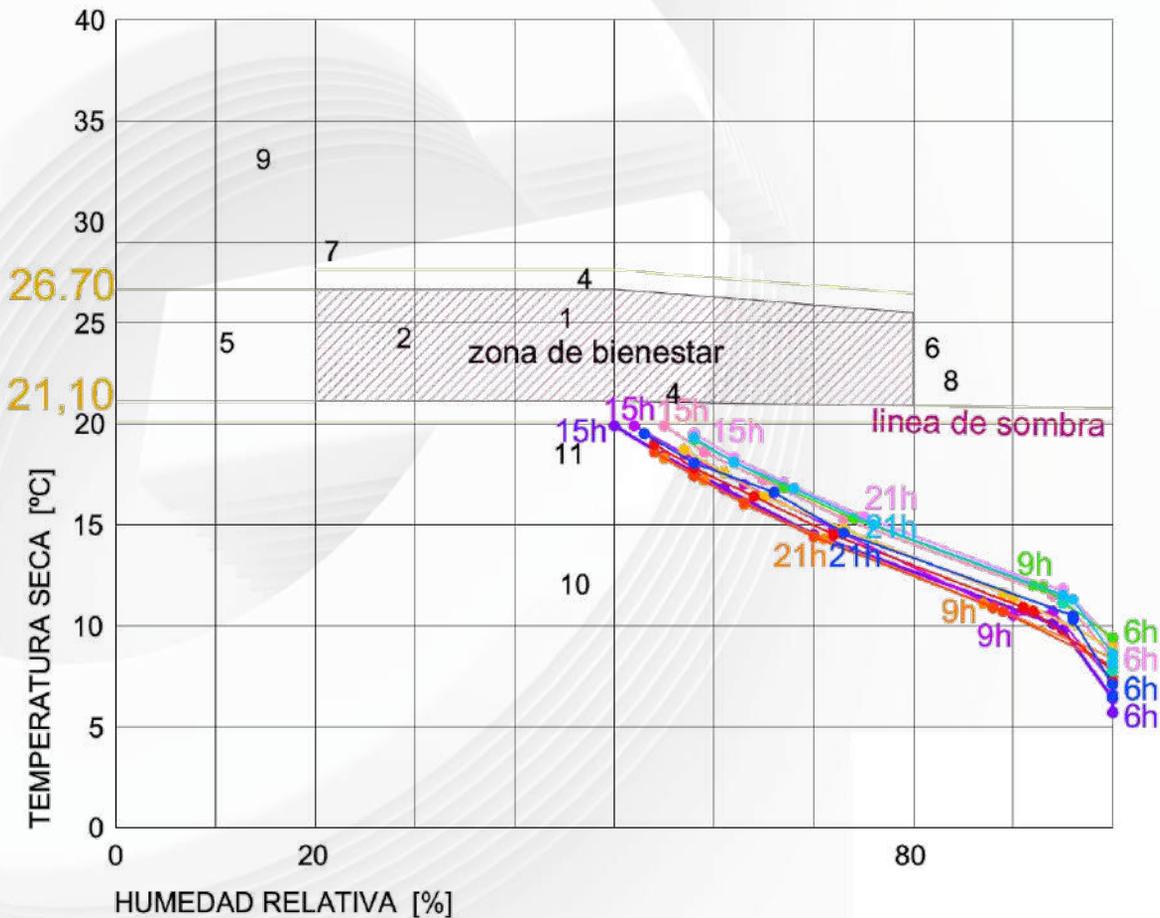
Climograma de bienestar Adaptado

# 6. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS

## CLIMOGRAMA DE OLGYAY

En el climograma de Olgay la zona de confort se construye delimitándola básicamente por dos humedades relativas, una próxima al 20% y otra al 80% y por dos temperaturas. Para calcular la temp. Máx. y min. de bienestar aceptable para nuestro proyecto se suma y se resta 2.78 a la temp. media de las máximas de los meses que para Bogotá es de 14 grados c. Dado que la adaptación del organismo a su ambiente tiene unas limitaciones biológicas, el valor máximo aceptado es de 26,7 grados c y el valor mínimo es de 21,1. Tanto los datos de temperatura como los datos de humedad se han comprobado experimentalmente.

### arropamiento 1 clo \_PARA TODOS LOS MESES



Climograma de Olgay para proyecto Colegio Boita

## 6. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS

### *Variables físicas a considerar para el confort térmico*

Una de las estrategias bioclimáticas claves en este proyecto es buscar a través de la ventilación natural lograr el confort térmico, por tanto, será descrita con mayor detenimiento en las siguientes páginas. En lo referente a la sensación de confort térmico influyen tres parámetros:

1. Parámetros físicos (temperaturas, humedad y velocidad del aire)
2. Parámetros fisiológicos (edad, sexo y características de los ocupantes)
3. Parámetros externos (actividad que desarrollan los ocupantes, vestimenta y condiciones sociales)

Conocer las condiciones de confort en ventilación, que se generan por la sensación térmica (bien sea por temperatura y humedad del espacio) o por el efecto de enfriamiento del viento; componen las variables de estudio de esta consultoría.

Por consiguiente se busca estudiar el **confort térmico** del proyecto en su estado actual, con los materiales, las áreas y el diseño original y con las posibles mejoras que favorezcan el bienestar térmico y, por consiguiente, el ahorro energético.

[ fuente info. \*ESTACIÓN CLIMÁTICA INEM KENNEDY]

| MESES<br>(unidades) | Hr y T <sup>aS</sup> MEDIAS MENSUALES |                      | HR<br>% | T <sup>a</sup> MEDIA<br>(entre máx y min)  | ARROPAMIENTO |                    | T <sup>aS</sup> BIENESTAR |      |
|---------------------|---------------------------------------|----------------------|---------|--|--------------|--------------------|---------------------------|------|
|                     | C °                                   | C °                  |         |  | CORRECCIONES | C °                | C °                       |      |
|                     | T <sup>a</sup> m máx                  | T <sup>a</sup> m min | Hr m    |  |              | T <sup>a</sup> máx | T <sup>a</sup> min        |      |
| enero               | 22,6                                  | 7,8                  | 73,10   | 15,2                                       |              |                    |                           |      |
| febrero             | 23,6                                  | 8,4                  | 73,10   | 16,0                                       | 1            | Clo                | 26,7                      | 21,1 |
| marzo               | 24,0                                  | 8,6                  | 75,10   | 16,3                                       |              |                    |                           |      |
| abril               | 22,8                                  | 9,2                  | 73,30   | 16,0                                       |              |                    |                           |      |
| mayo                | 23,4                                  | 8,2                  | 76,30   | 15,8                                       |              |                    |                           |      |
| junio               | 21,0                                  | 9,4                  | 73,10   | 15,2                                       |              |                    |                           |      |
| julio               | 21,0                                  | 10,6                 | 68,10   | 15,8                                       |              |                    |                           |      |
| agosto              | 21,4                                  | 9,0                  | 68,10   | 15,2                                       |              |                    |                           |      |
| septiembre          | 23,0                                  | 8,0                  | 66,30   | 15,5                                       |              |                    |                           |      |
| octubre             | 22,4                                  | 7,6                  | 72,30   | 15,0                                       |              |                    |                           |      |
| noviembre           | 22,4                                  | 10,2                 | 76,10   | 16,3                                       |              |                    |                           |      |
| diciembre           | 22,0                                  | 7,8                  | 73,30   | 14,9                                       |              |                    |                           |      |
|                     |                                       |                      |         | T <sup>a</sup> máx/min B<br>(+2,78/ -2,78) |              |                    | 16,8                      | 11,2 |

Cuadro de cálculo de zonas de confort. FTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DEL CLIMOGRAMA DE OLGYAY.

## 6. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS

Conclusiones-Recomendaciones Bioclimáticas climograma de Olgyay: Las zonas 1,2,3, 5 y 6 ya han sido definidas como las de bienestar pleno y carácter saludables. Las dos zonas 4 son las de bienestar extendido con un 20% de individuos insatisfechos. El primer punto significativo es la *línea de sombra*. Esta línea es la base inferior de la zona de bienestar, marca el punto en el que no se precisa aportar calor al ambiente.

La falta de calor como es nuestro caso puede compensarse con *Calentamiento solar pasivo (zona 10) o aprovechando las cargas internas espontáneas*. Estas últimas están señaladas en el diagrama como la zona 11.

Su delimitación es intencionalmente difusa, ya que no es fácil delimitar su posible aportación térmica sin conocer los parámetros del edificio. Para el uso clásico y la ocupación típica de una vivienda, las cargas internas pueden incrementar la temp interior entre 1 y 5 grados.

Para nuestro caso de uso educativo se deberá buscar el aumento de esta temperatura con la combinación de la inercia térmica del edificio, unido con los momentos en que se concentran las cargas internas, la máxima iluminación y el máximo empleo de equipos como computadores, y otros electrodomésticos, además del aporte de la radiación solar en las horas de la mañana cuando el sol no es tan perpendicular, a través de las fachadas. Estas medidas deberán comprobarse a través de las simulaciones térmicas del edificio una vez precisadas las estrategias.

1 Área de bienestar saludable (menos del 10% de insatisfechos)

2 Área de bienestar algo seca para la salud (menos del 10% de insatisfechos)

3 Área de bienestar algo húmeda para la salud (menos del 10% de insatisfechos)

4 Área de bienestar extendida (20% de insatisfechos)

5 Área térmica mente aceptable pero excesivamente seca

6 Área térmica mente aceptable pero excesivamente húmeda

7 Zona controlada por la ventilación nocturna y la masa térmica

8 Zona controlada por la ventilación permanente

9 Zona controlada por el enfriamiento evaporativo y la masa térmica

10 Zona controlada por la radiación solar y la masa térmica

11 Zona controlada por las cargas internas

Recomendaciones bioclimáticas y áreas de bienestar según zonas para climograma de olgyay.

# 6. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS

## CLIMOGRAMA DE GIVONI

Un segundo climograma de bienestar, similar al de Olgyay pero representado sobre la base de un diagrama psicrométrico, es el de B. Givoni, en él también aparece reflejada una zona de bienestar, e, igualmente, está rodeada por las diferentes estrategias bioclimáticas que le permitirán alcanzar el bienestar. El área de confort está entre los 21 y los 26 grados c de temp seca, las hum edades relativas entre el 20 y el 80%.

datos climáticos

climograma de bienestar de GIVONI

|            | HORAS T° máx/min |          | T° / Hr      |              |
|------------|------------------|----------|--------------|--------------|
|            | h.T° máx         | h.T° min | T°/Hr máx    | T°/Hr min    |
| enero      | 15.00            | 6.00     | 8.48° /100%  | 19.73° /50%  |
| febrero    | 15.00            | 6.00     | 9.19° /100%  | 19.90° /52%  |
| marzo      | 15.00            | 6.00     | 10.15° /100% | 19.75° /55%  |
| abril      | 15.00            | 6.00     | 10.78° /100% | 19.37° /58%  |
| mayo       | 15.00            | 6.00     | 10.56° /100% | 19.07° /58%  |
| junio      | 15.00            | 6.00     | 9.61° / 100% | 18.58° /57%  |
| julio      | 15.00            | 6.00     | 9.03° / 100% | 18.17° / 55% |
| agosto     | 15.00            | 6.00     | 8.72° / 100% | 18.46° / 54% |
| septiembre | 15.00            | 6.00     | 9.56° / 100% | 19.00° / 54% |
| octubre    | 15.00            | 6.00     | 10.00° /100% | 19.06° / 57% |
| noviembre  | 15.00            | 6.00     | 10.26° /100% | 19.16° / 58% |
| diciembre  | 15.00            | 6.00     | 9.03° /100%  | 19.50° / 53% |
| AÑO        |                  |          |              |              |

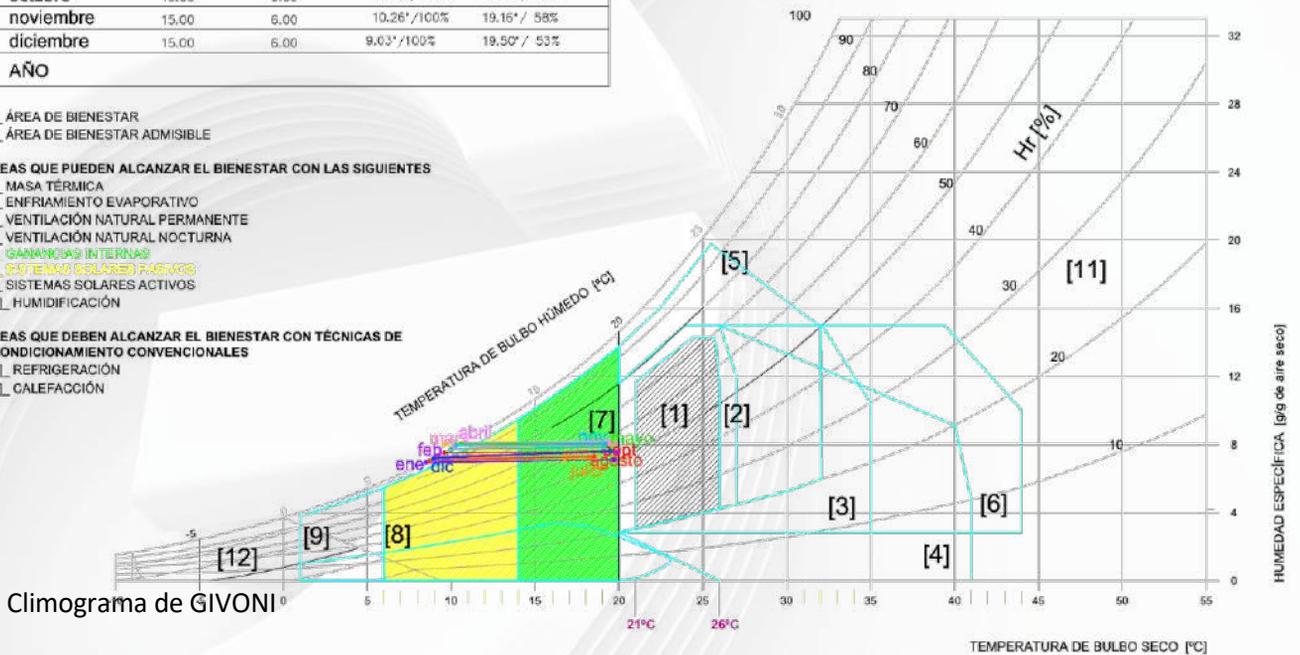
- [1]\_ ÁREA DE BIENESTAR
- [2]\_ ÁREA DE BIENESTAR ADMISIBLE

ÁREAS QUE PUEDEN ALCANZAR EL BIENESTAR CON LAS SIGUIENTES

- [3]\_ MASA TÉRMICA
- [4]\_ ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO
- [5]\_ VENTILACIÓN NATURAL PERMANENTE
- [6]\_ VENTILACIÓN NATURAL NOCTURNA
- [7]\_ GANANCIAS INTERNAS
- [8]\_ SISTEMAS SOLARES PASIVOS
- [9]\_ SISTEMAS SOLARES ACTIVOS
- [10]\_ HUMIDIFICACIÓN

ÁREAS QUE DEBEN ALCANZAR EL BIENESTAR CON TÉCNICAS DE ACONDICIONAMIENTO CONVENCIONALES

- [11]\_ REFRIGERACIÓN
- [12]\_ CALEFACCIÓN



### Recomendaciones Bioclimáticas:

La zona 7 representa las condiciones controladas por las ganancias internas. Es una zona de frío moderado en la que la energía que falta para alcanzar el confort se obtiene simplemente por el calor generado por los ocupantes, iluminación y equipos. La zona 8 representa las condiciones controladas por los sistemas solares pasivos. Es una zona de mayor frío que la anterior, pero aún moderado, que debe también combinarse con inercia térmica.

## 6. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS

### CONTROL SOLAR:

El sol y su fuerte radiación son un problema característico en la arquitectura de los países de clima tropical como Colombia para poder conseguir una edificación con buena eficiencia energética y un confort térmico. Debido a su ubicación el sol en estos países tiene un acimut mayor dejándolo en una posición mas vertical que en otros climas, es recomendable estudiar el comportamiento del sol en este clima.

La protección solar es una de las herramientas mas importantes para resolver este problema, para el clima tropical los principios de protección solar, el control y aprovechamiento de la iluminación natural, son 2 de los criterios básicos aplicados para conseguir eficiencia energética y el confort térmico en la edificación, siempre acompañados de una buena ventilación natural.

Para que las protecciones solares sean mas eficientes se debe colocarlas en el exterior del edificio, estos elementos de protección se proyectan en corte para protecciones horizontales y se proyectan en planta para el caso de los elementos verticales, teniendo en cuenta los ángulos AHS y AVS, es posible determinar el elemento (alero) que permitiera una mejor protección solar y un menor costo para el proyecto. De esta manera se consigue reflejar y disipar la energía fuera del espacio habitable. Es importante también que las protecciones solares puedan impedir la entrada de los rayos de sol directos, pero no el paso de la luz indirecta, de esta manera podremos mantener unos niveles óptimos de iluminación natural en el edificio.

## 6. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS

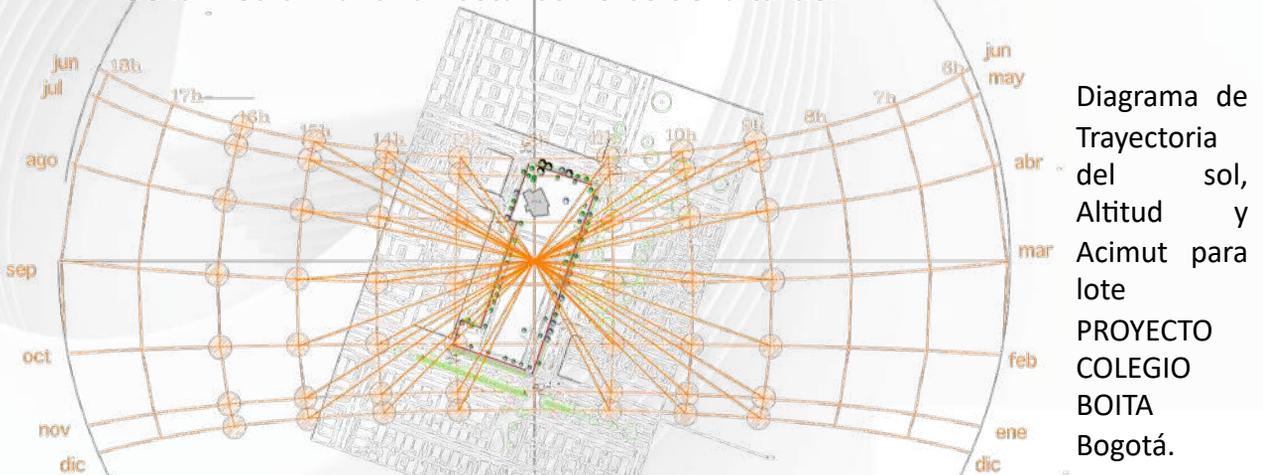
### CONTROL SOLAR EN EL PROYECTO

Para el colegio Boita que esta localizado en el sector sur-occidente de Bogotá D.C , es necesario el control solar en ciertas horas del día y períodos del año según el calendario de estudios y el uso del edificio. El diseño del edificio funciona como dos volúmenes conectados por elementos de circulación horizontal (rampas) asentados sobre una plataforma donde las fachadas mas largas se orientan en los ejes **SE-NO** y las fachadas mas cortas en el sentido **NE-SO** . En conclusión, las fachadas que están orientadas en los ejes **SE-NO**, son las que reciben la mayor cantidad de radiación solar en las horas de la mañana y tarde, por lo cuál deberán utilizar protecciones solares en sus horas y días mas críticos.

Resumen de análisis de asoleamiento en el proyecto Colegio Boita:

Las Fachadas **SE-NO** deberán utilizar protecciones solares según los análisis para el periodo del solsticio de verano (21-22 junio), periodo que comprende los meses de junio a septiembre. Además, para estas orientaciones también se usarán protecciones solares para controlar la radiación solar en los Equinoccios (21-22 marzo y 21-22 de septiembre) desde marzo a junio y de septiembre a diciembre.

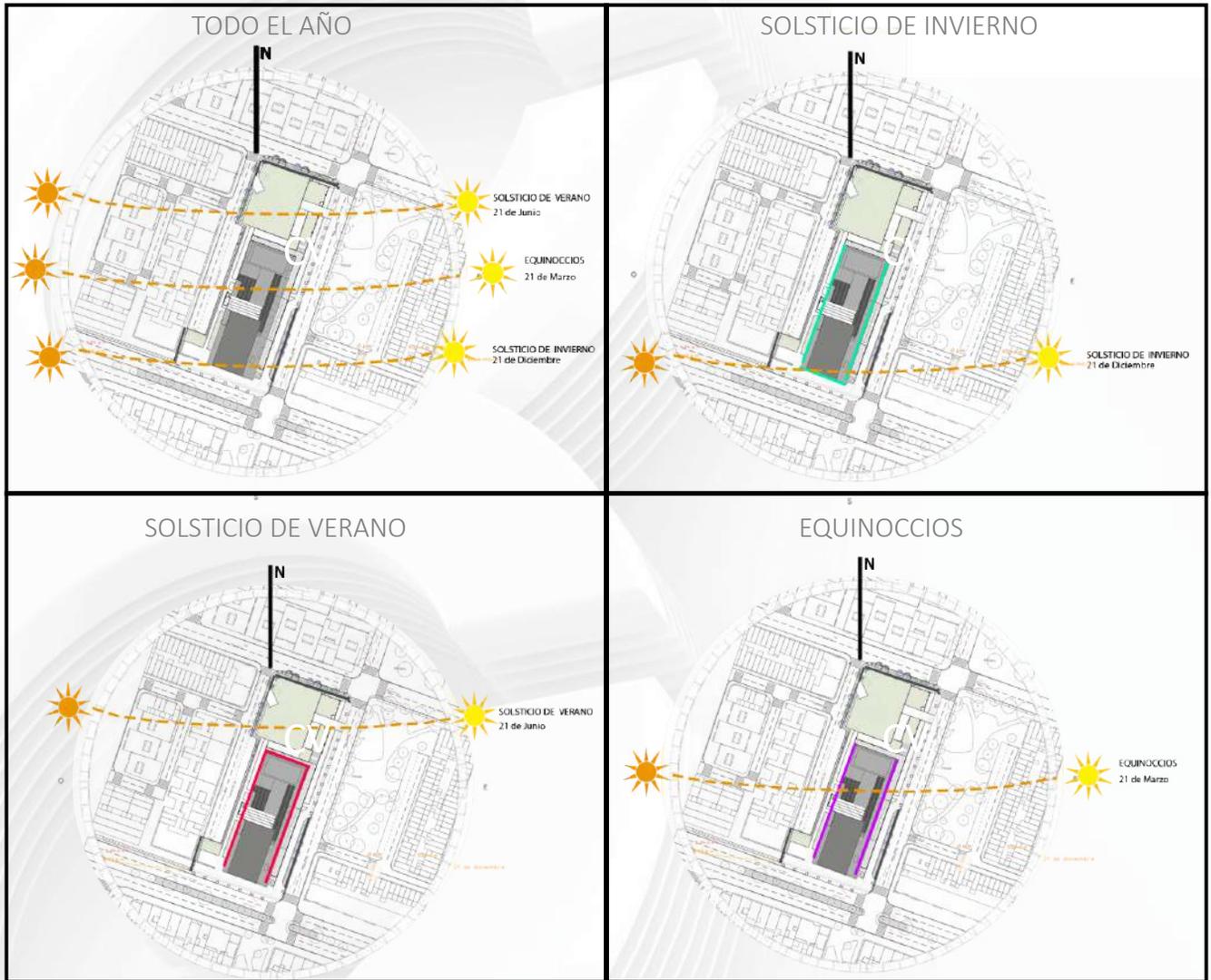
Las Fachadas **NE-SO** deberán utilizar protecciones solares según los análisis para el periodo del solsticio de invierno (21-22 diciembre), periodo que comprende los meses de Diciembre hasta marzo, y se enfocan en las horas de la media mañana hasta las horas de la tarde.



Según el análisis de la figura anterior simulada con *la carta solar estereográfica*, donde las fachadas mas alargadas se encuentran en el sentido este-oeste, se puede concluir que en los 12 meses del año el proyecto recibirá constante radiación solar en horas estimadas con un ángulo solar adecuado entre las 9:00 a:m hasta las 5:00 p:m en estas fachadas.

## 6. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS

### RECOORDIO SOLAR EN EL PROYECTO – Fachadas afectadas

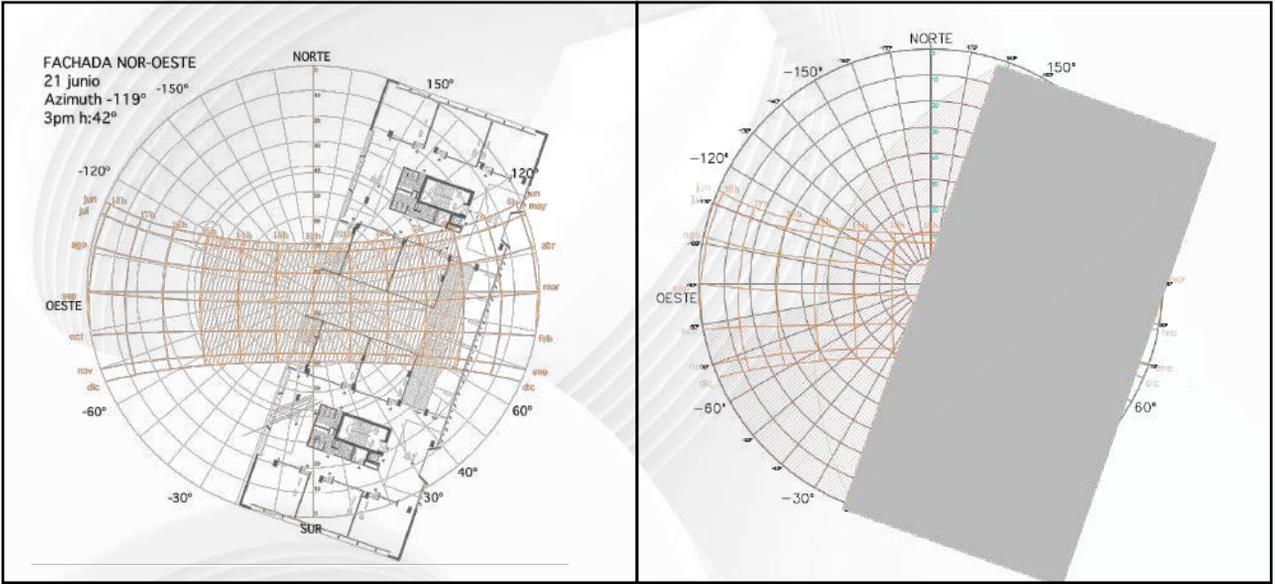


A través de los siguientes esquemas se puede apreciar la incidencia solar que recibe cada fachada en los diferentes periodos del año obtenidos por el resultado del análisis según los diagramas de mascarar solares.

# 6. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS

## ANALISIS CARTAS SOLARES Y CÁLCULOS DE ALEROS

### FACHADA NOR-OESTE

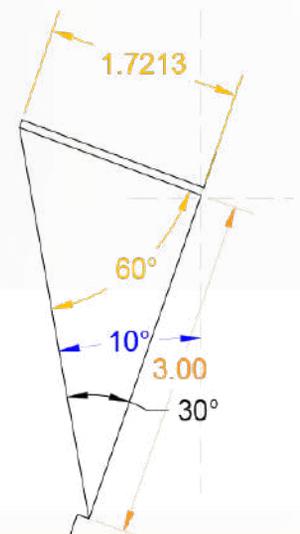


Para la fachada Nor-Oeste Se simulan los solsticios y equinoccios a las 9:00 y 15:00 hrs como fechas y horas de estudio para determinar el desempeño de la protección solar. La hora crítica donde mas incide el sol son las 15:00 hrs del 21 de junio por lo que se hace la proyección de sombras sobre esa hora como se muestra a continuación.

### PROTECCIONES HORIZONTALES

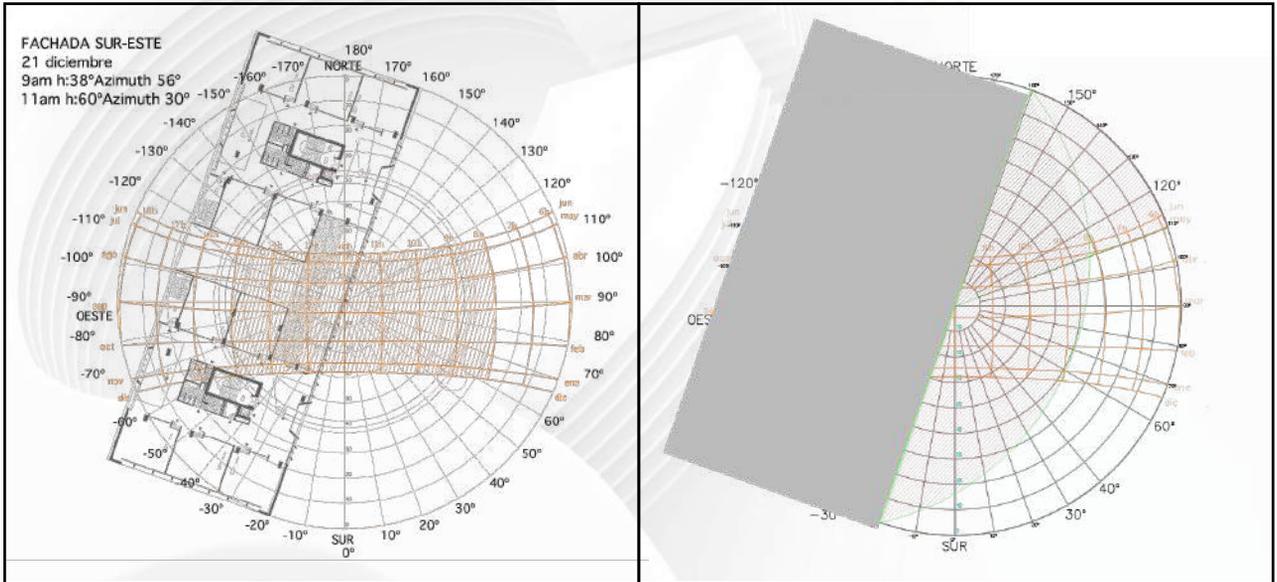


### PROTECCIONES VERTICALES



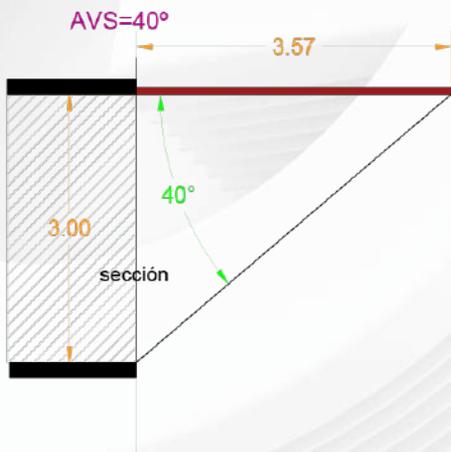
# 6. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS

## ANALISIS CARTAS SOLARES Y CÁLCULOS DE ALEROS FACHADA SUR-ESTE

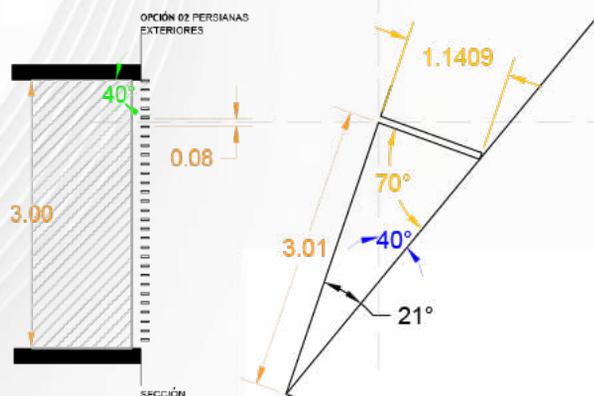


Para la fachada Sur-Este Se toma los solsticios y equinoccios a las 9:00 y 15:00 hrs como fechas y horas de estudio para determinar el desempeño en protección solar. La hora crítica donde mas incide el sol son las 9:00 hrs del 21 de Dic por lo que se hace la proyección de sombras sobre esa hora como se muestra a continuación.

### PROTECCIONES HORIZONTALES



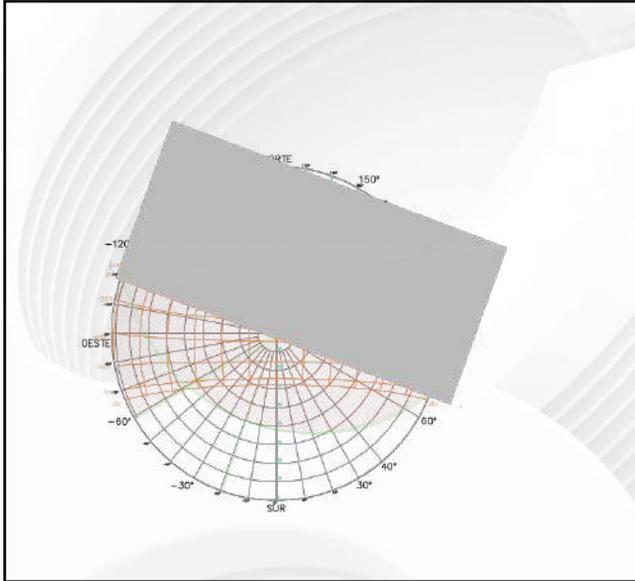
### PROTECCIONES VERTICALES



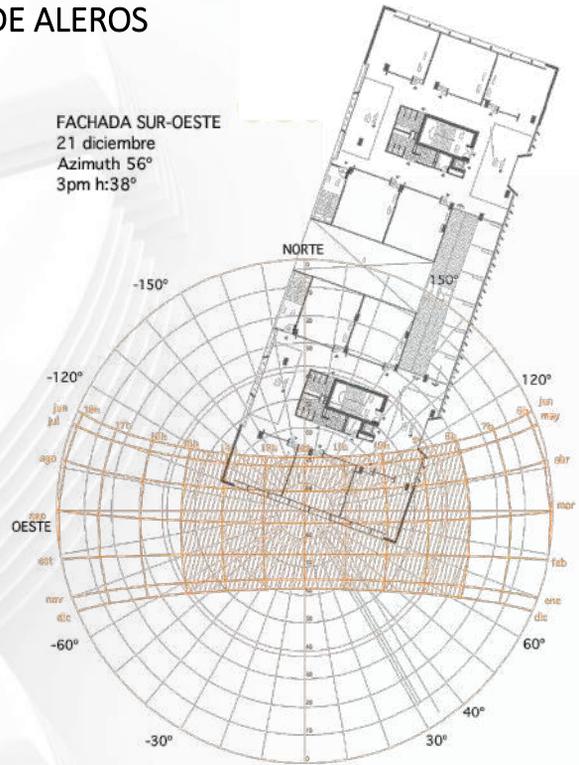
# 6. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS

## ANALISIS CARTAS SOLARES Y CÁLCULOS DE ALEROS

### FACHADA SUR-OESTE

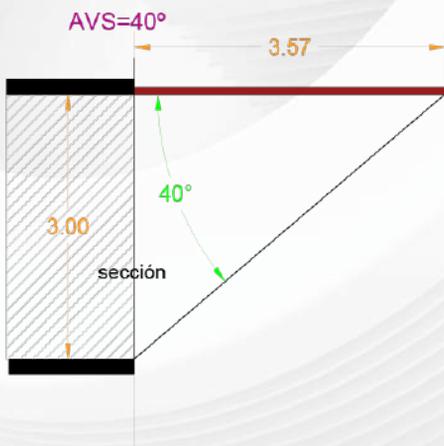


FACHADA SUR-OESTE  
21 diciembre  
Azimuth 56°  
3pm h:38°

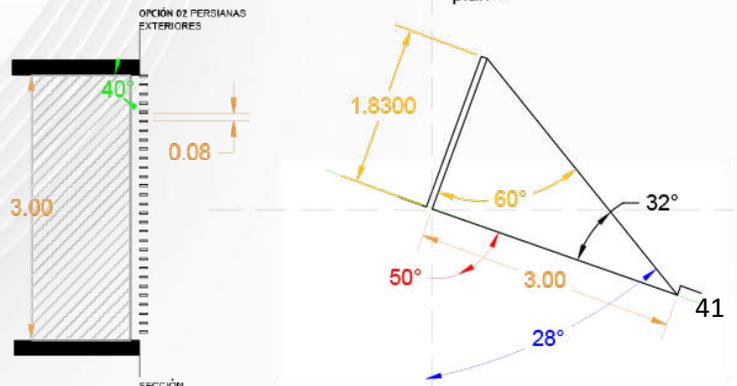


Para la fachada Sur-Oeste Se toma los solsticios y equinoccios a las 9:00 y 15:00 hrs como fechas y horas de estudio para determinar el desempeño en protección solar. La hora crítica donde mas incide el sol son las 15:00 hrs del 21 de diciembre por lo que se hace la proyección de sombras sobre esa hora como se muestra a continuación.

### PROTECCIONES HORIZONTALES

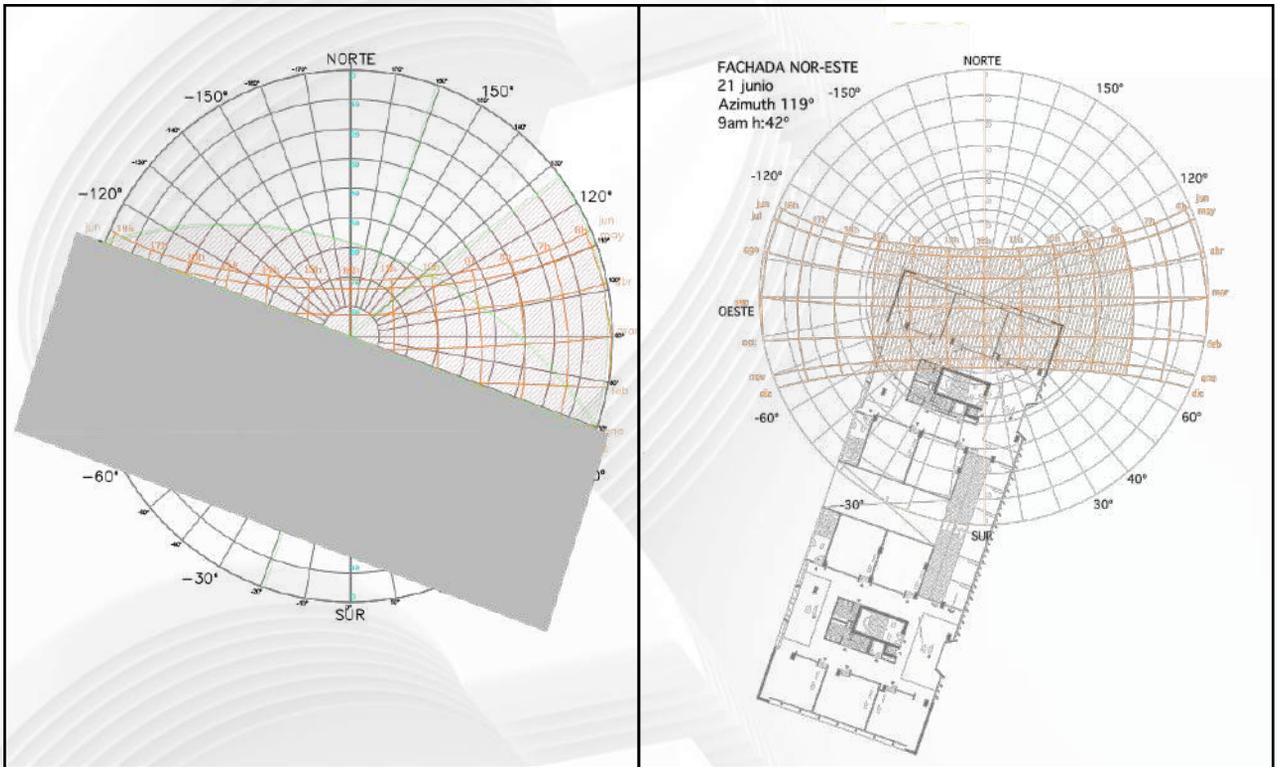


### PROTECCIONES VERTICALES



# 6. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS

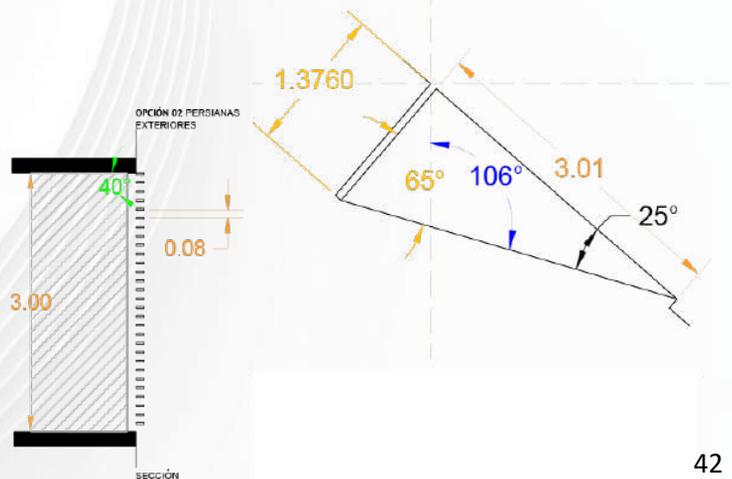
## ANALISIS CARTAS SOLARES Y CÁLCULOS DE ALEROS FACHADA NOR-ESTE



### PROTECCIONES HORIZONTALES

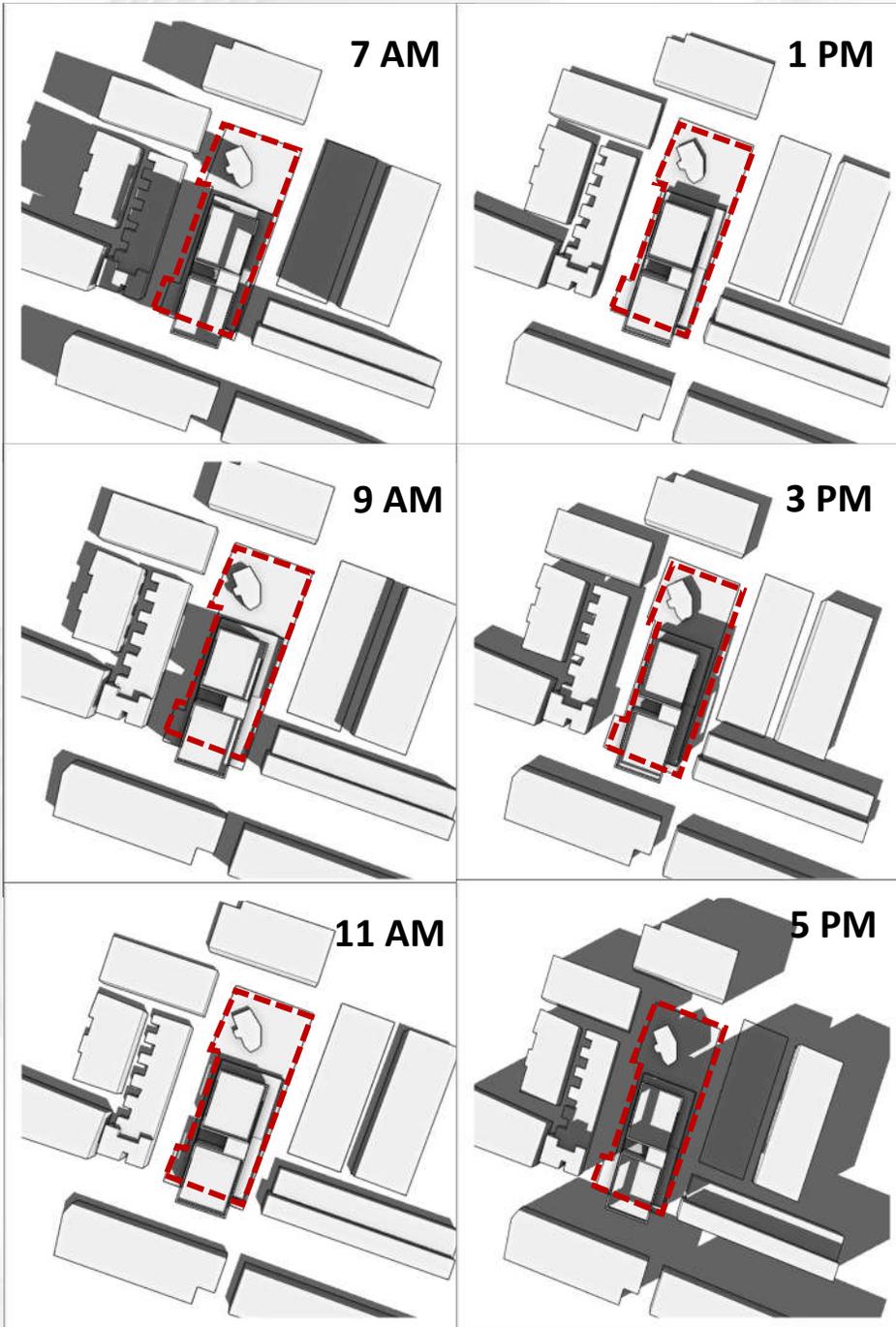


### PROTECCIONES VERTICALES



## 6. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS

El estudio de soleamiento y geometría solar realizado plantea el análisis crítico del comportamiento solar de distintas partes del edificio y su posible mejora gracias al diseño y caracterización constructiva. Inicialmente se estudia el edificio a nivel de planta, en función del cálculo de las sombras propias y arrojadas del edificio y de los edificios circundantes se determina la necesidad de control lumínico y de deslumbramiento en los paramentos transparentes o traslúcidos así como las



**COLEGIO BOITA:  
ESTUDIO DE  
SOLEAMIENTO-  
SOLSTICIO DE  
INVIERNO-DIC 21**

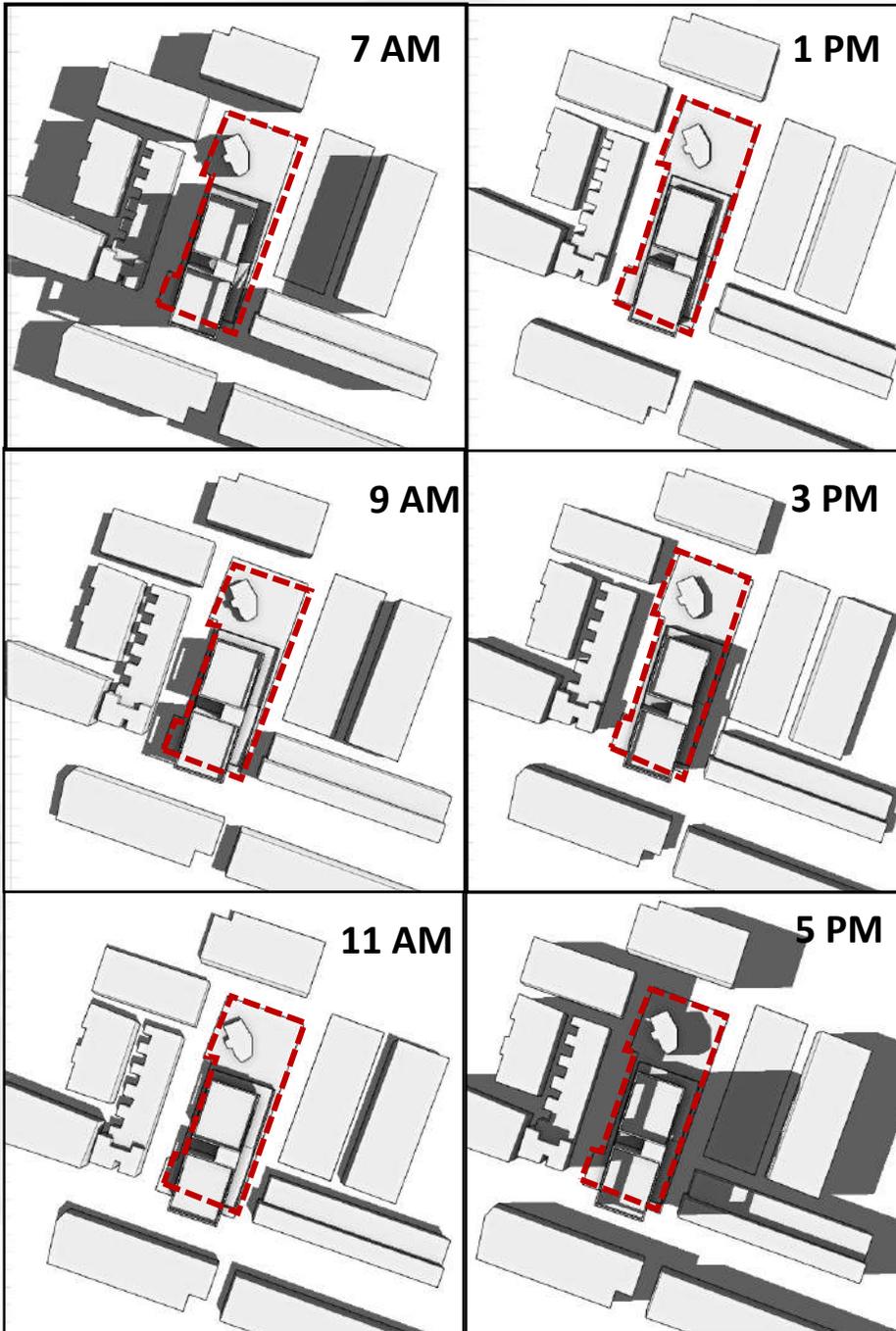
**ANÁLISIS DE  
SOLEAMIENTO CON  
VOLUMETRÍA  
PROPUESTA:**

**ZONA RECREATIVA:** la proyección de sombras sobre la zona recreativa del proyecto que se encuentra en la fachada NOR-ESTE no s arroja que esta zona tendrá un sombreado desde las 3pm hasta las 5 pm, en el período del solsticio de invierno.

**SOMBRAS EDIF.  
CIRCUNDANTES:** La proyección de sombras de los edificios circundantes NO muestra un sombreado significativo sobre el proyecto en el solsticio de invierno.

## 6. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS

ANÁLISIS DE SOLEAMIENTO CON VOLUMETRÍA PROPUESTA:



**COLEGIO BOITA:  
ESTUDIO DE  
SOLEAMIENTO-  
EQUINOCCIOS  
MARZO-SEPT 21**

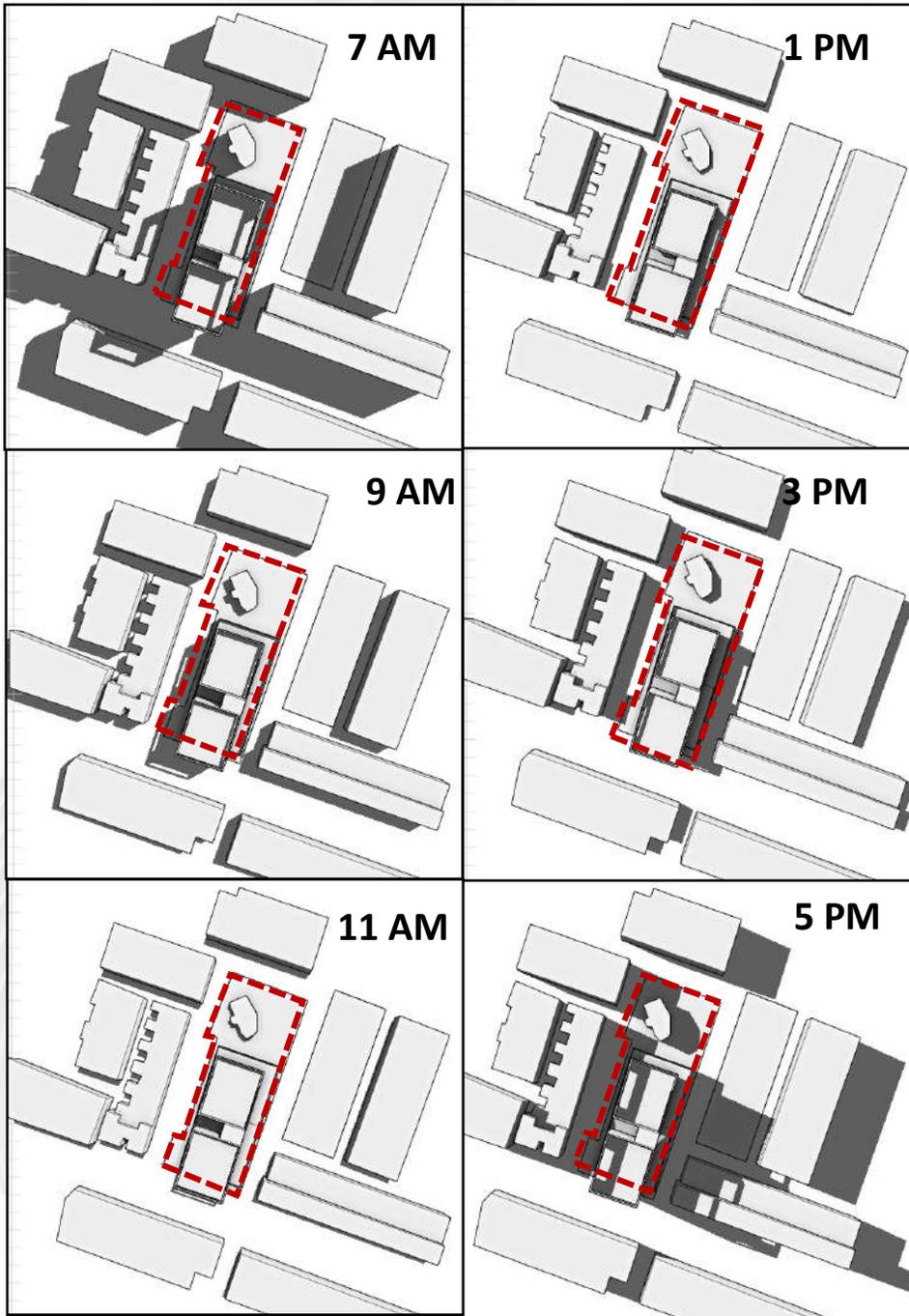
**ANÁLISIS DE  
SOLEAMIENTO CON  
VOLUMETRÍA  
PROPUESTA:**

**ZONA RECREATIVA:** la proyección de sombras sobre la zona recreativa del proyecto que se encuentra en la fachada NOR-ESTE nos arroja poca sombreado en el período de los equinoccios.

**SOMBRAS EDIF.  
CIRCUNDANTES:** La proyección de sombras de los edificios circundantes NO muestra un sombreado significativo sobre el proyecto en los equinoccios.

## 6. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS

ANÁLISIS DE SOLEAMIENTO CON VOLUMETRÍA PROPUESTA:



**COLEGIO BOITA:  
ESTUDIO DE  
SOLEAMIENTO-  
SOLSTICIO DE  
VERANO-JUN 21**

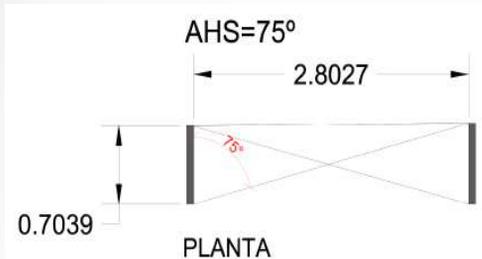
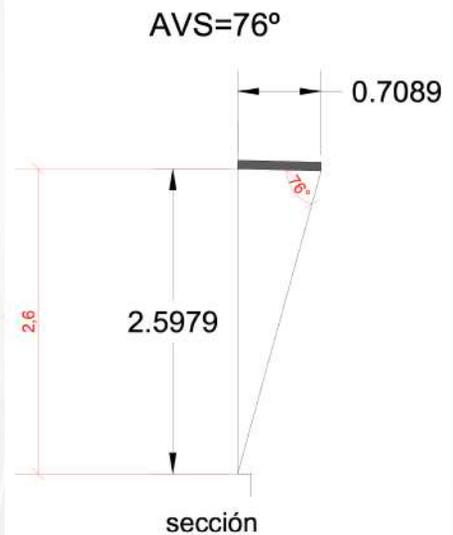
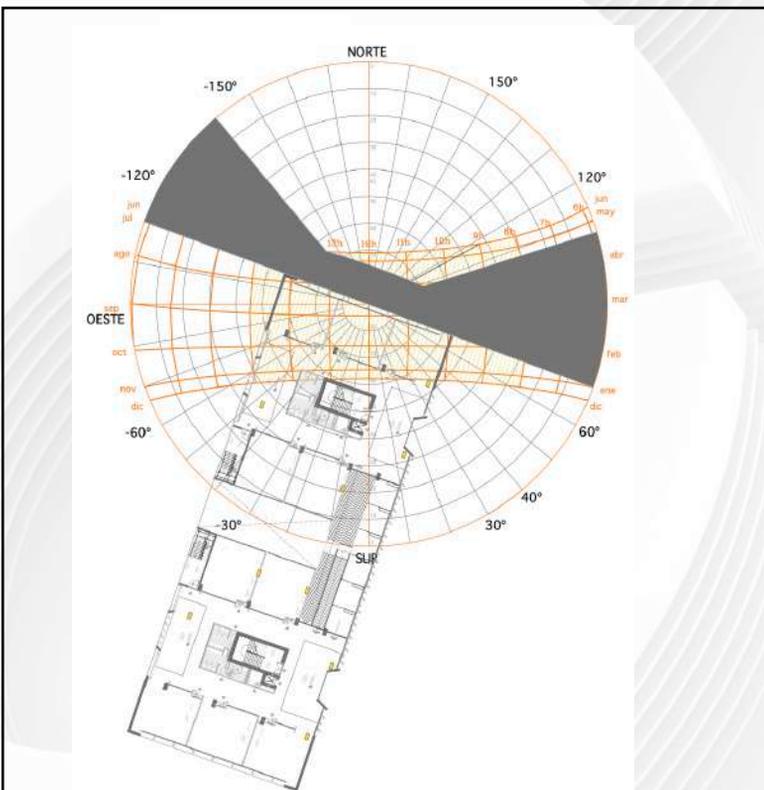
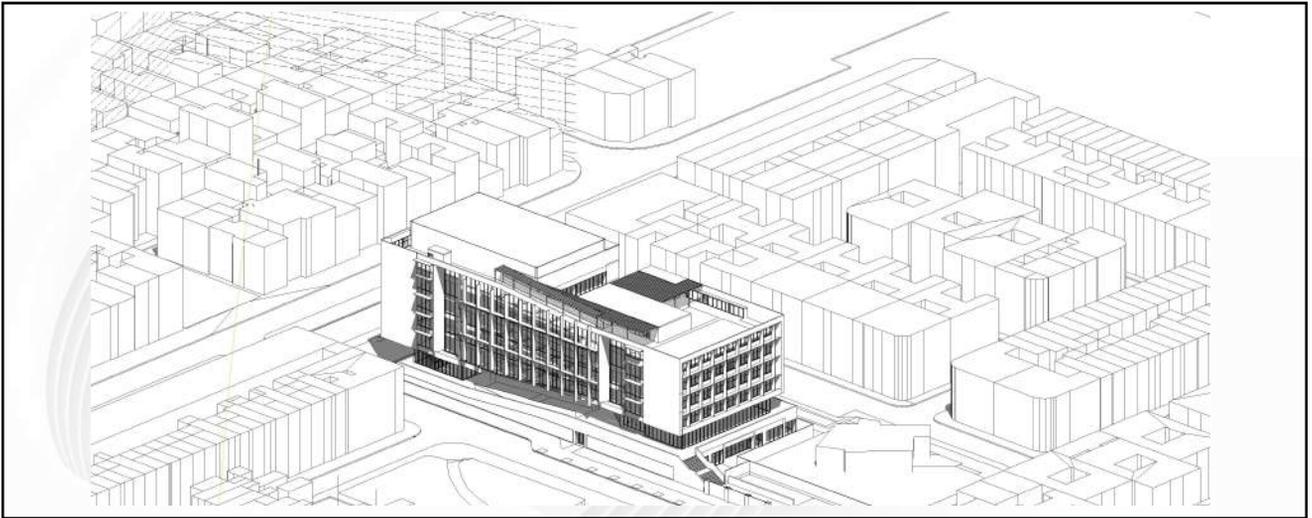
**ANÁLISIS DE  
SOLEAMIENTO CON  
VOLUMETRÍA  
PROPUESTA:**

**ZONA RECREATIVA:** la proyección de sombras sobre la zona recreativa del proyecto que se encuentra en la fachada NOR-ESTE nno muestra un sombreado considerable sobre esta zona.

**SOMBRAS EDIF.  
CIRCUNDANTES:** La proyección de sombras de los edificios circundantes NO muestra un sombreado significativo sobre el proyecto en los equinoccios.

# 6. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS-PROTECCIONES SOLARES

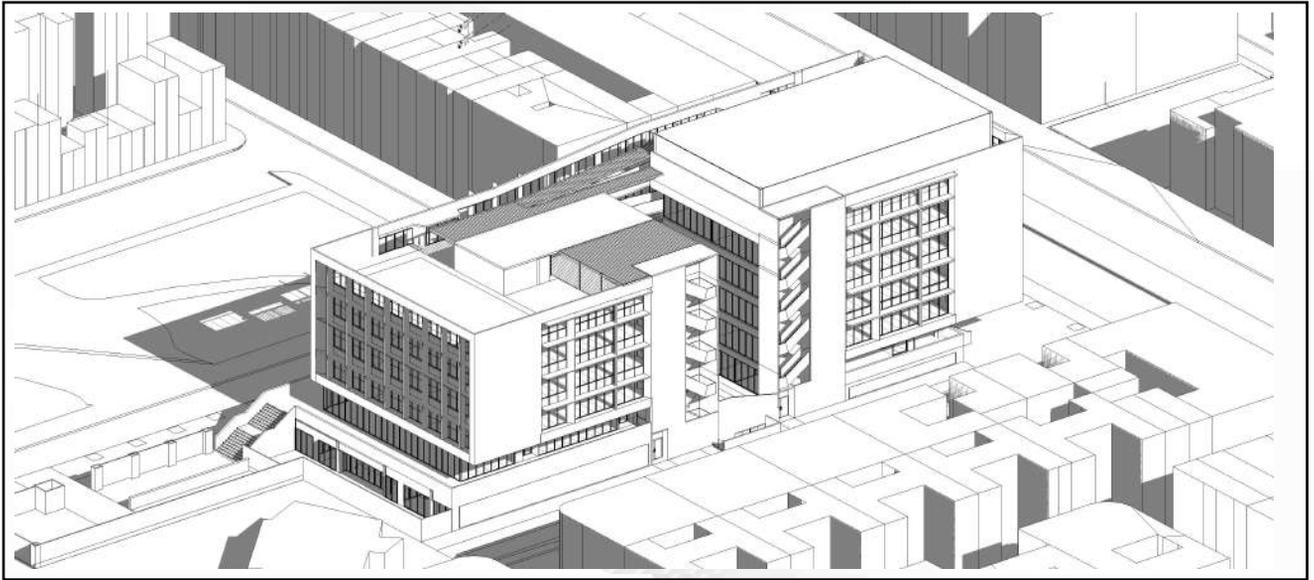
FACHADA NOR-ESTE 30 DE JULIO 09:00 AM



El diseño de los aleros obedece a una estrategia, para proteger la fachada del sol mas perpendicular y evitar deslumbramientos, además de percibir el sol de las primeras horas de la mañana.

# 6. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS-PROTECCIONES SOLARES

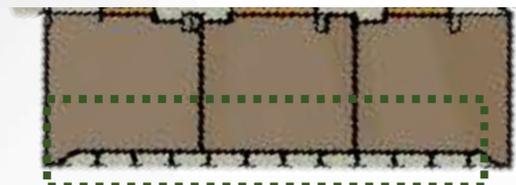
FACHADA NOR-OESTE 30 DE JULIO 04:00 PM



Esquema de elementos propuestos y sombras generadas

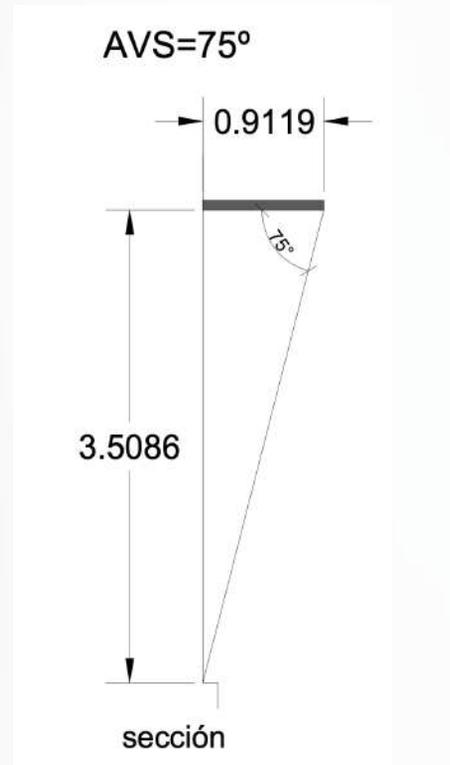
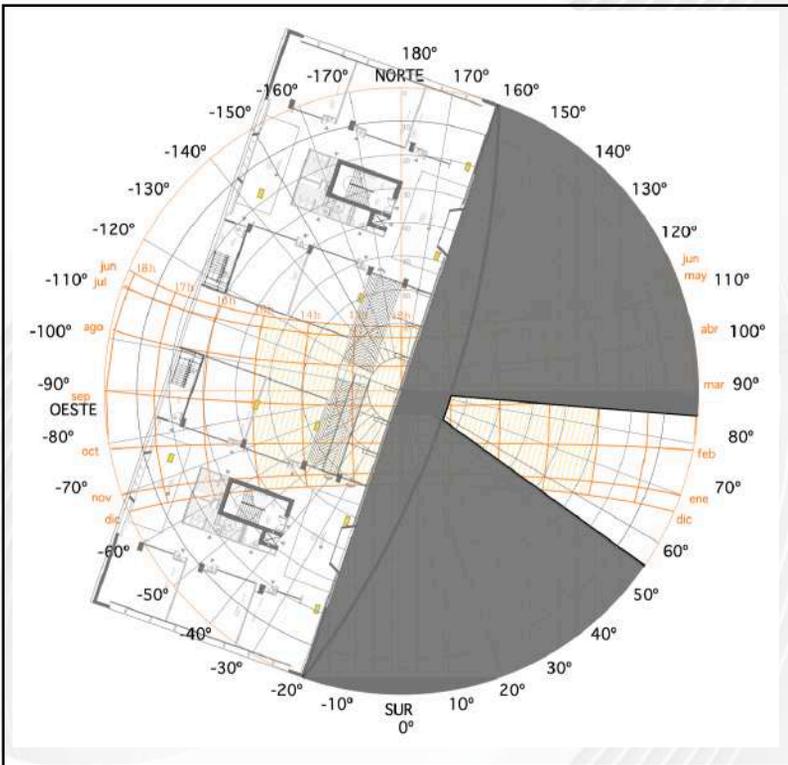
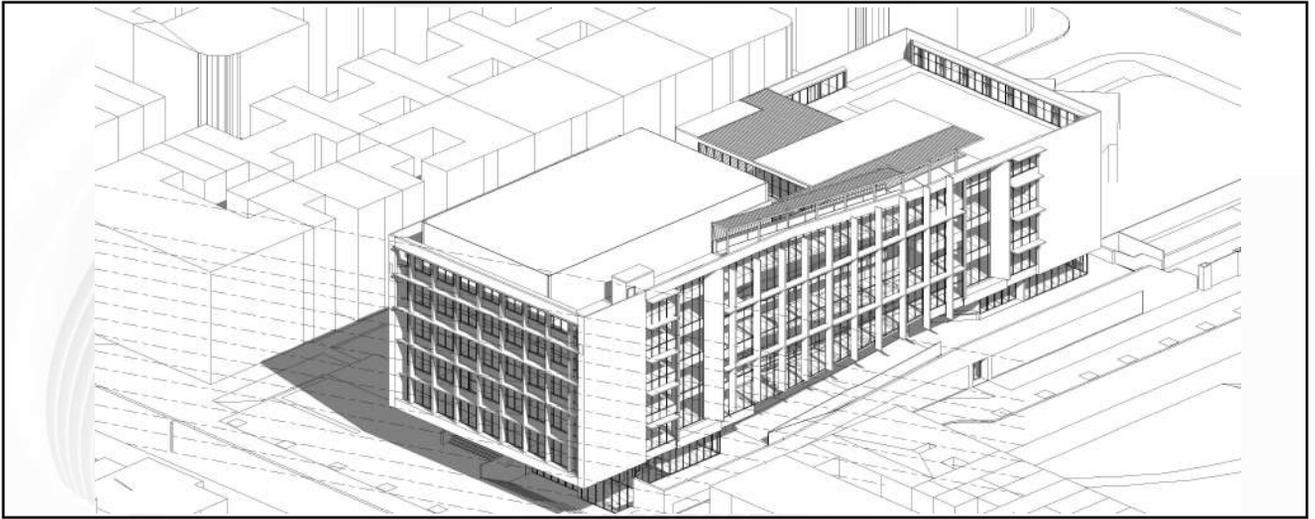


Se implementan **3 aleros horizontales**, uno sobre cada piso y **11 verticales** sobre todo el vitral.

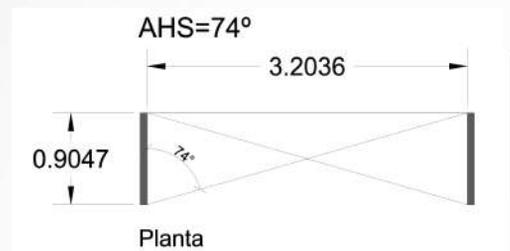


# 6. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS-PROTECCIONES SOLARES

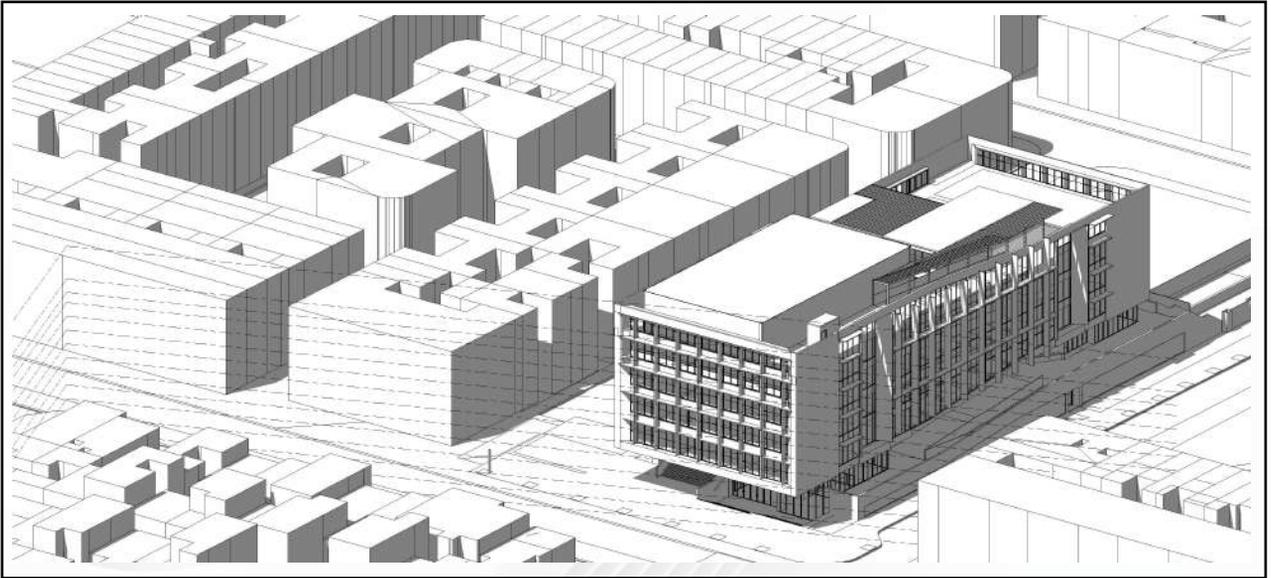
FACHADA SUR-ESTE 15 DE NOVIEMBRE 09:00 AM



El diseño de los aleros obedece a una estrategia, para proteger la fachada del sol mas perpendicular y evitar deslumbramientos, además de percibir el sol de las primeras horas de la mañana.

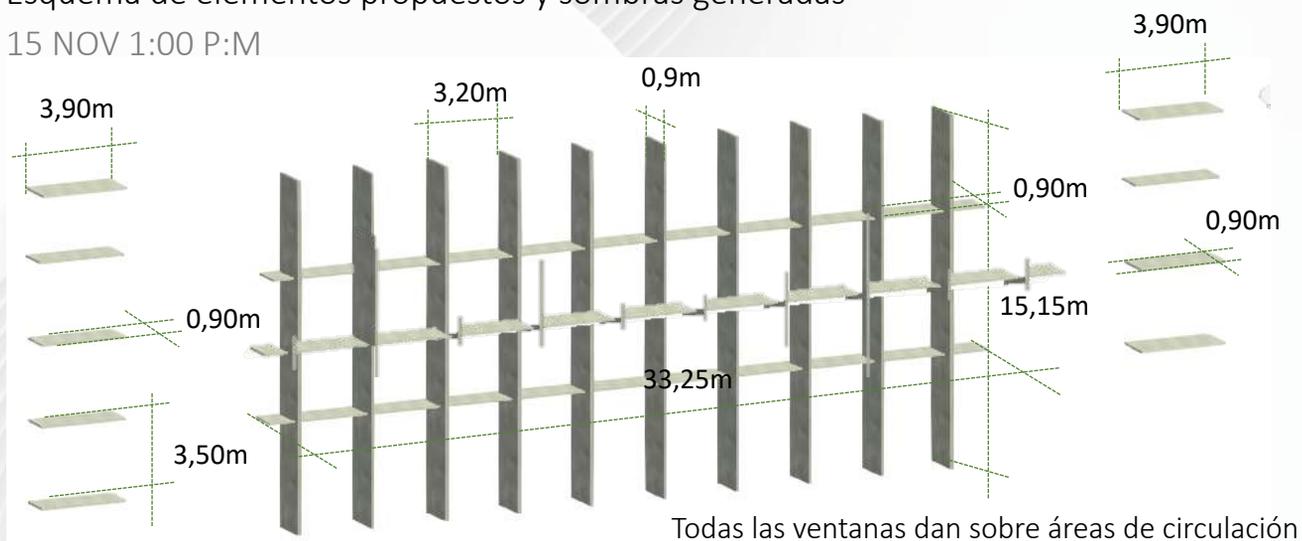


## 6. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS-PROTECCIONES SOLARES



Esquema de elementos propuestos y sombras generadas

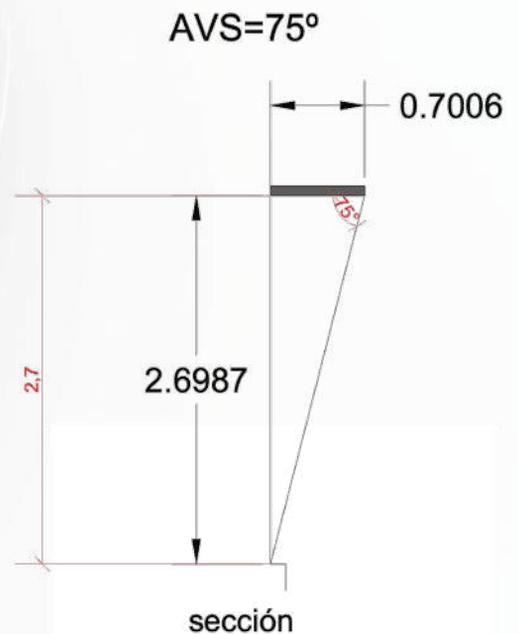
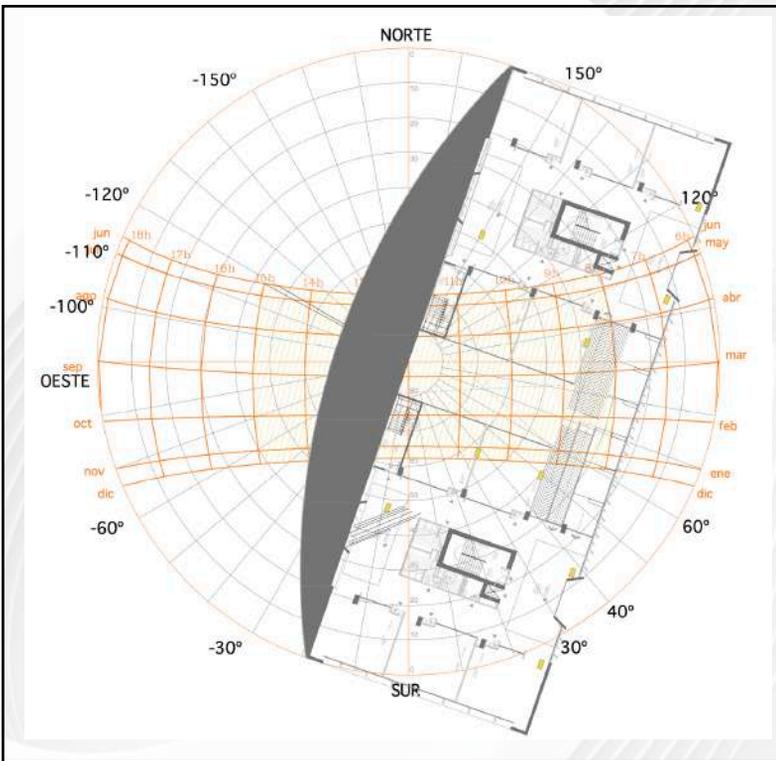
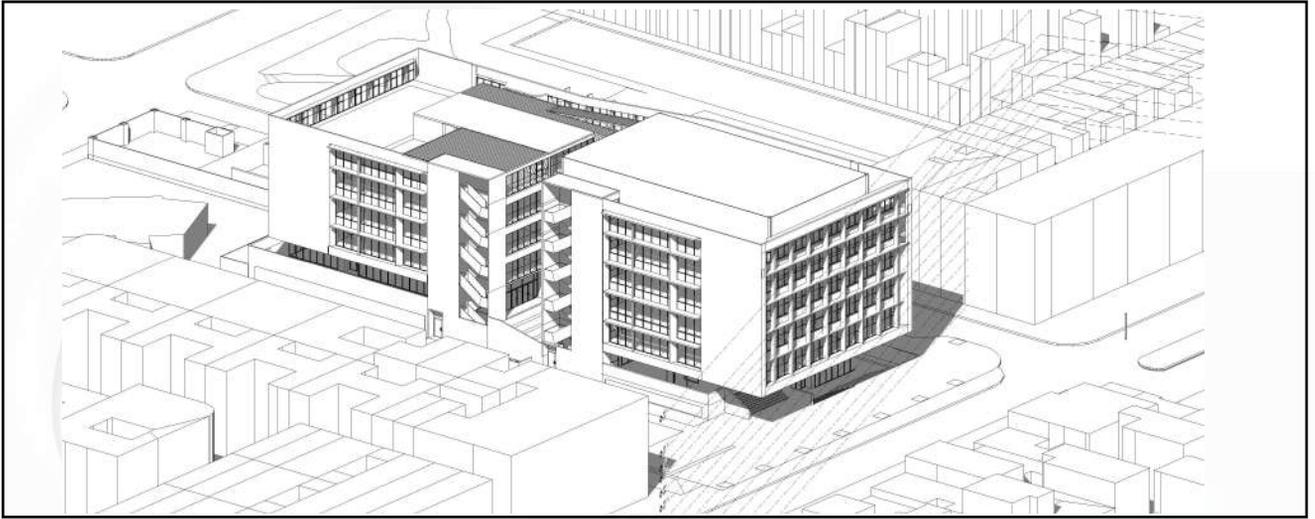
15 NOV 1:00 P:M



Se implementan **5 aleros horizontales** sobre la primera fila de ventanas, **3 aleros horizontales** y **10 verticales** sobre el gran vitral y **4 aleros horizontales** sobre la ultima fila de ventanas

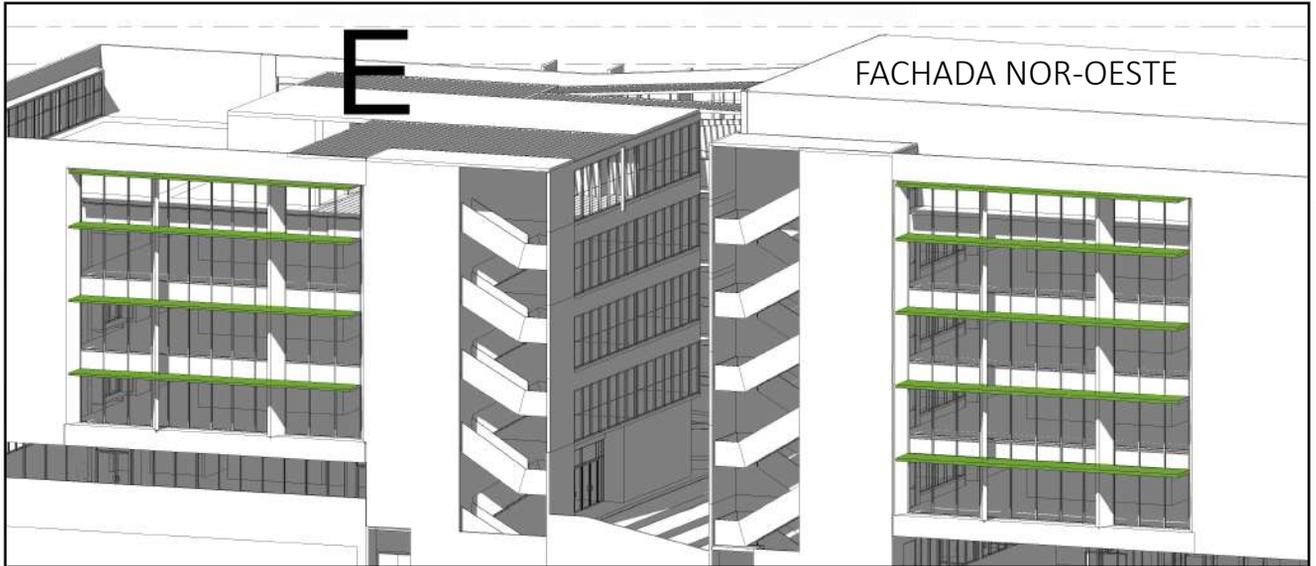
# 6. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS-PROTECCIONES SOLARES

FACHADA NOR-OESTE 22 MARZO 3:00 PM

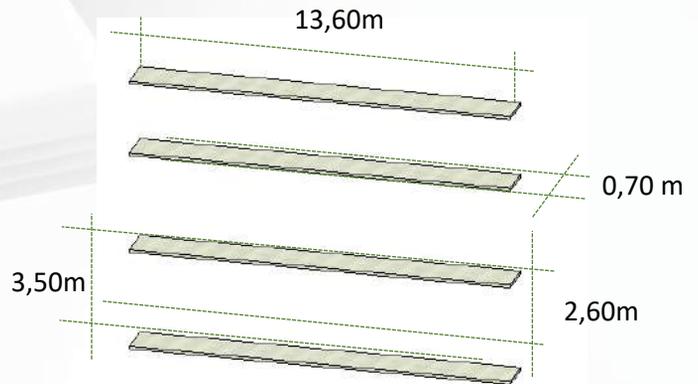
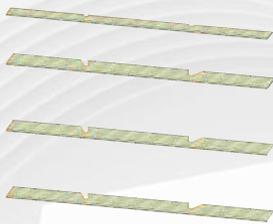


El diseño de los aleros obedece a una estrategia, para proteger la fachada del sol mas perpendicular y evitar deslumbramientos.

## 6. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS-PROTECCIONES SOLARES



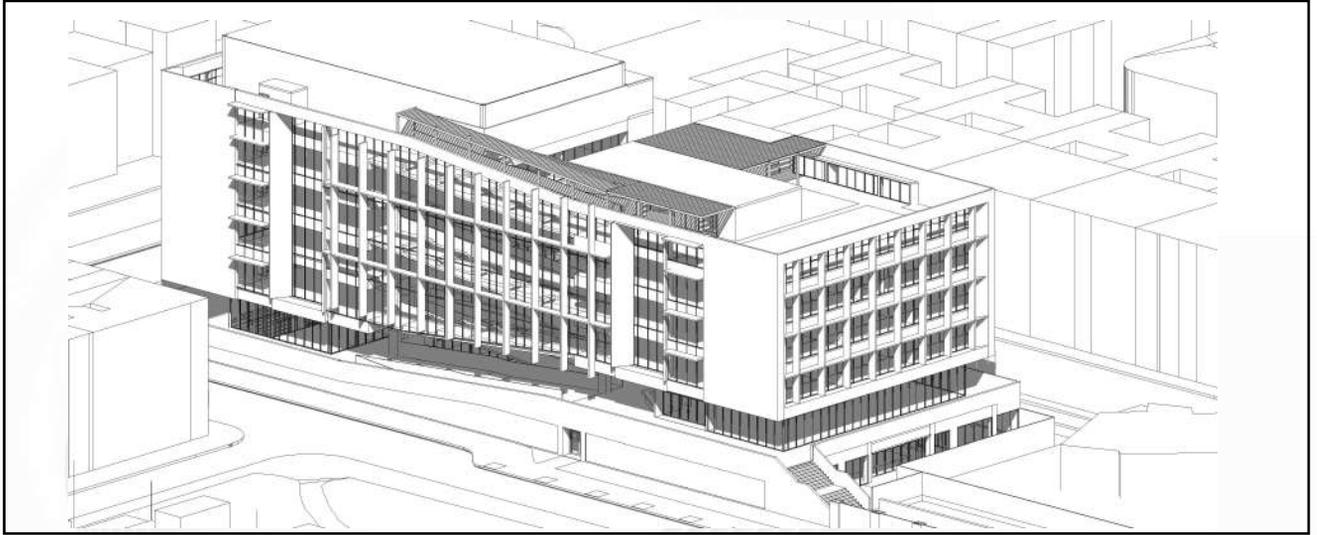
Esquema de elementos propuestos y sombras generadas  
21 DE MAYO 2:00 PM



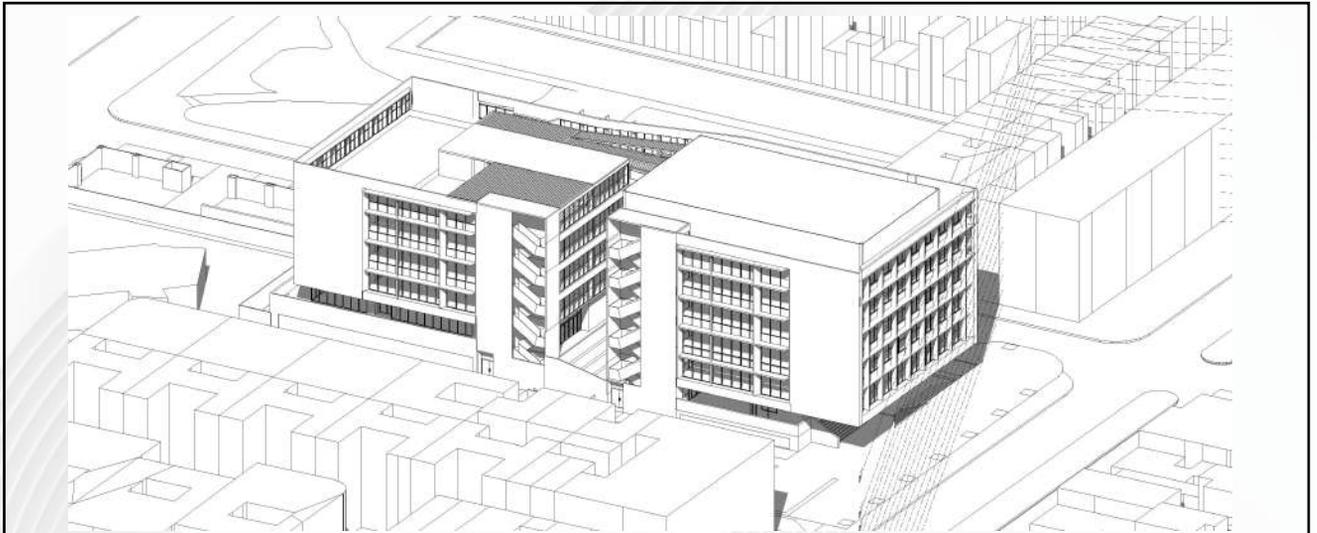
Se implementan  
**4 aleros horizontales**  
sobre la primera  
fila de ventanas  
Y **5 aleros horizontales**  
sobre la segunda  
fila de ventanas



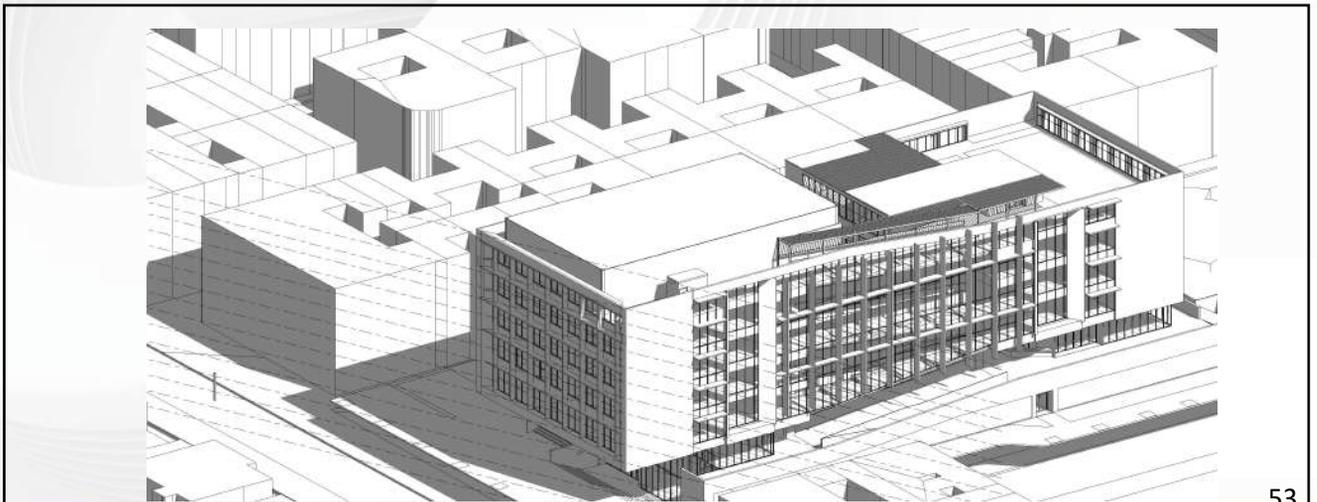
## 6. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS-PROTECCIONES SOLARES



20 de mayo 9 am FACHADA SUR-OESTE



22 sept 3 pm FACHADA NOR-OESTE



22 marzo 9 am FACHADA SUR-ESTE

## 6. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS

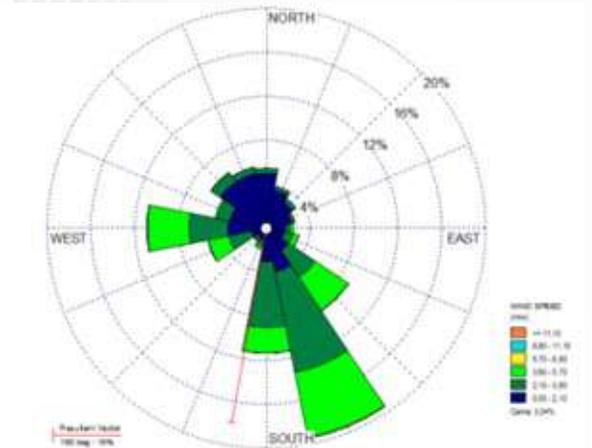
### Ventilación Natural Proyecto:

El lote del colegio Boita se encuentra en la zona Sur-Occidente de Bogotá, cerca de la cuenca del río Tunjuelo, esto genera un flujo dominante de viento que proviene de la dirección SUR-ESTE, debido posiblemente al efecto de la cuenca del río Tunjuelo, con un 64% de persistencia; este flujo es influyente hasta el sur de la ciudad, pero con disminución en su intensidad y persistencia, a medida que se dirige al norte.

Las direcciones del viento predominantes en nuestra area de estudio vienen del: SUR-ESTE (18%), SUR (11%), OESTE (11%), NORTE (5%), y NOROESTE (6%), ESTE (3%)



**ROSA DE LOS VIENTOS ESTACIÓN KENNEDY EN EL PROYECTO.**



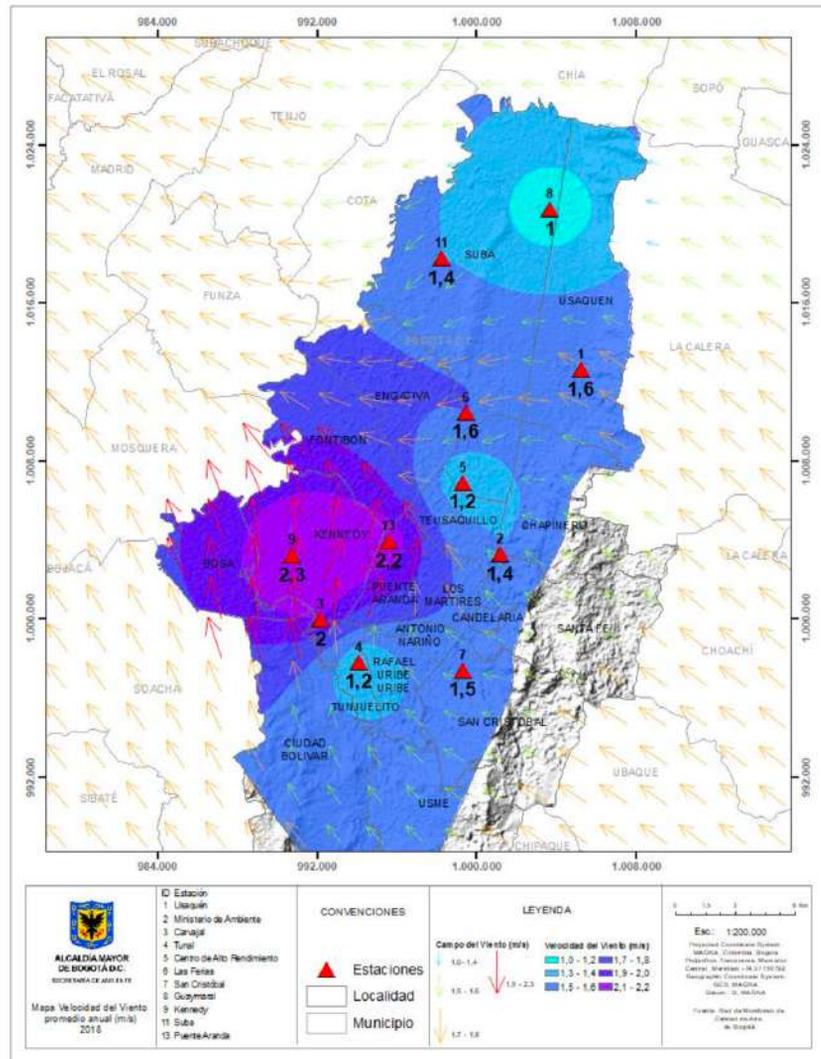
**g) Kennedy**

**ROSA DE LOS VIENTOS: ESTACIÓN INEM KENNEDY. FTE: IDEAM.**

Se toman los datos de rosa de los vientos de la estación mas cercana al proyecto, La estación Kennedy (K), que recibe la mayor ventilación por sureste (Figura 12) con una frecuencia de 17,98%, donde el 62,96% de las velocidades se encuentran en el rango de [2, 4) m/s.

## 6. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS-PROTECCIONES SOLARES

Por otra parte, en la Figura 8-16 se resume los valores promedio de dirección y velocidad durante el año 2018, por cada una de las estaciones de la RMCAB. En esta gráfica se evidencia que para el período del estudio las máximas velocidades se registraron hacia el sector suroccidental de la ciudad (zona del colegio Boíta). **Además, las estaciones de Puente Aranda y Kennedy,** en orden de importancia, registraron las mayores velocidades absolutas del viento en la ciudad. Estas velocidades máximas probablemente ocurrieron en horas de la tarde cuando mayor cantidad de energía se ha acumulado, las cuales como se observa la Figura 8-14 frecuentemente favorecen la dispersión de contaminantes en el aire con las mayores velocidades de la ciudad.



Mapa de dirección y velocidad promedio del viento - 2018. FTE: ALCALDÍA DE BOGOTÁ.

## 6. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS-PROTECCIONES SOLARES

Como se expuso en los gráficos climáticos, el viento predominante viene de las direcciones SUR-ESTE (18%), SUR (11%), OESTE (11%), NORTE (5%), y NOROESTE (6%), ESTE (3%). Bajo esta dirección de viento, las fachadas Sur, Sur-Este y Oeste del proyecto logran incidencia directa consiguiendo presiones positivas en las fachadas que reciben el viento; mientras que el resto de las fachadas obtienen presiones negativas, comprobando que la ventilación cruzada es efectiva. Las presiones negativas se generan en las fachadas Norte, Nor-este y Este.

Aprovechando la dirección de los vientos dominantes, el proyecto busca generar aberturas en las zonas de presiones positivas y en las zonas de presiones negativas, para lograr la ventilación cruzada.

En general la volumetría rectangular del proyecto con las fachadas cortas hacia el Sur-este y nor-este desvían el viento y generan una zona de "sombra" en la parte posterior (fachada nor-oeste), donde se forman turbulencias. Al mismo tiempo, se observa que la fachada sobre la que incide directamente el viento presenta presiones relativamente elevadas, mientras que las presiones disminuyen notablemente, e incluso alcanzan valores negativos (efecto de succión), en las fachadas laterales y posterior. Así, en este caso la ventilación cruzada será más eficiente si se genera aberturas en las fachadas frontal y posterior.

Lo que resulta evidente es la importancia de la orientación del edificio y sus aberturas con respecto al viento. Aunque es prácticamente imposible que el viento siempre provenga de la misma dirección, para el proyecto se trata de aprovechar al máximo la dirección del viento predominante.

## 6. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS

Para la ventilación natural en el proyecto buscamos tres funciones fundamentales:

- Mantener la calidad del aire al interior de los edificios cambiando el aire viciado por aire nuevo. Renovaciones por higiene. ASHRAE 62.1 -2007
- Participa en el confort térmico del cuerpo, ayudando a la pérdida de calor, por convección y por evaporación del sudor. Confort Térmico ASHRAE 55.
- Proporcionar el enfriamiento o calentamiento de la masa interna del edificio en ciertas condiciones. Ventilación Natural. (Reducción de las cargas térmicas exteriores)

El caudal de ventilación requerido depende de muchos factores, que incluyen la actividad de los ocupantes y el tipo de espacio, por esto es importante recurrir a la normativa.

Los requisitos de ventilación para una estructura o espacio determinado se basan ya sea en el número deseado de renovaciones de aire o el número de ocupantes. La tasa de volumen de aire de ventilación se expresa en pies cúbicos por minuto cfm o número de renovaciones de aire por hora ACH.

Para el diseño de Calidad de Aire de un edificio escolar, se tomo como base la norma ASHRAE 62.1, a continuación se presenta la tabla de renovaciones mínimas por hora:

## 6. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS

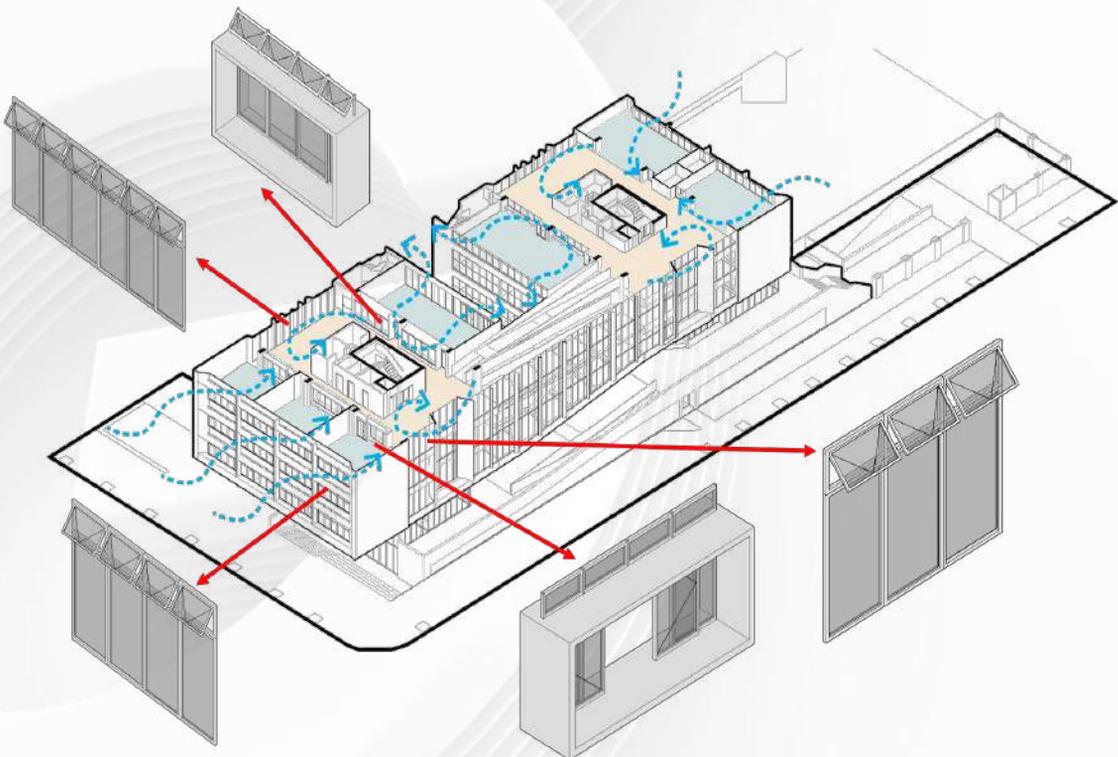
Las estrategia de ventilación en el proyecto aplicará la **ESTRATEGIAS VENTILACIÓN NATURAL** dentro de los espacios del colegio.

La ventilación natural tendra 2 variantes:

**Ventilación Cruzada** para zonas que cuenten con doble fachada, mediante la implementación de aperturas estratégicas.

**Advección / Convección** para el ingreso de aire fresco y la extracción del aire caliente, por el mismo plano de fachada.

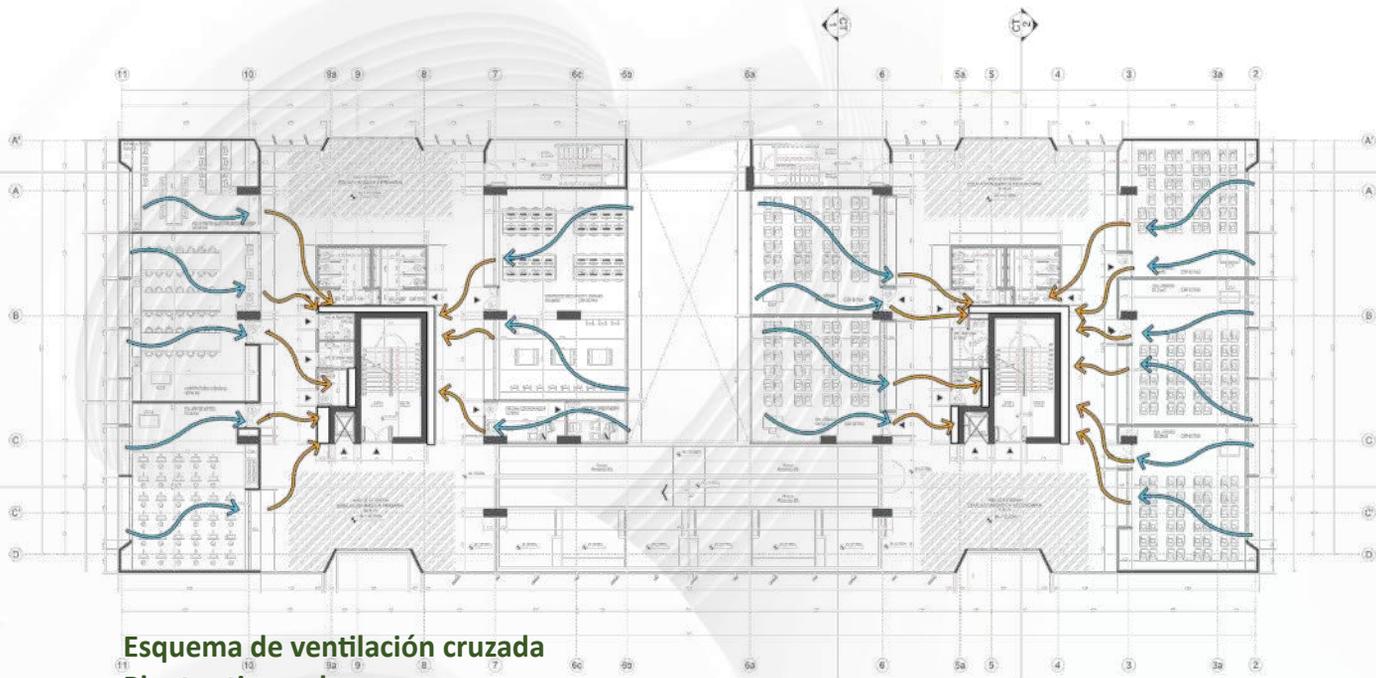
**Ventilación vertical** que involucra espacios o dispositivos de altura considerable, para reforzar los flujos verticales de aire en el interior del proyecto.



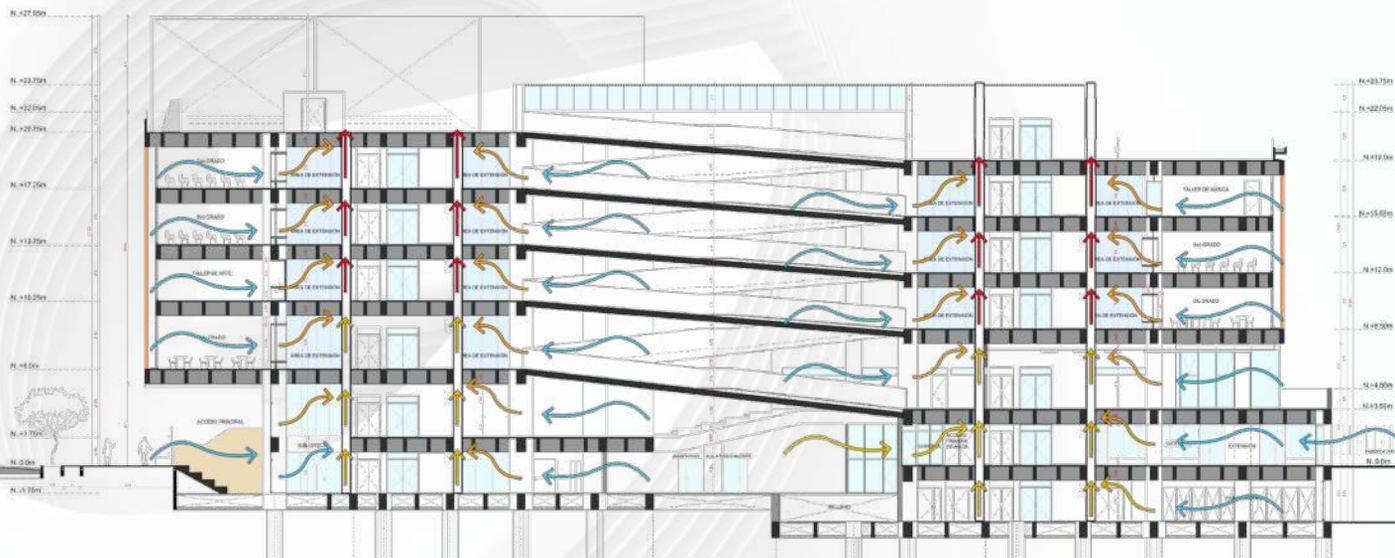
Esquema de ventilación en la volumetría del colegio.

# 6. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS

## ESQUEMAS VENTILACIÓN CRUZADA-VENTILACIÓN VERTICAL



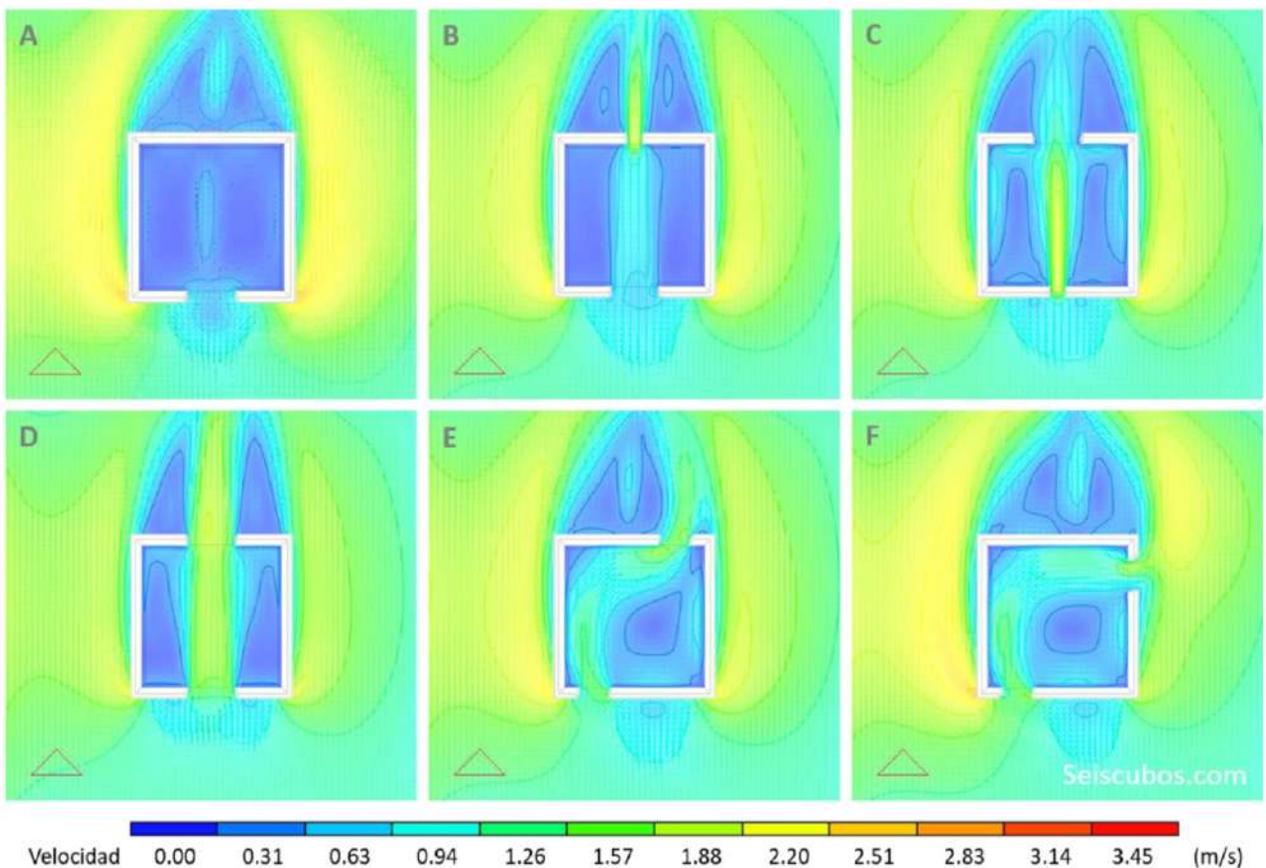
Esquema de ventilación cruzada  
Plantas tipo aulas.



Esquema de ventilación cruzada  
Plantas tipo aulas.

## 6. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS

Como ya lo hemos mencionado la estrategia principal sera la **Ventilación Natural** dentro de los diferentes espacios que conforman el proyecto: Esta estrategia tiene dos aspectos fundamentales. Uno consiste en descargar de energía térmica el edificio, reduciendo con ello las temperaturas interiores. Para ello es importante que el aire tenga una temperatura suficientemente baja, o que al menos sea inferior a la temperatura del aire interior. El segundo aspecto es mejorar la sensación de confort de las personas, incrementando su disipación de calor por medios convectivos y evaporativos. En su forma más simple la ventilación natural implica permitir el ingreso y la salida de aire en los espacios interiores de los edificios, y una de las estrategias claves para lograr esto es la **ventilación cruzada**.



Ventilación cruzada en planta con diferentes configuraciones de abertura. FTE: Seiscubos

## 6. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS

### CONCLUSIONES VENTILACIÓN CRUZADA:

Para lograr una adecuada ventilación cruzada es importante tener en cuenta los siguientes criterios:

- Ubicar aberturas de manera estratégica para aprovechar las presiones altas y bajas que generan los vientos predominantes del sitio.
- Diseñar la posición de las aberturas de tal manera que permitan la incidencia más amplia de los flujos de aire al interior.
- Modular correctamente las aberturas, para generar flujos con velocidades adecuadas.
- Proyectar aberturas internas, cuando haya particiones, para facilitar el flujo del aire en todos los espacios habitables

Para validar el diseño de la ventilación natural como estrategia, como ya lo hemos mencionado se deberán validar su eficacia con simulaciones en software especializado (designbuilder) y en algunos casos también se harán simulaciones CFD.

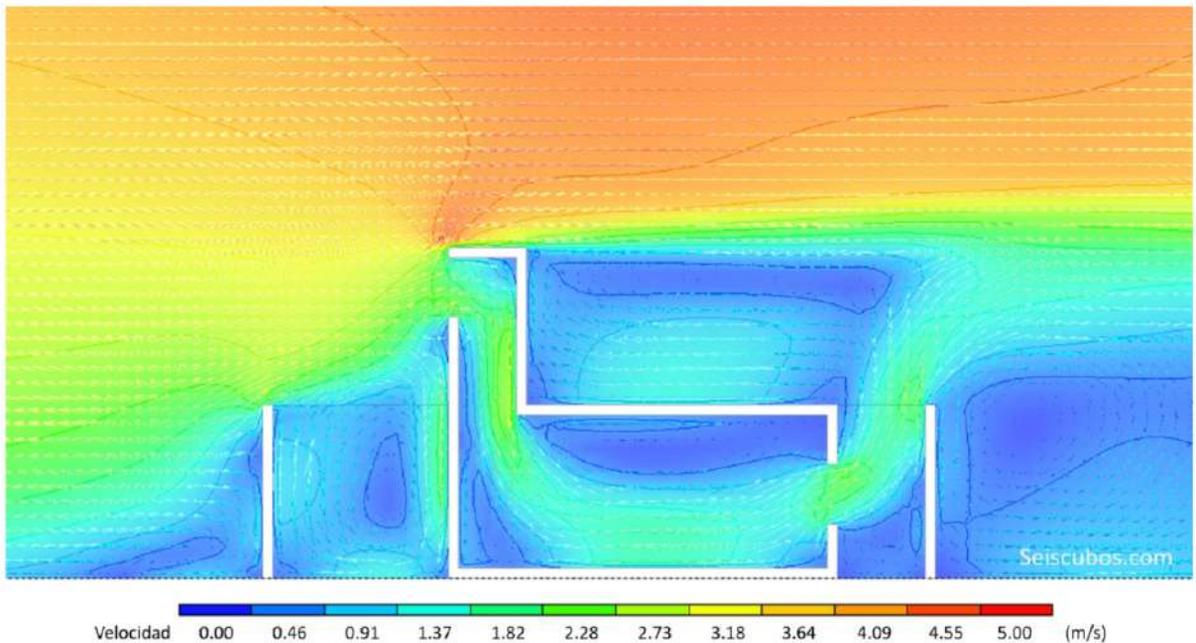
### VENTILACIÓN VERTICAL

Si bien la ventilación cruzada es la estrategia más simple y económica para lograr una ventilación natural eficiente, en el proyecto del colegio Boita los vientos predominantes no son masivos en todas las direcciones y al ser un volumen tan grande es necesario complementar la ventilación cruzada con la ventilación vertical, o simplemente para hacer la ventilación natural más eficiente. La característica común de los sistemas de ventilación vertical involucran espacios o dispositivos de altura considerable, para reforzar los flujos verticales de aire en el interior del proyecto. Este tipo de ventilación aprovecha al máximo:

- Las presiones provocadas por los vientos locales, cuyo efecto aumenta con la altura
- Los flujos convectivos de aire provocados por las diferencias de temperatura que suelen presentarse en espacios de gran altura.

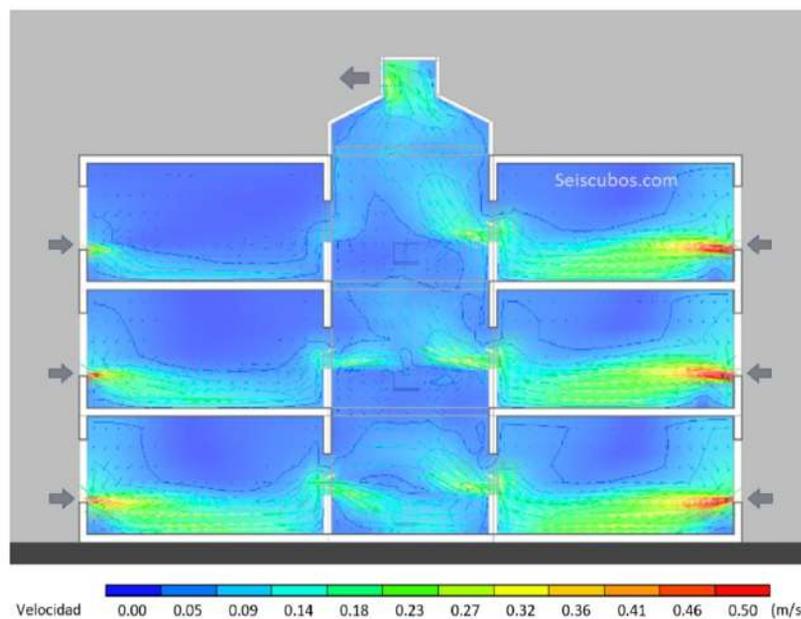
## 6. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS

En términos arquitectónicos, hay dos sistemas básicos de ventilación vertical: las torres o ductos de ventilación (captadoras, extractoras o con doble función ) y los atrios ventilados.



Ventilación vertical con torre captadora. FTE: Seiscubos

Las torres captadoras reciben ese nombre porque su función principal es captar los flujos de aire y conducirlos al interior del edificio.



Ventilación natural, atrio cubierto. FTE: Seiscubos

## 6. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS

### INERCIA TÉRMICA

La inercia térmica juega un papel muy importante a la hora de alcanzar y mantener las condiciones de confort en un edificio. **Las edificaciones con una gran inercia térmica mantienen la temperatura interior más estable, mejorando la eficiencia energética.**

Esta **estrategia bioclimática** funciona mediante el intercambio energético con el ambiente, como un gran almacén de energía, **evitando los picos de temperatura y generando así mayor confort.** Esta propiedad depende de la masa, del calor específico de los materiales y del coeficiente de conductividad térmica.

Por otro lado la **inercia térmica depende** de las características del material de dicho elemento:

- **Su calor específico** ( $c$ ) o capacidad para almacenar calor ( $c = \text{J/Kg.K}$ ).
- **Su masa** (Kg): la capacidad calorífica ( $C$ ), mide relación entre la energía o calor transmitida a un cuerpo y la variación de temperatura que experimenta ( $C = \text{J/K}$ ). Cuanto mayor es la capacidad calorífica de un cuerpo, mayor energía hay que transmitirle para que aumente su temperatura en un grado; y cuanto mayor es su masa ( $C = c \times \text{masa (Kg)}$ ), mayor es la capacidad calorífica, y por tanto su inercia térmica.
- **Su densidad** ( $\text{Kg/m}^3$ ). Relaciona el volumen y la masa del elemento. A mayor densidad, mayor inercia térmica.

## 6. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS

### INERCIA TÉRMICA EN EL PROYECTO

La inercia térmica en el proyecto buscará la **CLIMATIZACIÓN PASIVA**, enfocada en:

- El intercambio de calor con el exterior: A través de los movimientos del aire entre el exterior y el interior, generado por las aberturas de ventanas y la ventilación cruzada.
- Las ganancias solares: A través de las ventanas, controlando y protegiendo los huecos acristalados con vidrios de baja emisividad para reducir la ganancia o pérdida de calor al reflejar la energía infrarroja de onda larga (calor) y, por lo tanto, disminuye el valor U y la ganancia de calor solar, y al hacerlo, mejora la eficiencia energética del acristalamiento.
- Utilización de materiales con baja conductividad térmica.
- Utilización de concreto que va acompañado de otras medidas de diseño que aseguran un efecto multiplicador, como los dispositivos de sombreado, además de las circulaciones acristaladas en las zonas de máxima insolación.

A continuación mostramos los elementos constructivos que se utilizaron en el proyecto con una descripción detallada de sus componentes, juntos con los valores U.

# 7. EVALUACIÓN Y SIMULACIÓN DE PROPUESTAS BIOCLIMÁTICAS

## METODOLOGÍA

Mediante herramientas de software de simulación energética, se propone realizar un modelo térmico para las principales zonas del colegio Boita. La herramienta metodológica se encuentra constituida por cuatro fases organizadas en forma secuencial: 1) definición del tipo de edificación a evaluar, 2) modelado virtual, 3) simulación energética y 4) evaluación del desempeño energético. Esta se encuentra fundamentada en el método de evaluación comparativa del desempeño energético mediante indicadores.

La Figura 4 presenta el esquema general de la herramienta metodológica.

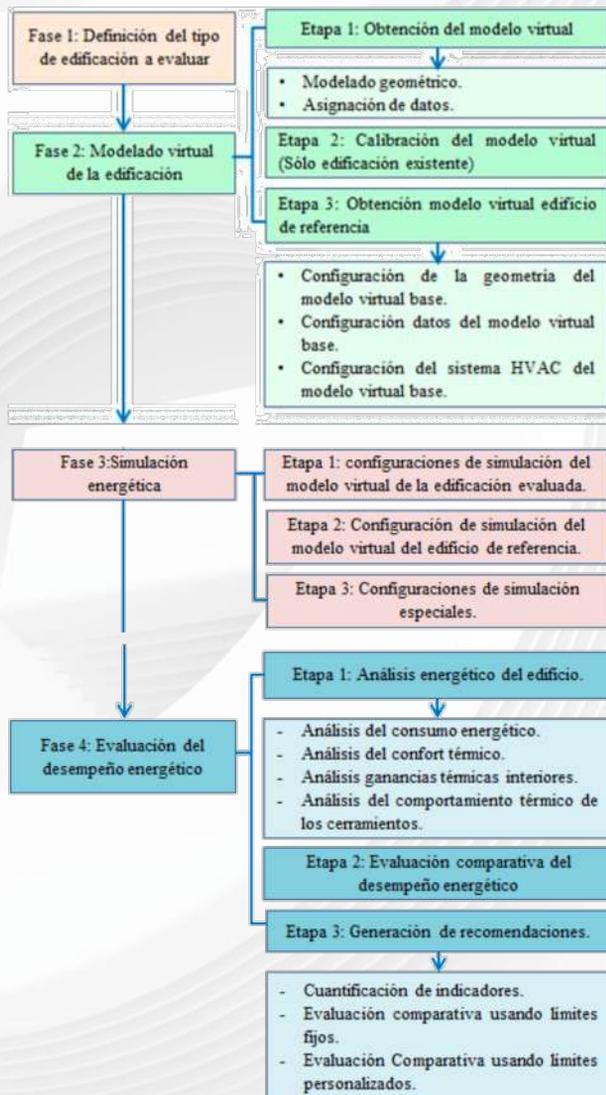


Figura 4. Esquema general de la herramienta metodológica para la evaluación del desempeño energético de edificaciones en el trópico. FTE:Herramienta metodológica para la evaluación energética mediante simulación de edificaciones en el trópico. Jorge Cárdenas-Rangel1a, German Osma-Pinto1b, Gabriel Ordóñez-

## 7. EVALUACIÓN Y SIMULACIÓN DE PROPUESTAS BIOCLIMÁTICAS

**Simulaciones computacionales para el estudio del comportamiento termico del colegio , software empleado: DesignBuilder.**

Para asegurar la calidad ambiental y reducir el consumo energético del proyecto, se requiere un adecuado análisis de su comportamiento. Se dispone en la actualidad de una amplia variedad de programas para la simulación energética de edificios.

En dichos programas se indican las características del edificio, como condiciones climáticas del lugar; forma de recintos; vanos; entorno; materiales; equipos instalados y patrones de ocupación, para obtener resultados específicos. Con esta información se efectúan procesos matemáticos que establecen condiciones interiores. Adicionando también, las demandas de energía en diferentes unidades de tiempo.

La herramienta digital para la simulación energética elegida para analizar y estudiar el funcionamiento energético del proyecto es el programa denominado **DesignBuilder**, que utiliza un motor de cálculo conocido como *EnergyPlus*®. Este último, creado por el Departamento de Energía de los Estados Unidos (originalmente denominado DOE) y validado por las normas ISO 13790:2008-09 y ASRHAE 90.1, calcula las posibilidades de calefacción, refrigeración, iluminación, ventilación, valoración económica y en carbono, además de la certificación LEED.

El sistema desarrolla, mediante el establecimiento de cargas necesarias para mantener el confort térmico y garantizar un consumo eficiente de energía, las condiciones de un edificio real.

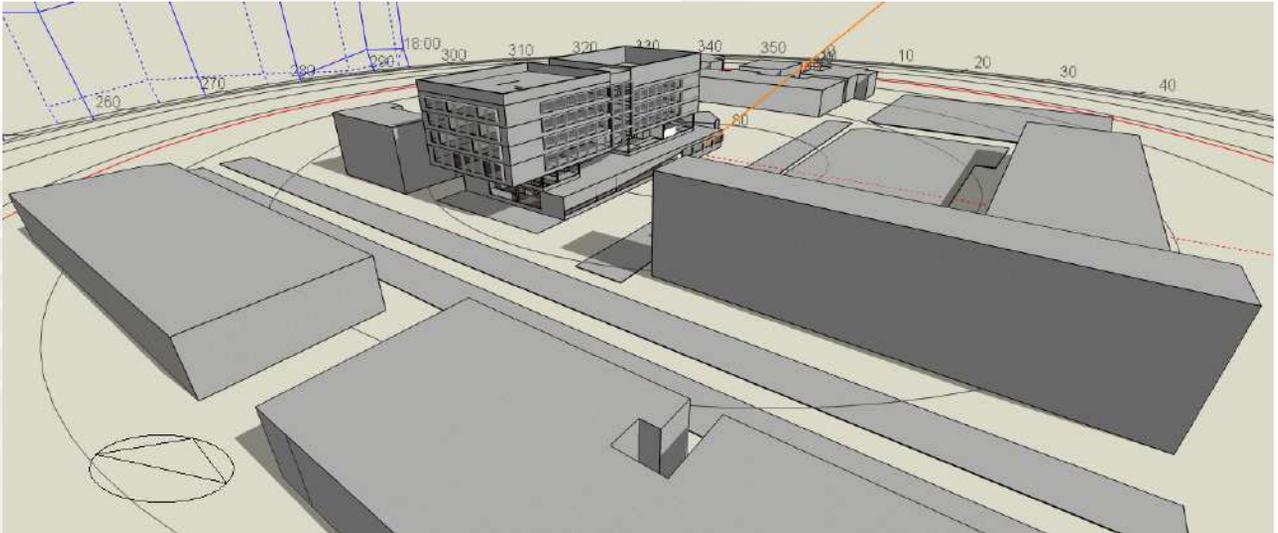
Con la utilización de esta herramienta dentro del programa *DesignBuilder*, es posible modelar en 3D; insertar datos climáticos; datos de ocupación; materiales; calidad constructiva y rangos de confort para la edificación y así, obtener cálculos precisos de manera fácil y rápida en cuanto a la simulación energética de la misma

# 7. EVALUACIÓN Y SIMULACIÓN DE PROPUESTAS BIOCLIMÁTICAS

## Fase 1: Metodología de simulación

La elaboración del modelo tridimensional del edificio se basa en los archivos CAD del proyecto, seguidamente, se configura la plantilla de datos climáticos como un archivo climático en formato EPW con la interpolación de datos conseguidos por la base de datos *Meteonorm*® con registros climáticos de los últimos 19 años.

Al introducir previamente las variables de lugar y emplazamiento, la fase posterior se define por las condiciones de simulaciones y variables, para modelar de la manera más simplificada la volumetría de la edificación de estudio. El desarrollo del modelo realiza de manera jerárquica, delimitando diferentes zonas exteriores o de terreno y aquellas interiores.

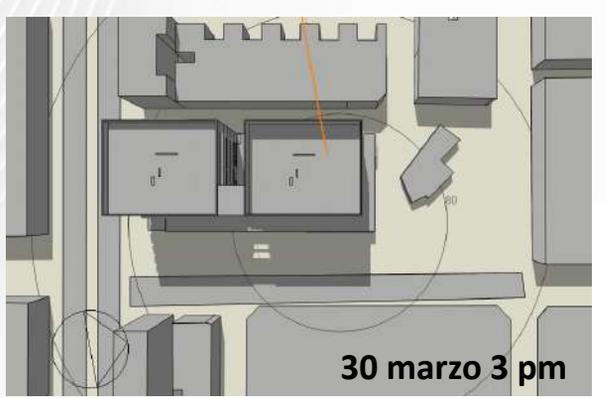
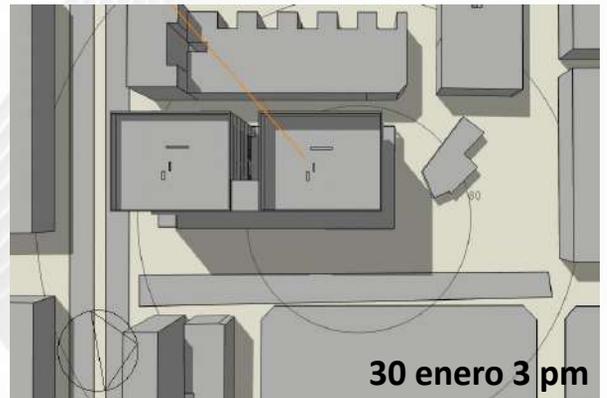
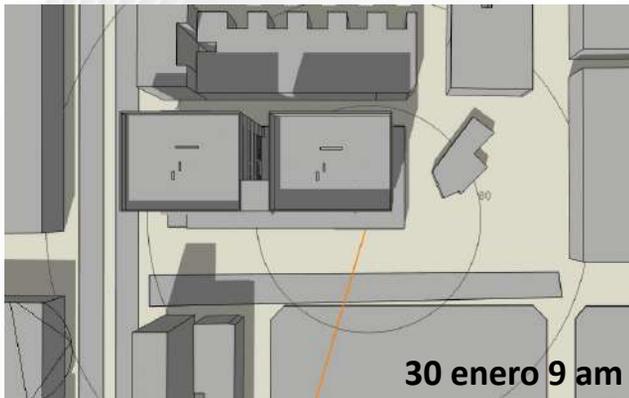


**Modelo 3D de estado actual del Colegio Boita, Bogotá, Colombia. Fuente: elaborado en *DesignBuilder*.**

# 7. EVALUACIÓN Y SIMULACIÓN DE PROPUESTAS BIOCLIMÁTICAS

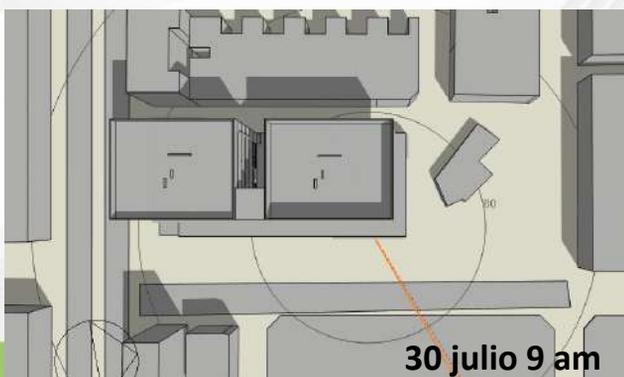
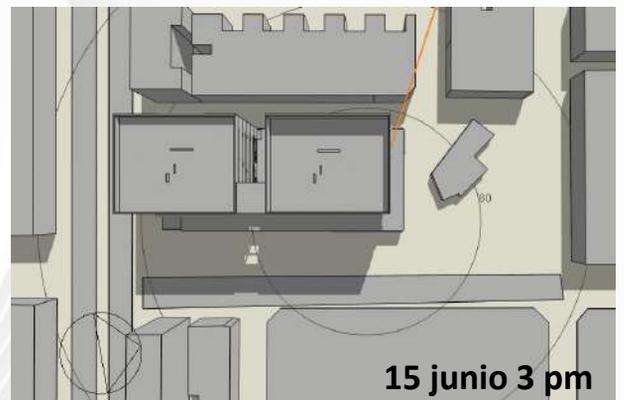
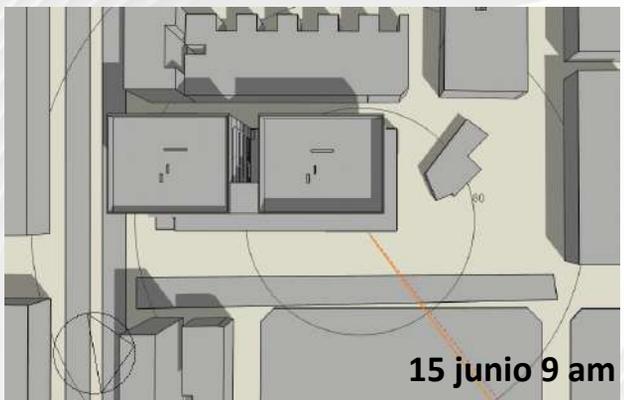
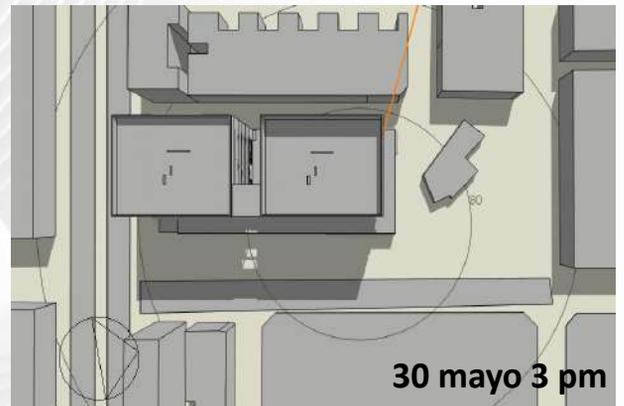
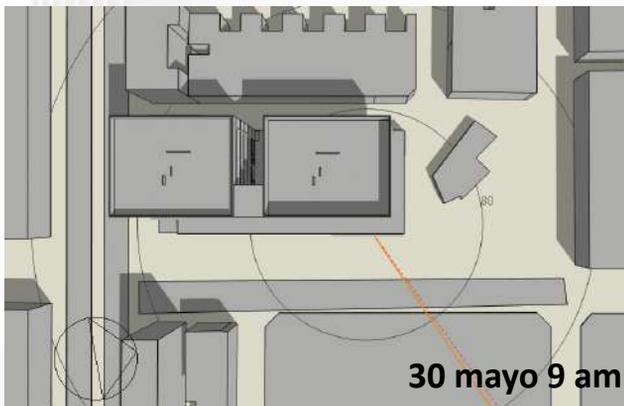
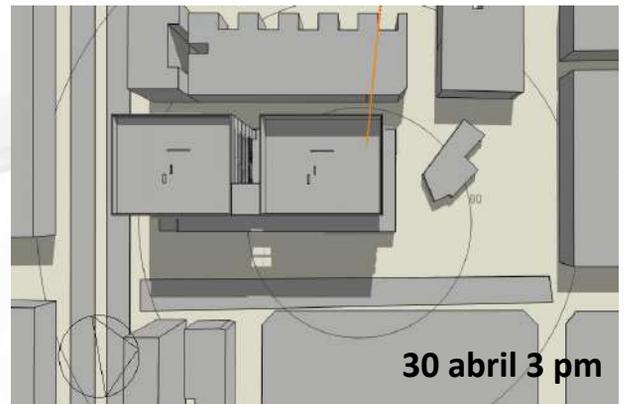
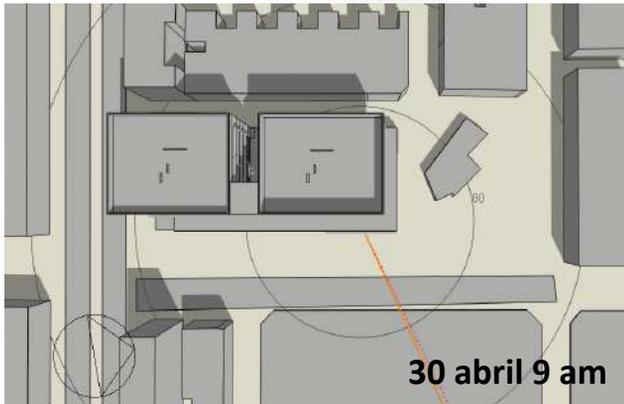
## Estudio de soleamiento

Representación del análisis de sombras del proyecto, en los meses hábiles de estudio del colegio, tanto en horas de la mañana (09:00 am) como en horas de la tarde (3:00 pm), con el objetivo de analizar la radiación solar incidente en el proyecto y sus vecinos. Para este análisis se realizó un modelo 3D del proyecto con el programa Designbuilder.



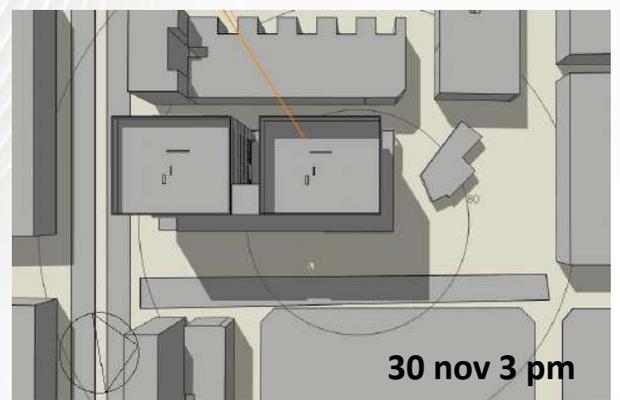
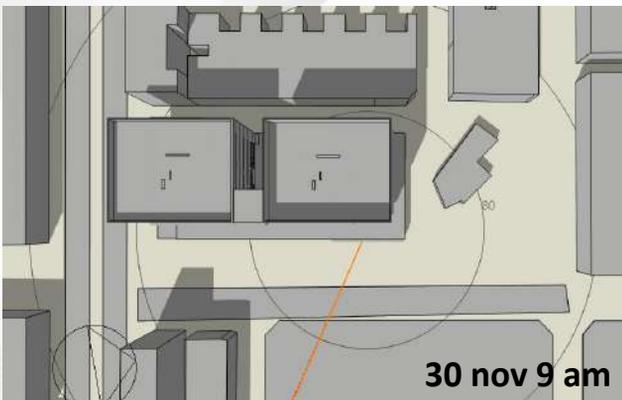
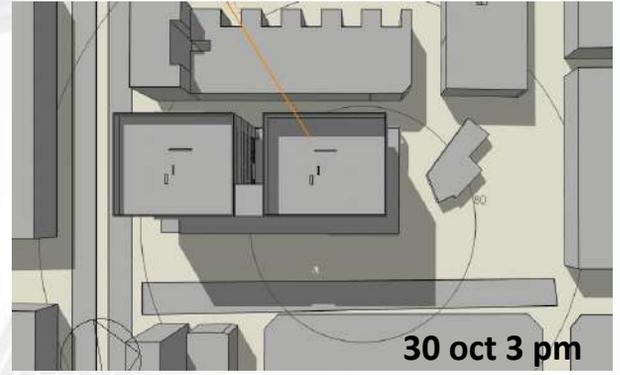
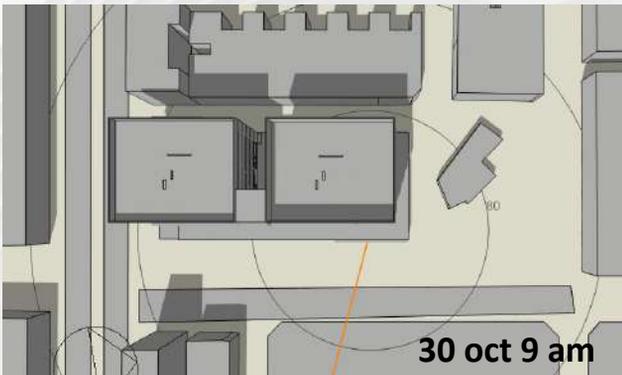
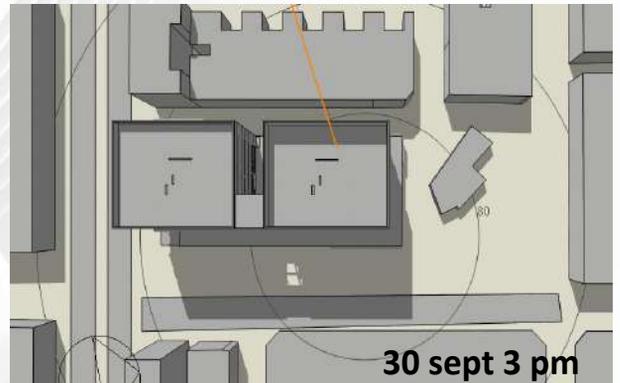
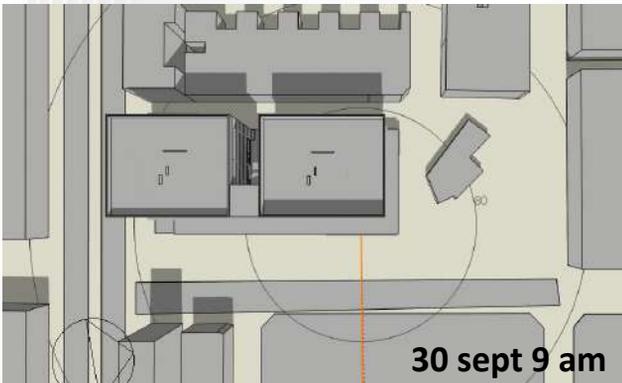
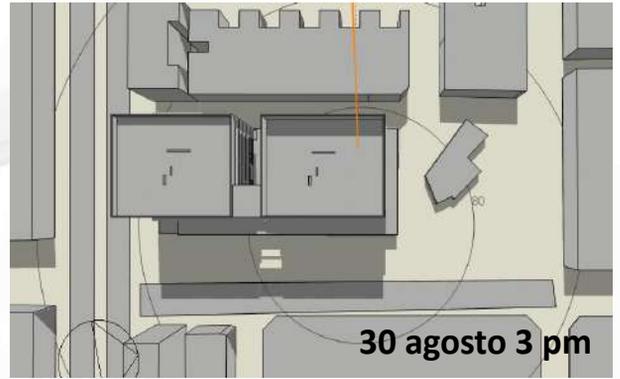
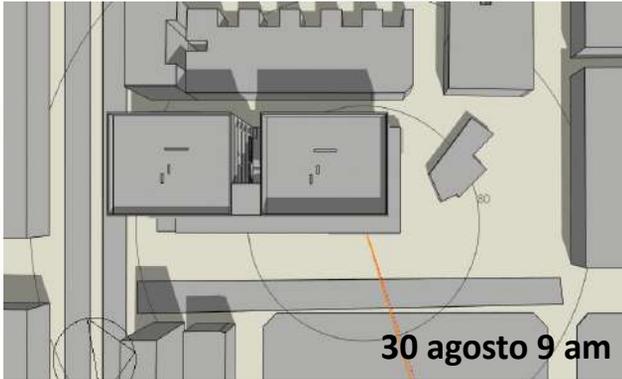
# 7. EVALUACIÓN Y SIMULACIÓN DE PROPUESTAS BIOCLIMÁTICAS

## Estudio de soleamiento



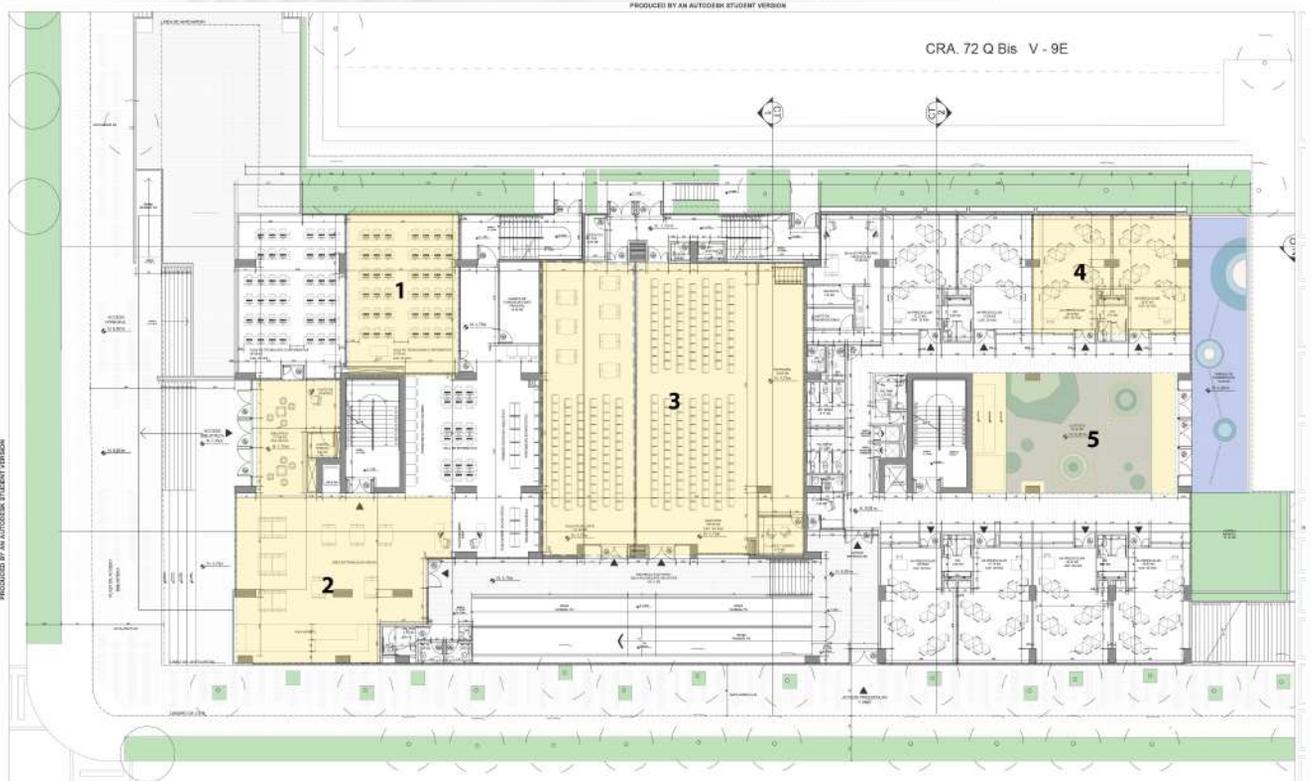
# 7. EVALUACIÓN Y SIMULACIÓN DE PROPUESTAS BIOCLIMÁTICAS

## Estudio de soleamiento



# 7. EVALUACIÓN Y SIMULACIÓN DE PROPUESTAS BIOCLIMÁTICAS

LOCALIZACIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO-PLANTA BIBLIOTECA, AUDITORIO Y PREESCOLAR NIVEL-1.75-0.0



## COLEGIO BOITA BOGOTA

### ZONAS DE ESTUDIO

| NIVEL                                    | NOMBRE DE ZONA DE ESTUDIO | AREA M2                             | AREA (FT2) | VOLUMEN (M3) |        |
|--|---------------------------|-------------------------------------|------------|--------------|--------|
| <b>PRIMERA PLANTA BIBLIOTECA -JARDIN</b> |                           |                                     |            |              |        |
| 1  | -1,75                     | AULA DE TECNOLOGICA INFORMATICA (1) | 83,74      | 901,4        | 137,18 |
| 2  | -1,75                     | BIBLIOTECA                          | 324,87     | 3496,9       | 845,29 |
| 3  | -1,75                     | AULA POVILENTE + AUDITORIO          | 294,22     | 3167,0       | 983,00 |
| 4  | 0,00                      | AULA PREESCOLAR (3)                 | 38,82      | 417,9        | 161,64 |
| 5  | 0,00                      | LUDOTECA                            | 94,21      | 1014,1       | 312,41 |

# 7. EVALUACIÓN Y SIMULACIÓN DE PROPUESTAS BIOCLIMÁTICAS

LOCALIZACIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO-PLANTA ACCESO PPL, ADMON Y COMEDOR NIVEL +1.75-+3.50



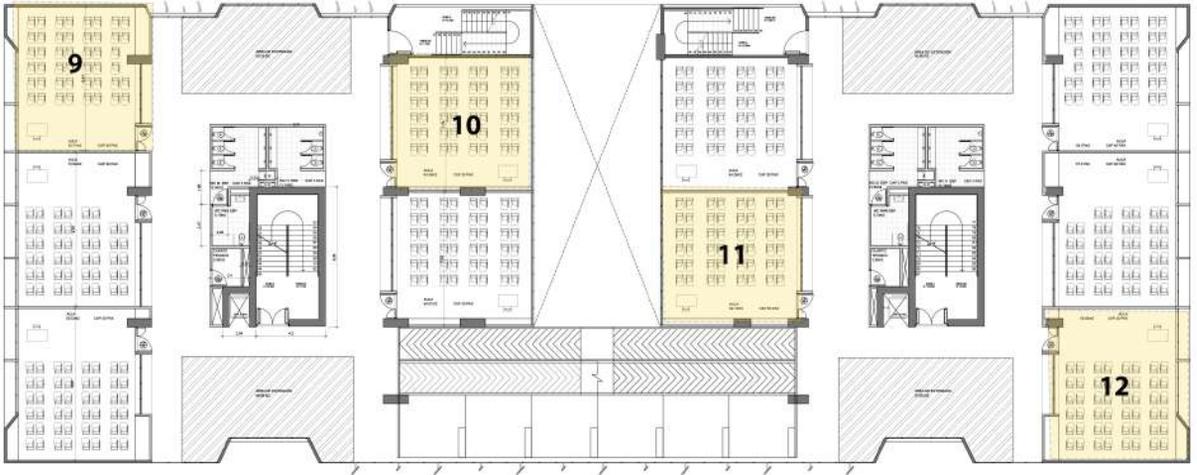
## COLEGIO BOITA BOGOTA

### AREAS DE ESTUDIO

| NIVEL                                  | NOMBRE DE ZONA DE ESTUDIO | AREA M2 | AREA (FT2) | VOLUMEN (M3) |
|--|---------------------------|---------|------------|--------------|
| <b>SEGUNDA PLANTA ACCESO - COMEDOR</b> |                           |         |            |              |
| 6                                      | MEDIOS EDUCATIVOS         | 30,81   | 331,6      | 204,6        |
| 7                                      | OFICINAS                  | 133,53  | 1437,3     | 214,58       |
| 8                                      | COMEDOR ESCOLAR           | 381,86  | 4110,3     | 1173,2       |

# 7. EVALUACIÓN Y SIMULACIÓN DE PROPUESTAS BIOCLIMÁTICAS

## LOCALIZACIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO-PLANTA DE BASICA PRIMARIA+6.00-+8.50



PL 6 PLANTA DE BASICA PRIMARIA  
Nivel +6.00 y nivel +8.50

ESC 1:100

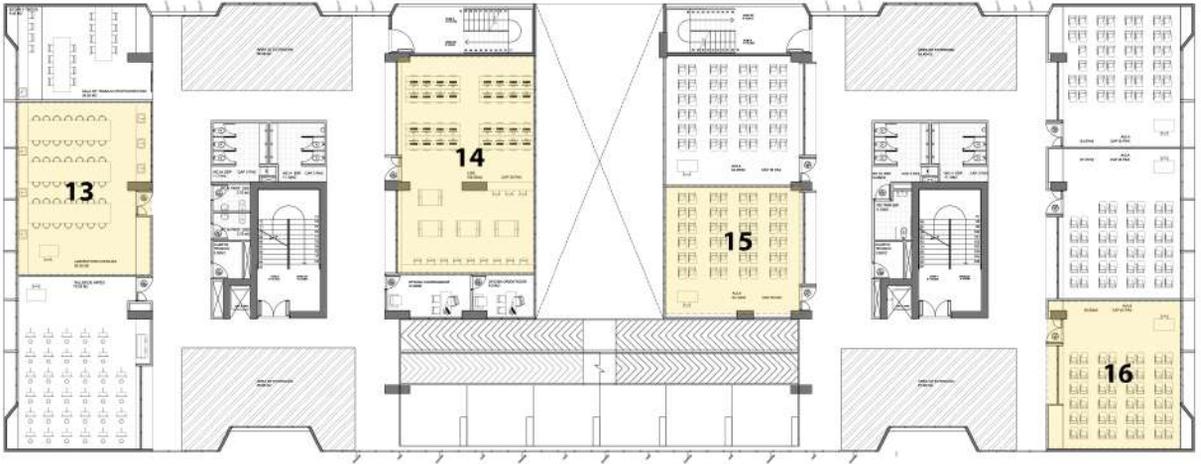
### COLEGIO BOITA BOGOTA

#### AREAS DE ESTUDIO

| NIVEL                                 | NOMBRE DE ZONA DE ESTUDIO | AREA M2 | AREA (FT2) | VOLUMEN (M3) |
|---------------------------------------|---------------------------|---------|------------|--------------|
| <b>TERCERA PLANTA BASICA PRIMARIA</b> |                           |         |            |              |
| 9                                     | 6,10 AULA 1er grado       | 68,63   | 738,7      | 95,02        |
| 10                                    | 6,10 AULA 2do grado       | 67,04   | 721,6      | 104,5        |
| 11                                    | 8,70 AULA 3er grado       | 68,8    | 740,6      | 104,678      |
| 12                                    | 8,70 AULA 5to grado       | 67,21   | 723,4      | 105,253      |

# 7. EVALUACIÓN Y SIMULACIÓN DE PROPUESTAS BIOCLIMÁTICAS

LOCALIZACIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO-PLANTA TALLERES PRIMARIA Y AA SECUNDARIA NIVEL +10.25-+12.00



PLANTA TALLERES PRIMARIA Y AA SECUNDARIA

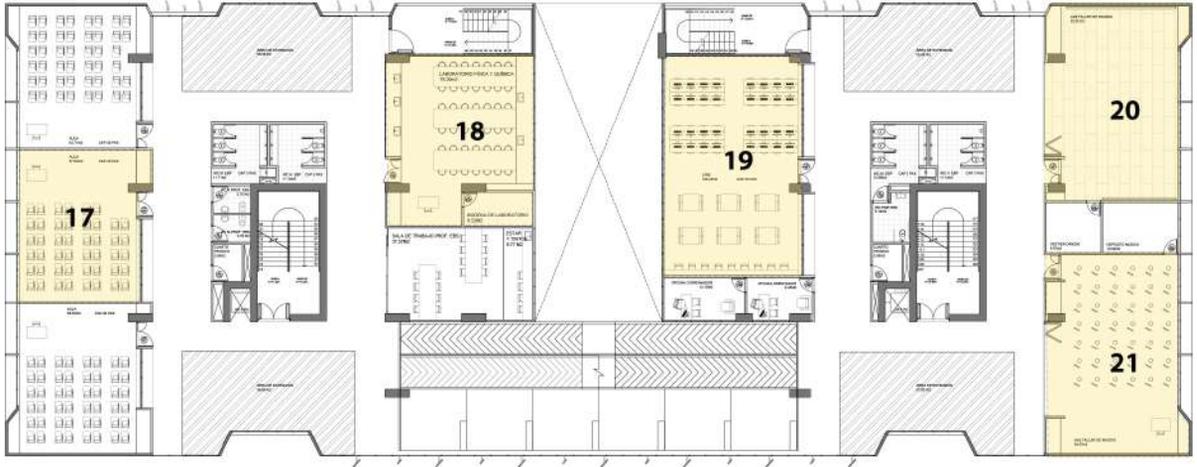
## COLEGIO BOITA BOGOTA

### AREAS DE ESTUDIO

| NIVEL   | NOMBRE DE ZONA DE ESTUDIO    | AREA M2 | AREA (FT2) | VOLUMEN (M3) |
|---|------------------------------|---------|------------|--------------|
| <b>CUARTA PLANTA TALLER PRIMARIA - SECUNDARIA</b> |                              |         |            |              |
| 13  | LABORATORIO DE CIENCIAS      | 77,48   | 834,0      | 37,69        |
| 14  | CENTRO DE RECURSOS E IDIOMAS | 112,17  | 1207,4     | 174,8        |
| 15  | AULA 6to grado               | 64,4    | 693,2      | 201,6        |
| 16  | AULA 8vo grado               | 67,34   | 724,8      | 225,6        |

# 7. EVALUACIÓN Y SIMULACIÓN DE PROPUESTAS BIOCLIMÁTICAS

LOCALIZACIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO-PLANTA AA SECUNDARIA Y TALLERES SECUNDARIA +13.75-+15.50



PL 8 PLANTA AA SECUNDARIA Y TALLERES SECUNDARIA  
Nivel +13.75 y nivel +15.50

ESC 1:100

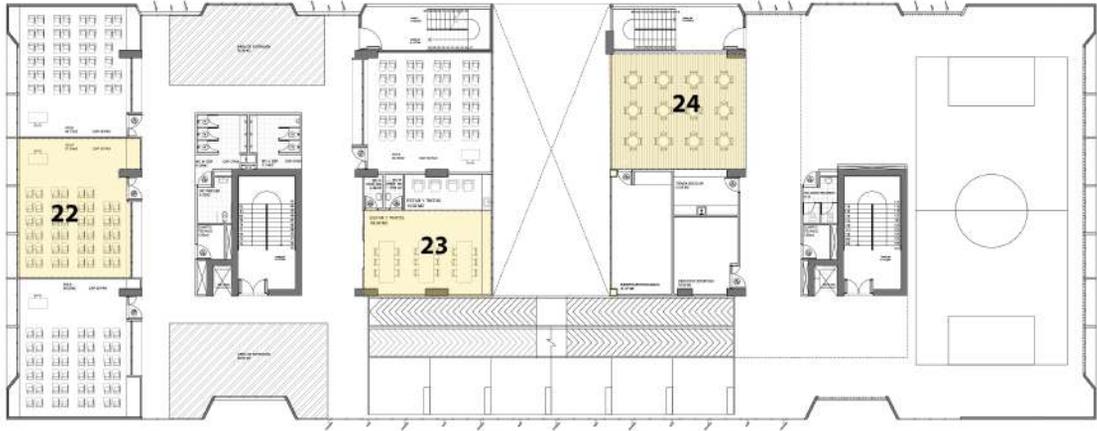
## COLEGIO BOITA BOGOTA

### AREAS DE ESTUDIO

| NIVEL                                  | NOMBRE DE ZONA DE ESTUDIO       | AREA M2 | AREA (FT2) | VOLUMEN (M3) |
|--|---------------------------------|---------|------------|--------------|
| <b>QUINTA PLANTA TALLER SECUNDARIA</b> |                                 |         |            |              |
| 17                                     | AULA 9no grado                  | 67,04   | 721,6      | 106,48       |
| 18                                     | LABORATORIO DE FISICA Y QUIMICA | 87,05   | 937,0      | 115          |
| 19                                     | CIRE                            | 108,22  | 1164,9     | 256,9        |
| 20                                     | TALLER DE DANZA                 | 92      | 990,3      | 297,59       |
| 21                                     | TALLER DE MUSICA                | 94,87   | 1021,2     | 257,47       |

# 7. EVALUACIÓN Y SIMULACIÓN DE PROPUESTAS BIOCLIMÁTICAS

LOCALIZACIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO-PLANTA AA MEDIA Y ZONA DE TERRAZA +10.25-+12.00



PL 9 PLANTA AA MEDIA Y ZONA RECREATIVA TERRAZA  
Nivel +17.25 y nivel +19.00

ESC 1:100

## COLEGIO BOITA BOGOTA

### AREAS DE ESTUDIO

| NIVEL   | NOMBRE DE ZONA DE ESTUDIO | AREA M2 | AREA (FT2) | VOLUMEN (M3) |
|---|---------------------------|---------|------------|--------------|
| <b>SEXTA PLANTA TALLER SECUNDARIA - ZONA RECREATIVA</b> |                           |         |            |              |
| 22  | AULA 10mo grado           | 68,63   | 738,7      | 98,02        |
| 23  | ESTAR Y TINTOS-SALA PROF. | 59,03   | 635,4      | 80,84        |
| 24  | AREA DE EXTENSION         | 56,66   | 609,9      | 119,9        |

# 7. EVALUACIÓN Y SIMULACIÓN DE PROPUESTAS BIOCLIMÁTICAS

AREAS DE ESTUDIO:

| COLEGIO BOITA BOGOTA                                    |                           |                                     |            |              |         |
|---|---------------------------|-------------------------------------|------------|--------------|---------|
| ZONAS DE ESTUDIO  |                           |                                     |            |              |         |
| NIVEL   | NOMBRE DE ZONA DE ESTUDIO | AREA M2                             | AREA (FT2) | VOLUMEN (M3) |         |
| <b>PRIMERA PLANTA BIBLIOTECA-JARDIN</b>                 |                           |                                     |            |              |         |
| 1   | -1,75                     | AULA DE TECNOLOGICA INFORMATICA (1) | 83,74      | 901,4        | 137,18  |
| 2   | -1,75                     | BIBLIOTECA                          | 324,87     | 3496,9       | 845,29  |
| 3   | -1,75                     | AULA POVILENTE + AUDITORIO          | 294,22     | 3167,0       | 983,00  |
| 4   | 0,00                      | AULA PREESCOLAR (3)                 | 38,82      | 417,9        | 161,64  |
| 5   | 0,00                      | LUDOTECA                            | 94,21      | 1014,1       | 312,41  |
| <b>SEGUNDA PLANTA ACCESO - COMEDOR</b>                  |                           |                                     |            |              |         |
| 6   | 1,85                      | MEDIOS EDUCATIVOS                   | 30,81      | 331,6        | 204,6   |
| 7   | 1,85                      | OFICINAS                            | 133,53     | 1437,3       | 214,58  |
| 8   | 3,75                      | COMEDOR ESCOLAR                     | 381,86     | 4110,3       | 1173,2  |
| <b>TERCERA PLANTA BASICA PRIMARIA</b>                   |                           |                                     |            |              |         |
| 9   | 6,10                      | AULA 1er grado                      | 68,63      | 738,7        | 95,02   |
| 10  | 6,10                      | AULA 2do grado                      | 67,04      | 721,6        | 104,5   |
| 11  | 8,70                      | AULA 3er grado                      | 68,8       | 740,6        | 104,678 |
| 12  | 8,70                      | AULA 5to grado                      | 67,21      | 723,4        | 105,253 |
| <b>CUARTA PLANTA TALLER PRIMARIA - SECUNDARIA</b>       |                           |                                     |            |              |         |
| 13  | 10,35                     | LABORATORIO DE CIENCIAS             | 77,48      | 834,0        | 37,69   |
| 14  | 10,35                     | CENTRO DE RECURSOS E IDIOMAS        | 112,17     | 1207,4       | 174,8   |
| 15  | 12,35                     | AULA 6to grado                      | 64,4       | 693,2        | 201,6   |
| 16  | 12,35                     | AULA 8vo grado                      | 67,34      | 724,8        | 225,6   |
| <b>QUINTA PLANTA TALLER SECUNDARIA</b>                  |                           |                                     |            |              |         |
| 17  | 14,00                     | AULA 9no grado                      | 67,04      | 721,6        | 106,48  |
| 18  | 14,00                     | LABORATORIO DE FISICA Y QUIMICA     | 87,05      | 937,0        | 115     |
| 19  | 16,00                     | CIRE                                | 108,22     | 1164,9       | 256,9   |
| 20  | 16,00                     | TALLER DE DANZA                     | 92         | 990,3        | 297,59  |
| 21  | 16,00                     | TALLER DE MUSICA                    | 94,87      | 1021,2       | 257,47  |
| <b>SEXTA PLANTA TALLER SECUNDARIA - ZONA RECREATIVA</b> |                           |                                     |            |              |         |
| 22  | 17,65                     | AULA 10mo grado                     | 68,63      | 738,7        | 98,02   |
| 23  | 17,65                     | ESTAR Y TINTOS-SALA PROF.           | 59,03      | 635,4        | 80,84   |
| 24  | 17,65                     | AREA DE EXTENSION                   | 56,66      | 609,9        | 119,9   |

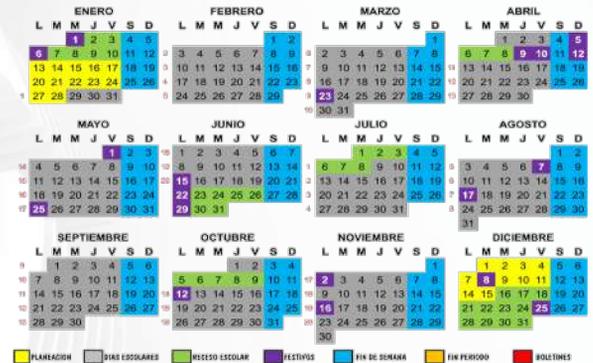
# 7. EVALUACIÓN Y SIMULACIÓN DE PROPUESTAS BIOCLIMÁTICAS

## PARÁMETROS PARA LA SIMULACIÓN

Se busca estudiar el **confort térmico** del proyecto en su estado actual, con los materiales, las áreas y el diseño original y con las posibles mejoras que favorezcan el bienestar térmico y, por consiguiente, el ahorro energético.

- Los datos de la zona y del sitio fueron introducidos en el programa que tiene preestablecidos diferentes locaciones incluida Bogotá, creando una plantilla de diseño con interpolación de datos climáticos para el lugar específico de emplazamiento.
- Por el uso de la edificación, los períodos de ocupación son los establecidos según. El decreto 2105 de diciembre 14 de 2017 el uso educacional, que a su vez depende del uso específico de las diferentes zonas que componen el edificio.

| Nivel/Ciclo       | Distribución del tiempo diario  |
|-------------------|---|
| Preescolar        | 5 horas de actividades académicas + tiempo para otras actividades pedagógicas complementarias (descanso pedagógico + almuerzo + otras actividades definidas por el PEI) |
| Básica primaria   | 6 horas de actividades académicas + tiempo para otras actividades pedagógicas complementarias (descanso pedagógico + almuerzo + otras actividades definidas por el PEI) |
| Básica secundaria | 7 horas de actividades académicas + tiempo para otras actividades pedagógicas complementarias (descanso pedagógico + almuerzo + otras actividades definidas por el PEI) |
| Media             | 7 horas de actividades académicas + tiempo para otras actividades pedagógicas complementarias (descanso pedagógico + almuerzo + otras actividades definidas por el PEI) |



- Las simulaciones comprenden el estudio en dos períodos de tiempo, como temporada de verano extremo e invierno extremo:

El día típico de verano extremo constituye el día 30 de enero, en la cual se inicia la temporada de sequía y en donde las temperaturas son considerablemente elevadas.

El día típico de invierno extremo, conformada por el día 30 de julio, cercana al comienzo de la temporada lluviosa y con temperaturas considerablemente bajas en relación a los meses posteriores. Estos datos se reflejan en la descripción de las características climatológicas del lugar.

# 7. EVALUACIÓN Y SIMULACIÓN DE PROPUESTAS BIOCLIMÁTICAS

## PARÁMETROS PARA LA SIMULACIÓN

Las variables a analizar son la temperatura operativa, la velocidad del viento y la humedad, conjuntamente con las ganancias internas por equipos, ocupantes, ventanerías, además de los elementos coonstructivos del proyecto con el factor de renovación del aire por espacio.

**Actividad:** El programa establece especificaciones de uso y actividad del proyecto, por lo que se adapta a la plantilla de edificaciones no residenciales y de carácter educacional a nivel de sector del edificio y en cada zona interior las diferentes actividades que se desarrollen.

En lo referente a la ocupación y a las condiciones metabólicas se establece una densidad de 2.00 personas/m<sup>2</sup> bajo una programación de horario educacional con un factor de actividad de 1 MET (a pesar de que 0.75 MET corresponde a niños) y 1 CLO como unidad de vestimenta en invierno y 0,60 CLO en el caso de verano.

# 7. EVALUACIÓN Y SIMULACIÓN DE PROPUESTAS BIOCLIMÁTICAS

## PARÁMETROS PARA LA SIMULACIÓN

Las simulaciones se realizarán mediante dos formas: simulación de situación actual y de situación mejorada.

- Ventilación

Para todas las simulaciones se utiliza la opción de **ventilación natural calculada**, pues se recomienda para periodos representativos cortos y permite calcular tasas de flujo basado en el tamaño, configuración, posición y orientación de aberturas en la estructura del edificio, así como minuto a minuto las condiciones físicas del aire, incluyendo la velocidad del viento, presión, temperaturas externas e internas, entre otras.

En lo referente a las infiltraciones de aire, se activan solo en el caso de que se desee simular la posible situación de aberturas en disposición que permitan el paso del aire. Para esto se utiliza una estanqueidad del aire “muy pobre” con una tasa de renovación de 0,8 renov/h.

| Actividad lugar        | ocupación-densidad | tasa metabolica |
|------------------------|--------------------|-----------------|
| (unidades)             | m2/p               | met             |
| <b>AULAS</b>           | 0,58               | 0,90            |
| <b>SALA DE LECTURA</b> | 0,21               | 0,90            |
| <b>CAFETERIA</b>       | 0,20               | 0,90            |
| <b>LABORATORIOS</b>    | 0,39               | 0,90            |
| <b>BIBLIOTECA</b>      | 0,27               | 0,90            |
| <b>OFICINAS</b>        | 0,15               | 0,90            |
| <b>COCINA</b>          | 0,23               | 0,90            |
| <b>COMEDOR</b>         | 0,21               | 0,90            |

CUADRO CARGAS METABÓLICAS GENÉRICAS – USO EDUCATIVO. FTE: DATOS DISEÑADOR ARQUITECTONICO Y DESIGN BUILDER.

- Las cargas de Iluminación son promedios establecidos por el uso del lugar – INSTITUCIONAL / EDUCATIVO con valores entre 6 – 10 w/m<sup>2</sup> y la necesidad de iluminancia (150 a 750 Lx).

# 7. EVALUACIÓN Y SIMULACIÓN DE PROPUESTAS BIOCLIMÁTICAS

## PARÁMETROS PARA LA SIMULACIÓN

- Materiales constructivos

Después de configurar la actividad, es necesario la personalización de cada uno de los materiales que constituyen los cerramientos y aberturas. A continuación, se muestran las especificaciones las propiedades de cada uno de los cerramientos y su composición

| MATERIALES MODELO LINEA BASE |                          |                              |                  |               |              |   |
|------------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------|---------------|--------------|---|
| PROYECTO COLEGIO BOITA       |                          |                              |                  |               |              |   |
| CONSTRUCCION                 | ZONA                     | DESCRIPCION                  | ESPESOR ELEMENTO | TOTAL ESPESOR | PROPIEDADES  | IMAGEN  |
| MURO EXTERIOR                | MUROS EXT.               | CONCRETO                     | 0,15             | 0,15          | 3,6 W/M2°C   |     |
| MUROS INTERIORES             | AULAS                    | ESTUCO+PINTURA               | 0,00             | 0,144         | 1,89 W/M2°C  |     |
|                              |                          | MORTERO                      | 0,01             |               |              |   |
|                              |                          | BLOQUE LADRILLO              | 0,12             |               |              |   |
|                              |                          | MORTERO                      | 0,01             |               |              |   |
|                              |                          | ESTUCO+PINTURA               | 0,00             |               |              |   |
|                              | PUNTO FIJO ESCALERAS     | CONCRETO                     | 0,40             | 0,4           | 1,83 W/M2°C  |     |
|                              | BAÑOS                    | TABLETA ENCHAPE              | 0,00             | 0,144         | 2,07 W/M2°C  |   |
|                              |                          | MORTERO                      | 0,01             |               |              |   |
|                              |                          | BLOQUE LADRILLO              | 0,12             |               |              |   |
|                              |                          | MORTERO                      | 0,01             |               |              |   |
| TABLETA ENCHAPE              |                          | 0,00                         |                  |               |              |   |
| LOSA CONTRAPISO              | BIBLIOTECA PARQUEDADEROS | CONCRETO ESMALTADO           | 0,05             | 2,01          | 0,42 W/M2°C  |   |
|                              |                          | MORTERO                      | 0,06             |               |              |   |
|                              |                          | CONCRETO                     | 1,00             |               |              |   |
|                              |                          | POLITIELENO DE ALTA DENSIDAD | 0,10             |               |              |   |
|                              |                          | ROCA MUERTA                  | 0,30             |               |              |   |
|                              |                          | TIERRA NATURAL               | 0,50             |               |              |   |
| LOSA ENTRE PISO              | AULAS                    | CONCRETO ESMALTADO           | 0,02             | 0,96          | 0,81 W/M2°C  |   |
|                              |                          | PEGA                         | 0,01             |               |              |   |
|                              |                          | MORTERO                      | 0,03             |               |              |   |
|                              |                          | CONCRETO                     | 0,90             |               |              |   |
| LOSA CUBIERTA                |                          | CONCRETO ESMALTADO           | 0,02             | 0,96          | 0,81 W/M2°C  |   |
|                              |                          | PEGA                         | 0,01             |               |              |   |
|                              |                          | MORTERO                      | 0,03             |               |              |   |
|                              |                          | CONCRETO                     | 0,90             |               |              |   |
| LOSA CUBIERTA                |                          | TABLETA ARCILLA              | 0,02             | 0,96          | 0,829 W/M2°C |   |
|                              |                          | PEGA                         | 0,01             |               |              |   |
|                              |                          | MORTERO                      | 0,03             |               |              |   |
|                              |                          | CONCRETO                     | 0,90             |               |              |   |
| VIDRIO VENTANAS              |                          | VIDRIO SENCILLO CLARO        | 0,03             | Valor u       | 5,894 W/M2°C |  |
|                              |                          |                              |                  | LT            | 0,898        |   |
|                              |                          |                              |                  | SHGC          | 0,861        |   |
|                              |                          |                              |                  | Transm. Luz   | 0,898        |   |
|                              |                          |                              |                  |               |              |   |

## 7. EVALUACIÓN Y SIMULACIÓN DE PROPUESTAS BIOCLIMÁTICAS

Seguidamente al desarrollo del modelo y determinación de variables y características, se establecen los periodos de las simulaciones del modelo actual y del modelo adaptado, considerando las horas y días más críticos para una **semana extrema de verano y una semana extrema de invierno**, bajo diferentes escenarios como se muestra a continuación.

| ESCENARIOS DE SIMULACIONES |  |   |
|----------------------------|--|---|
| ESCENARIO                  | PERIODO  | CONDICIONES   |
| ES-1                       | Semana extrema de verano ( durante el día 30 de enero-24 horas) inicio temporada escolar.                            | EDIFICIO SIN PROTECCIONES SOLARES, ABERTURAS INFERIORES EN VENTANAS OPERABLES AL 20%, EN TODAS LAS FACHADAS   |
| ES-2                       | Semana extrema de invierno ( durante el día 30 de julio-24 horas) inicio temporada escolar. Mitad temporada escolar. | EDIFICIO SIN PROTECCIONES SOLARES, ABERTURAS INFERIORES EN VENTANAS OPERABLES AL 20%, EN TODAS LAS FACHADAS   |
| ES-3                       | Semana extrema de verano ( durante el día 30 de enero-24 horas) inicio temporada escolar.                            | EDIFICIO CON PROTECCIONES SOLARES (según diseño pags 43-53), ABERTURAS INFERIORES EN VENTANAS OPERABLES AL 20%, EN TODAS LAS FACHADAS (excepto en zona de biblioteca, aulas inf, audit) |
| ES-4                       | Semana extrema de invierno ( durante el día 30 de julio-24 horas) inicio temporada escolar.                          | EDIFICIO CON PROTECCIONES SOLARES (según diseño pags 43-53), ABERTURAS INFERIORES EN VENTANAS OPERABLES AL 20%, EN TODAS LAS FACHADAS (excepto en zona de biblioteca, aulas inf, audit) |
| ESP-5                      | Semana extrema de verano ( durante el día 30 de enero-24 horas) inicio temporada escolar.                            | con los resultados obtenidos de las simulaciones de la comparación de modelos sin aleros vs. Aleros, hacer pruebas de optimización para mejorar ventilación y confort.                  |
| ESP-6                      | Semana extrema de invierno ( durante el día 30 de julio-24 horas) inicio temporada escolar.                          | con los resultados obtenidos de las simulaciones de la comparación de modelos sin aleros vs. Aleros, hacer pruebas de optimización para mejorar ventilación y confort.                  |

**Escenarios de simulaciones**

La simulación de mejoras comprende aquellas consideraciones de carácter pasivo que optimizarán las condiciones de bienestar térmico, en base a los resultados de la simulación del estado actual de la edificación, considerando implicaciones que no afecten la estructura de la edificación y respetando el marco normativo en Colombia.

# 7. EVALUACIÓN Y SIMULACIÓN DE PROPUESTAS BIOCLIMÁTICAS

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

Este capítulo plantea los resultados de las simulaciones de cada una de las situaciones anteriormente descritas en los escenarios ES-1, ES-2, ES-3 Y ES-4, conjuntamente con la comparación y determinación de aspectos críticos que desencadenan condiciones de malestar de los ocupantes, dentro del centro educativo. Asimismo, contempla las posibles soluciones que mejorarán la problemática detectada de la edificación, bajo la identificación de ESP-5 Y ESP-6

## RESULTADOS OBTENIDOS DEL MODELO ACTUAL

Como se menciona en el apartado anterior, las simulaciones fueron clasificadas en base a un periodo frío extremo(julio) y calor extremo (enero) que constituyen el clima tropical del país y bajo 4 escenarios (ES-1; ES-2; ES-3 y ES-4) para analizar el confort térmico bajo las peores circunstancias. Se exponen las gráficas de temperaturas (del aire exterior, del aire interior radiante y la temperatura operativa), además de la humedad relativa para cada una de los dos periodos estacionales, durante la hora del día que se considera más crítica por presentar mayores o menores temperaturas que generen malestar en los estudiantes. Posterior a estos resultados, es posible observar a través de figuras, las simulaciones de CFD para flujos de aire, temperaturas operativas e índices de confort en cada recinto que comprende el colegio.

Los resultados se presentan, para mayor entendimiento ordenados por cada variable analizada para todos los escenarios, como se observa a continuación:

## SIMULACIÓN DE REFERENCIA DE DATOS CLIMÁTICOS Y BALANCE TÉRMICO

Se presentan a continuación una serie de figuras que representan los valores arrojados en *DesignBuilder por el motor de cálculo EnergyPlus*® para el caso de estudio en lo referente a datos del clima, balance térmico de los cerramientos durante los escenarios establecidos anteriormente (Tabla 4.3) del modelo actual.

### *Simulación 1 (ES-1)*

**El escenario 1 (ES-1) constituye la situación del día 30 de enero durante las 24 horas en edificio base sin protecciones solares, aberturas inferiores operables en fachadas al exterior o a circulaciones, con operabilidad al 20% y aberturas interiores operables al 10%.**

# 7. EVALUACIÓN Y SIMULACIÓN DE PROPUESTAS BIOCLIMÁTICAS

## SIMULACIÓN DE REFERENCIA DE DATOS CLIMÁTICOS Y BALANCE TÉRMICO

### *Simulación 2 (ES-2)*

El escenario 2 (ES-2) constituye la situación del día 30 de julio durante las 24 horas en edificio base sin protecciones solares, aberturas inferiores operables en fachadas al exterior o a circulaciones, con operabilidad al 20% y aberturas interiores operables al 10%.

### *Simulación 3 (ES-3)*

El escenario 3 (ES-3) constituye la situación del día 30 de enero durante las 24 horas en edificio base con protecciones solares, aberturas inferiores operables en fachadas al exterior o a circulaciones, con operabilidad al 20% y aberturas interiores operables al 10%.

### *Simulación 4 (ES-4)*

El escenario 4 (ES-4) constituye la situación del día 30 de julio durante las 24 horas en edificio base con protecciones solares, aberturas inferiores operables en fachadas al exterior o a circulaciones, con operabilidad al 20% y aberturas interiores operables al 10%.

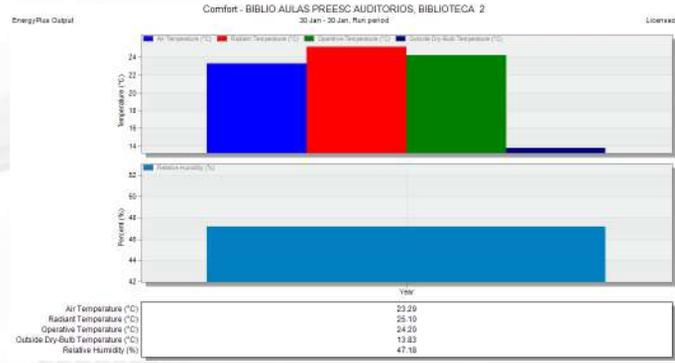
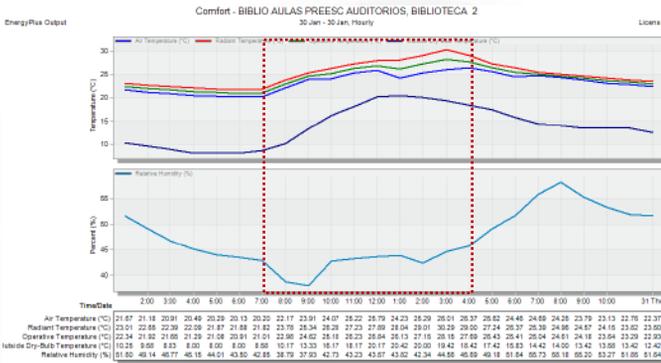
En los 4 escenarios de simulación se usa la ventilación programada opción de DESIGN BUILDER que nos permite hacer simulaciones totales del edificio, en la parte de la optimización bioclimática se usa la opción de ventilación calculada, donde es posible simular el aire entrante y saliente de cada apertura que definamos como estrategia de ventilación natural para nuestro proyecto.

# 7. RESULTADOS

## BIBLIOTECA nota: el nivel 1,75 que incluye biblioteca, sala inf, auditorio, aula poliv. Sin aleros.

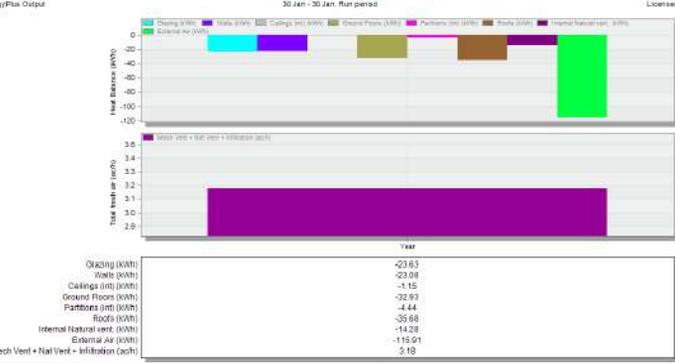
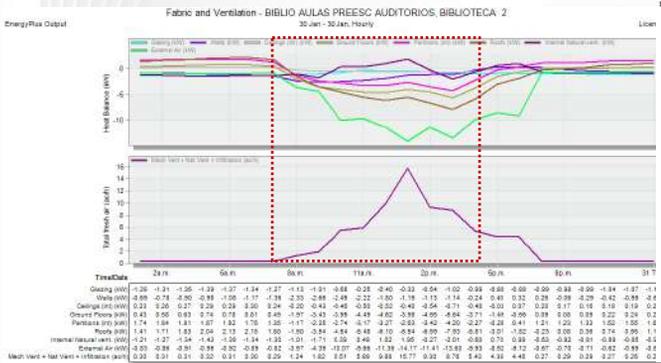
### Enero

### Enero



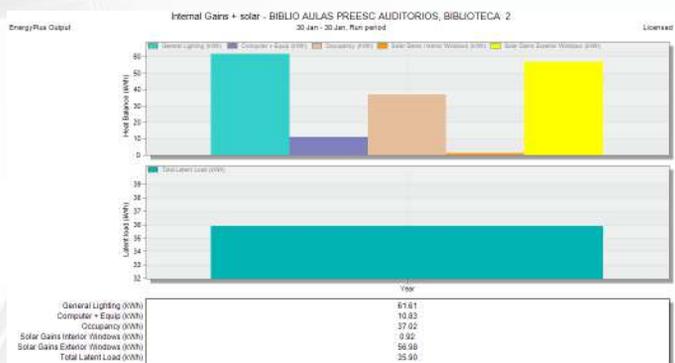
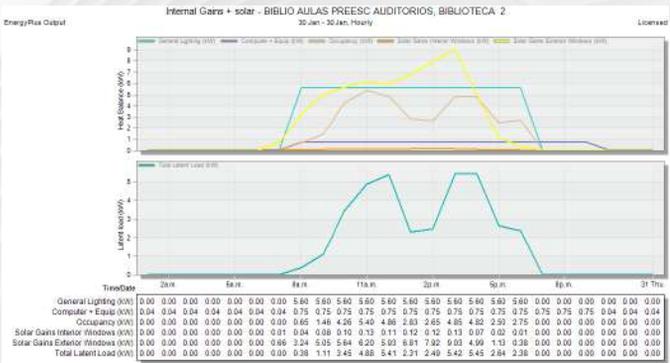
### CONFORT

### CONFORT



### FABRIC AND VENT

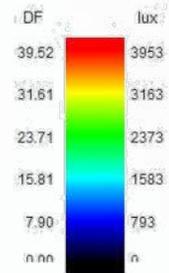
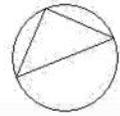
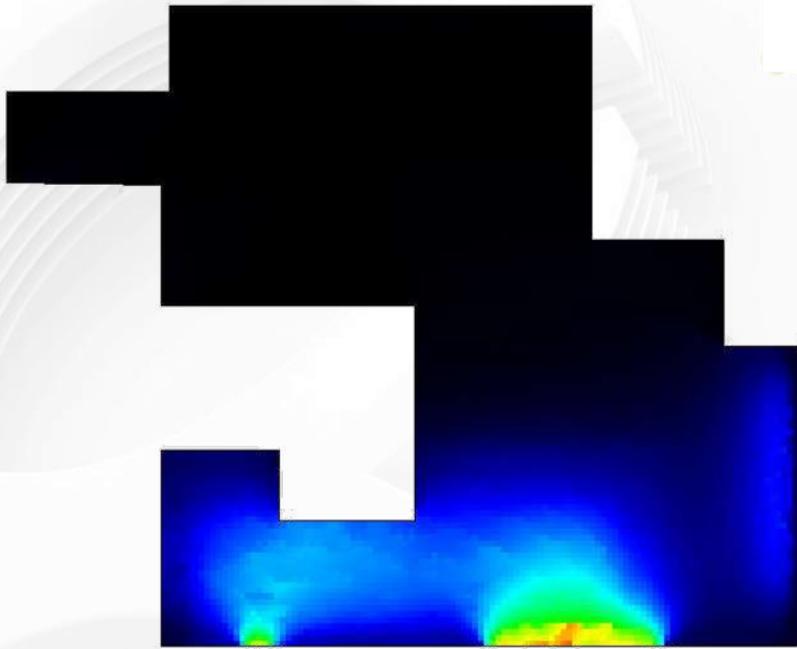
### FABRIC AND VENT





# 7. RESULTADOS-ESTUDIO DE ILUMINACIÓN NATURAL

## BIBLIOTECA nivel 1,75 ILUMINACIÓN NATURAL



| Block        | Zone         | Floor Area (m2) | Floor Area above Threshold (m2) | Floor Area above Threshold (%) | Average Daylight Factor (%) | Minimum Daylight Factor (%) | Maximum Daylight Factor (%) | Uniformity ratio (Min / Avg) | Uniformity ratio (Min / Max) | Min Illuminance (lux) | Max Illuminance (lux) |
|--------------|--------------|-----------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| AULAS PREESC | BIBLIOTECA 2 | 373.387         | 152.207                         | 40.764                         | 3.585                       | 0.018                       | 36.848                      | 0.005                        | 0.000                        | 1.8                   | 3686.5                |

| TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD           | UGR <sub>L</sub> | NIVELES DE ILUMINANCIA (lx) |            |             |
|---------------------------------------|------------------|-----------------------------|------------|-------------|
|                                       |                  | Mínimo.                     | Medio      | Máximo      |
| <b>Colegios y centros educativos.</b> |                  |                             |            |             |
| <i>Salones de clase</i>               |                  |                             |            |             |
| <b>Iluminación general</b>            | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Tableros</b>                       | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Elaboración de planos</b>          | <b>16</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <i>Salas de conferencias</i>          |                  |                             |            |             |
| <b>Iluminación general</b>            | <b>22</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Tableros</b>                       | <b>19</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <b>Bancos de demostración</b>         | <b>19</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <b>Laboratorios</b>                   | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Salas de arte</b>                  | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Talleres</b>                       | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Salas de asamblea</b>              | <b>22</b>        | <b>150</b>                  | <b>200</b> | <b>300</b>  |

Tabla 410.1 Índice UGR máximo y Niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades

Fuente para UGR, Norma UNE EN 12464-1 de 2003.

El tamaño del predio junto con un programa de necesidades extenso, generó un esquema arquitectónico que cumple con los estándares exigidos por la SED y las normas urbanas y técnicas pero que genera algunas dificultades en el manejo de la iluminación natural. Se propone incorporar vidrios laminados para controlar los excesos de iluminación, combinados con iluminación artificial con ahorro energético tipo LED para las zonas con dificultades de iluminación.

# 8. OPTIMIZACIÓN DE LA VENTILACIÓN

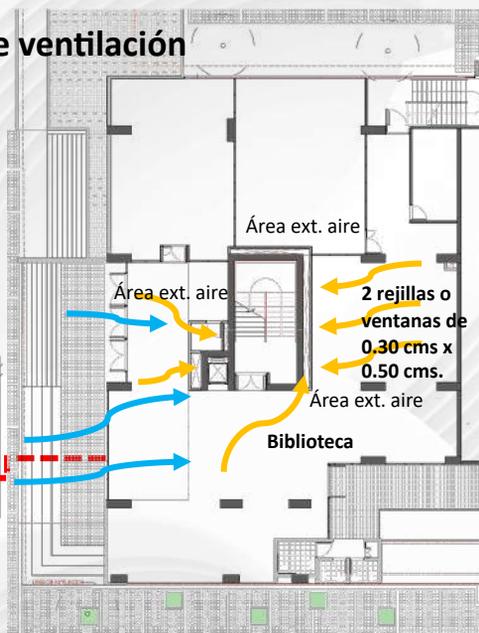
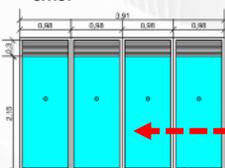
## BIBLIOTECA nivel 1,75 **VENTILACION MECANICA-julio 30**

| AREA M2 | AREA (FT2) | VOLUMEN (M3) | INDICE DE AREA CFM (FT2) ASHRAE 62.1 | TASA DE VENTILACIÓN MINIMA (CFM/PERSON) ASHRAE 62.1 | TASA VENTILACIÓN MINIMA m3/per/h ASHRAE 62.1 | CAUDAL (CFM) | CAUDAL (FT3/H) | CAUDAL REQUERIDO M3/HORA | RENOVACIÓN DE AIRE /HORA | % ABERTURA SOBRE AREA VIDRIADA TOTAL | AREA VIDRIADA TOTAL M2 (operables) | ÁREA VIDRIADA OPERABLES M2 (elementos que abren) |
|---------|------------|--------------|--------------------------------------|---|--|--------------|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| 318     | 3422,9     | 857,00       | 0,12                                 | 5   | 8,49   | 410,8        | 24645          | 697,9                    | 0,81                     | 20                                   | 142,76                             | 28,55  |

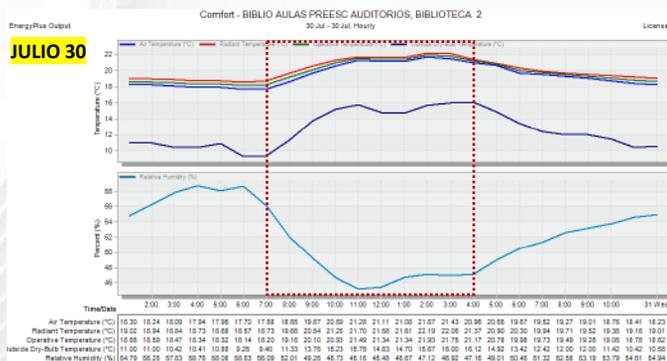
### Esquemas de ventilación

Área entrada aire ext.

4 rejillas o ventanas de 0.30 cms x 0.50 cms.



### Confort térmico



TEMP. MIN H. CLASE 7-4 PM

18,20

TEMP. MAX H. CLASE 7-4 PM

21,93

### ACH

| RENOVACIONES HORA                |                |                                  |
|----------------------------------|----------------|----------------------------------|
| ZONA DE ESTUDIO                  | AULA 2do grado |                                  |
|                                  | (ac/h)         | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm |                |                                  |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 2,98           | 0,81                             |

**CUMPLE**

### Cálculos de ventilación mecánica para biblioteca mes julio:

Cap. 104 personas, área: 318 m<sup>2</sup>.

Volumen: 318x 2,70: 857.52 m<sup>3</sup>.

Caudal mínimo en la zona respiración:

Rp=5ls/s

Pz= 104 personas

Ra=0.6 ls.m<sup>2</sup>

Az=318 m<sup>2</sup>

### Cálculos de renovaciones de aire x hora vent. Mecánica.

$$Vb_z = (R_p \times P_z) + (R_a \times A_z)$$

$$Vb_z = (5 \text{ l/s. Per.} \times 104 \text{ pers.}) + (0.6 \text{ l/s m}^2 \times 318 \text{ m}^2)$$

$$Vb_z = 520 \text{ l/s} + 190 \text{ l/s}$$

$$Vb_z = 710 \text{ l/s} = 2558 \text{ m}^3/\text{h} = 1505 \text{ cfm}$$

$$\text{Renovaciones x hora} = 2558 \text{ m}^3/\text{h} \div 857.2 \text{ m}^3 = 2.98 \text{ ACH}$$

### Cálculos de aberturas:

Área entrada aire ext.

$$2558 \text{ m}^3/\text{h} \div 5486 \text{ m}^3/\text{h} = 0.46 \text{ m}^2$$

4 rejillas o ventanas 0.30 cms x 0.50 cms

Área extracción aire = 0.28 m<sup>2</sup>

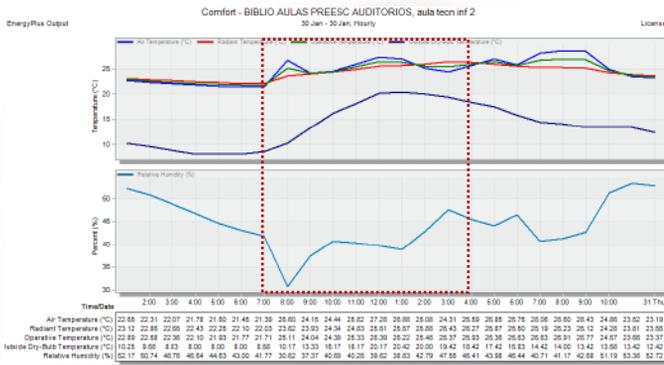
$$2558 \text{ m}^3/\text{h} \div 9104 \text{ m}^3/\text{h} = 0.28 \text{ m}^2$$

2 rejillas o ventanas 0.30 cms x 0.50 cms

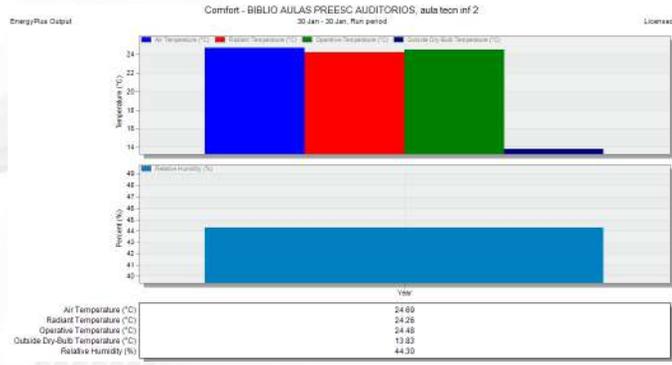
# 7. RESULTADOS

**SALA. INF.** nota: el nivel 1,75 que incluye biblioteca, sala inf, auditorio, aula poliv, no tiene aleros.

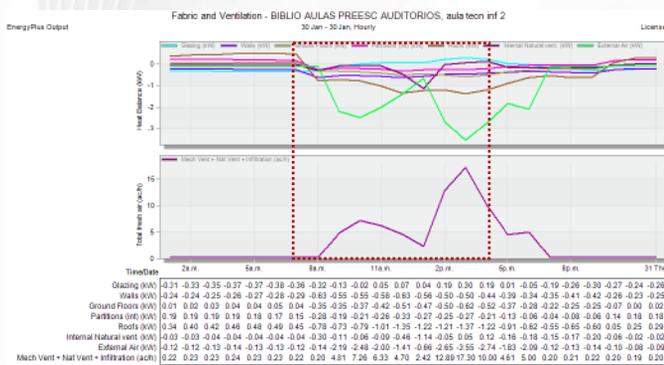
## Enero



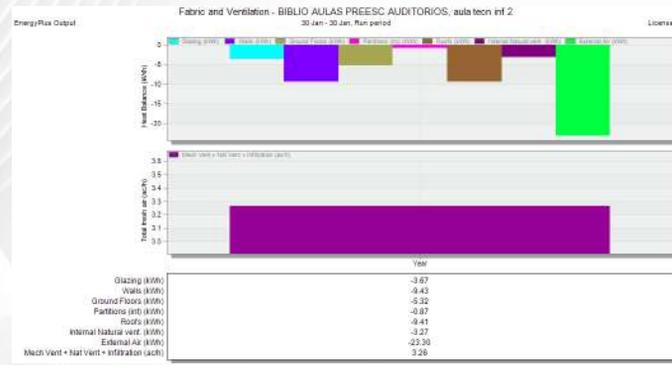
## Enero



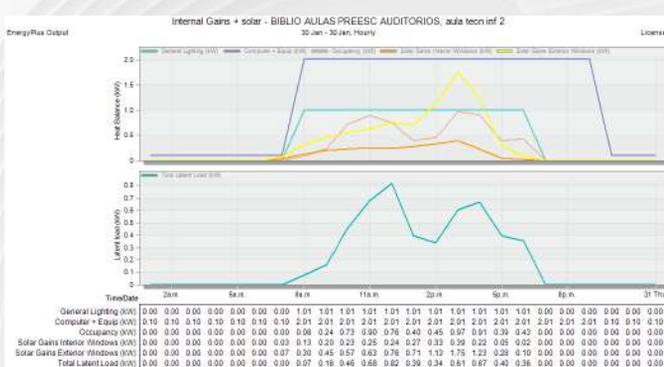
## CONFORT



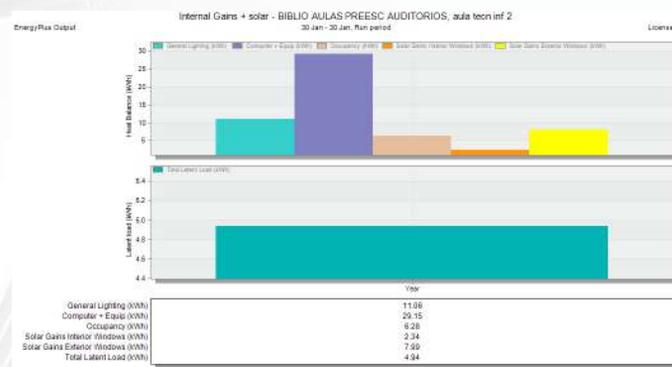
## CONFORT



## FABRIC AND VENT



## FABRIC AND VENT



## INT GAINS

| ZONA DE ESTUDIO | EVOLUCION DE TEMPERATURAS OPER. |              |              |
|-----------------|---------------------------------|--------------|--------------|
|                 | TEMP. PROMEDIO °C               | TEMP. MIN °C | TEMP. MAX °C |
| CON ALEROS      |                                 |              |              |
| HORA            | 25,00                           | 21,71        | 26,39        |
| SIN ALEROS      | 7:00 am-4:00 p. m.              | 7:00 a. m.   | 12:00 a. m.  |

## INT GAINS

| ZONA DE ESTUDIO                  | RENOVACIONES HORA |                                  |
|----------------------------------|-------------------|----------------------------------|
|                                  | (ac/h)            | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm |                   |                                  |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 6,61              | 0,81                             |

## GANANCIAS INT. VENT EXT.

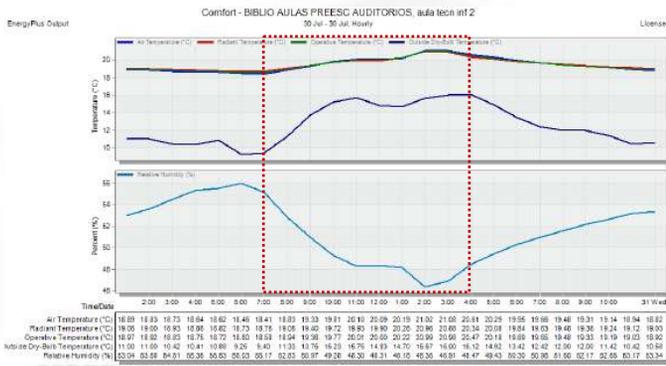
| ZONA DE ESTUDIO | SALA INF. |
|-----------------|-----------|
|                 | (KW/h)    |
| CON ALEROS      |           |
| SIN ALEROS      | 7,99      |

**CUMPLE**

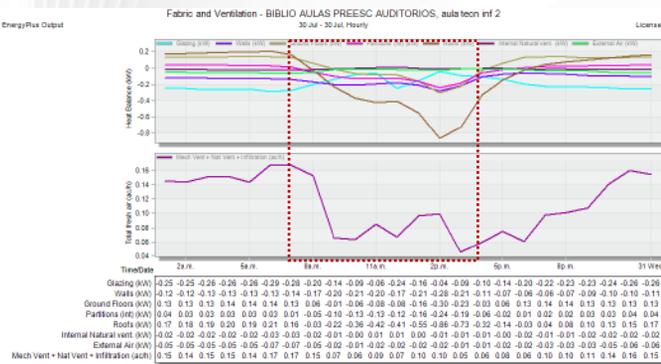
# 7. RESULTADOS

**SALA. INF.** nota: el nivel 1,75 que incluye biblioteca, sala inf, auditorio, aula poliv, no tiene aleros.

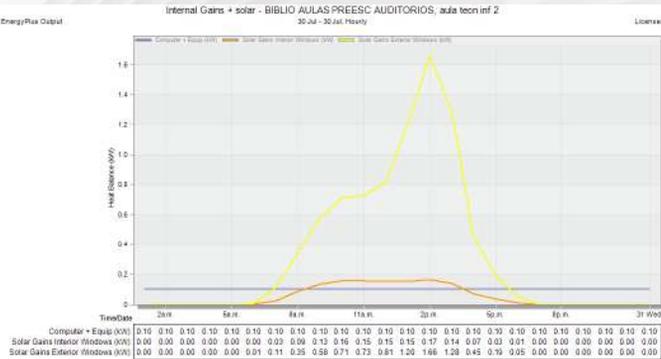
Julio



CONFORT

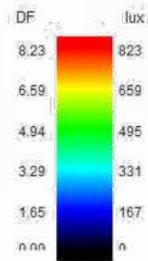
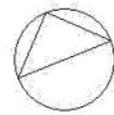
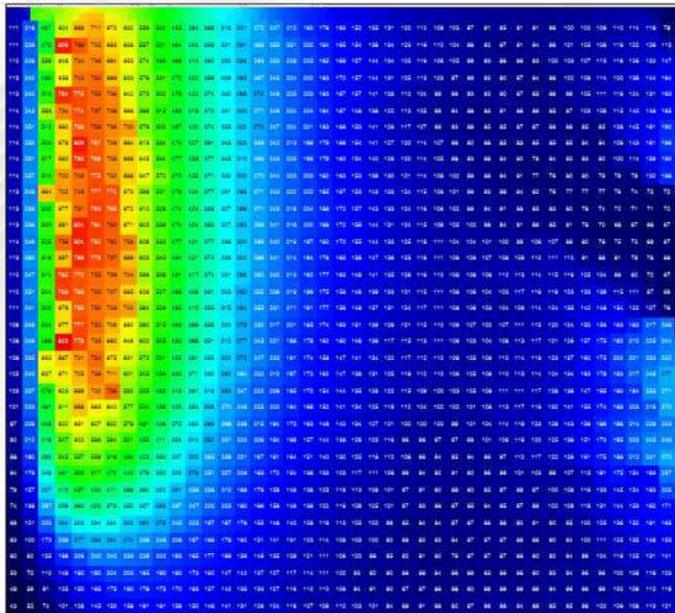


FABRIC AND VENT



# 7. RESULTADOS-ESTUDIO DE ILUMINACIÓN NATURAL

## SALA INFORMATICA nivel -1,75 ILUMINACIÓN NATURAL



| Block  | Zone          | Floor Area (m2) | Floor Area above Threshold (m2) | Floor Area above Threshold (%) | Average Daylight Factor (%) | Minimum Daylight Factor (%) | Maximum Daylight Factor (%) | Uniformity ratio (Min / Avg) | Uniformity ratio (Min / Max) | Min Illuminance (lux) | Max Illuminance (lux) |
|--------|---------------|-----------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| BIBLIO |               |                 |                                 |                                |                             |                             |                             |                              |                              |                       |                       |
| AULAS  | aula tecn inf | 61.331          | 22.724                          | 37.052                         | 2.363                       | 0.433                       | 8.233                       | 0.183                        | 0.053                        | 43.3                  | 823.6                 |

| TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD           | UGR <sub>L</sub> | NIVELES DE ILUMINANCIA (lx) |            |             |
|---------------------------------------|------------------|-----------------------------|------------|-------------|
|                                       |                  | Mínimo.                     | Medio      | Máximo      |
| <b>Colegios y centros educativos.</b> |                  |                             |            |             |
| <i>Salones de clase</i>               |                  |                             |            |             |
| <b>Iluminación general</b>            | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Tableros</b>                       | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Elaboración de planos</b>          | <b>16</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <i>Salas de conferencias</i>          |                  |                             |            |             |
| <b>Iluminación general</b>            | <b>22</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Tableros</b>                       | <b>19</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <b>Bancos de demostración</b>         | <b>19</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <b>Laboratorios</b>                   | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Salas de arte</b>                  | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Talleres</b>                       | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Salas de asamblea</b>              | <b>22</b>        | <b>150</b>                  | <b>200</b> | <b>300</b>  |

Tabla 410.1 Índice UGR máximo y Niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades

Fuente para UGR, Norma UNE EN 12464-1 de 2003.

El tamaño del predio junto con un programa de necesidades extenso, generó un esquema arquitectónico que cumple con los estándares exigidos por la SED y las normas urbanas y técnicas pero que genera algunas dificultades en el manejo de la iluminación natural. Se propone incorporar vidrios laminados para controlar los excesos de iluminación, combinados con iluminación artificial con ahorro energético tipo LED para las zonas con dificultades de iluminación.

# 8. OPTIMIZACIÓN DE LA VENTILACIÓN

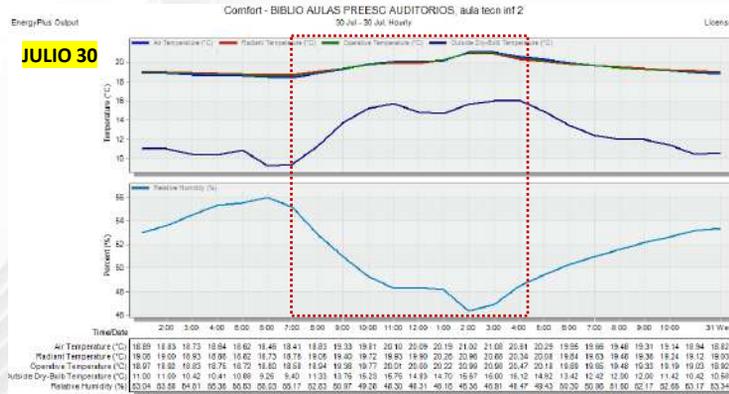
## SALA INF. nivel 1,75 **VENTILACION MECANICA-julio 30**

| AREA M2 | AREA (FT2) | VOLUMEN (M3) | INDICE DE AREA CFM (FT2) ASHRAE 62.1 | TASA DE VENTILACIÓN MINIMA (CFM/PERSON) ASHRAE 62.1 | TASA VENTILACIÓN MINIMA m3/per/h ASHRAE 62.1 | CAUDAL (CFM) | CAUDAL (FT3/H) | CAUDAL REQUERIDO M3/HORA | RENOVACIÓN DE AIRE /HORA | % ABERTURA SOBRE AREA VIDRIADA TOTAL | AREA VIDRIADA TOTAL M2 (operables) | ÁREA VIDRIADA OPERABLES M2 (elementos que abren) |
|---------|------------|--------------|--------------------------------------|---|--|--------------|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| 83,74   | 901,4      | 226,00       | 0,12                                 | 10  | 16,99  | 108,2        | 6490           | 183,8                    | 0,81                     | 20                                   | 26,56                              | 5,31   |

### Esquemas de ventilación



### Confort térmico



### ACH

| ZONA DE ESTUDIO                  | RENOVACIONES HORA |                                  |
|----------------------------------|-------------------|----------------------------------|
|                                  | AULA 2do grado    |                                  |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | (ac/h)            | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 3,98              | 0,81                             |

**CUMPLE**

### Cálculos de ventilación mecánica para biblioteca mes julio:

Cap. 40 personas, área= 83,74 m2.  
 Volumen: 83,74 x 2,70= 226 m3.  
 Caudal mínimo en la zona respiración:  
 Rp=5ls/s  
 Pz= 40 personas  
 Ra=0.6 ls.m2  
 Az=83,74 m2

### Cálculos de renovaciones de aire x hora vent. Mecánica.

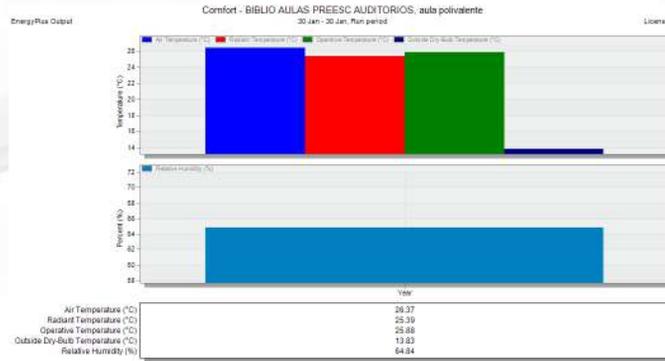
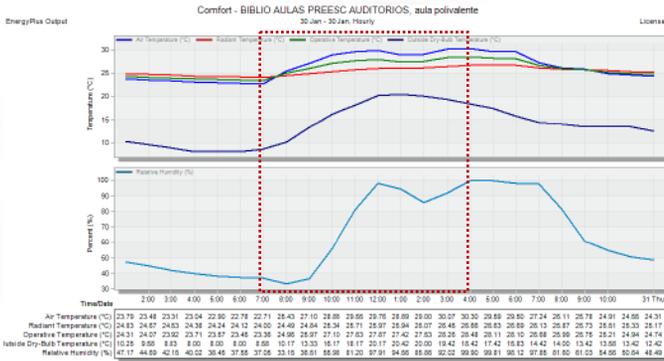
$Vbz = (Rp \times Pz) + (Ra \times Az)$   
 $Vbz = (5 \text{ l/s. Per.} \times 40 \text{ pers.}) + (0.6 \text{ l/s m}^2 \times 83,74 \text{ m}^2)$   
 $Vbz = 200 \text{ l/s} + 50,24 \text{ l/s}$   
 $Vbz = 250,24 \text{ l/s} = 900 \text{ m}^3/\text{h} = 529 \text{ cfm}$   
 Renovaciones x hora=  $900 \text{ m}^3/\text{h} \div 226 \text{ m}^3 = 3.98 \text{ ACH}$

### Cálculos de aberturas:

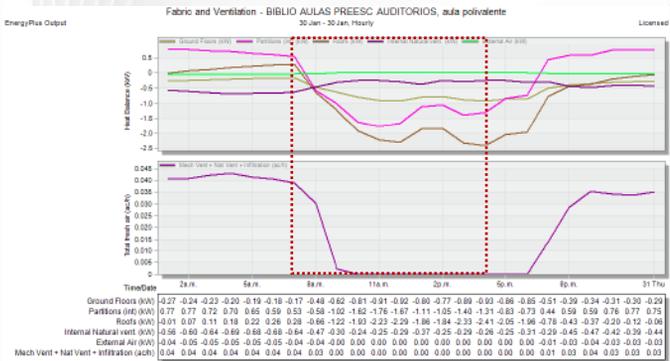
Área entrada aire ext.  
 $900 \text{ m}^3/\text{h} \div 5486 \text{ m}^3/\text{h} = 0.164 \text{ m}^2$   
 2 rejillas o ventanas 0.30 cms x 0.50 cms  
 Área extracción aire = 0.28 m2  
 $900 \text{ m}^3/\text{h} \div 9104 \text{ m}^3/\text{h} = 0.098 \text{ m}^2$   
 1 rejillas o ventanas 0.30 cms x 0.50 cms

# 7. RESULTADOS

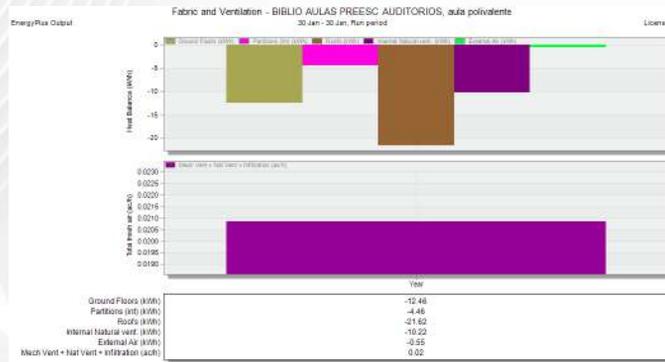
## AULA POLIV. nota: el nivel 1,75 que incluye biblioteca, sala inf, auditorio, aula poliv, no tiene aleros. Enero



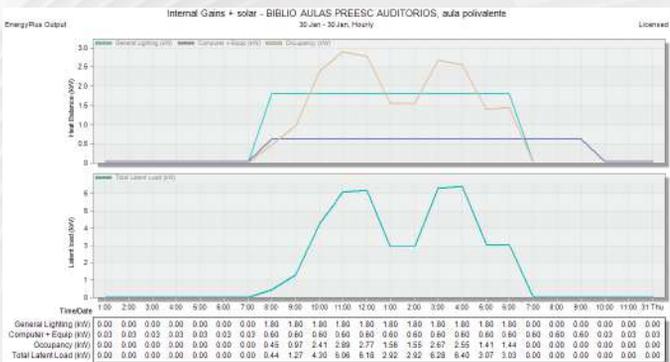
### CONFORT



### CONFORT



### FABRIC AND VENT



### FABRIC AND VENT



### INT GAINS

| EVOLUCIÓN DE TEMPERATURAS OPER. |                    |              |              |
|---------------------------------|--------------------|--------------|--------------|
| AULA POLIVALENTE                |                    |              |              |
| ZONA DE ESTUDIO                 | TEMP. PROMEDIO °C  | TEMP. MIN °C | TEMP. MAX °C |
| CON ALEROS                      |                    |              |              |
| HORA                            |                    |              |              |
| SIN ALEROS                      | 26,85              | 23,36        | 28,48        |
| HORA                            | 7:00 am-4:00 p. m. | 7:00 a. m.   | 4:00 p. m.   |

### INT GAINS

| RENOVACIONES HORA                |        |                                  |
|----------------------------------|--------|----------------------------------|
| AULA POLIVALENTE                 |        |                                  |
| ZONA DE ESTUDIO                  | (ac/h) | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm |        |                                  |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 0,007  | 0,73                             |

NO CUMPLE

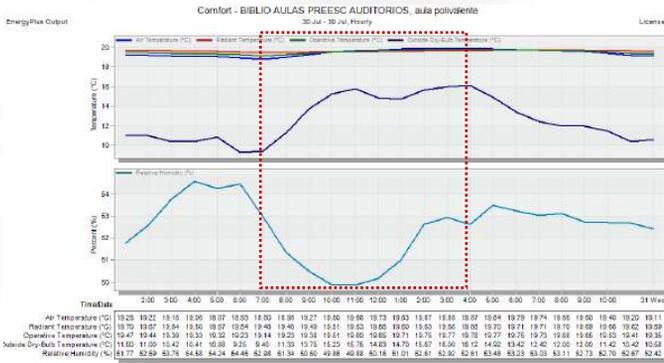
| GANANCIAS INT. VENT. EXT. |                    |
|---------------------------|--------------------|
| ZONA DE ESTUDIO           | AULA POLIV. (kW/h) |
| CON ALEROS                |                    |
| SIN ALEROS                | 0,00               |

Nota: En este espacio se plantea la iluminación artificial y ventilación mecánica por parte del equipo de diseño.

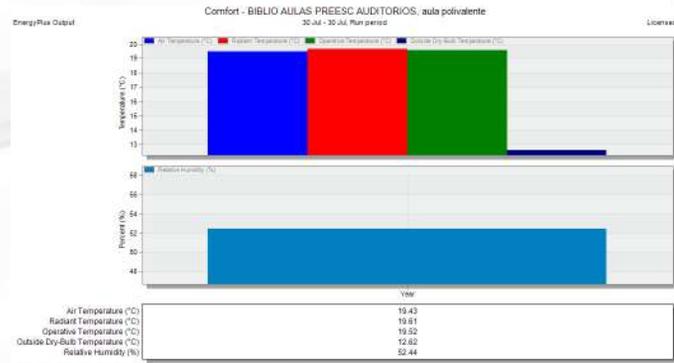
# 7. RESULTADOS

**AULA POLIV.** nota: el nivel 1,75 que incluye biblioteca, sala inf, auditorio, aula poliv, no tiene aleros.

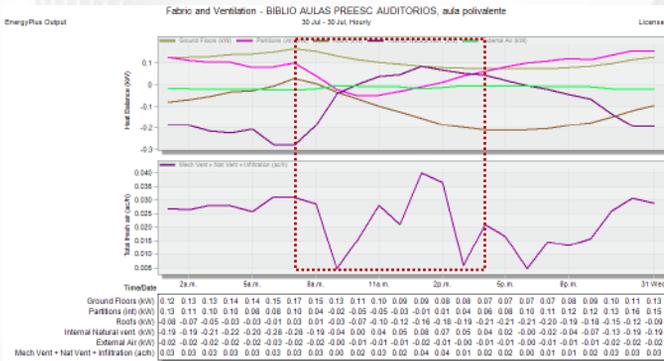
Julio



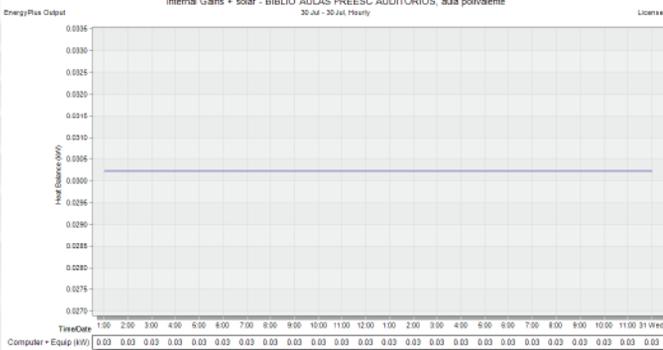
Julio



CONFORT



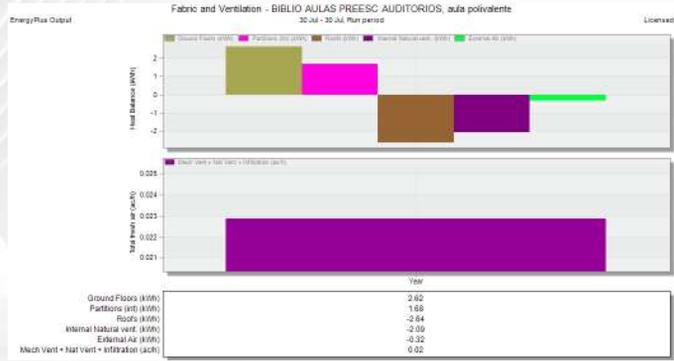
FABRIC AND VENT



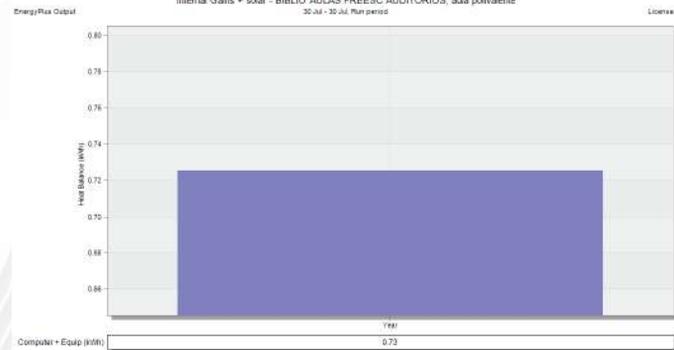
INT GAINS

| EVOLUCIÓN DE TEMPERATURAS OPER. |                    |              |              |
|---------------------------------|--------------------|--------------|--------------|
| ZONA DE ESTUDIO                 | AULA POLIVALENTE   |              |              |
|                                 | TEMP. PROMEDIO °C  | TEMP. MIN °C | TEMP. MAX °C |
| CON ALEROS                      |                    |              |              |
| HORA                            |                    |              |              |
| SIN ALEROS                      | 19,55              | 19,14        | 19,78        |
| HORA                            | 7:00 am-4:00 p. m. | 7:00 a. m.   | 4:00 p. m.   |

CONFORT



FABRIC AND VENT



INT GAINS

| RENOVACIONES HORA                |                  |                                  |
|----------------------------------|------------------|----------------------------------|
| ZONA DE ESTUDIO                  | AULA POLIVALENTE |                                  |
|                                  | (ac/h)           | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm |                  |                                  |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 0,024            | 0,73                             |

NO CUMPLE

| GANANCIAS INT. VENT EXT. |                    |
|--------------------------|--------------------|
| ZONA DE ESTUDIO          | AULA POLIV. (kW/h) |
| CON ALEROS               |                    |
| SIN ALEROS               | 0,00               |

Nota: En este espacio se plantea la iluminación artificial y ventilación mecánica por parte del equipo de diseño.

# 8. OPTIMIZACIÓN DE LA VENTILACIÓN

## AULA POLIVALENTE-AUDITORIO. nivel 1,75 **VENTILACION MECANICA-**

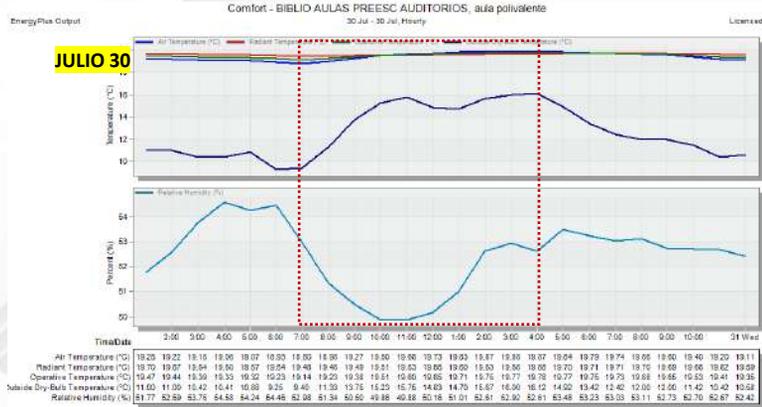
**julio 30**

| AREA M2 | AREA (FT2) | VOLUMEN (M3) | INDICE DE AREA CFM (FT2) ASHRAE 62.1 | TASA DE VENTILACIÓN MINIMA (CFM/PERSON) ASHRAE 62.1 | TASA VENTILACIÓN MINIMA m3/per/h ASHRAE 62.1 | CAUDAL (CFM) | CAUDAL (FT3/H) | CAUDAL REQUERIDO M3/HORA | RENOVACIÓN DE AIRE /HORA | % ABERTURA SOBRE AREA VIDRIADA TOTAL | AREA VIDRIADA TOTAL M2 (operables) | ÁREA VIDRIADA OPERABLES M2 (elementos que abren) |
|---------|------------|--------------|--------------------------------------|---|--|--------------|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| 294,22  | 3167,0     | 1320,00      | 0,18                                 | 2,5   | 4,25   | 570,1        | 34203          | 968,5                    | 0,73                     | 20                                   | 32,83                              | 6,57   |

### Esquemas de ventilación



### Confort térmico



### ACH

| RENOVACIONES HORA                |                |                                  |
|----------------------------------|----------------|----------------------------------|
| ZONA DE ESTUDIO                  | AULA 2do grado |                                  |
|                                  | (ac/h)         | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm |                |                                  |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 7,26           | 0,73                             |

**CUMPLE**

### Cálculos de ventilación mecánica para Aula polivalente-auditorio mes julio:

Cap. 285 personas, área= 294 m<sup>2</sup>.

Volumen: 294 x 2,70= 794 m<sup>3</sup>.

Caudal mínimo en la zona respiración:

Rp=5ls/s

Pz= 285 personas

Ra=0.6 ls.m<sup>2</sup>

Az=294 m<sup>2</sup>

### Cálculos de renovaciones de aire x hora vent. Mecánica.

$$Vb_z = (R_p \times P_z) + (R_a \times A_z)$$

$$Vb_z = (5 \text{ l/s. Per.} \times 285 \text{ pers.}) + (0.6 \text{ l/s m}^2 \times 294 \text{ m}^2)$$

$$Vb_z = 1425 \text{ l/s} + 176,4 \text{ l/s}$$

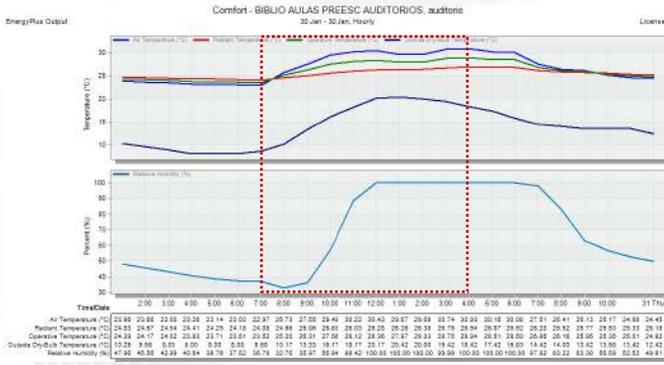
$$Vb_z = 1601 \text{ l/s} = 5765,04 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Renovaciones x hora} = 5765,04 \text{ m}^3/\text{h} \div 794 \text{ m}^3 = 7.26 \text{ ACH}$$

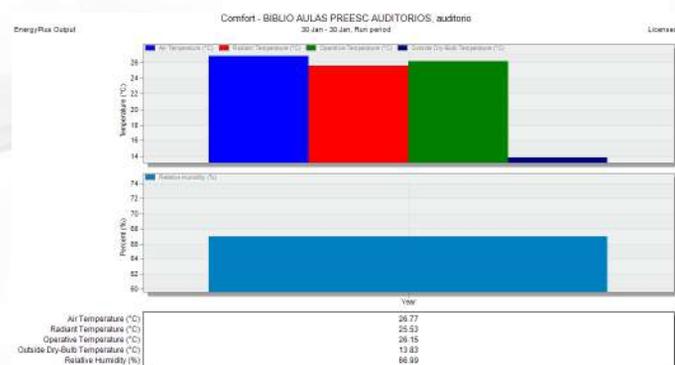
# 7. RESULTADOS

**AUDITORIO.** nota: el nivel -1,75 que incluye biblioteca, sala inf, auditorio, aula poliv, no tiene aleros.

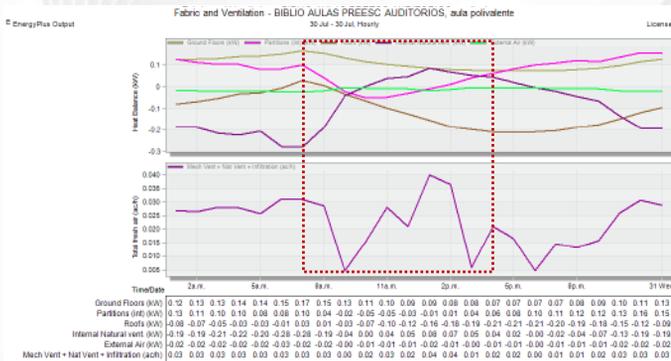
## Enero



## Enero



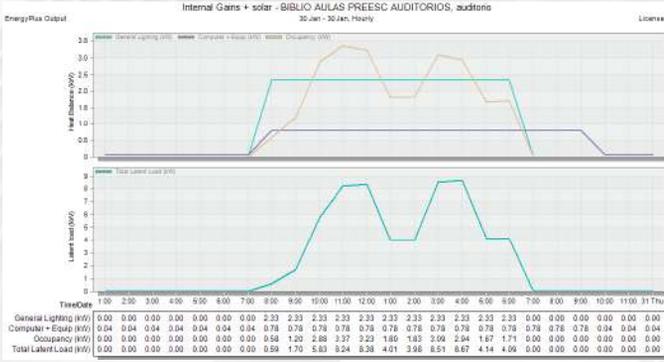
## CONFORT



## CONFORT



## FABRIC AND VENT



## FABRIC AND VENT



## INT GAINS

| EVOLUCIÓN DE TEMPERATURAS OPER. |                    |              |              |
|---------------------------------|--------------------|--------------|--------------|
| ZONA DE ESTUDIO                 | AUDITORIO          |              |              |
|                                 | TEMP. PROMEDIO °C  | TEMP. MIN °C | TEMP. MAX °C |
| CON ALEROS                      |                    |              |              |
| HORA                            |                    |              |              |
| SIN ALEROS                      | 27,27              | 23,52        | 28,94        |
| HORA                            | 7:00 am-4:00 p. m. | 7:00 a. m.   | 4:00 p. m.   |

## INT GAINS

| RENOVACIONES HORA                |           |                                  |
|----------------------------------|-----------|----------------------------------|
| ZONA DE ESTUDIO                  | AUDITORIO |                                  |
|                                  | (ac/h)    | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm |           |                                  |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 0,024     | 0,73                             |

**NO CUMPLE**

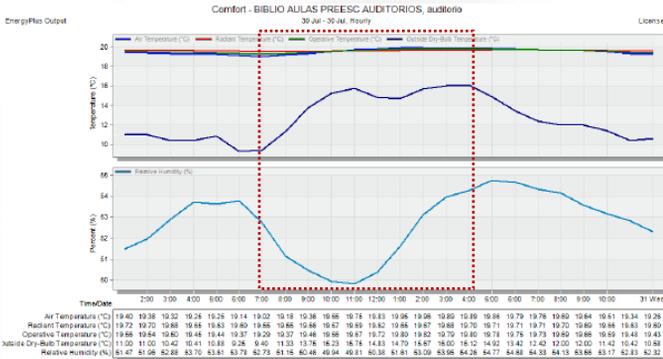
| GANANCIAS INT. VENT EXT. |                  |
|--------------------------|------------------|
| ZONA DE ESTUDIO          | AUDITORIO (kW/h) |
| CON ALEROS               | 0,04             |
| SIN ALEROS               | 0,00             |

Nota: En este espacio se plantea la iluminación artificial y ventilación mecánica por parte del equipo de diseño.

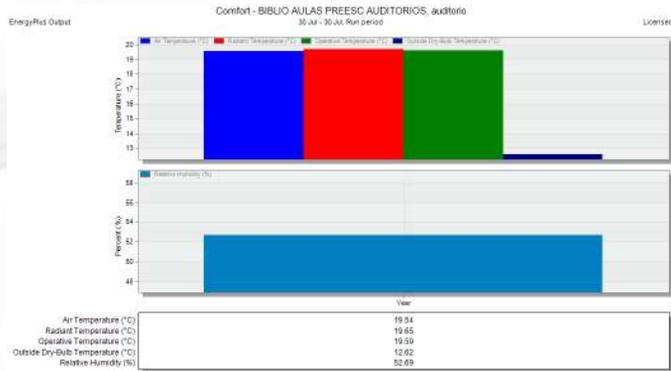
# 7. RESULTADOS

## AUDITORIO. nota: el nivel -1,75 que incluye biblioteca, sala inf, auditorio, aula poliv, no tiene aleros.

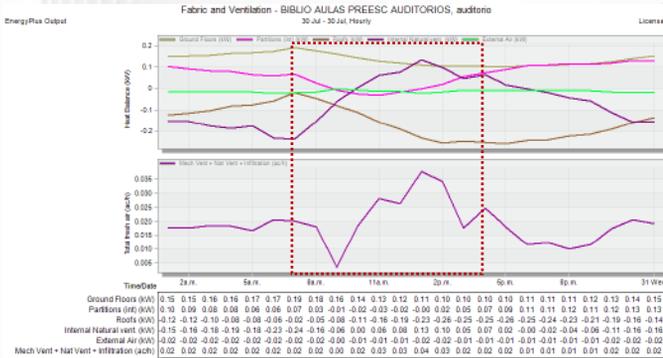
### Julio



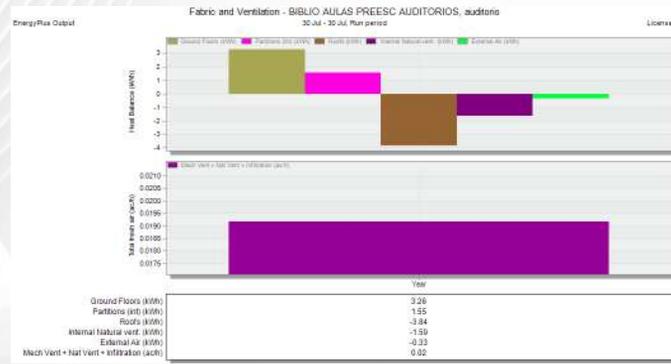
### Julio



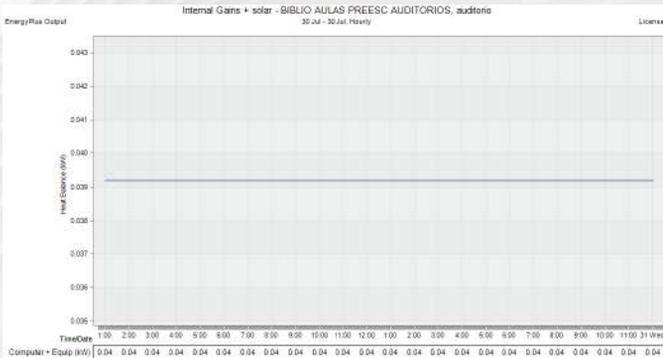
### CONFORT



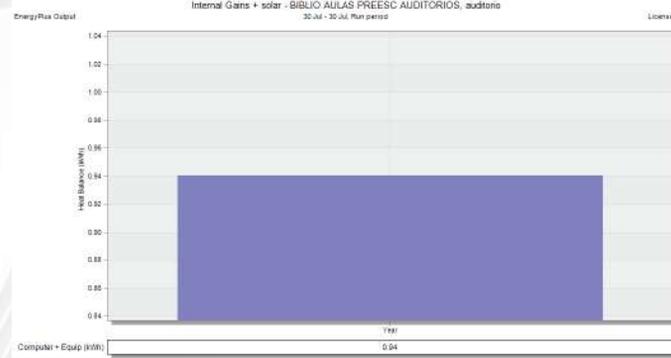
### CONFORT



### FABRIC AND VENT



### FABRIC AND VENT



### INT GAINS

| EVOLUCIÓN DE TEMPERATURAS OPER. |                    |              |              |
|---------------------------------|--------------------|--------------|--------------|
| ZONA DE ESTUDIO                 | AUDITORIO          |              |              |
|                                 | TEMP. PROMEDIO °C  | TEMP. MIN °C | TEMP. MAX °C |
| CON ALEROS                      |                    |              |              |
| HORA                            |                    |              |              |
| SIN ALEROS                      | 19,62              | 19,29        | 19,82        |
| HORA                            | 7:00 am-4:00 p. m. | 7:00 a. m.   | 2:00 p. m.   |

### INT GAINS

| RENOVACIONES HORA                |           |                                  |
|----------------------------------|-----------|----------------------------------|
| ZONA DE ESTUDIO                  | AUDITORIO |                                  |
|                                  | (ac/h)    | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm |           |                                  |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 0,024     | 0,73                             |

**NO CUMPLE**

| GANANCIAS INT. VENT EXT. |                  |
|--------------------------|------------------|
| ZONA DE ESTUDIO          | AUDITORIO (kW/h) |
| CON ALEROS               |                  |
| SIN ALEROS               | 0,00             |

Nota: En este espacio se plantea la iluminación artificial y ventilación mecánica por parte del equipo de diseño.

# 8. OPTIMIZACIÓN DE LA VENTILACIÓN

## AULA POLIVALENTE-AUDITORIO. nivel 1,75 **VENTILACION MECANICA-**

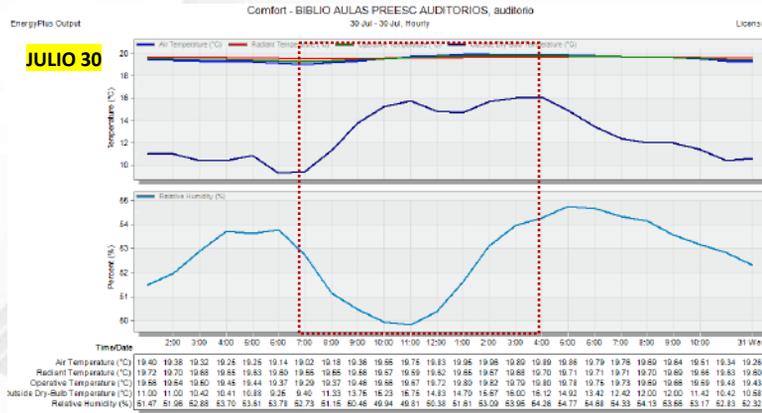
**julio 30**

| AREA M2 | AREA (FT2) | VOLUMEN (M3) | INDICE DE AREA CFM (FT2) ASHRAE 62.1 | TASA DE VENTILACIÓN MINIMA (CFM/PERSON) ASHRAE 62.1 | TASA VENTILACIÓN MINIMA m3/per/h ASHRAE 62.1 | CAUDAL (CFM) | CAUDAL (FT3/H) | CAUDAL REQUERIDO M3/HORA | RENOVACIÓN DE AIRE /HORA | % ABERTURA SOBRE AREA VIDRIADA TOTAL | AREA VIDRIADA TOTAL M2 (operables) | ÁREA VIDRIADA OPERABLES M2 (elementos que abren) |
|---------|------------|--------------|--------------------------------------|---|--|--------------|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| 294,22  | 3167,0     | 1320,00      | 0,18                                 | 2,5   | 4,25   | 570,1        | 34203          | 968,5                    | 0,73                     | 20                                   | 32,83                              | 6,57   |

### Esquemas de ventilación



### Confort térmico



### ACH

| RENOVACIONES HORA                |                |                                  |
|----------------------------------|----------------|----------------------------------|
| ZONA DE ESTUDIO                  | AULA 2do grado |                                  |
|                                  | (ac/h)         | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm |                |                                  |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 7,26           | 0,73                             |

**CUMPLE**

### Cálculos de ventilación mecánica para Aula polivalente-auditorio mes julio:

Cap. 285 personas, área= 294 m2.

Volumen: 294 x 2,70= 794 m3.

Caudal mínimo en la zona respiración:

Rp=5ls/s

Pz= 285 personas

Ra=0.6 ls.m2

Az=294 m2

### Cálculos de renovaciones de aire x hora vent. Mecánica.

$$Vb_z = (R_p \times P_z) + (R_a \times A_z)$$

$$Vb_z = (5 \text{ l/s. Per.} \times 285 \text{ pers.}) + (0.6 \text{ l/s m}^2 \times 294 \text{ m}^2)$$

$$Vb_z = 1425 \text{ l/s} + 176,4 \text{ l/s}$$

$$Vb_z = 1601 \text{ l/s} = 5765,04 \text{ m}^3/\text{h}$$

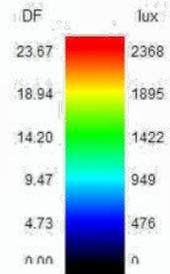
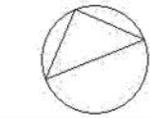
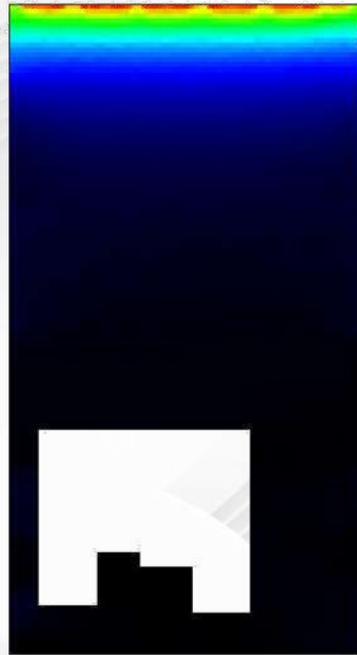
$$\text{Renovaciones x hora} = 5765,04 \text{ m}^3/\text{h} \div 794 \text{ m}^3 = 7.26 \text{ ACH}$$





# 7. RESULTADOS- ESTUDIO DE ILUMINACIÓN NATURAL

## LUDOTECA nivel 0,00 ILUMINACIÓN NATURAL



| Block   | Zone     | Floor Area (m2) | Floor Area above Threshold (m2) | Floor Area above Threshold (%) | Average Daylight Factor (%) | Minimum Daylight Factor (%) | Maximum Daylight Factor (%) | Uniformity ratio (Min / Avg) | Uniformity ratio (Min / Max) | Min Illuminance (lux) | Max Illuminance (lux) |
|---------|----------|-----------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Block 1 | LUDOTECA | 332.137         | 72.506                          | 21.830                         | 1.965                       | 0.004                       | 23.671                      | 0.002                        | 0.000                        | 0.4                   | 2368.2                |

| TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD           | UGR <sub>L</sub> | NIVELES DE ILUMINANCIA (lx) |            |             |
|---------------------------------------|------------------|-----------------------------|------------|-------------|
|                                       |                  | Mínimo.                     | Medio      | Máximo      |
| <b>Colegios y centros educativos.</b> |                  |                             |            |             |
| <i>Salones de clase</i>               |                  |                             |            |             |
| <b>Iluminación general</b>            | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Tableros</b>                       | <b>16</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <b>Elaboración de planos</b>          | <b>22</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Salas de conferencias</b>          | <b>19</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <b>Iluminación general</b>            | <b>19</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <b>Tableros</b>                       | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Bancos de demostración</b>         | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Laboratorios</b>                   | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Salas de arte</b>                  | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Talleres</b>                       | <b>22</b>        | <b>150</b>                  | <b>200</b> | <b>300</b>  |
| <b>Salas de asamblea</b>              |                  |                             |            |             |

Tabla 410.1 Índice UGR máximo y Niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades

Fuente para UGR, Norma UNE EN 12464-1 de 2003.

El tamaño del predio junto con un programa de necesidades extenso, generó un esquema arquitectónico que cumple con los estándares exigidos por la SED y las normas urbanas y técnicas pero que genera algunas dificultades en el manejo de la iluminación natural. Se propone incorporar vidrios laminados para controlar los excesos de iluminación, combinados con iluminación artificial con ahorro energético tipo LED para las zonas con dificultades de iluminación.

# 8. OPTIMIZACIÓN DE VENTILACIÓN

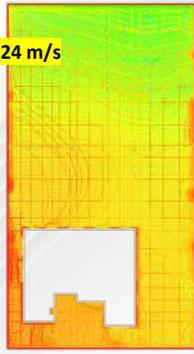
## LUDOTECA nivel 0,00 VENTILACIÓN MECÁNICA JULIO-30

**JULIO 30**

VELOCIDAD DEL AIRE: 0,24 m/s

TEMP MIN. : 19,74 Cº

TEMP MAX. : 22,92 Cº

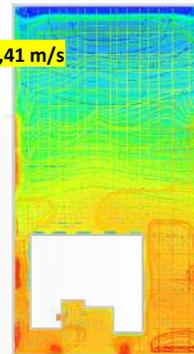


**ENERO 30**

VELOCIDAD DEL AIRE: 0,41 m/s

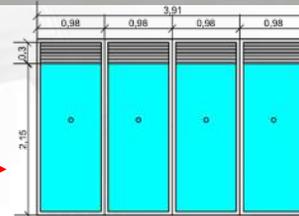
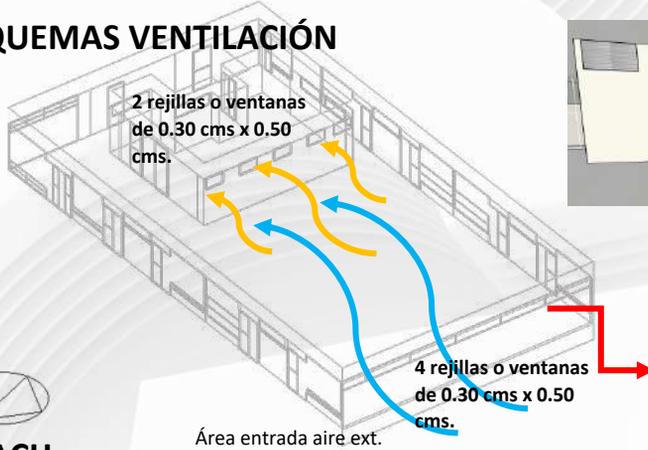
TEMP MIN. : 23,20 Cº

TEMP MAX. : 28,68 Cº



| AREA M2 | AREA (FT2) | VOLUMEN (M3) | INDICE DE AREA CFM (FT2) ASHRAE 62.1 | TASA DE VENTILACIÓN MINIMA (CFM/PERSON) ASHRAE 62.1 | TASA VENTILACIÓN MINIMA m3/per/h ASHRAE 62.1 | CAUDAL (CFM) | CAUDAL (FT3/H) | CAUDAL REQUERIDO M3/HORA | RENOVACIÓN DE AIRE /HORA | % ABERTURA SOBRE AREA VIDRIADA TOTAL | AREA VIDRIADA TOTAL M2 (operables) | ÁREA VIDRIADA OPERABLES M2 (elementos que abren) |
|---------|------------|--------------|--------------------------------------|---|--|--------------|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| 250     | 2691,0     | 675,00       | 0,12                                 | 5   | 8,49   | 322,9        | 19375          | 548,6                    | 0,81                     | 20                                   | 21,33                              | 4,27   |

### ESQUEMAS VENTILACIÓN



**ACH**

| ZONA DE ESTUDIO                  | RENOVACIONES HORA |                                  |
|----------------------------------|-------------------|----------------------------------|
|                                  | (ac/h)            | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm |                   |                                  |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 3,14              | 0,81                             |

**CUMPLE**

Cálculos de renovaciones de aire x hora vent.

**Mecánica.**

$$Vb_z = (R_p \times P_z) + (R_a \times A_z)$$

$$Vb_z = (5 \text{ l/s. Per.} \times 88 \text{ pers.}) + (0.6 \text{ l/s m}^2 \times 250 \text{ m}^2)$$

$$Vb_z = 440 \text{ l/s} + 150 \text{ l/s}$$

$$Vb_z = 590 \text{ l/s} = 2124 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Renovaciones x hora} = 2124 \text{ m}^3/\text{h} \div 675 \text{ m}^3 = 3.14 \text{ ACH}$$

**Cálculos de ventilación mecánica para Aula polivalente-auditorio mes julio:**

Cap. 88 personas, área= 250 m<sup>2</sup>.

Volumen: 250 x 2,70= 675 m<sup>3</sup>.

Caudal mínimo en la zona respiración:

R<sub>p</sub>=5l/s

P<sub>z</sub>= 88 personas

R<sub>a</sub>=0.6 l/s.m<sup>2</sup>

A<sub>z</sub>=250 m<sup>2</sup>

**Cálculos de aberturas:**

Área entrada aire ext.

$$2124 \text{ m}^3/\text{h} \div 5486 \text{ m}^3/\text{h} = 0.38 \text{ m}^2$$

4 rejillas o ventanas 0.30 cms x 0.50 cms

Área extracción aire = 0.23 m<sup>2</sup>

$$2124 \text{ m}^3/\text{h} \div 9104 \text{ m}^3/\text{h} = 0.098 \text{ m}^2$$

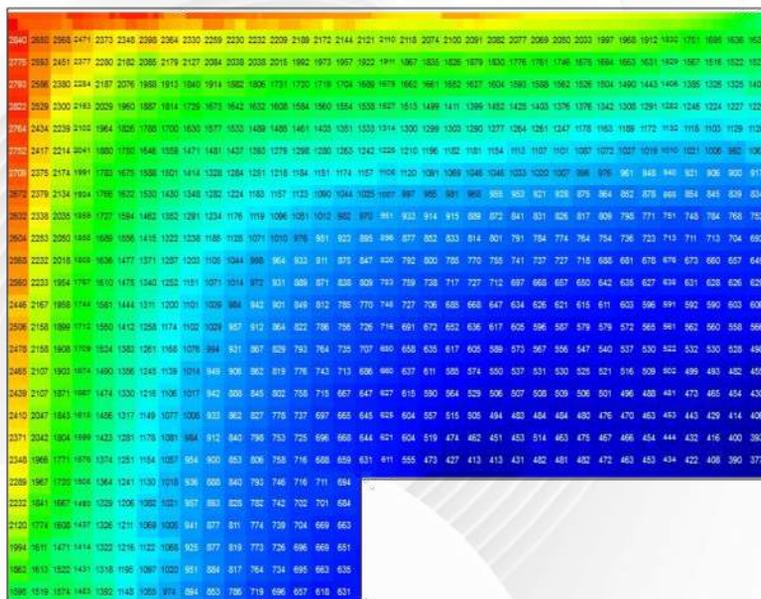
2 rejillas o ventanas 0.30 cms x 0.50 cms





# 7. RESULTADOS-ESTUDIO DE ILUMINACIÓN NATURAL

## PREESCOLAR nivel 0,00 ILUMINACIÓN NATURAL



| Block   | Zone                   | Floor Area (m <sup>2</sup> ) | Floor Area above Threshold (m <sup>2</sup> ) | Floor Area above Threshold (%) | Average Daylight Factor (%) | Minimum Daylight Factor (%) | Maximum Daylight Factor (%) | Uniformity ratio (Min / Avg) | Uniformity ratio (Min / Max) | Min Illuminance (lux) | Max Illuminance (lux) |
|---------|------------------------|------------------------------|--|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Block 1 | PREESCOLAR 1 NOR OESTE | 33.514                       | 33.514                                       | 100.000                        | 12.209                      | 3.594                       | 29.087                      | 0.294                        | 0.124                        | 359.5                 | 2910.0                |

| TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD           | UGR <sub>L</sub> | NIVELES DE ILUMINANCIA (lx) |            |             |
|---------------------------------------|------------------|-----------------------------|------------|-------------|
|                                       |                  | Mínimo                      | Medio      | Máximo      |
| <b>Colegios y centros educativos.</b> |                  |                             |            |             |
| <i>Salones de clase</i>               |                  |                             |            |             |
| <b>Iluminación general</b>            | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Tableros</b>                       | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Elaboración de planos</b>          | <b>16</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <b>Salas de conferencias</b>          |                  |                             |            |             |
| <b>Iluminación general</b>            | <b>22</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Tableros</b>                       | <b>19</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <b>Bancos de demostración</b>         | <b>19</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <b>Laboratorios</b>                   | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Salas de arte</b>                  | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Talleres</b>                       | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Salas de asamblea</b>              | <b>22</b>        | <b>150</b>                  | <b>200</b> | <b>300</b>  |

Tabla 410.1 Índice UGR máximo y Niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades

Fuente para UGR, Norma UNE EN 12464-1 de 2003.

El tamaño del predio junto con un programa de necesidades extenso, generó un esquema arquitectónico que cumple con los estándares exigidos por la SED y las normas urbanas y técnicas pero que genera algunas dificultades en el manejo de la iluminación natural. Se propone incorporar vidrios laminados para controlar los excesos de iluminación, combinados con iluminación artificial con ahorro energético tipo LED para las zonas con dificultades de iluminación.

# 8. OPTIMIZACIÓN VENTILACIÓN

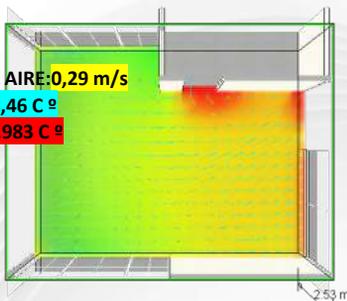
## PREESCOLAR nivel 0,00 VENTILACIÓN MECÁNICA JULIO-30

**JULIO 30**

VELOCIDAD DEL AIRE: 0,29 m/s

TEMP MIN. : 23,46 C°

TEMP MAX. : 26,983 C°

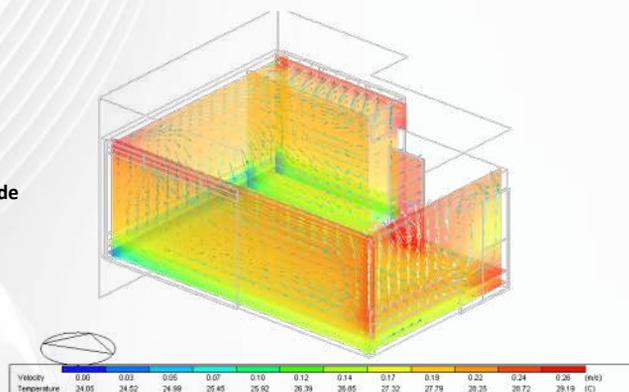
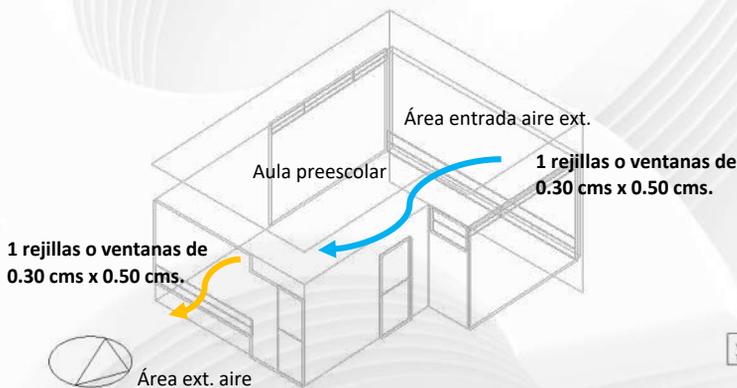
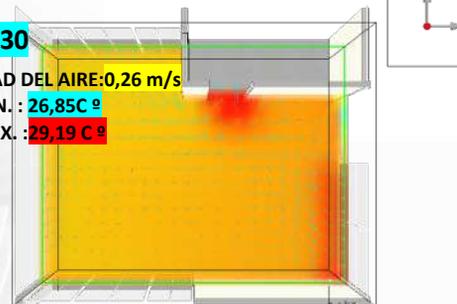


**ENERO 30**

VELOCIDAD DEL AIRE: 0,26 m/s

TEMP MIN. : 26,85C°

TEMP MAX. : 29,19 C°



| AREA M2 | AREA (FT2) | VOLUMEN (M3) | INDICE DE AREA CFM (FT2) ASHRAE 62.1 | TASA DE VENTILACIÓN MINIMA (CFM/PERSON) ASHRAE 62.1 | TASA VENTILACIÓN MINIMA m3/per/h ASHRAE 62.1 | CAUDAL (CFM) | CAUDAL (FT3/H) | CAUDAL REQUERIDO M3/HORA | RENOVACIÓN DE AIRE /HORA | % ABERTURA SOBRE AREA VIDRIADA TOTAL | AREA VIDRIADA TOTAL M2 (operables) | ÁREA VIDRIADA OPERABLES M2 (elementos que abren) |
|---------|------------|--------------|--------------------------------------|---|--|--------------|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| 39,27   | 422,7      | 112,00       | 0,12                                 | 10  | 16,99  | 50,7         | 3043           | 86,2                     | 0,77                     | 20                                   | 25,65                              | 5,13   |

### ACH

| ZONA DE ESTUDIO                  | RENOVACIONES HORA     |                                  |
|----------------------------------|-----------------------|----------------------------------|
|                                  | AULA 2do grado (ac/h) | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm |                       |                                  |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 5,53                  | 0,81                             |

**CUMPLE**

### Cálculos de renovaciones de aire x hora vent. Mecánica.

$$Vbz = (Rp \times Pz) + (Ra \times Az)$$

$$Vbz = (5 \text{ l/s. Per.} \times 21 \text{ pers.}) + (0.6 \text{ l/s m}^2 \times 112 \text{ m}^2)$$

$$Vbz = 105 \text{ l/s} + 67.2 \text{ l/s}$$

$$Vbz = 172.2 \text{ l/s} = 620 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Renovaciones x hora} = 620 \text{ m}^3/\text{h} \div 112 \text{ m}^3 = 5.53$$

ACH

### Cálculos de ventilación mecánica para Aula polivalente-auditorio mes julio:

Cap. 21 personas, área= 39,3 m<sup>2</sup>.

Volumen: 39,3 x 2,85= 112 m<sup>3</sup>.

Caudal mínimo en la zona respiración:

$$Rp=5\text{ls/s}$$

$$Pz= 21 \text{ personas}$$

$$Ra=0.6 \text{ ls.m}^2$$

$$Az=112 \text{ m}^2$$

### Cálculos de aberturas:

Área entrada aire ext.

$$620 \text{ m}^3/\text{h} \div 5486 \text{ m}^3/\text{h} = 0.11 \text{ m}^2$$

1 rejillas o ventanas 0.30 cms x 0.50 cms

Área extracción aire

$$620 \text{ m}^3/\text{h} \div 9104 \text{ m}^3/\text{h} = 0.06 \text{ m}^2$$

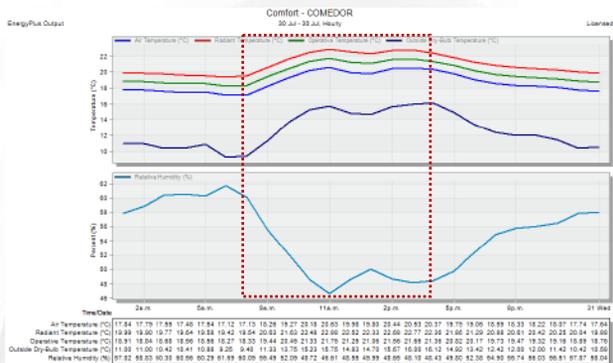
1 rejillas o ventanas 0.30 cms x 0.50 cms



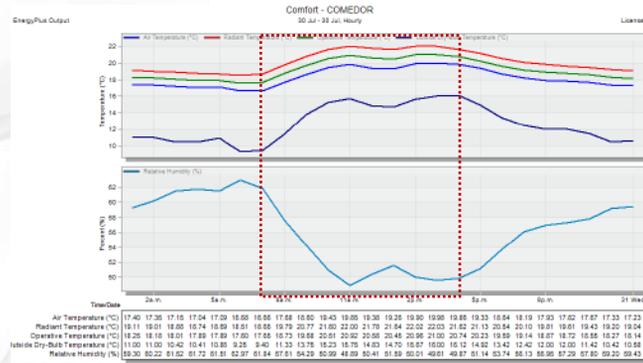
# 7. RESULTADOS

## COMEDOR nivel 3,75

Julio – Sin aleros

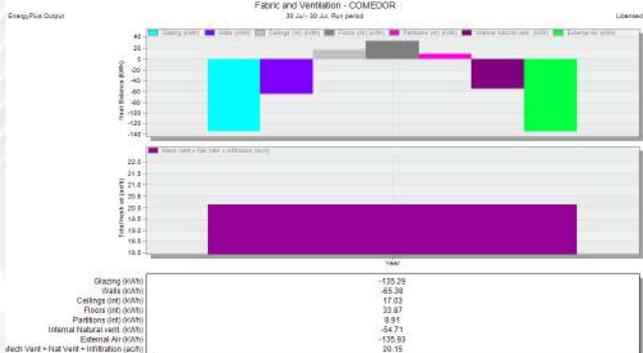
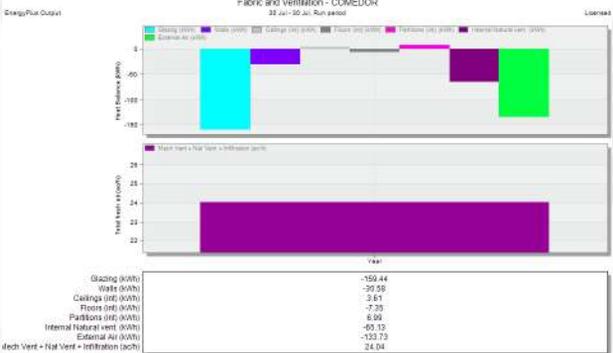


Julio – con aleros



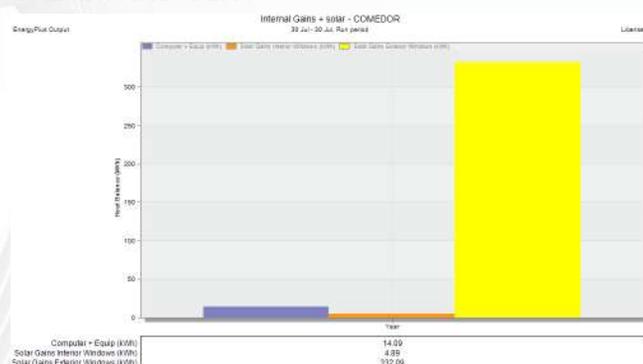
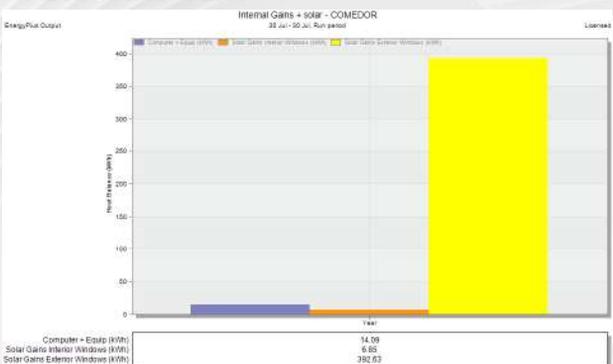
### CONFORT

### CONFORT



### FABRIC AND VENT

### FABRIC AND VENT



### INT GAINS

### INT GAINS

#### EVOLUCIÓN DE TEMPERATURAS OPER.

| ZONA DE ESTUDIO | COMEDOR           |              |              |
|-----------------|-------------------|--------------|--------------|
|                 | TEMP. PROMEDIO °C | TEMP. MIN °C | TEMP. MAX °C |
| CON ALEROS      | 20,12             | 17,65        | 21,00        |
| HORA            | 7 am-4 pm         | 7:00 a.m.    | 3:00 p.m     |
| SIN ALEROS      | 20,81             | 18,33        | 21,75        |
| HORA            | 7 am-4 pm         | 7:00 a. m.   | 11:00 a. m.  |

#### RENOVACIONES HORA

| ZONA DE ESTUDIO                  | COMEDOR |                                  |
|----------------------------------|---------|----------------------------------|
|                                  | (ac/h)  | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 20,15   | 1,13                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 24,04   | 1,13                             |

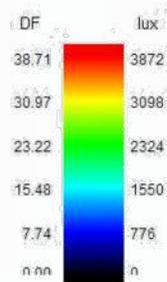
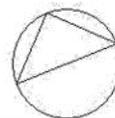
**CUMPLE**

#### GANANCIAS INT. VENT EXT.

| ZONA DE ESTUDIO | COMEDOR (KW/h) |
|-----------------|----------------|
| CON ALEROS      | 332,09         |
| SIN ALEROS      | 392,63         |

# 7. RESULTADOS-ESTUDIO DE ILUMINACIÓN NATURAL

## COMEDOR nivel 3,75 ILUMINACIÓN NATURAL



| Block   | Zone    | Floor Area (m2) | Floor Area above Threshold (m2) | Floor Area above Threshold (%) | Average Daylight Factor (%) | Minimum Daylight Factor (%) | Maximum Daylight Factor (%) | Uniformity ratio (Min / Avg) | Uniformity ratio (Min / Max) | Min Illuminance (lux) | Max Illuminance (lux) |
|---------|---------|-----------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| COMEDOR | comedor | 334.472         | 322.798                         | 96.510                         | 10.371                      | 0.455                       | 38.708                      | 0.044                        | 0.012                        | 45.5                  | 3872.4                |

| TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD           | UGR <sub>L</sub> | NIVELES DE ILUMINANCIA (lx) |            |             |
|---------------------------------------|------------------|-----------------------------|------------|-------------|
|                                       |                  | Mínimo.                     | Medio      | Máximo      |
| <b>Colegios y centros educativos.</b> |                  |                             |            |             |
| <i>Salones de clase</i>               |                  |                             |            |             |
| <b>Iluminación general</b>            | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Tableros</b>                       | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Elaboración de planos</b>          | <b>16</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <i>Salas de conferencias</i>          |                  |                             |            |             |
| <b>Iluminación general</b>            | <b>22</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Tableros</b>                       | <b>19</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <b>Bancos de demostración</b>         | <b>19</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <b>Laboratorios</b>                   | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Salas de arte</b>                  | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Talleres</b>                       | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Salas de asamblea</b>              | <b>22</b>        | <b>150</b>                  | <b>200</b> | <b>300</b>  |

Tabla 410.1 Índice UGR máximo y Niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades

Fuente para UGR, Norma UNE EN 12464-1 de 2003.

El tamaño del predio junto con un programa de necesidades extenso, generó un esquema arquitectónico que cumple con los estándares exigidos por la SED y las normas urbanas y técnicas pero que genera algunas dificultades en el manejo de la iluminación natural. Se propone incorporar vidrios laminados para controlar los excesos de iluminación, combinados con iluminación artificial con ahorro energético tipo LED para las zonas con dificultades de iluminación.

# 8. OPTIMIZACIÓN DE VENTILACIÓN

## COMEDOR nivel 3,75 **VENTILACIÓN NATURAL**

**JULIO 30**

VELOCIDAD DEL AIRE: **8,92 m/s**

TEMP MIN. : **21,63 C°**

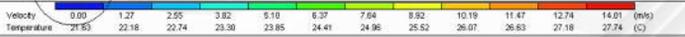
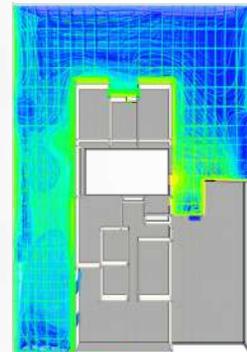
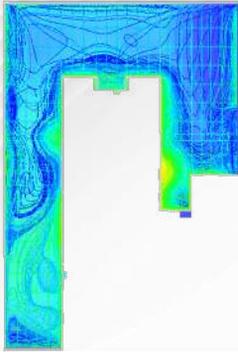
TEMP MAX. : **25,52 C°**

**ENERO 30**

VELOCIDAD DEL AIRE: **6,44 m/s**

TEMP MIN. : **21,78 C°**

TEMP MAX. : **25,62 C°**



| AREA M2 | AREA (FT2) | VOLUMEN (M3) | INDICE DE AREA CFM (FT2) ASHRAE 62.1 | TASA DE VENTILACIÓN MINIMA (CFM/PERSON) ASHRAE 62.1 | TASA VENTILACIÓN MINIMA m3/per/h ASHRAE 62.1 | CAUDAL (CFM) | CAUDAL (FT3/H) | CAUDAL REQUERIDO M3/HORA | RENOVACIÓN DE AIRE /HORA | % ABERTURA SOBRE AREA VIDRIADA TOTAL | AREA VIDRIADA TOTAL M2 (operables) | ÁREA VIDRIADA OPERABLES M2 (elementos que abren) |
|---------|------------|--------------|--------------------------------------|---|--|--------------|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| 381,86  | 4110,3     | 1110,25      | 0,18                                 | 10  | 16,99  | 739,9        | 44391          | 1257,0                   | 1,13                     | 20                                   | 198,68                             | 39,74  |

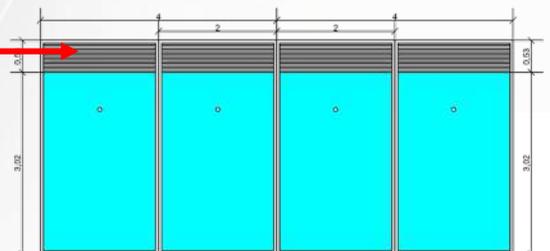
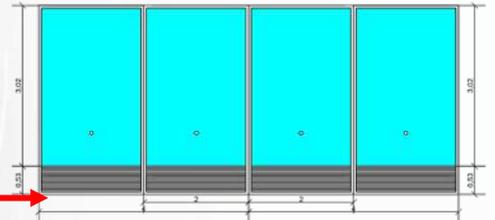
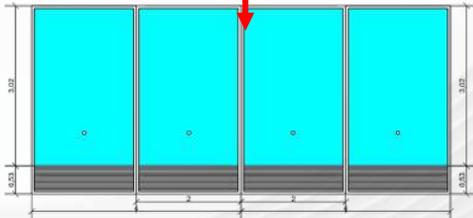
Ventanas ext. 20% zona superior

### ESQUEMAS DE VENTILACIÓN

Fachada Noroeste-  
rejillas 50 cms abajo

Fachada sur-este  
rejilla 50 cms abajo

Ventanas ext.  
Facha. Nor este  
rejillas 50 cms arriba





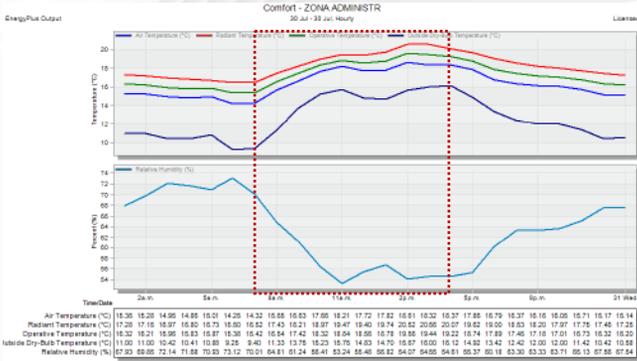


# 8. OPTIMIZACIÓN DE VENTILACIÓN

## OFICINAS nivel 1,85 **VENTILACIÓN NATURAL**

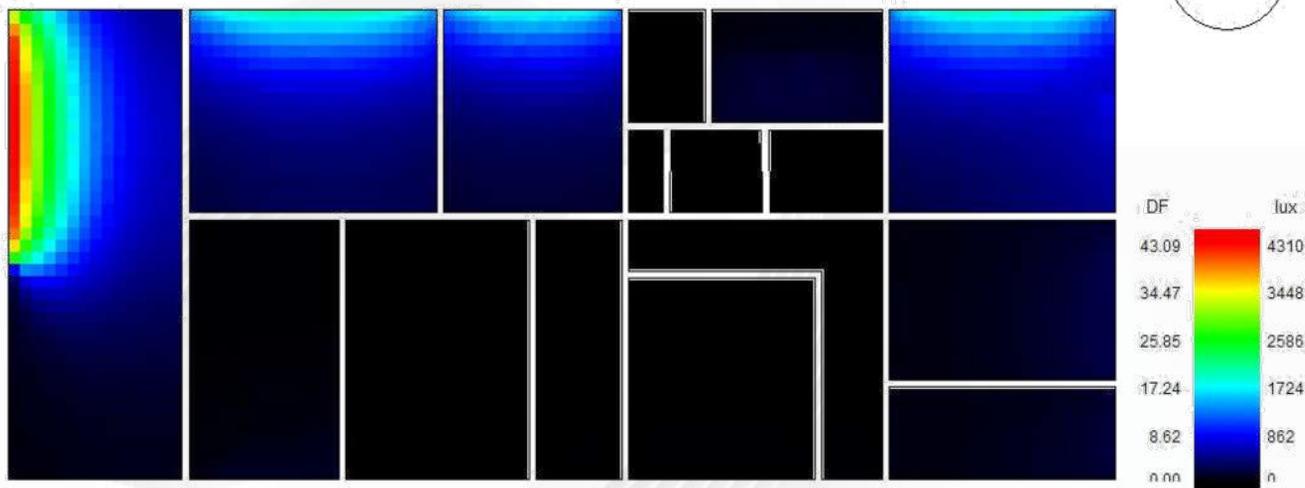
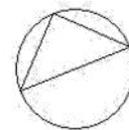
| AREA M2 | AREA (FT2) | VOLUMEN (M3) | INDICE DE AREA CFM (FT2) ASHRAE 62.1 | TASA DE VENTILACIÓN MINIMA (CFM/PERSON) ASHRAE 62.1 | TASA VENTILACIÓN MINIMA m3/per/h ASHRAE 62.1 | CAUDAL (CFM) | CAUDAL (FT3/H) | CAUDAL REQUERIDO M3/HORA | RENOVACIÓN DE AIRE /HORA | % ABERTURA SOBRE AREA VIDRIADA TOTAL | AREA VIDRIADA TOTAL M2 (operables) | ÁREA VIDRIADA OPERABLES M2 (elementos que abren) |
|---------|------------|--------------|--------------------------------------|---|--|--------------|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| 133,53  | 1437,3     | 214,58       | 0,06                                 | 5   | 8,49   | 86,2         | 5174           | 146,5                    | 0,68                     | 20                                   | 165,82                             | 33,16  |

### CONFORT



# 7. RESULTADOS-ESTUDIO DE ILUMINACIÓN NATURAL

## OFICINAS nivel 1,85 ILUMINACIÓN NATURAL



| Block      | Zone        | Floor Area (m2) | Floor Area above Threshold (m2) | Floor Area above Threshold (%) | Average Daylight Factor (%) | Minimum Daylight Factor (%) | Maximum Daylight Factor (%) | Uniformity ratio (Min / Avg) | Uniformity ratio (Min / Max) | Min Illuminance (lux) | Max Illuminance (lux) |
|------------|-------------|-----------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| ZONA ADMII | ESC         | 23.012          | 16.532                          | 71.839                         | 9.589                       | 0.451                       | 43.090                      | 0.047                        | 0.010                        | 45.1                  | 4310.9                |
| ZONA ADMII | SALAJUNTAS  | 14.158          | 14.158                          | 100.000                        | 6.714                       | 2.002                       | 20.413                      | 0.298                        | 0.098                        | 200.3                 | 2042.1                |
| ZONA ADMII | RECT        | 7.801           | 6.621                           | 84.876                         | 5.522                       | 1.584                       | 18.297                      | 0.287                        | 0.087                        | 158.5                 | 1830.4                |
| ZONA ADMII | CTO TECNI 6 | 0.682           | 0.000                           | 0.000                          | 0.000                       | 0.000                       | 0.000                       | 0.506                        | 0.324                        | 0.0                   | 0.0                   |
| ZONA ADMII | CTO TECNI 5 | 0.836           | 0.006                           | 0.759                          | 1.280                       | 0.333                       | 2.005                       | 0.260                        | 0.166                        | 33.3                  | 200.6                 |
| ZONA ADMII | PRIMAUX     | 8.786           | 8.786                           | 100.000                        | 6.964                       | 2.240                       | 19.560                      | 0.322                        | 0.115                        | 224.1                 | 1956.7                |
| ZONA ADMII | ATPADRES    | 10.930          | 0.000                           | 0.000                          | 0.313                       | 0.081                       | 1.226                       | 0.259                        | 0.066                        | 8.1                   | 122.7                 |
| ZONA ADMII | SECRE       | 13.370          | 0.000                           | 0.000                          | 0.010                       | 0.003                       | 0.030                       | 0.261                        | 0.085                        | 0.3                   | 3.0                   |
| ZONA ADMII | ARCHI       | 0.000           | 0.000                           | 0.000                          | 0.038                       | 0.013                       | 0.115                       | 0.338                        | 0.110                        | 1.3                   | 11.5                  |
| ZONA ADMII | PAGADUR     | 0.000           | 0.000                           | 0.000                          | 0.053                       | 0.023                       | 0.130                       | 0.425                        | 0.175                        | 2.3                   | 13.0                  |
| ZONA ADMII | PASILLO     | 0.000           | 0.000                           | 0.000                          | 0.038                       | 0.014                       | 0.252                       | 0.359                        | 0.055                        | 1.4                   | 25.2                  |
| ZONA ADMII | FOTOCOP 1   | 0.000           | 0.000                           | 0.000                          | 1.143                       | 0.518                       | 2.554                       | 0.454                        | 0.203                        | 51.9                  | 255.5                 |
| ZONA ADMII | CTO TECNI 7 | 0.788           | 0.000                           | 0.000                          | 0.000                       | 0.000                       | 0.000                       | 0.000                        | 0.000                        | 0.0                   | 0.0                   |
| ZONA ADMII | CTO TECNI 8 | 2.139           | 0.000                           | 0.000                          | 0.000                       | 0.000                       | 0.000                       | 0.000                        | 0.000                        | 0.0                   | 0.0                   |
| ZONA ADMII | CTO TECNI 3 | 2.603           | 0.000                           | 0.000                          | 0.000                       | 0.000                       | 0.000                       | 0.027                        | 0.002                        | 0.0                   | 0.0                   |
| ZONA ADMII | FOTOCOP     | 0.000           | 0.000                           | 0.000                          | 0.948                       | 0.563                       | 2.006                       | 0.594                        | 0.281                        | 56.4                  | 200.7                 |

| TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD                                     | UGR <sub>L</sub> | NIVELES DE ILUMINANCIA (lx) |                |                 |
|---|------------------|-----------------------------|----------------|-----------------|
|   |                  | Mínimo.                     | Medio          | Máximo          |
| <b>Oficinas</b>   | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b>     | <b>750</b>      |
| <del>Oficinas de tipo general, mecanografía y computación</del> | <del>19</del>    | <del>500</del>              | <del>750</del> | <del>1000</del> |
| Oficinas abiertas   | 16               | 500                         | 750            | 1000            |
| Oficinas de dibujo  | 16               | 500                         | 750            | 1000            |
| Salas de conferencia  | 19               | 300                         | 500            | 750             |

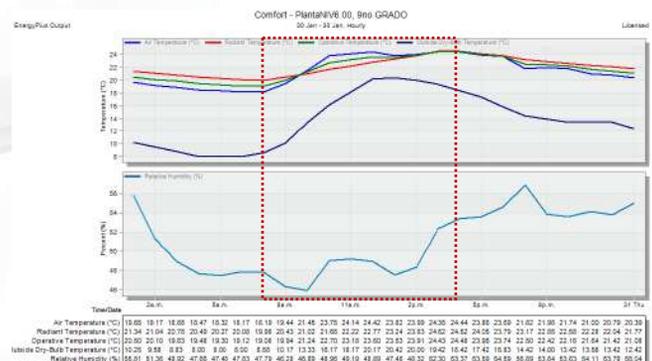
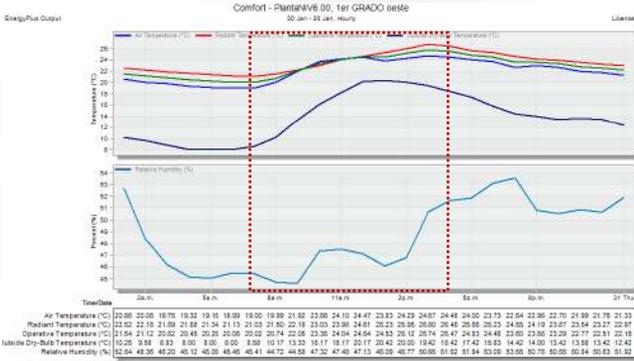
El tamaño del predio junto con un programa de necesidades extenso, generó un esquema arquitectónico que cumple con los estándares exigidos por la SED y las normas urbanas y técnicas pero que genera algunas dificultades en el manejo de la iluminación natural. Se propone incorporar vidrios laminados para controlar los excesos de iluminación, combinados con iluminación artificial con ahorro energético tipo LED para las zonas con dificultades de iluminación.

# 7. RESULTADOS

## AULA 1er grado nivel 6,10

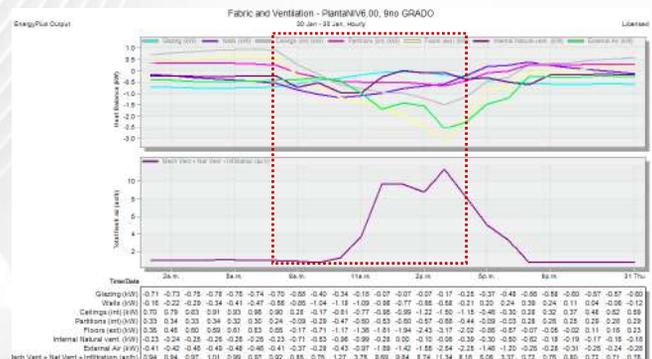
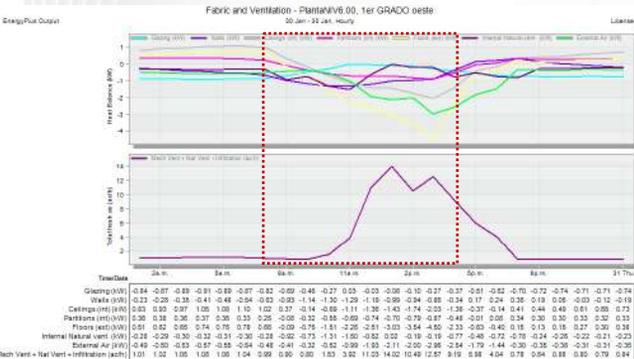
Enero – Sin aleros

Enero – con aleros



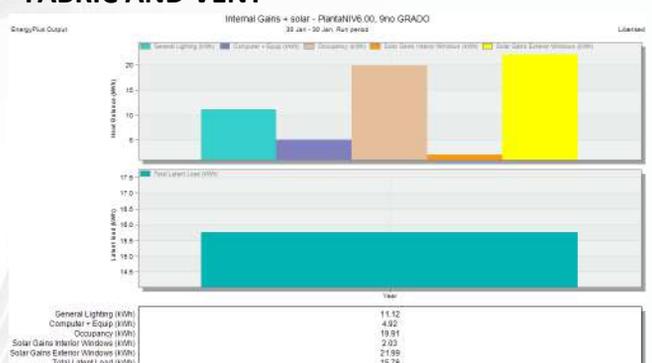
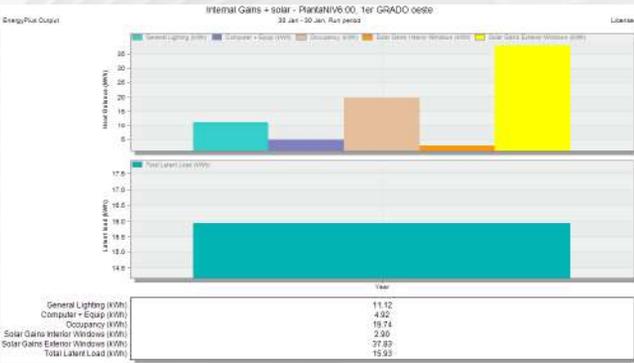
### CONFORT

### CONFORT



### FABRIC AND VENT

### FABRIC AND VENT



### INT GAINS

### INT GAINS

| ZONA DE ESTUDIO | EVOLUCIÓN DE TEMPERATURAS OPER. |              |              |
|-----------------|---------------------------------|--------------|--------------|
|                 | TEMP. PROMEDIO °C               | TEMP. MIN °C | TEMP. MAX °C |
| CON ALEROS      | 22,60                           | 19,08        | 24,48        |
| HORA            | 7 am-4 pm                       | 7:00 a.m.    | 4:00 p.m     |
| SIN ALEROS      | 23,56                           | 20,02        | 25,74        |
| HORA            | 7 am-4 pm                       | 7:00 a. m.   | 03:00 p. m.  |

| ZONA DE ESTUDIO                  | RENOVACIONES HORA |                                  |
|----------------------------------|-------------------|----------------------------------|
|                                  | (ac/h)            | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 5,51              | 0,65                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 6,54              | 0,65                             |

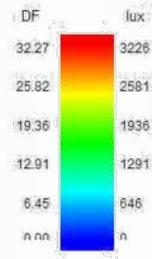
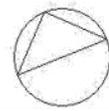
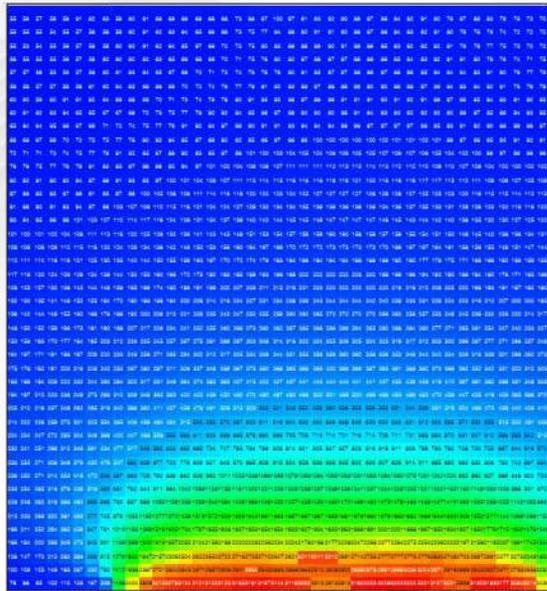
CUMPLE

| GANANCIAS INT. VENT EXT. |                     |
|--------------------------|---------------------|
| ZONA DE ESTUDIO          | A. 1er grado (KW/h) |
| CON ALEROS               | 21,99               |
| SIN ALEROS               | 37,83               |



# 7. RESULTADOS-ESTUDIO DE ILUMINACIÓN NATURAL

## AULA 1er grado nivel 6,10 ILUMINACIÓN NATURAL



| Block         | Zone            | Floor Area (m2) | Floor Area above Threshold (m2) | Floor Area above Threshold (%) | Average Daylight Factor (%) | Minimum Daylight Factor (%) | Maximum Daylight Factor (%) | Uniformity ratio (Min / Avg) | Uniformity ratio (Min / Max) | Min Illuminance (lux) | Max Illuminance (lux) |
|---------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| PlantaNIV6.00 | 1er GRADO oeste | 72.192          | 34.572                          | 47.889                         | 5.021                       | 0.538                       | 32.270                      | 0.107                        | 0.017                        | 53.8                  | 3226.8                |

| TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD           | UGR <sub>L</sub> | NIVELES DE ILUMINANCIA (lx) |       |        |
|---------------------------------------|------------------|-----------------------------|-------|--------|
|                                       |                  | Mínimo.                     | Medio | Máximo |
| <b>Colegios y centros educativos.</b> |                  |                             |       |        |
| <b>Salones de clase</b>               |                  |                             |       |        |
| <b>iluminación general</b>            | 19               | 300                         | 500   | 750    |
| <b>Tableros</b>                       | 19               | 300                         | 500   | 750    |
| <b>Elaboración de planos</b>          | 16               | 500                         | 750   | 1000   |
| <b>Salas de conferencias</b>          |                  |                             |       |        |
| <b>iluminación general</b>            | 22               | 300                         | 500   | 750    |
| <b>Tableros</b>                       | 19               | 500                         | 750   | 1000   |
| <b>Bancos de demostración</b>         | 19               | 500                         | 750   | 1000   |
| <b>Laboratorios</b>                   | 19               | 300                         | 500   | 750    |
| <b>Salas de arte</b>                  | 19               | 300                         | 500   | 750    |
| <b>Talleres</b>                       | 19               | 300                         | 500   | 750    |
| <b>Salas de asamblea</b>              | 22               | 150                         | 200   | 300    |

Tabla 410.1 Índice UGR máximo y Niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades

Fuente para UGR, Norma UNE EN 12464-1 de 2003.

El tamaño del predio junto con un programa de necesidades extenso, generó un esquema arquitectónico que cumple con los estándares exigidos por la SED y las normas urbanas y técnicas pero que genera algunas dificultades en el manejo de la iluminación natural. Se propone incorporar vidrios laminados para controlar los excesos de iluminación, combinados con iluminación artificial con ahorro energético tipo LED para las zonas con dificultades de iluminación.

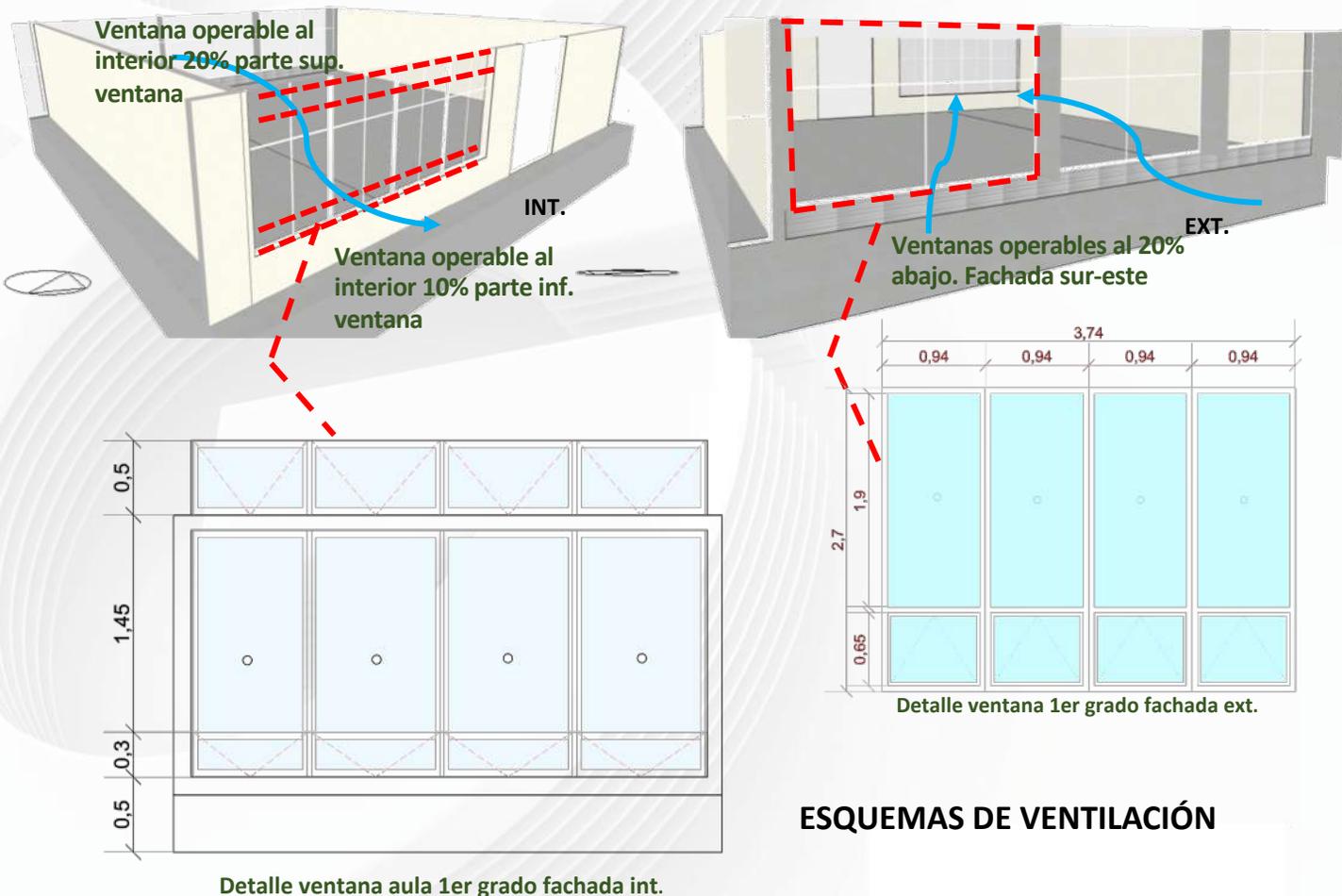
# 8. OPTIMIZACIÓN VENTILACIÓN

## AULA 1er Grado nivel 6,10. VENTILACIÓN NATURAL

AULA 1er grado NIVEL 6,10 PROTECCIONES SOLARES + VENTANAS EXT. Operables al 20% inferior + ABERT. INFERIORES EN VENT. INTERIORES AL 10% + VIDRIO SENCILLO CLARO 3MM, DE FRÍO JULIO 30:

Con el objetivo de mejorar las renovaciones de aire en el mes de julio, se prueban diferentes configuraciones de aperturas en la fachada nivel 6,10 y se concluye a través de las simulaciones que las renovaciones de aire funcionan con ventanas operables al 20% en la parte inferior de la ventana.

| AREA M2 | AREA (FT2) | VOLUMEN (M3) | INDICE DE AREA CFM (FT2) ASHRAE 62.1 | TASA DE VENTILACIÓN MINIMA (CFM/PERSON) ASHRAE 62.1 | TASA VENTILACIÓN MINIMA m3/per/h ASHRAE 62.1 | CAUDAL (CFM) | CAUDAL (FT3/H) | CAUDAL REQUERIDO M3/HORA | RENOVACIÓN DE AIRE /HORA | % ABERTURA SOBRE AREA VIDRIADA TOTAL | AREA VIDRIADA TOTAL M2 (operables) | ÁREA VIDRIADA OPERABLES M2 (elementos que abren) |
|---------|------------|--------------|--------------------------------------|---|--|--------------|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| 64,71   | 696,5      | 218,2        | 0,12                                 | 10  | 16,99  | 83,6         | 5015           | 142,0                    | 0,65                     | 20                                   | 32,41                              | 6,48   |



### ESQUEMAS DE VENTILACIÓN

# 8. OPTIMIZACIÓN VENTILACIÓN

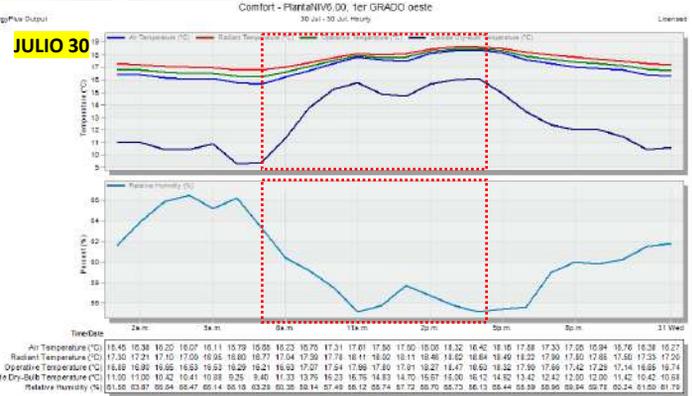
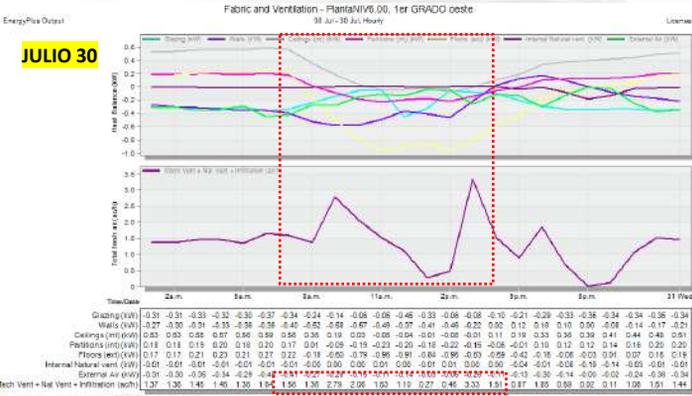
## AULA 1er Grado nivel 6,10

Materialidad / ACH

Confort térmico

JULIO 30

JULIO 30



| RENOVACIONES HORA                |                |                                  |
|----------------------------------|----------------|----------------------------------|
| ZONA DE ESTUDIO                  | AULA 1er grado |                                  |
|                                  | (ac/h)         | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 1,59           | 0,65                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm |                | 0,65                             |

TEMP. MIN H. CLASE 7-4 PM  
16,21

TEMP. MAX H. CLASE 7-4 PM  
18,53

CUMPLE

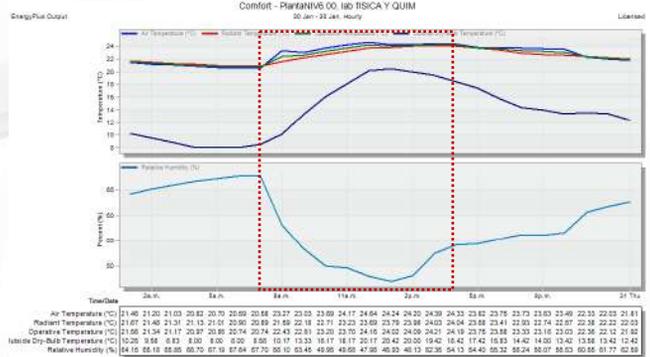
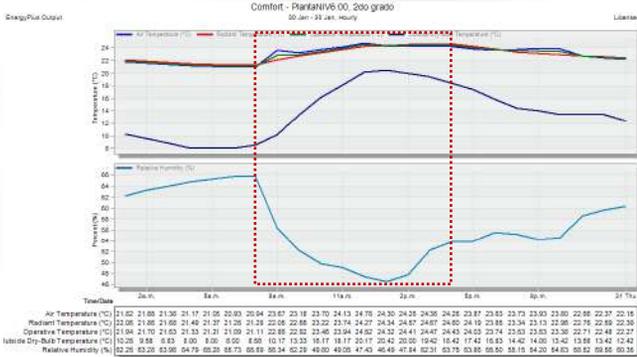
Los resultados muestran que el ACH en promedio para el aula de 1er grado son de **1,59** en el mes de julio lo que quiere decir, que existe una buena ventilación natural y las renovaciones de aire cumplen con los cálculos del mínimo exigido por la norma **ASHRAE**, la cual es de **0,65 ACH** para este espacio.

# 7. RESULTADOS

## AULA 2do grado nivel 6,10

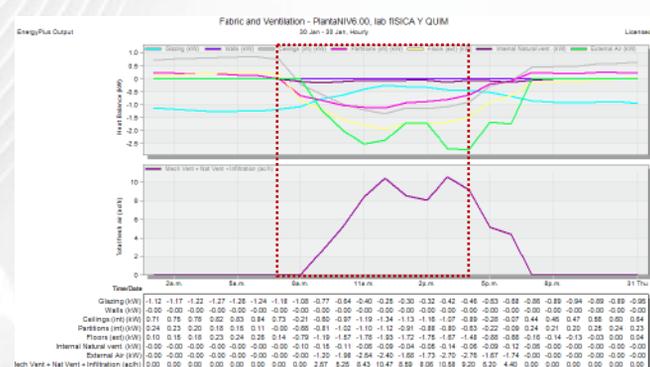
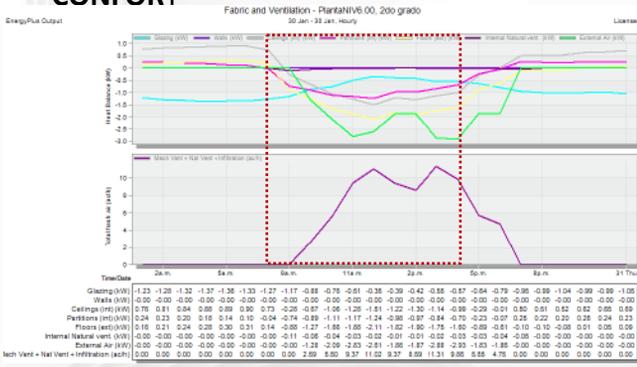
Enero – Sin aleros

Enero – con aleros



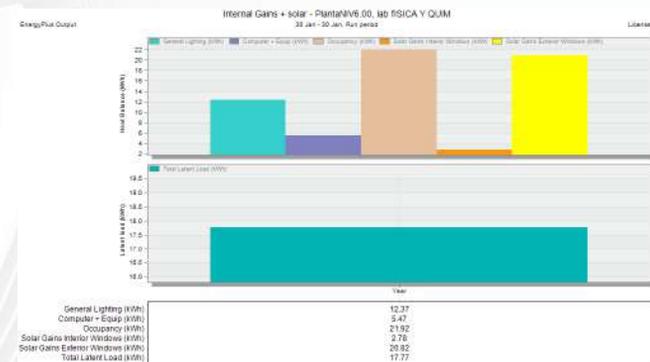
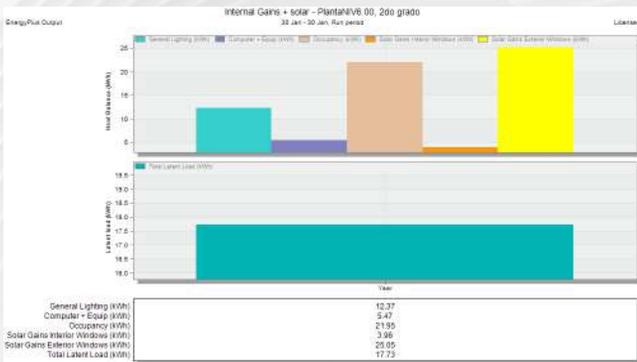
### CONFORT

### CONFORT



### FABRIC AND VENT

### FABRIC AND VENT



### INT GAINS

### INT GAINS

| EVOLUCIÓN DE TEMPERATURAS OPER. |                   |              |              |
|---------------------------------|-------------------|--------------|--------------|
| AULA 2do grado                  |                   |              |              |
| ZONA DE ESTUDIO                 | TEMP. PROMEDIO °C | TEMP. MIN °C | TEMP. MAX °C |
| CON ALEROS                      | 23,33             | 20,74        | 24,21        |
| HORA                            | 7 am-4 pm         | 7:00 a.m.    | 3:00 p.m.    |
| SIN ALEROS                      | 23,64             | 21,11        | 24,47        |
| HORA                            | 7 am-4 pm         | 7:00 a. m.   | 03:00 p. m.  |

| RENOVACIONES HORA                |        |                                  |
|----------------------------------|--------|----------------------------------|
| AULA 2do grado                   |        |                                  |
| ZONA DE ESTUDIO                  | (ac/h) | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 6,31   | 0,61                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 5,86   | 0,61                             |

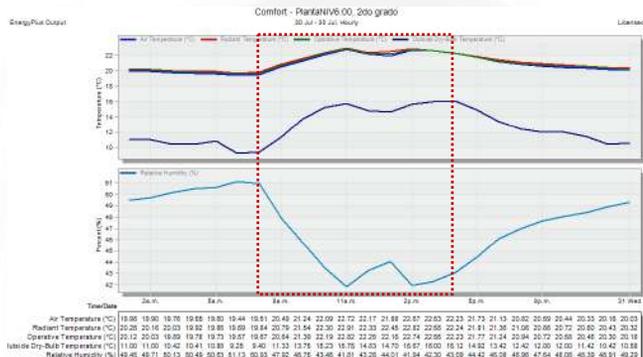
CUMPLE

| GANANCIAS INT. VENT EXT. |                     |
|--------------------------|---------------------|
| ZONA DE ESTUDIO          | A. 2do grado (KW/h) |
| CON ALEROS               | 20,82               |
| SIN ALEROS               | 25,05               |

# 7. RESULTADOS

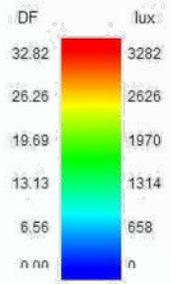
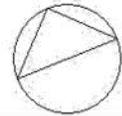
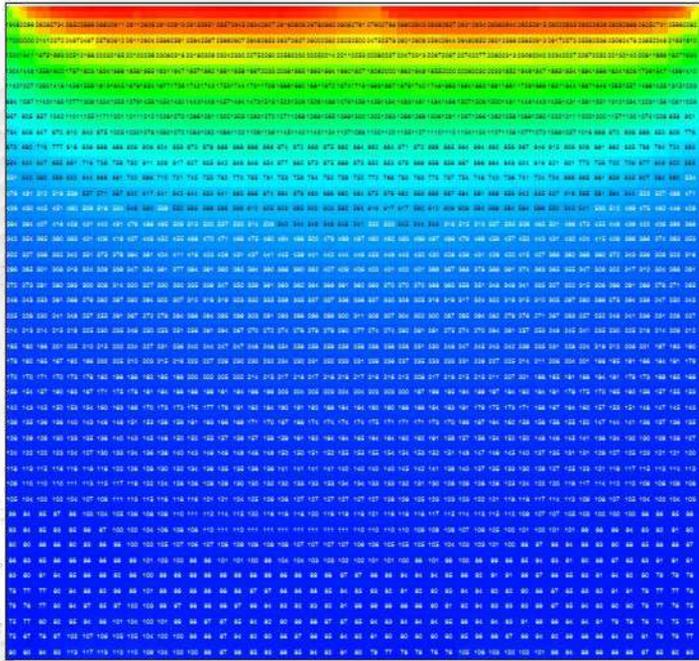
## AULA 2do grado nivel 6,10

### Julio – Sin aleros



# 7. RESULTADOS-ESTUDIO DE ILUMINACIÓN NATURAL

## AULA 2do grado nivel 6,10 ILUMINACIÓN NATURAL



| Block         | Zone      | Floor Area (m2) | Floor Area above Threshold (m2) | Floor Area above Threshold (%) | Average Daylight Factor (%) | Minimum Daylight Factor (%) | Maximum Daylight Factor (%) | Uniformity ratio (Min / Avg) | Uniformity ratio (Min / Max) | Min Illuminance (lux) | Max Illuminance (lux) |
|---------------|-----------|-----------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| PlantaNIV6.00 | 2do grado | 80.317          | 45.097                          | 56.150                         | 6.084                       | 0.680                       | 32.824                      | 0.112                        | 0.021                        | 68.0                  | 3282.1                |

| TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD           | UGR <sub>L</sub> | NIVELES DE ILUMINANCIA (lx) |            |             |
|---------------------------------------|------------------|-----------------------------|------------|-------------|
|                                       |                  | Mínimo.                     | Medio      | Máximo      |
| <b>Colegios y centros educativos.</b> |                  |                             |            |             |
| <i>Salones de clase</i>               |                  |                             |            |             |
| <b>Iluminación general</b>            | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Tableros</b>                       | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Elaboración de planos</b>          | <b>16</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <b>Salas de conferencias</b>          |                  |                             |            |             |
| <b>Iluminación general</b>            | <b>22</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Tableros</b>                       | <b>19</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <b>Bancos de demostración</b>         | <b>19</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <b>Laboratorios</b>                   | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Salas de arte</b>                  | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Talleres</b>                       | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Salas de asamblea</b>              | <b>22</b>        | <b>150</b>                  | <b>200</b> | <b>300</b>  |

Tabla 410.1 Índice UGR máximo y Niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades

Fuente para UGR, Norma UNE EN 12464-1 de 2003.

El tamaño del predio junto con un programa de necesidades extenso, generó un esquema arquitectónico que cumple con los estándares exigidos por la SED y las normas urbanas y técnicas pero que genera algunas dificultades en el manejo de la iluminación natural. Se propone incorporar vidrios laminados para controlar los excesos de iluminación, combinados con iluminación artificial con ahorro energético tipo LED para las zonas con dificultades de iluminación.

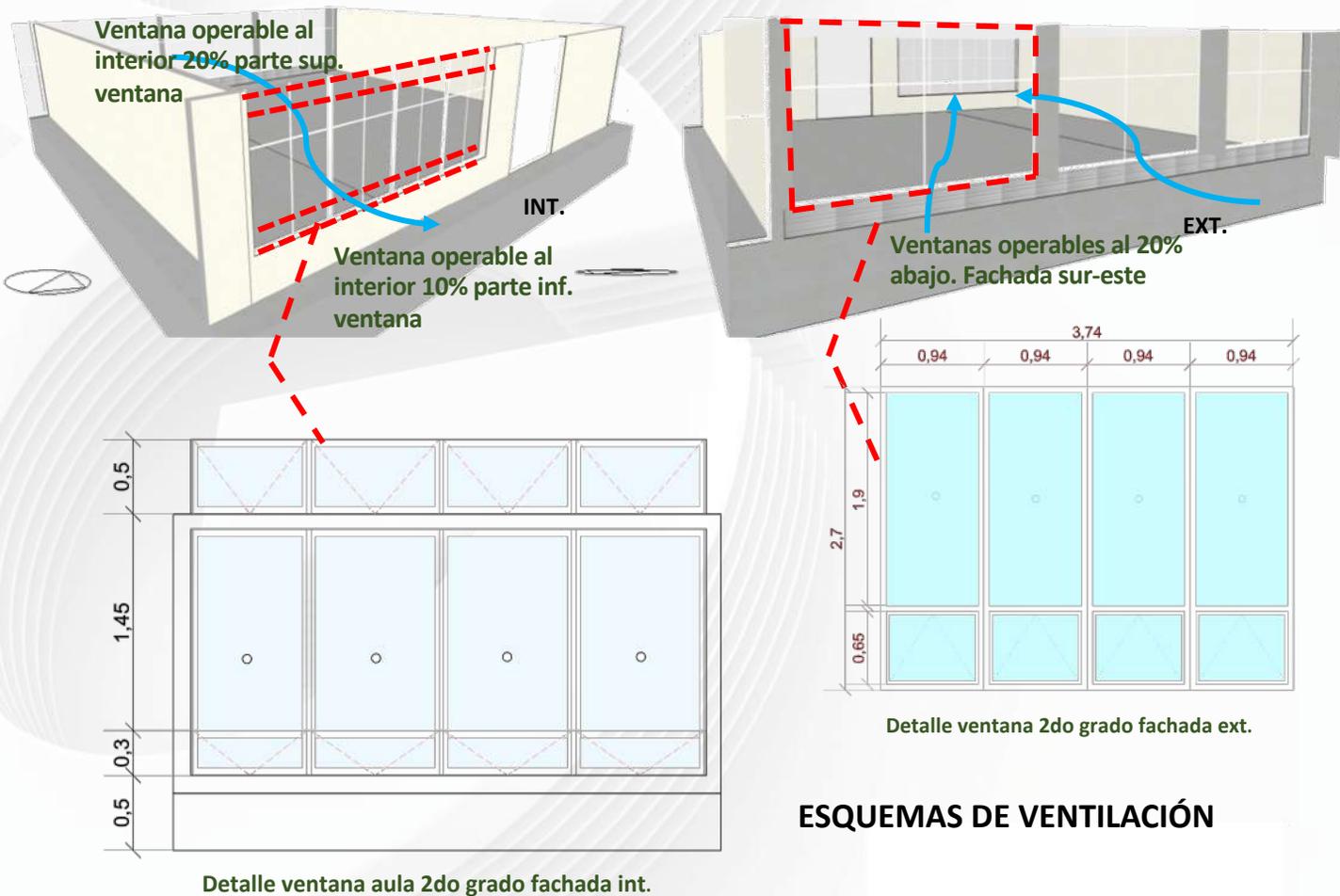
# 8. OPTIMIZACIÓN VENTILACIÓN

## AULA 2do Grado nivel 6,10 **VENTILACIÓN NATURAL**

**AULA 2do NIVEL 6,00 PROTECCIONES SOLARES + VENTANAS EXT. Operables al 20% inferiores + ABERT. INFERIORES EN VENT. INTERIORES AL 10% + VIDRIO SENCILLO CLARO 3MM, DE FRÍO JULIO 30:**

Con el objetivo de mejorar las renovaciones de aire en el mes de julio, se prueban diferentes configuraciones de aperturas en la fachada nivel 6,00 y se concluye a través de las simulaciones que las renovaciones de aire funcionan con ventanas operables al 20% en la parte inferior de la ventana.

| AREA M2 | AREA (FT2) | VOLUMEN (M3) | INDICE DE AREA CFM (FT2) ASHRAE 62.1 | TASA DE VENTILACIÓN MINIMA (CFM/PERSON) ASHRAE 62.1 | TASA VENTILACIÓN MINIMA m3/per/h ASHRAE 62.1 | CAUDAL (CFM) | CAUDAL (FT3/H) | CAUDAL REQUERIDO M3/HORA | RENOVACIÓN DE AIRE /HORA | % ABERTURA SOBRE AREA VIDRIADA TOTAL | AREA VIDRIADA TOTAL M2 (operables) | ÁREA VIDRIADA OPERABLES M2 (elementos que abren) |
|---------|------------|--------------|--------------------------------------|---|--|--------------|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| 64,36   | 692,8      | 231,8        | 0,12                                 | 10  | 16,99  | 83,1         | 4988           | 141,2                    | 0,61                     | 20                                   | 36,38                              | 7,28   |



### ESQUEMAS DE VENTILACIÓN

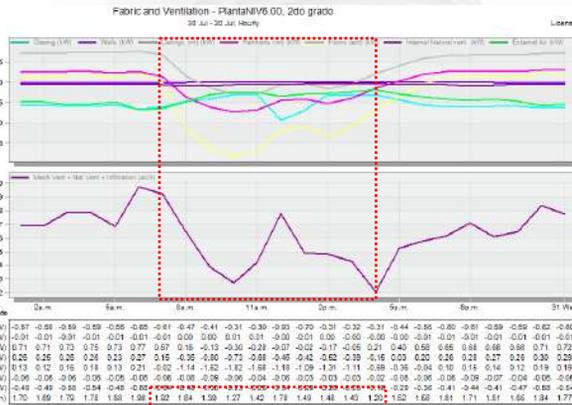
# 8. OPTIMIZACIÓN VENTILACIÓN

## AULA 2do Grado nivel 6,10

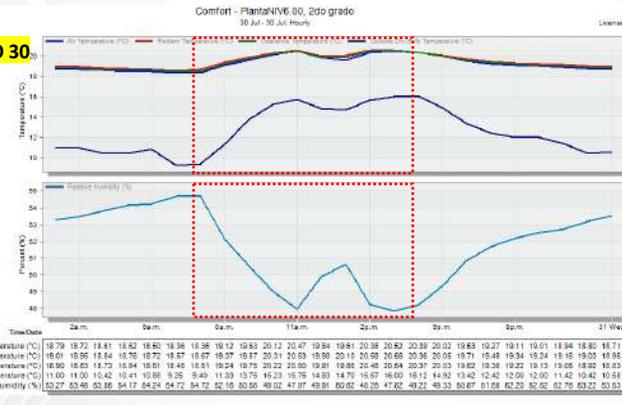
Materialidad / ACH

Confort térmico

JULIO 30



JULIO 30



| RENOVACIONES HORA                |                |                                  |
|----------------------------------|----------------|----------------------------------|
| ZONA DE ESTUDIO                  | AULA 2do grado |                                  |
|                                  | (ac/h)         | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 1,50           | 0,61                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm |                | 0,61                             |

CUMPLE

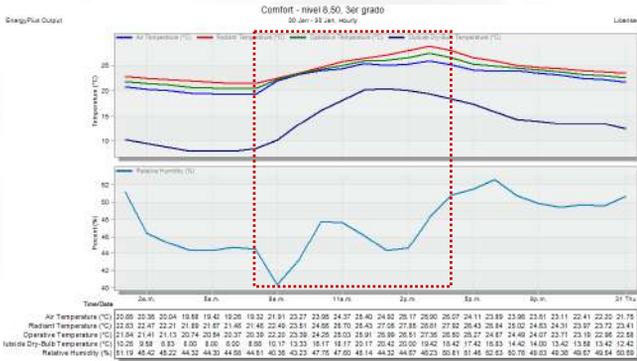
| TEMP. MIN H. CLASE 7-4 PM | TEMP. MAX H. CLASE 7-4 PM |
|---------------------------|---------------------------|
| 18,51                     | 20,54                     |

Los resultados muestran que el ACH en promedio para el aula de 2do grado son de **1,50** en el mes de **julio** lo que quiere decir, que existe una buena ventilación natural y las renovaciones de aire cumplen con los cálculos del mínimo exigido por la norma **ASHRAE**, la cual es de **0,61 ACH** para este espacio.

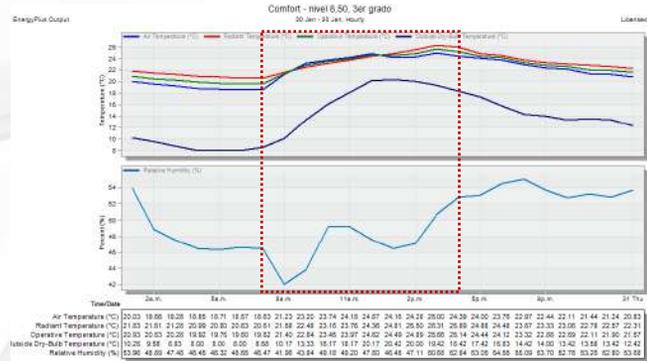
# 7. RESULTADOS

## AULA 3er grado nivel 8,70

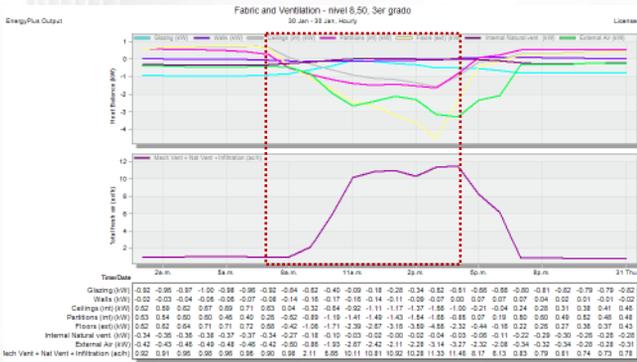
### Enero – Sin aleros



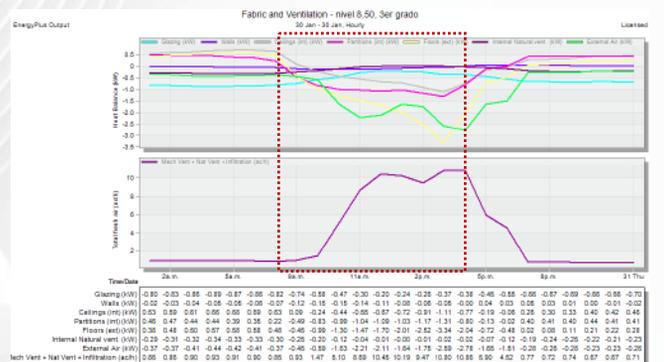
### Enero – con aleros



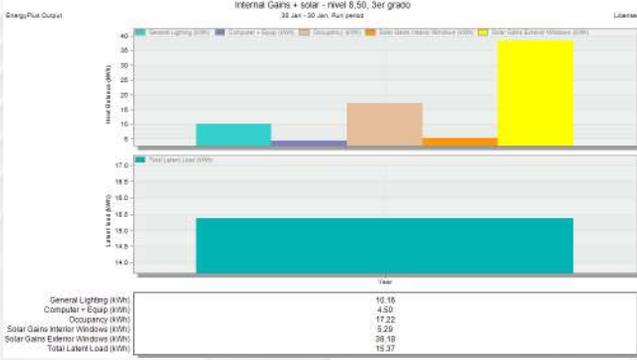
### CONFORT



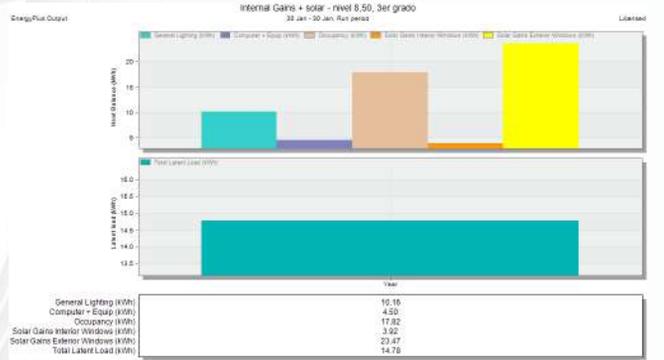
### CONFORT



### FABRIC AND VENT



### FABRIC AND VENT



### INT GAINS

| EVOLUCIÓN DE TEMPERATURAS OPER. |                   |              |              |
|---------------------------------|-------------------|--------------|--------------|
| AULA 3er grado                  |                   |              |              |
| ZONA DE ESTUDIO                 | TEMP. PROMEDIO °C | TEMP. MIN °C | TEMP. MAX °C |
| CON ALEROS                      | 23,60             | 19,62        | 25,66        |
| HORA                            | 7 am-4 pm         | 7:00 a.m.    | 3:00 p.m.    |
| SIN ALEROS                      | 24,75             | 20,39        | 27,35        |
| HORA                            | 7 am-4 pm         | 7:00 a. m.   | 03:00 p. m.  |

### INT GAINS

| RENOVACIONES HORA                |        |                                  |
|----------------------------------|--------|----------------------------------|
| AULA 3er grado                   |        |                                  |
| ZONA DE ESTUDIO                  | (ac/h) | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 6,88   | 0,66                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 7,47   | 0,66                             |

CUMPLE

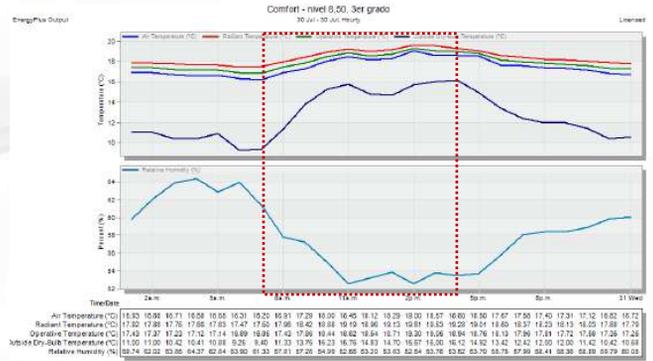
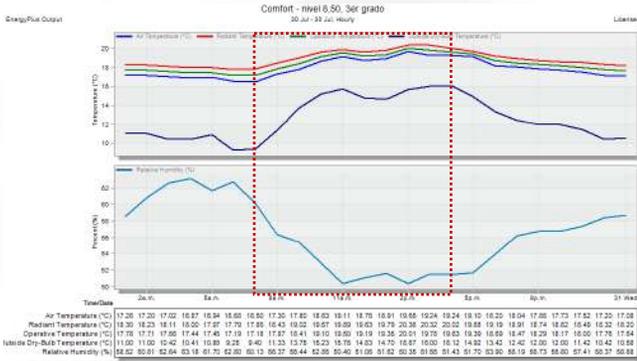
| GANANCIAS INT. VENT EXT. |                     |
|--------------------------|---------------------|
| ZONA DE ESTUDIO          | A. 3er grado (KW/h) |
| CON ALEROS               | 23,47               |
| SIN ALEROS               | 38,18               |

# 7. RESULTADOS

## AULA 3er grado nivel 8,70

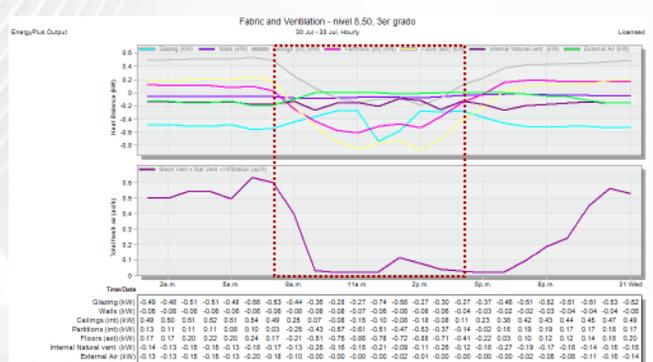
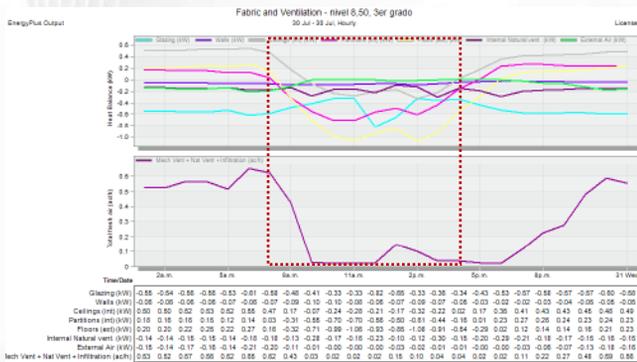
Julio – Sin aleros

Julio – con aleros



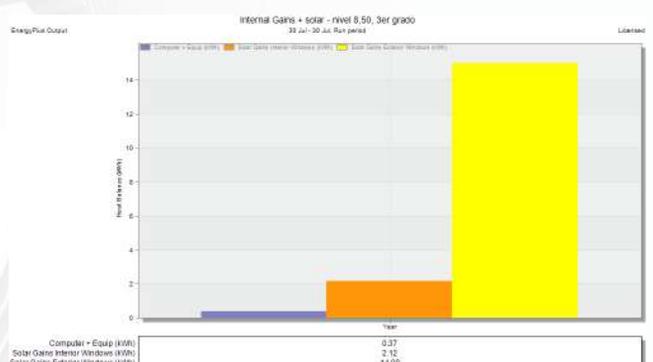
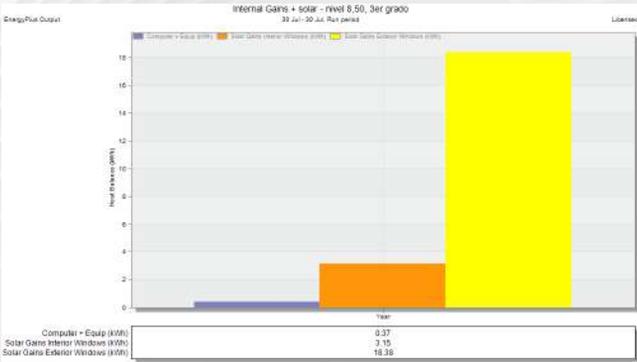
### CONFORT

### CONFORT



### FABRIC AND VENT

### FABRIC AND VENT



### INT GAINS

### INT GAINS

#### EVOLUCIÓN DE TEMPERATURAS OPER.

| ZONA DE ESTUDIO | AULA 3er grado    |              |              |
|-----------------|-------------------|--------------|--------------|
|                 | TEMP. PROMEDIO °C | TEMP. MIN °C | TEMP. MAX °C |
| CON ALEROS      | 28,39             | 16,85        | 19,30        |
| HORA            | 7 am-4 pm         | 7:00 a.m.    | 2:00 p.m.    |
| SIN ALEROS      | 19,00             | 17,18        | 20,01        |
| HORA            | 7 am-4 pm         | 7:00 a. m.   | 02:00 p. m.  |

#### RENOVACIONES HORA

| ZONA DE ESTUDIO                  | AULA 3er grado |                                  |
|----------------------------------|----------------|----------------------------------|
|                                  | (ac/h)         | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 0,13           | 0,66                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 0,14           | 0,66                             |

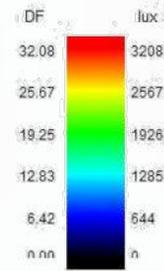
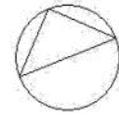
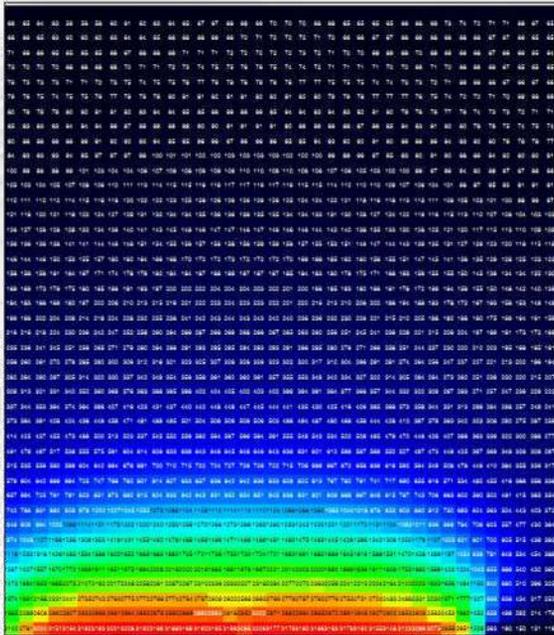
NO CUMPLE

#### GANANCIAS INT. VENT EXT.

| ZONA DE ESTUDIO | A. 3er grado |
|-----------------|--------------|
|                 | (KW/h)       |
| CON ALEROS      | 14,98        |
| SIN ALEROS      | 18,38        |

# 7. RESULTADOS-ESTUDIO DE ILUMINACIÓN NATURAL

## AULA 3er grado nivel 8,70 ILUMINACIÓN NATURAL



| Block      | Zone      | Floor Area (m2) | Floor Area above Threshold (m2) | Floor Area above Threshold (%) | Average Daylight Factor (%) | Minimum Daylight Factor (%) | Maximum Daylight Factor (%) | Uniformity ratio (Min / Avg) | Uniformity ratio (Min / Max) | Min Illuminance (lux) | Max Illuminance (lux) |
|------------|-----------|-----------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| nivel 8,50 | 3er grado | 65.971          | 28.471                          | 43.156                         | 5.425                       | 0.552                       | 32.083                      | 0.102                        | 0.017                        | 55.2                  | 3208.9                |

| TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD           | UGR <sub>L</sub> | NIVELES DE ILUMINANCIA (lx) |            |             |
|---------------------------------------|------------------|-----------------------------|------------|-------------|
|                                       |                  | Mínimo.                     | Medio      | Máximo      |
| <b>Colegios y centros educativos.</b> |                  |                             |            |             |
| <i>Salones de clase</i>               |                  |                             |            |             |
| <b>Iluminación general</b>            | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Tableros</b>                       | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Elaboración de planos</b>          | <b>16</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <b>Salas de conferencias</b>          |                  |                             |            |             |
| <b>Iluminación general</b>            | <b>22</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Tableros</b>                       | <b>19</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <b>Bancos de demostración</b>         | <b>19</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <b>Laboratorios</b>                   | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Salas de arte</b>                  | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Talleres</b>                       | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Salas de asamblea</b>              | <b>22</b>        | <b>150</b>                  | <b>200</b> | <b>300</b>  |

Tabla 410.1 Índice UGR máximo y Niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades

Fuente para UGR, Norma UNE EN 12464-1 de 2003.

El tamaño del predio junto con un programa de necesidades extenso, generó un esquema arquitectónico que cumple con los estándares exigidos por la SED y las normas urbanas y técnicas pero que genera algunas dificultades en el manejo de la iluminación natural. Se propone incorporar vidrios laminados para controlar los excesos de iluminación, combinados con iluminación artificial con ahorro energético tipo LED para las zonas con dificultades de iluminación.

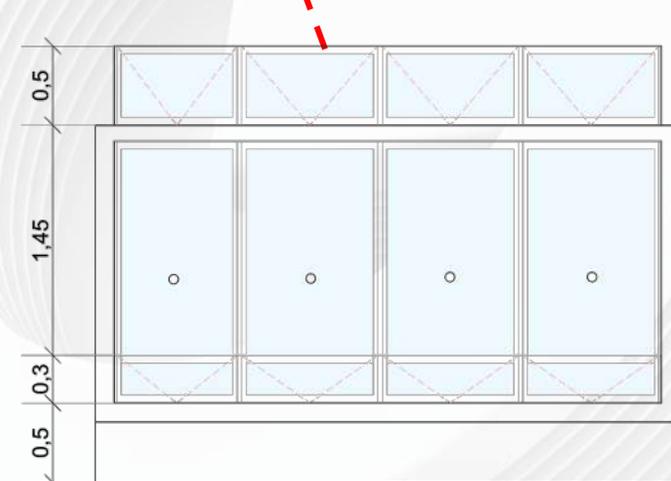
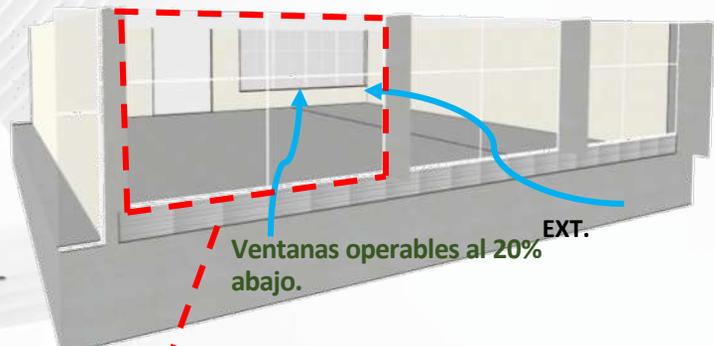
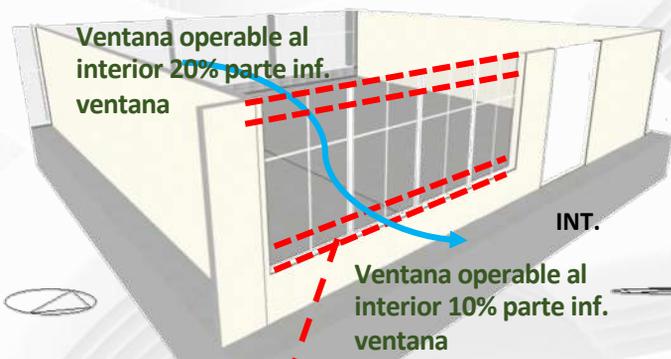
# 8. OPTIMIZACIÓN VENTILACIÓN

## AULA 3er Grado nivel 8,70 **VENTILACIÓN NATURAL**

**AULAS 3er GRADO NIVEL 8,50 PROTECCIONES SOLARES + VENTANAS EXT. Operables al 20% inf. + ABERT. INFERIORES EN VENT. INTERIORES AL 10% + VIDRIO SENCILLO CLARO 3MM, DE FRÍO JULIO 30:**

Con el objetivo de mejorar las renovaciones de aire en el mes de julio, se prueban diferentes configuraciones de aperturas en la fachada AULAS 3R GRADO nivel 8,70 y se concluye a través de las simulaciones que las renovaciones de aire funcionan con ventanas operables al 20% en la parte inferior de la ventana.

| AREA M2 | AREA (FT2) | VOLUMEN (M3) | INDICE DE AREA CFM (FT2) ASHRAE 62.1 | TASA DE VENTILACIÓN MINIMA (CFM/PERSON) ASHRAE 62.1 | TASA VENTILACIÓN MINIMA m3/per/h ASHRAE 62.1 | CAUDAL (CFM) | CAUDAL (FT3/H) | CAUDAL REQUERIDO M3/HORA | RENOVACIÓN DE AIRE /HORA | % ABERTURA SOBRE AREA VIDRIADA TOTAL | AREA VIDRIADA TOTAL M2 (operables) | ÁREA VIDRIADA OPERABLES M2 (elementos que abren) |
|---------|------------|--------------|--------------------------------------|---|--|--------------|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| 64,01   | 689,0      | 224,04       | 0,12                                 | 10  | 16,99  | 82,7         | 4961           | 140,5                    | 0,63                     | 20                                   | 36,46                              | 7,29   |



Detalle ventana aula 3er grado fachada int.

Detalle ventana 3er grado fachada ext.

### ESQUEMAS DE VENTILACIÓN

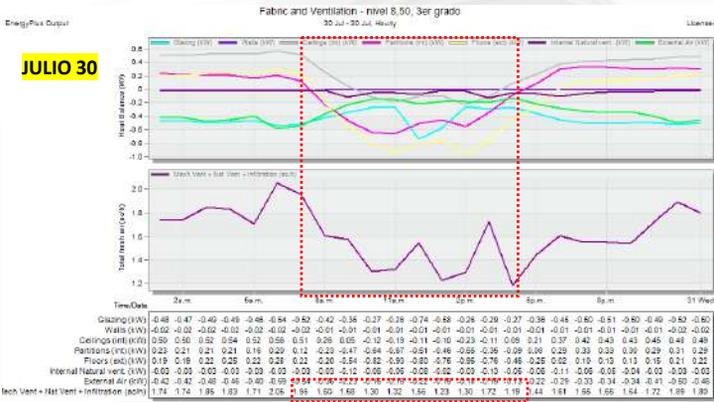
# 8. OPTIMIZACIÓN VENTILACIÓN

## AULA 3er Grado nivel 8,70

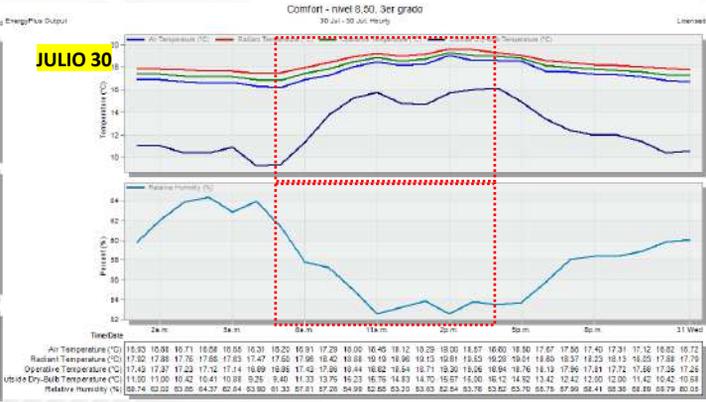
### Materialidad / ACH

### Confort térmico

JULIO 30



JULIO 30



| RENOVACIONES HORA                |                |                                  |
|----------------------------------|----------------|----------------------------------|
| ZONA DE ESTUDIO                  | AULA 2do grado |                                  |
|                                  | (ac/h)         | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 1,61           | 0,63                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm |                | 0,63                             |

| TEMP. MIN H. CLASE 7-4 PM | TEMP. MAX H. CLASE 7-4 PM |
|---------------------------|---------------------------|
| 16,85                     | 19,30                     |

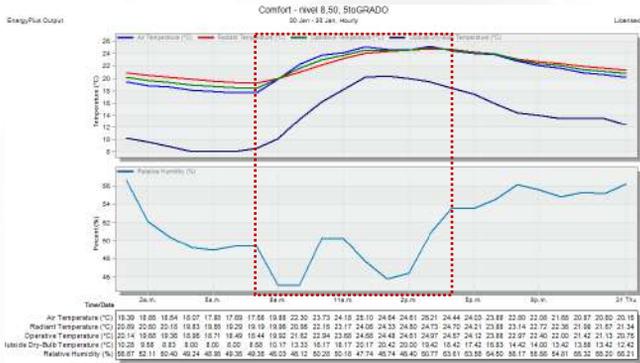
**CUMPLE**

Los resultados muestran que el ACH en promedio para el aula de 3er grado son de **1,61** en el mes de julio lo que quiere decir, que existe una buena ventilación natural y las renovaciones de aire cumplen con los cálculos del mínimo exigido por la norma **ASHRAE**, la cual es de **0,63 ACH** para este espacio.

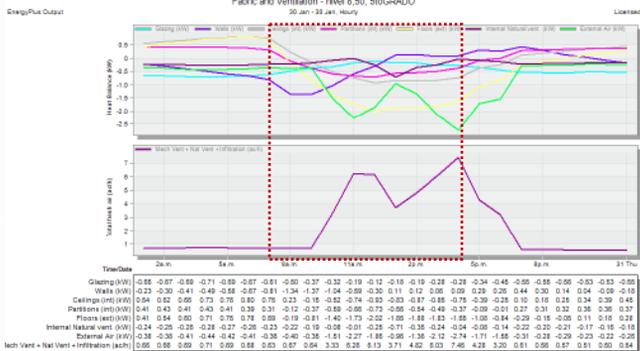
# 7. RESULTADOS

## AULA 5to grado nivel 8,70

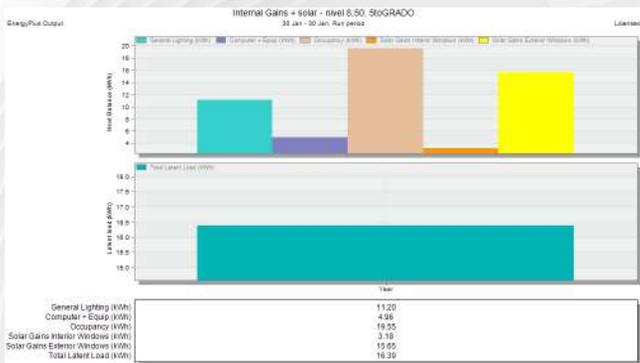
### Enero – Sin aleros



### CONFORT



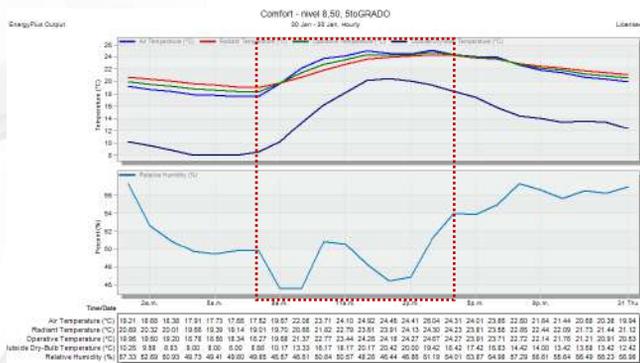
### FABRIC AND VENT



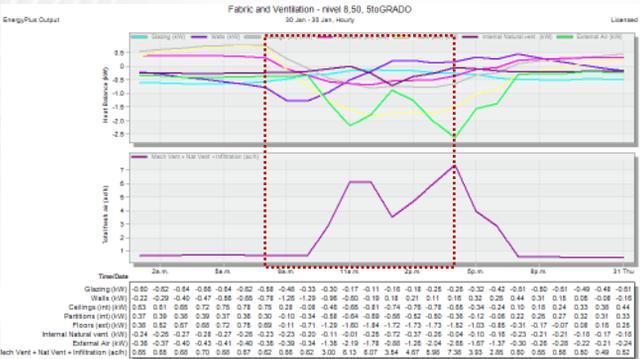
### INT GAINS

| EVOLUCIÓN DE TEMPERATURAS OPER. |                   |              |              |
|---------------------------------|-------------------|--------------|--------------|
| AULA 5to grado                  |                   |              |              |
| ZONA DE ESTUDIO                 | TEMP. PROMEDIO °C | TEMP. MIN °C | TEMP. MAX °C |
| CON ALEROS                      | 22,71             | 18,27        | 24,67        |
| HORA                            | 7 am-4 pm         | 7:00 a.m.    | 3:00 p.m.    |
| SIN ALEROS                      | 23                | 18,44        | 24,97        |
| HORA                            | 7 am-4 pm         | 7:00 a. m.   | 03:00 p. m.  |

### Enero – con aleros



### CONFORT



### FABRIC AND VENT



### INT GAINS

| RENOVACIONES HORA                |        |                                  |
|----------------------------------|--------|----------------------------------|
| AULA 5to grado                   |        |                                  |
| ZONA DE ESTUDIO                  | (ac/h) | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 3,86   | 0,69                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 3,96   | 0,69                             |

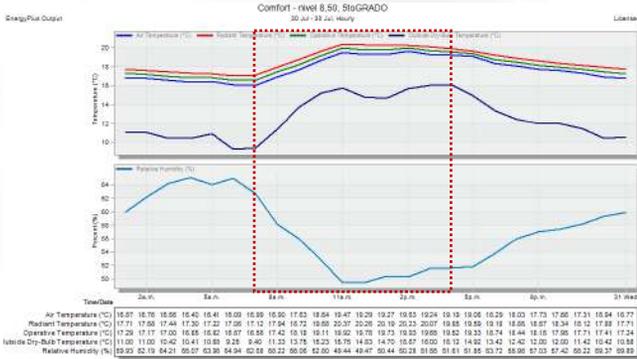
CUMPLE

| GANANCIAS INT. VENT EXT. |                     |
|--------------------------|---------------------|
| ZONA DE ESTUDIO          | A. 5to grado (KW/h) |
| CON ALEROS               | 12,52               |
| SIN ALEROS               | 15,65               |

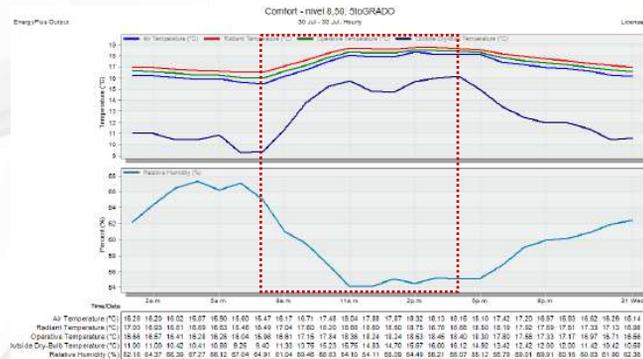
# 7. RESULTADOS

## AULA 5to grado nivel 8,70

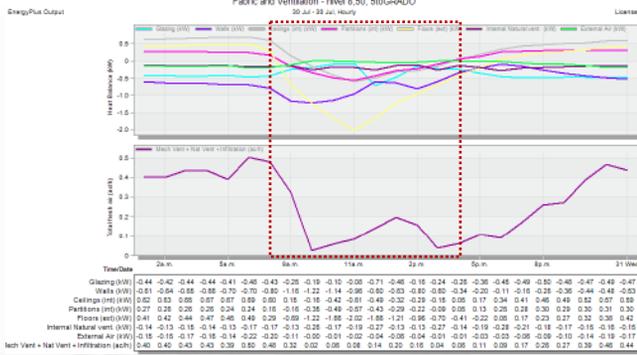
### Julio – Sin aleros



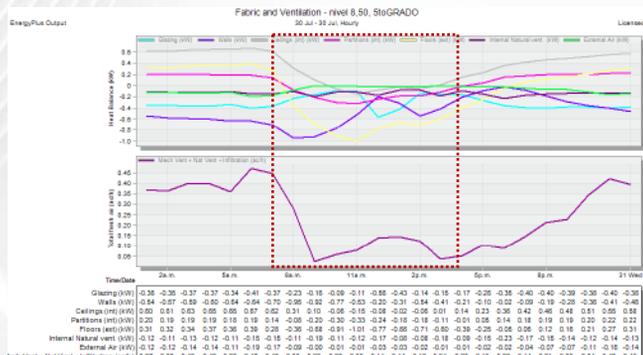
### Julio – con aleros



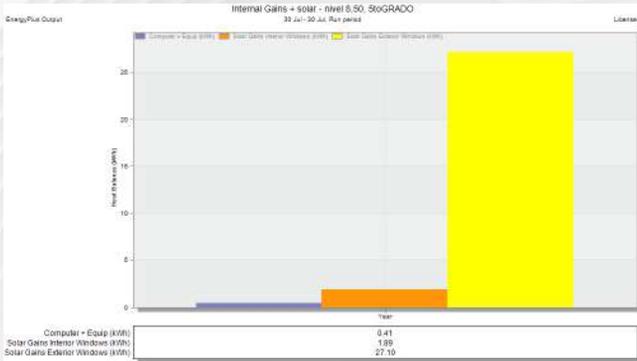
### CONFORT



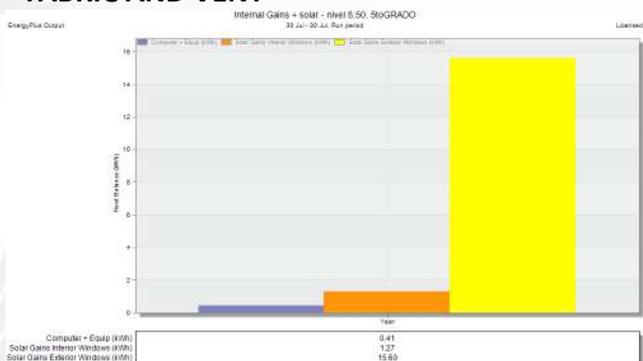
### CONFORT



### FABRIC AND VENT



### FABRIC AND VENT



### INT GAINS

### INT GAINS

| EVOLUCIÓN DE TEMPERATURAS OPER. |                   |              |              |
|---------------------------------|-------------------|--------------|--------------|
| AULA 5to grado                  |                   |              |              |
| ZONA DE ESTUDIO                 | TEMP. PROMEDIO °C | TEMP. MIN °C | TEMP. MAX °C |
| CON ALEROS                      | 17,80             | 16,00        | 18,53        |
| HORA                            | 7 am-4 pm         | 7:00 a.m.    | 2:00 p.m     |
| SIN ALEROS                      | 19                | 16,56        | 19,93        |
| HORA                            | 7 am-4 pm         | 7:00 a. m.   | 02:00 p. m.  |

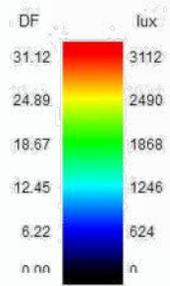
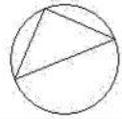
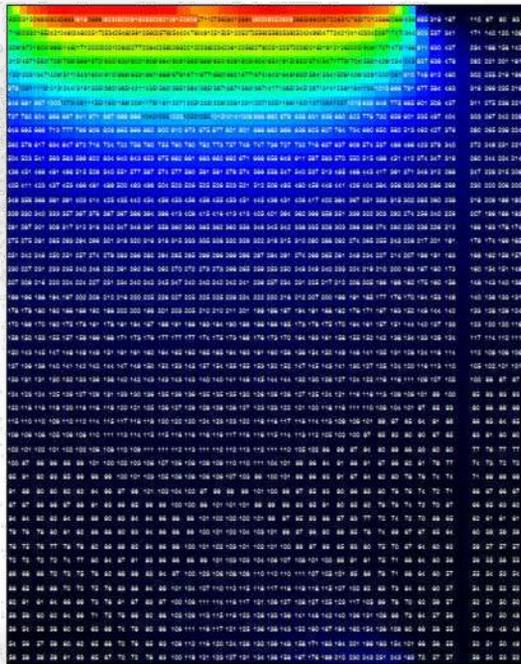
| RENOVACIONES HORA                |        |                                  |
|----------------------------------|--------|----------------------------------|
| AULA 5to grado                   |        |                                  |
| ZONA DE ESTUDIO                  | (ac/h) | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 0,13   | 0,69                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 0,15   | 0,69                             |

**NO CUMPLE**

| GANANCIAS INT. VENT EXT. |                     |
|--------------------------|---------------------|
| ZONA DE ESTUDIO          | A. 5to grado (KW/h) |
| CON ALEROS               | 15,60               |
| SIN ALEROS               | 27,10               |

# 7. RESULTADOS-ESTUDIO DE ILUMINACIÓN NATURAL

## AULA 5to grado nivel 8,70 **ILUMINACIÓN NATURAL**



| Block      | Zone     | Floor Area (m <sup>2</sup> ) | Floor Area above Threshold (m <sup>2</sup> ) | Floor Area above Threshold (%) | Average Daylight Factor (%) | Minimum Daylight Factor (%) | Maximum Daylight Factor (%) | Uniformity ratio (Min / Avg) | Uniformity ratio (Min / Max) | Min Illuminance (lux) | Max Illuminance (lux) |
|------------|----------|------------------------------|--|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| nivel 8,50 | 5toGRADO | 72.733                       | 24.066                                       | 33.089                         | 4.270                       | 0.488                       | 31.115                      | 0.114                        | 0.016                        | 48.8                  | 3112.0                |

| TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD           | UGR <sub>L</sub> | NIVELES DE ILUMINANCIA (lx) |       |        |
|---------------------------------------|------------------|-----------------------------|-------|--------|
|                                       |                  | Mínimo                      | Medio | Máximo |
| <b>Colegios y centros educativos.</b> |                  |                             |       |        |
| Salones de clase                      |                  |                             |       |        |
| Iluminación general                   | 19               | 300                         | 500   | 750    |
| Tableros                              | 19               | 300                         | 500   | 750    |
| Elaboración de planos                 | 16               | 500                         | 750   | 1000   |
| Salas de conferencias                 |                  |                             |       |        |
| Iluminación general                   | 22               | 300                         | 500   | 750    |
| Tableros                              | 19               | 500                         | 750   | 1000   |
| Bancos de demostración                | 19               | 500                         | 750   | 1000   |
| Laboratorios                          | 19               | 300                         | 500   | 750    |
| Salas de arte                         | 19               | 300                         | 500   | 750    |
| Talleres                              | 19               | 300                         | 500   | 750    |
| Salas de asamblea                     | 22               | 150                         | 200   | 300    |

Tabla 410.1 Índice UGR máximo y Niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades

Fuente para UGR, Norma UNE EN 12464-1 de 2003.

El tamaño del predio junto con un programa de necesidades extenso, generó un esquema arquitectónico que cumple con los estándares exigidos por la SED y las normas urbanas y técnicas pero que genera algunas dificultades en el manejo de la iluminación natural. Se propone incorporar vidrios laminados para controlar los excesos de iluminación, combinados con iluminación artificial con ahorro energético tipo LED para las zonas con dificultades de iluminación.

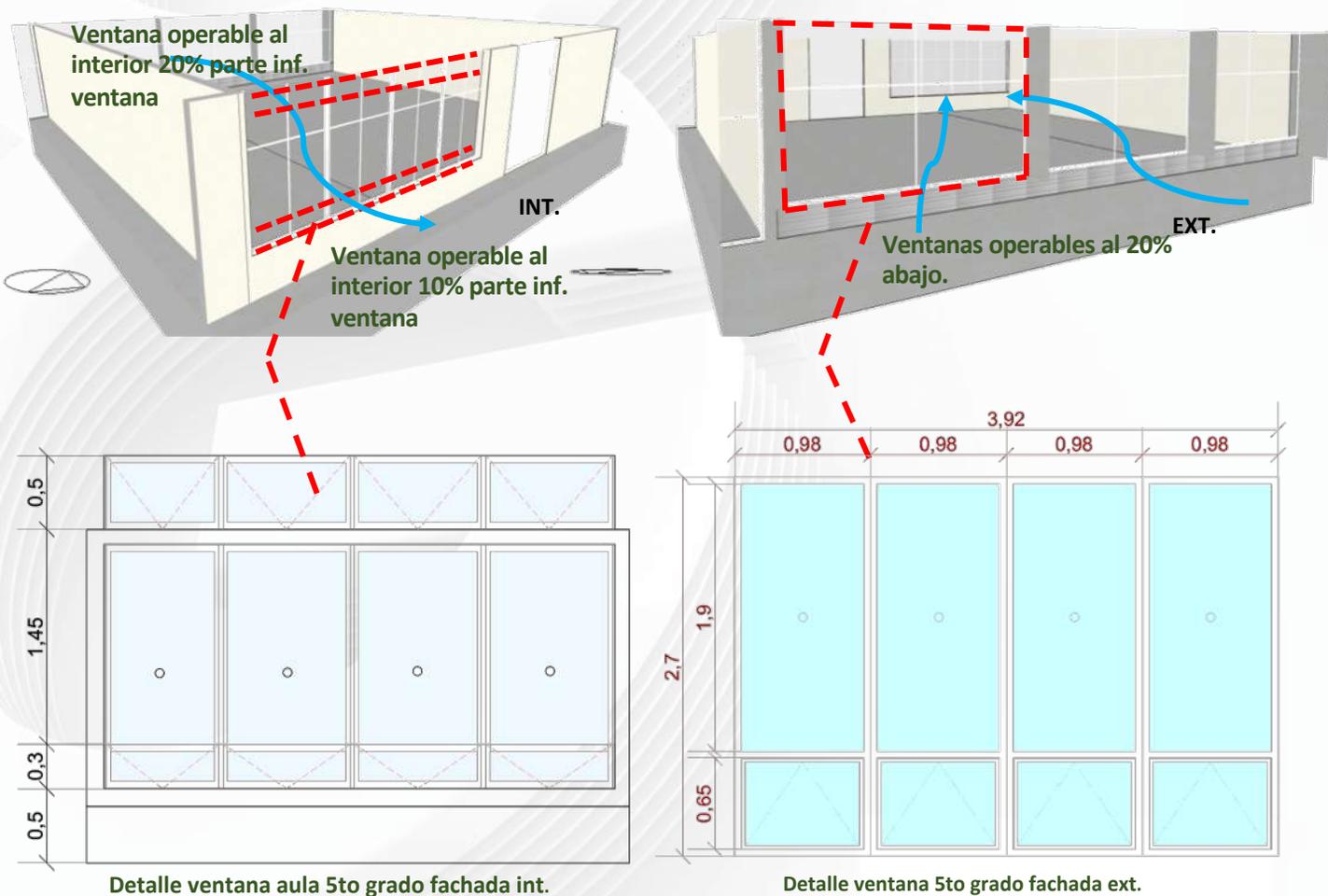
# 8. OPTIMIZACIÓN VENTILACIÓN

## AULA 5to Grado nivel 8,70. VENTILACIÓN NATURAL

AULAS 5to GRADO NIVEL 8,50 PROTECCIONES SOLARES + VENTANAS EXT. Operables al 20% inf. + ABERT. INFERIORES EN VENT. INTERIORES AL 10% + VIDRIO SENCILLO CLARO 3MM, DE FRÍO JULIO 30:

Con el objetivo de mejorar las renovaciones de aire en el mes de julio, se prueban diferentes configuraciones de aperturas en la fachada AULAS 5to GRADO nivel 8,50 y se concluye a través de las simulaciones que las renovaciones de aire funcionan con ventanas operables al 20% en la parte inferior de la ventana.

| AREA M2 | AREA (FT2) | VOLUMEN (M3) | INDICE DE AREA CFM (FT2) ASHRAE 62.1 | TASA DE VENTILACIÓN MINIMA (CFM/PERSON) ASHRAE 62.1 | TASA VENTILACIÓN MINIMA m3/per/h ASHRAE 62.1 | CAUDAL (CFM) | CAUDAL (FT3/H) | CAUDAL REQUERIDO M3/HORA | RENOVACIÓN DE AIRE /HORA | % ABERTURA SOBRE AREA VIDRIADA TOTAL | AREA VIDRIADA TOTAL M2 (operables) | ÁREA VIDRIADA OPERABLES M2 (elementos que abren) |
|---------|------------|--------------|--------------------------------------|---|--|--------------|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| 68,8    | 740,6      | 218,7        | 0,12                                 | 10  | 16,99  | 88,9         | 5332           | 151,0                    | 0,69                     | 20                                   | 29,09                              | 5,82   |



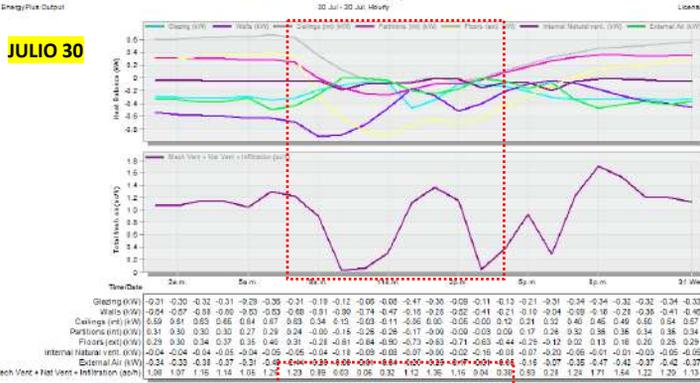
### ESQUEMAS DE VENTILACIÓN

# 8. OPTIMIZACIÓN VENTILACIÓN

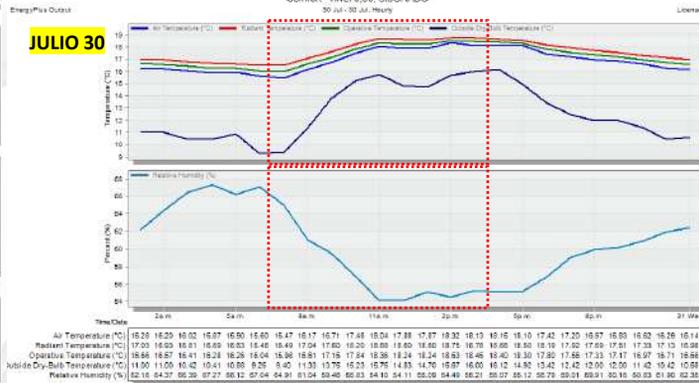
## AULA 5to Grado nivel 8,70

### Materialidad / ACH

### Confort térmico



JULIO 30



JULIO 30

| RENOVACIONES HORA                |                |                                  |
|----------------------------------|----------------|----------------------------------|
| ZONA DE ESTUDIO                  | AULA 2do grado |                                  |
|                                  | (ac/h)         | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 0,94           | 0,69                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm |                | 0,69                             |

CUMPLE

| TEMP. MIN H. CLASE 7-4 PM | TEMP. MAX H. CLASE 7-4 PM |
|---------------------------|---------------------------|
| 15,98                     | 18,53                     |

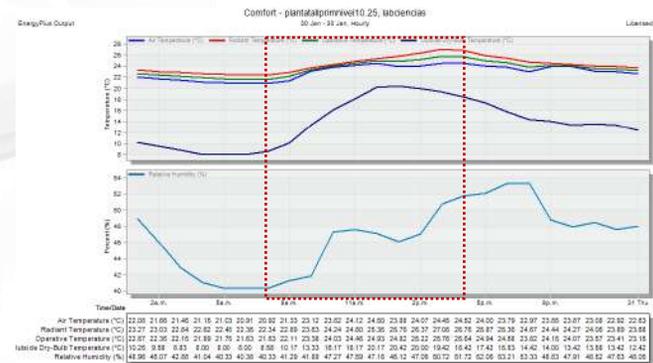
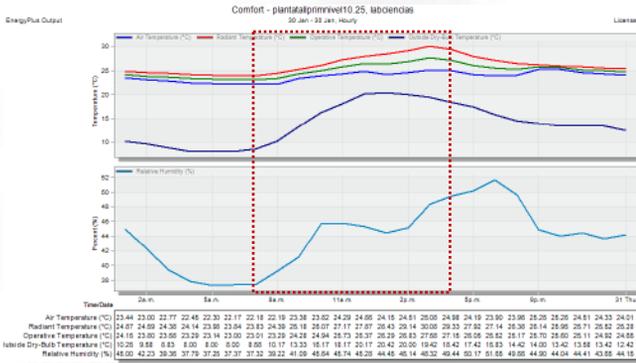
Los resultados muestran que el ACH en promedio para el aula de 5to grado son de **0,94** en el mes de julio lo que quiere decir, que existe una buena ventilación natural y las renovaciones de aire cumplen con los cálculos del mínimo exigido por la norma **ASHRAE**, la cual es de **0,69 ACH** para este espacio.

# 7. RESULTADOS

## Laboratorio ciencias nivel 10,35

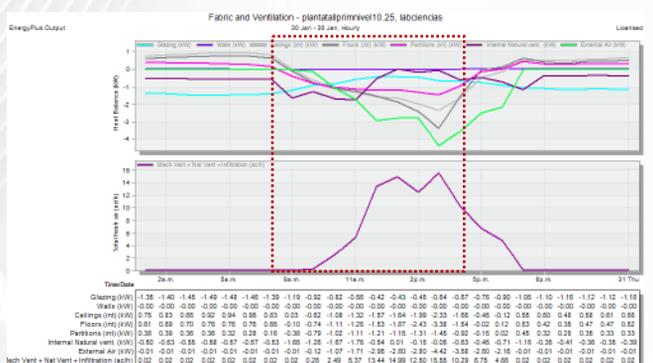
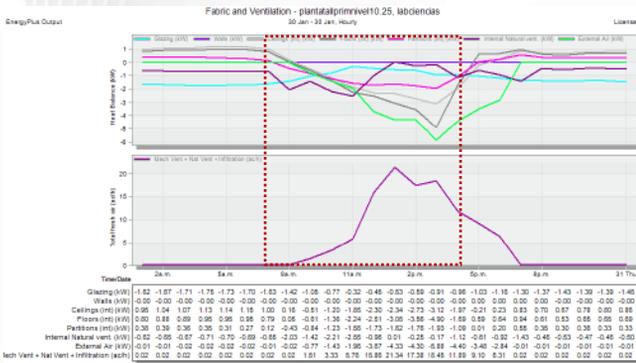
Enero – Sin aleros

Enero – con aleros



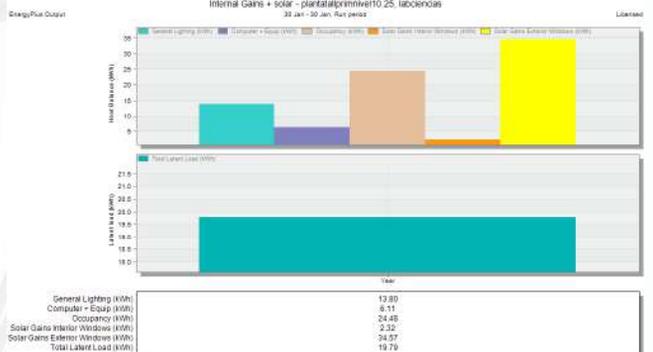
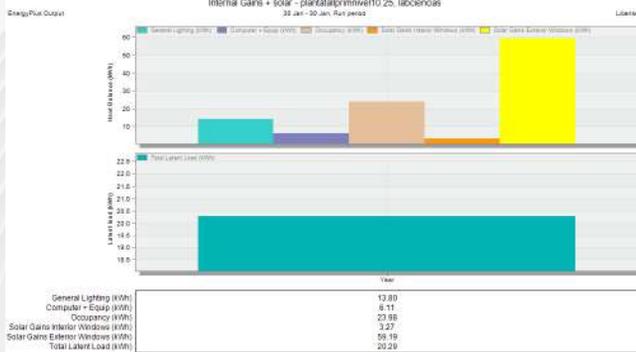
### CONFORT

### CONFORT



### FABRIC AND VENT

### FABRIC AND VENT



### INT GAINS

### INT GAINS

| EVOLUCIÓN DE TEMPERATURAS OPER. |                   |              |              |
|---------------------------------|-------------------|--------------|--------------|
| Laboratorio de ciencias         |                   |              |              |
| ZONA DE ESTUDIO                 | TEMP. PROMEDIO °C | TEMP. MIN °C | TEMP. MAX °C |
| CON ALEROS                      | 24,20             | 21,63        | 25,76        |
| HORA                            | 7 am-4 pm         | 7:00 a.m.    | 3:00 p.m.    |
| SIN ALEROS                      | 25,54             | 23,01        | 27,58        |
| HORA                            | 7 am-4 pm         | 7:00 a. m.   | 03:00 p. m.  |

| RENOVACIONES HORA                |        |                                  |
|----------------------------------|--------|----------------------------------|
| Laboratorio de ciencias          |        |                                  |
| ZONA DE ESTUDIO                  | (ac/h) | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 7,50   | 1,04                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 9,55   | 1,04                             |

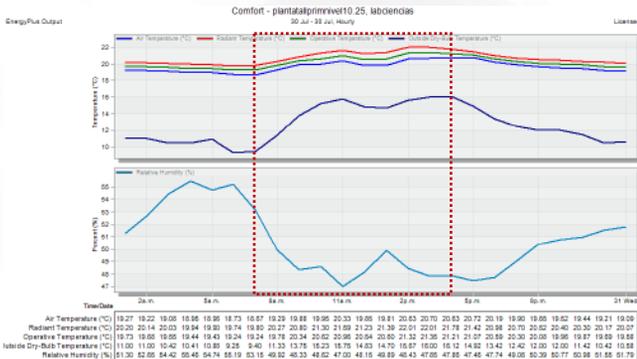
CUMPLE

| GANANCIAS INT. VENT EXT. |                     |
|--------------------------|---------------------|
| ZONA DE ESTUDIO          | Lab ciencias (KW/h) |
| CON ALEROS               | 34,57               |
| SIN ALEROS               | 59,19               |

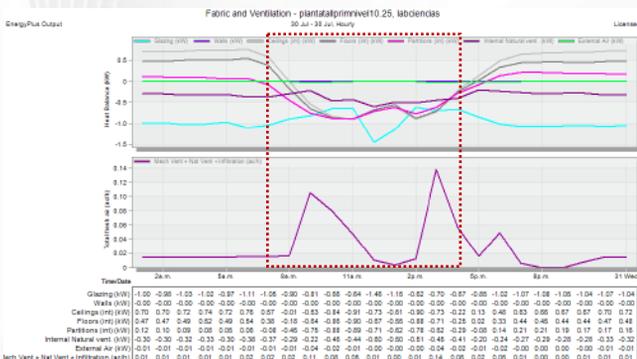
# 7. RESULTADOS

## Laboratorio ciencias nivel 10,35

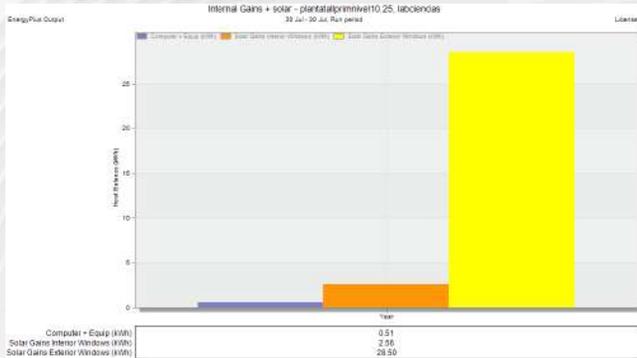
### Julio – Sin aleros



### CONFORT

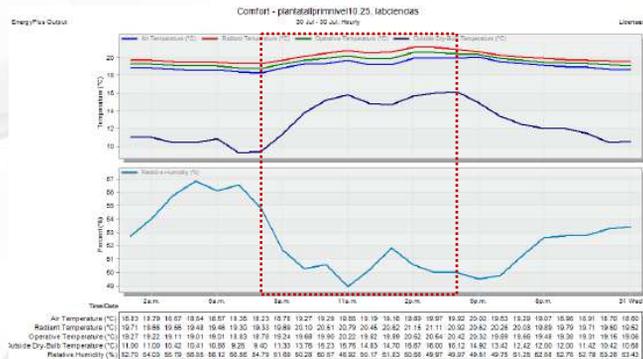


### FABRIC AND VENT

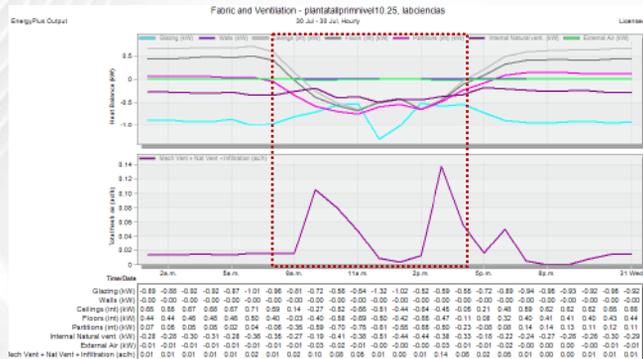


### INT GAINS

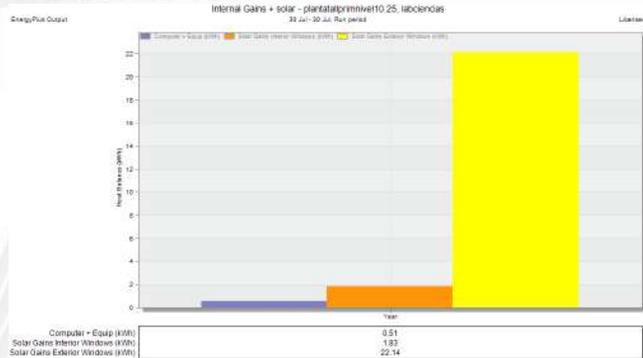
### Julio – con aleros



### CONFORT



### FABRIC AND VENT



### INT GAINS

| EVOLUCIÓN DE TEMPERATURAS OPER. |                         |              |              |
|---------------------------------|-------------------------|--------------|--------------|
| ZONA DE ESTUDIO                 | Laboratorio de ciencias |              |              |
|                                 | TEMP. PROMEDIO °C       | TEMP. MIN °C | TEMP. MAX °C |
| CON ALEROS                      | 19,90                   | 18,78        | 20,54        |
| HORA                            | 7 am-4 pm               | 7:00 a.m.    | 3:00 p.m.    |
| SIN ALEROS                      | 20,60                   | 19,24        | 21,35        |
| HORA                            | 7 am-4 pm               | 7:00 a. m.   | 03:00 p. m.  |

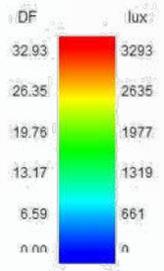
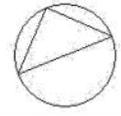
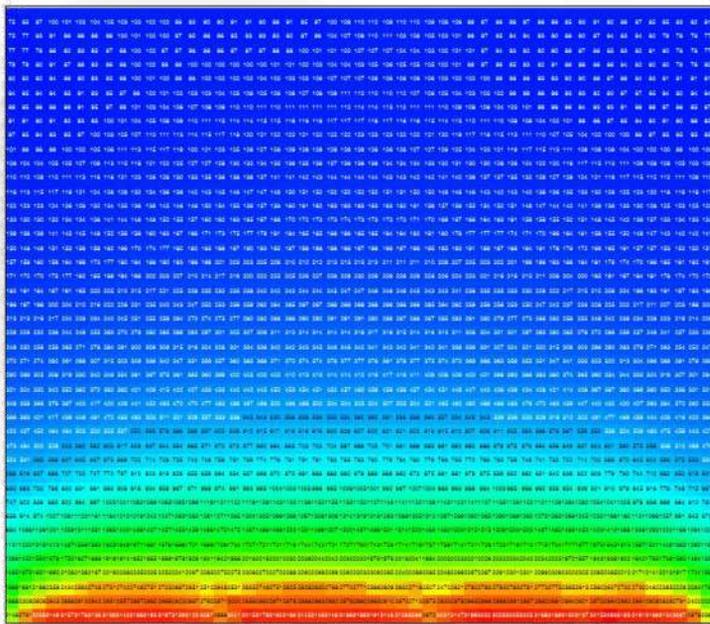
| RENOVACIONES HORA                |                         |                                  |
|----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| ZONA DE ESTUDIO                  | Laboratorio de ciencias |                                  |
|                                  | (ac/h)                  | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 0,048                   | 1,04                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 0,05                    | 1,04                             |

NO CUMPLE

| GANANCIAS INT. VENT EXT. |              |
|--------------------------|--------------|
| ZONA DE ESTUDIO          | Lab ciencias |
|                          | (KW/h)       |
| CON ALEROS               | 22,14        |
| SIN ALEROS               | 28,50        |

# 7. RESULTADOS-ESTUDIO DE ILUMINACIÓN NATURAL

## LAB CIENCIAS nivel 10,35 ILUMINACIÓN NATURAL



| Block                        | Zone        | Floor Area (m2) | Floor Area above Threshold (m2) | Floor Area above Threshold (%) | Average Daylight Factor (%) | Minimum Daylight Factor (%) | Maximum Daylight Factor (%) | Uniformity ratio (Min / Avg) | Uniformity ratio (Min / Max) | Min Illuminance (lux) | Max Illuminance (lux) |
|------------------------------|-------------|-----------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| plantatallpri<br>mnivel10.25 | labciencias | 89.585          | 50.961                          | 56.885                         | 6.309                       | 0.753                       | 32.934                      | 0.119                        | 0.023                        | 75.3                  | 3293.8                |

| TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD           | UGR <sub>L</sub> - NIVELES DE ILUMINANCIA (lx) |            |             |
|---------------------------------------|--|------------|-------------|
|                                       | Mínimo   | Medio      | Máximo      |
| <b>Colegios y centros educativos.</b> |  |            |             |
| <i>Salones de clase</i>               |  |            |             |
| <b>Iluminación general</b>            | <b>19</b>                                      | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Tableros</b>                       | <b>19</b>                                      | <b>300</b> | <b>750</b>  |
| <b>Elaboración de planos</b>          | <b>16</b>                                      | <b>500</b> | <b>1000</b> |
| <b>Salas de conferencias</b>          |  |            |             |
| <b>Iluminación general</b>            | <b>22</b>                                      | <b>300</b> | <b>750</b>  |
| <b>Tableros</b>                       | <b>19</b>                                      | <b>500</b> | <b>1000</b> |
| <b>Bancos de demostración</b>         | <b>19</b>                                      | <b>500</b> | <b>1000</b> |
| <b>Laboratorios</b>                   | <b>19</b>                                      | <b>300</b> | <b>500</b>  |
| <b>Salas de arte</b>                  | <b>19</b>                                      | <b>300</b> | <b>500</b>  |
| <b>Talleres</b>                       | <b>19</b>                                      | <b>300</b> | <b>750</b>  |
| <b>Salas de asamblea</b>              | <b>22</b>                                      | <b>150</b> | <b>200</b>  |

Tabla 410.1 Índice UGR máximo y Niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades

Fuente para UGR, Norma UNE EN 12464-1 de 2003.

El tamaño del predio junto con un programa de necesidades extenso, generó un esquema arquitectónico que cumple con los estándares exigidos por la SED y las normas urbanas y técnicas pero que genera algunas dificultades en el manejo de la iluminación natural. Se propone incorporar vidrios laminados para controlar los excesos de iluminación, combinados con iluminación artificial con ahorro energético tipo LED para las zonas con dificultades de iluminación.

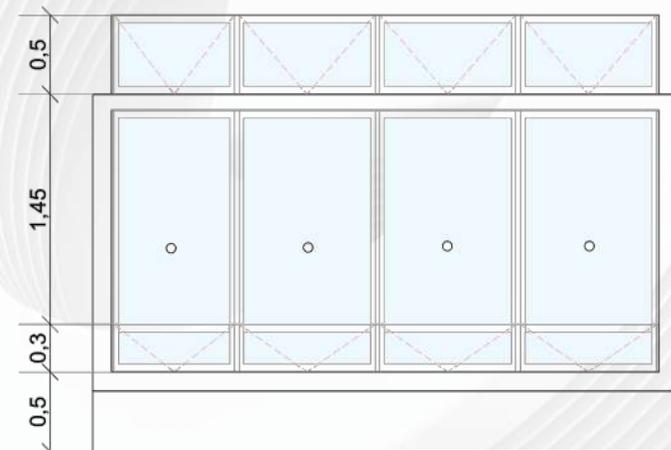
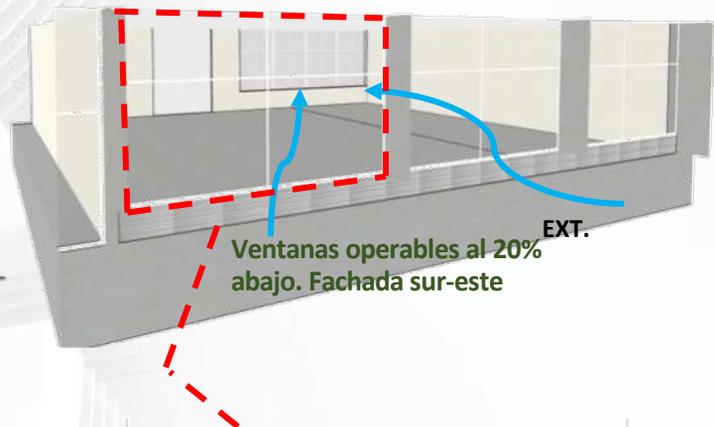
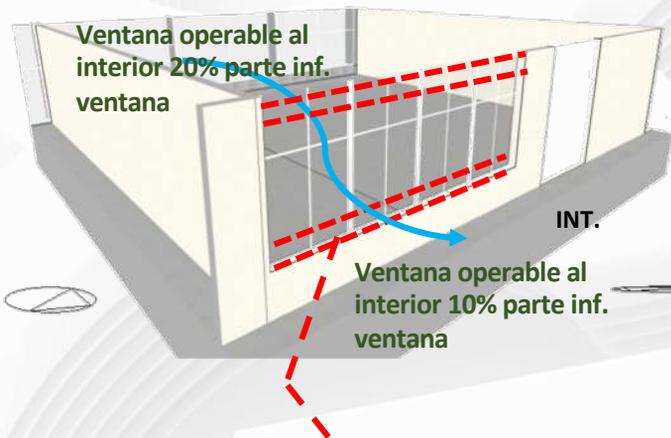
# 8. OPTIMIZACIÓN VENTILACIÓN

## Lab ciencias nivel 10,35 **VENTILACIÓN NATURAL**

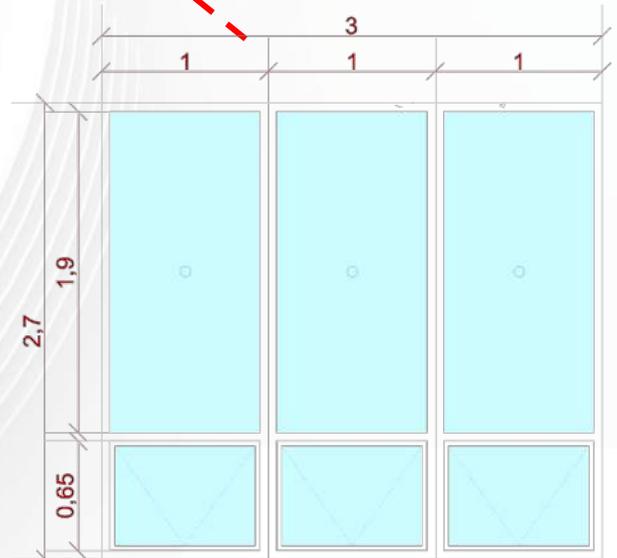
Lab ciencias NIVEL 10,25 PROTECCIONES SOLARES + VENTANAS EXT. Operables al 20% inf. + ABERT. INFERIORES EN VENT. INTERIORES AL 10% + VIDRIO SENCILLO CLARO 3MM, DE FRÍO JULIO 30:

Con el objetivo de mejorar las renovaciones de aire en el mes de julio, se prueban diferentes configuraciones de aperturas en la fachada SUR-ESTE nivel 10,25 y se concluye a través de las simulaciones que las renovaciones de aire funcionan con ventanas operables al 20% en la parte inferior de la ventana.

| AREA M2 | AREA (FT2) | VOLUMEN (M3) | INDICE DE AREA CFM (FT2) ASHRAE 62.1 | TASA DE VENTILACIÓN MINIMA (CFM/PERSON) ASHRAE 62.1 | TASA VENTILACIÓN MINIMA m3/per/h ASHRAE 62.1 | CAUDAL (CFM) | CAUDAL (FT3/H) | CAUDAL REQUERIDO M3/HORA | RENOVACIÓN DE AIRE /HORA | % ABERTURA SOBRE AREA VIDRIADA TOTAL | AREA VIDRIADA TOTAL M2 (operables) | ÁREA VIDRIADA OPERABLES M2 (elementos que abren) |
|---------|------------|--------------|--------------------------------------|---|--|--------------|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| 77,48   | 834,0      | 244,4        | 0,18                                 | 10  | 16,99  | 150,1        | 9007           | 255,1                    | 1,04                     | 20                                   | 41,92                              | 8,38   |



Detalle ventana Lab ciencias fachada int.



Detalle ventana Lab ciencias fachada ext.

# 8. OPTIMIZACIÓN VENTILACIÓN

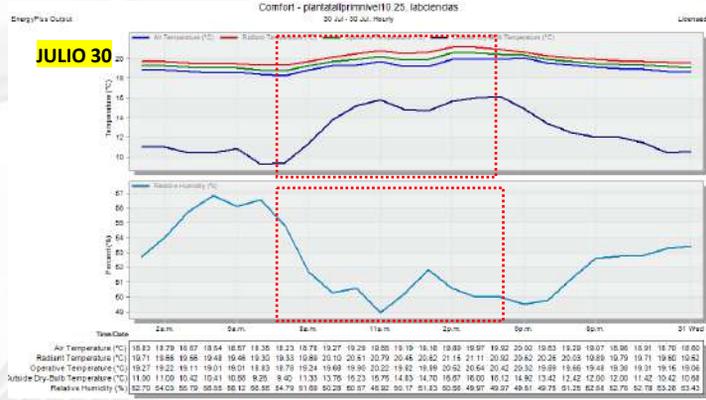
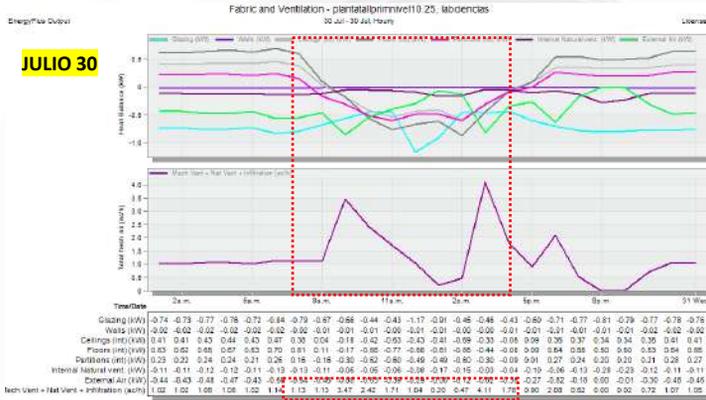
## LAB Ciencias nivel 10,35

### Materialidad / ACH

### Confort térmico

JULIO 30

JULIO 30



| RENOVACIONES HORA                |                |                                  |
|----------------------------------|----------------|----------------------------------|
| ZONA DE ESTUDIO                  | AULA 9no grado |                                  |
|                                  | (ac/h)         | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 1,74           | 1,04                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm |                | 1,04                             |

| TEMP. MIN H. CLASE 7-4 PM | TEMP. MAX H. CLASE 7-4 PM |
|---------------------------|---------------------------|
| 18,78                     | 20,54                     |

CUMPLE

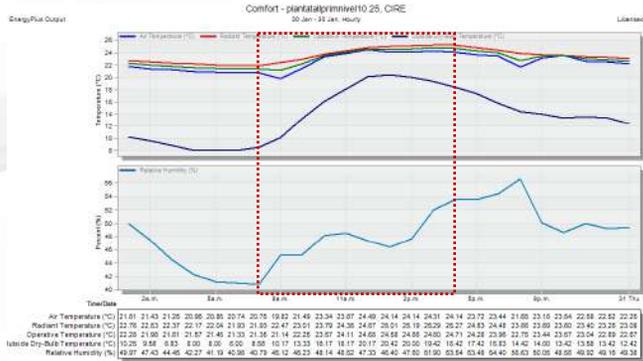
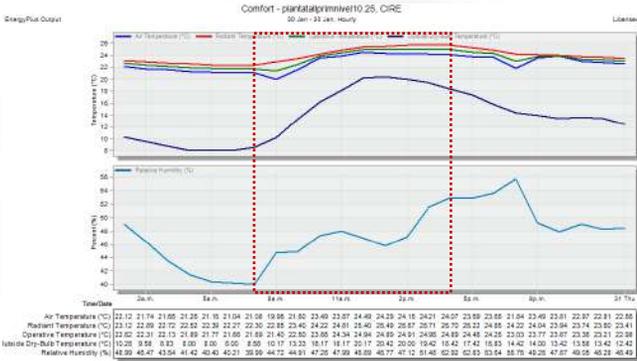
Los resultados muestran que el ACH en promedio para el Lab ciencias son de **1,74 en el mes de julio** lo que quiere decir, que existe una buena ventilación natural y las renovaciones de aire cumplen con los cálculos del mínimo exigido por la norma **ASHRAE**, la cual es de **1,04 ACH** para este espacio.

# 7. RESULTADOS

## CIRE nivel 10,35

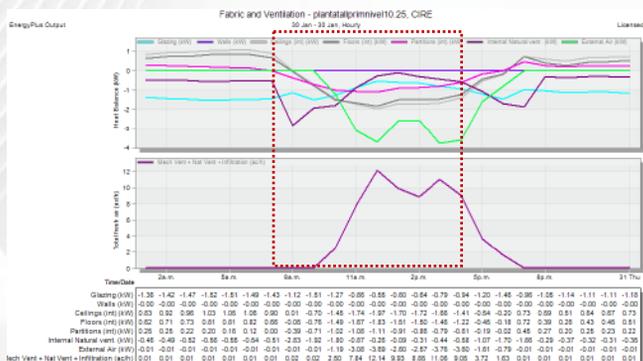
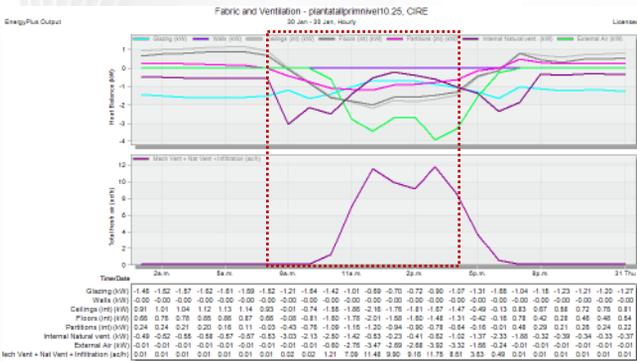
### Enero – Sin aleros

### Enero – con aleros



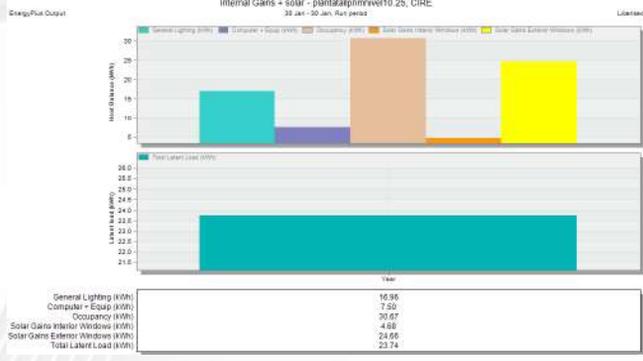
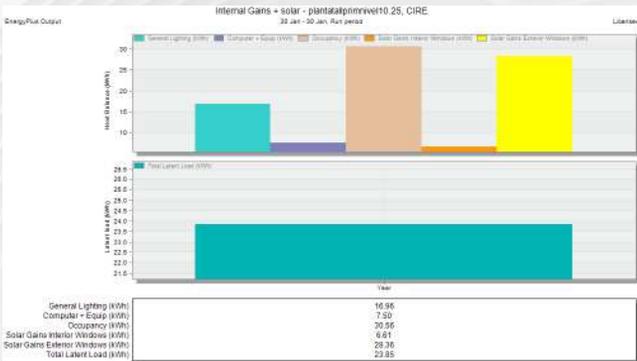
## CONFORT

## CONFORT



## FABRIC AND VENT

## FABRIC AND VENT



## INT GAINS

## INT GAINS

### EVOLUCIÓN DE TEMPERATURAS OPER.

| ZONA DE ESTUDIO | CIRE              |              |              |
|-----------------|-------------------|--------------|--------------|
|                 | TEMP. PROMEDIO °C | TEMP. MIN °C | TEMP. MAX °C |
| CON ALEROS      | 23,58             | 21,35        | 24,80        |
| HORA            | 7 am-4 pm         | 7:00 a.m.    | 3:00 p.m.    |
| SIN ALEROS      | 23,83             | 21,69        | 24,96        |
| HORA            | 7 am-4 pm         | 7:00 a.m.    | 03:00 p.m.   |

### RENOVACIONES HORA

| ZONA DE ESTUDIO                  | CIRE   |                                  |
|----------------------------------|--------|----------------------------------|
|                                  | (ac/h) | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 6,14   | 1,03                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 5,91   | 1,03                             |

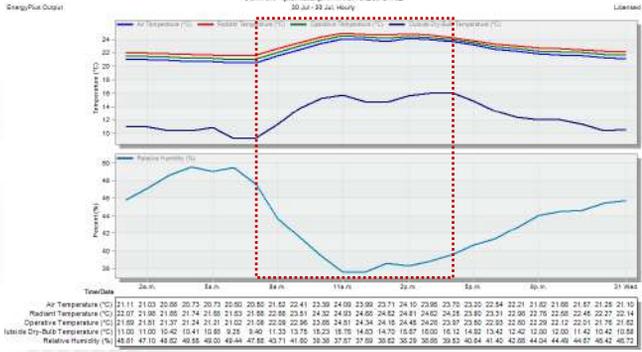
CUMPLE

| GANANCIAS INT. VENT EXT. |             |
|--------------------------|-------------|
| ZONA DE ESTUDIO          | CIRE (KW/h) |
| CON ALEROS               | 24,66       |
| SIN ALEROS               | 28,36       |

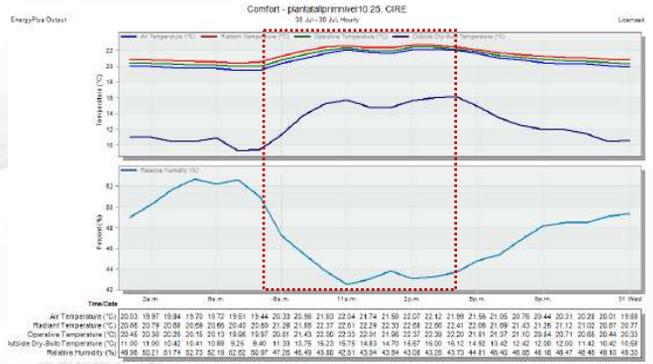
# 7. RESULTADOS

## CIRE nivel 10,35

### Julio – Sin aleros

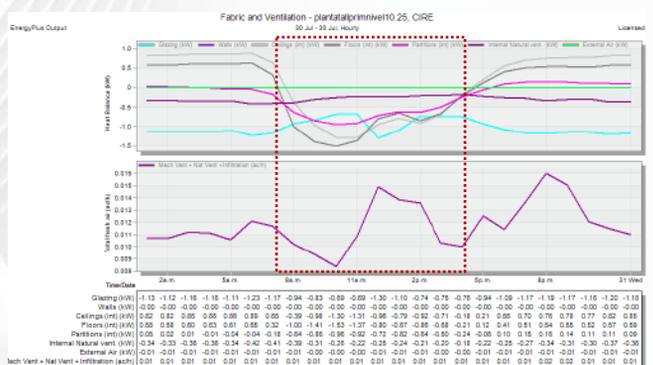
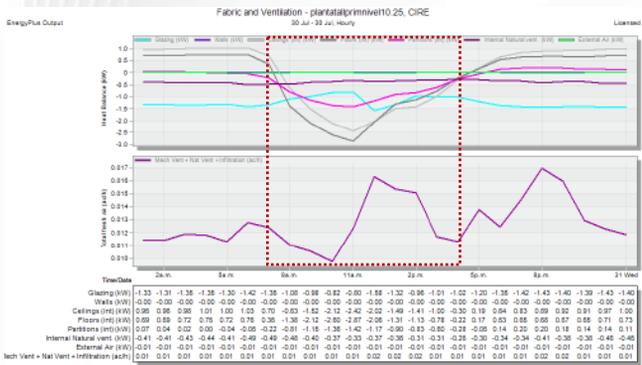


### Julio – con aleros



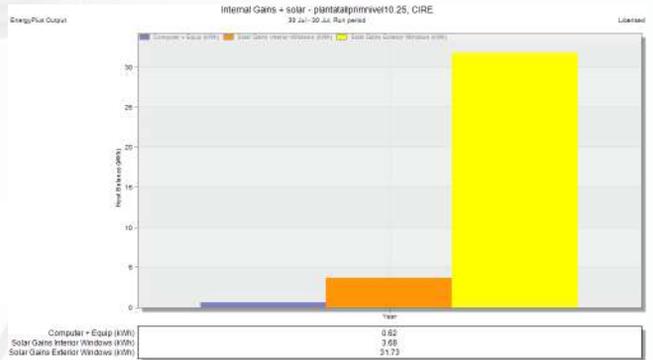
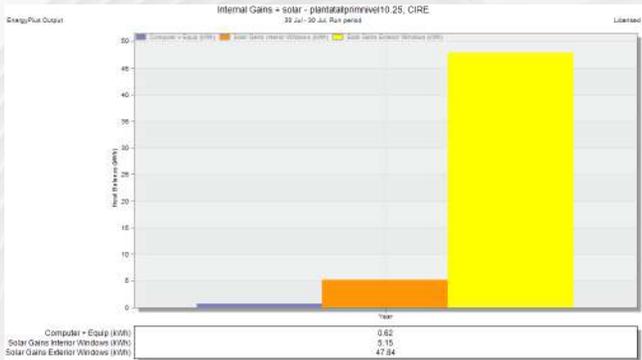
## CONFORT

## CONFORT



## FABRIC AND VENT

## FABRIC AND VENT



## INT GAINS

## INT GAINS

| ZONA DE ESTUDIO | CIRE              |              |              |
|-----------------|-------------------|--------------|--------------|
|                 | TEMP. PROMEDIO °C | TEMP. MIN °C | TEMP. MAX °C |
| CON ALEROS      | 21,74             | 19,97        | 22,66        |
| HORA            | 7 am-4 pm         | 7:00 a.m.    | 3:00 p.m     |
| SIN ALEROS      | 23,56             | 21,08        | 24,51        |
| HORA            | 7 am-4 pm         | 7:00 a. m.   | 11:00 a. m.  |

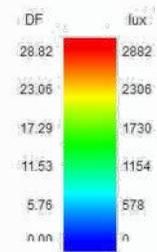
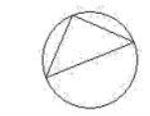
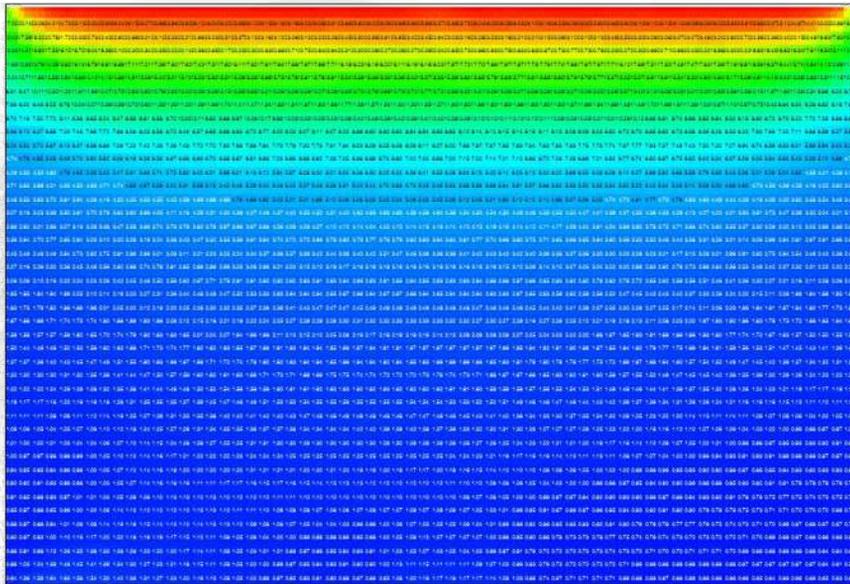
| ZONA DE ESTUDIO                  | RENOVACIONES HORA |                                  |
|----------------------------------|-------------------|----------------------------------|
|                                  | (ac/h)            | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 0,01              | 1,03                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 0,013             | 1,03                             |

**NO CUMPLE**

| GANANCIAS INT. VENT EXT. |             |
|--------------------------|-------------|
| ZONA DE ESTUDIO          | CIRE (KW/h) |
| CON ALEROS               | 31,73       |
| SIN ALEROS               | 47,84       |

# 7. RESULTADOS-ESTUDIO DE ILUMINACIÓN NATURAL

## CIRE nivel 10,35 ILUMINACIÓN NATURAL



| Block         | Zone | Floor Area (m2) | Floor Area above Threshold (m2) | Floor Area above Threshold (%) | Average Daylight Factor (%) | Minimum Daylight Factor (%) | Maximum Daylight Factor (%) | Uniformity ratio (Min / Avg) | Uniformity ratio (Min / Max) | Min Illuminance (lux) | Max Illuminance (lux) |
|---------------|------|-----------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| plantatallpri | CIRE | 110.124         | 60.214                          | 54.678                         | 5.616                       | 0.588                       | 28.821                      | 0.105                        | 0.020                        | 58.8                  | 2883.0                |

| TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD           | UGR <sub>lim</sub> | NIVELES DE ILUMINANCIA (lx) |       |        |
|---------------------------------------|--------------------|-----------------------------|-------|--------|
|                                       |                    | Mínimo                      | Medio | Máximo |
| <b>Colegios y centros educativos.</b> |                    |                             |       |        |
| <b>Salones de clase</b>               |                    |                             |       |        |
| <b>Iluminación general</b>            | 19                 | 300                         | 500   | 750    |
| <b>Tableros</b>                       | 19                 | 300                         | 500   | 750    |
| <b>Elaboración de planos</b>          | 16                 | 500                         | 750   | 1000   |
| <b>Salas de conferencias</b>          |                    |                             |       |        |
| <b>Iluminación general</b>            | 22                 | 300                         | 500   | 750    |
| <b>Tableros</b>                       | 19                 | 500                         | 750   | 1000   |
| <b>Bancos de demostración</b>         | 19                 | 500                         | 750   | 1000   |
| <b>Laboratorios</b>                   | 19                 | 300                         | 500   | 750    |
| <b>Salas de arte</b>                  | 19                 | 300                         | 500   | 750    |
| <b>Talleres</b>                       | 19                 | 300                         | 500   | 750    |
| <b>Salas de asamblea</b>              | 22                 | 150                         | 200   | 300    |

Tabla 410.1 Índice UGR máximo y Niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades  
Fuente para UGR, Norma UNE EN 12464-1 de 2003.

El tamaño del predio junto con un programa de necesidades extenso, generó un esquema arquitectónico que cumple con los estándares exigidos por la SED y las normas urbanas y técnicas pero que genera algunas dificultades en el manejo de la iluminación natural. Se propone incorporar vidrios laminados para controlar los excesos de iluminación, combinados con iluminación artificial con ahorro energético tipo LED para las zonas con dificultades de iluminación.

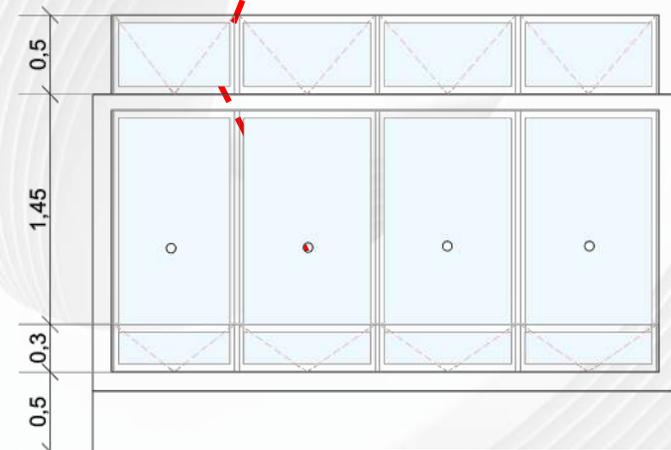
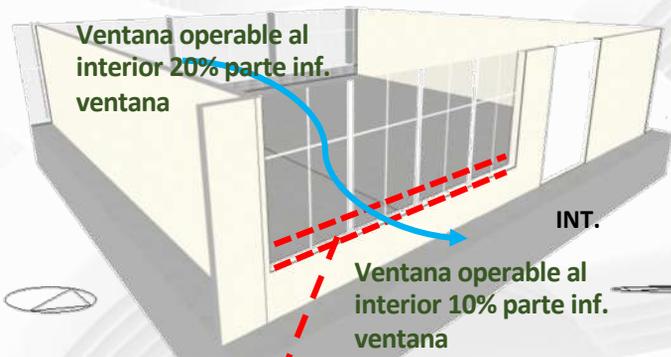
# 8. OPTIMIZACIÓN VENTILACIÓN

## CIRE nivel 10,35 **VENTILACIÓN NATURAL**

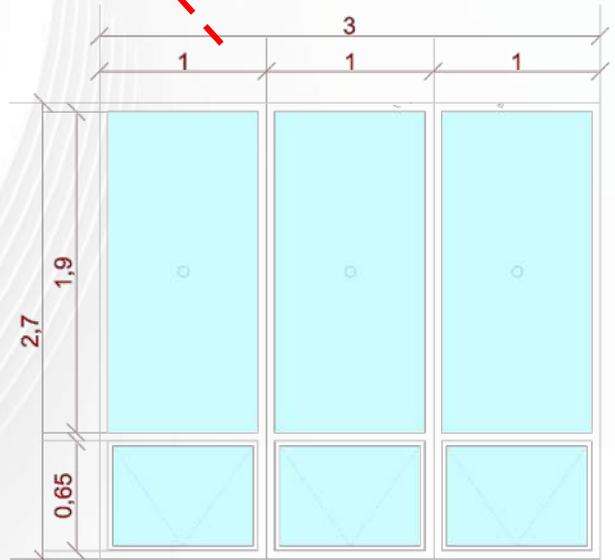
**CIRE NIVEL 10,25 PROTECCIONES SOLARES + VENTANAS EXT. Operables al 20%-inf. + ABERT. INFERIORES EN VENT. INTERIORES AL 10% + VIDRIO SENCILLO CLARO 3MM, DE FRÍO JULIO 30:**

Con el objetivo de mejorar las renovaciones de aire en el mes de julio, se prueban diferentes configuraciones de aperturas en la fachada del CIRE nivel 10,25 y se concluye a través de las simulaciones que las renovaciones de aire funcionan con ventanas operables al 20% en la parte inferior de la ventana.

| AREA M2 | AREA (FT2) | VOLUMEN (M3) | INDICE DE AREA CFM (FT2) ASHRAE 62.1 | TASA DE VENTILACIÓN MINIMA (CFM/PERSON) ASHRAE 62.1 | TASA VENTILACIÓN MINIMA m3/per/h ASHRAE 62.1 | CAUDAL (CFM) | CAUDAL (FT3/H) | CAUDAL REQUERIDO M3/HORA | RENOVACIÓN DE AIRE /HORA | % ABERTURA SOBRE AREA VIDRIADA TOTAL | AREA VIDRIADA TOTAL M2 (operables) | ÁREA VIDRIADA OPERABLES M2 (elementos que abren) |
|---------|------------|--------------|--------------------------------------|---|--|--------------|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| 112,17  | 1207,4     | 356,9        | 0,18                                 | 10  | 16,99  | 217,3        | 13040          | 369,2                    | 1,03                     | 20                                   | 53,94                              | 10,79  |



Detalle ventana CIRE fachada int.



Detalle ventana CIRE fachada ext.

## ESQUEMAS DE VENTILACIÓN

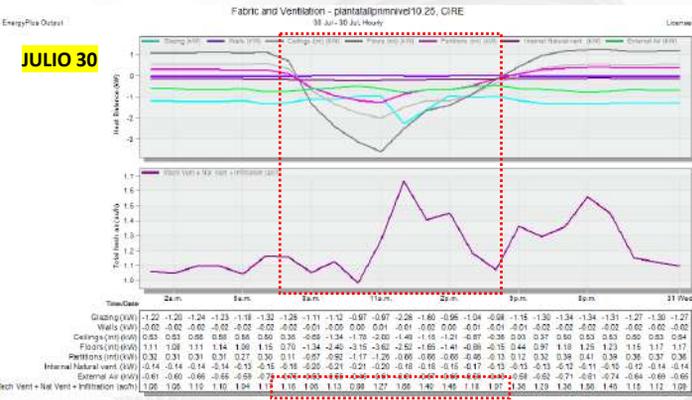
# 8. OPTIMIZACIÓN VENTILACIÓN

CIRE nivel 10,35

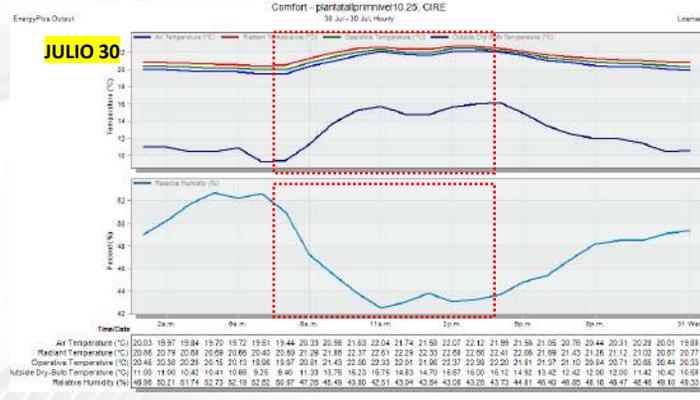
Materialidad / ACH

Confort térmico

JULIO 30



JULIO 30



| RENOVACIONES HORA                |        |                                  |
|----------------------------------|--------|----------------------------------|
| ZONA DE ESTUDIO                  | CIRE   |                                  |
|                                  | (ac/h) | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 1,23   | 1,03                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm |        | 1,03                             |

| TEMP. MIN H. CLASE 7-4 PM | TEMP. MAX H. CLASE 7-4 PM |
|---------------------------|---------------------------|
| 19,97                     | 22,39                     |

CUMPLE

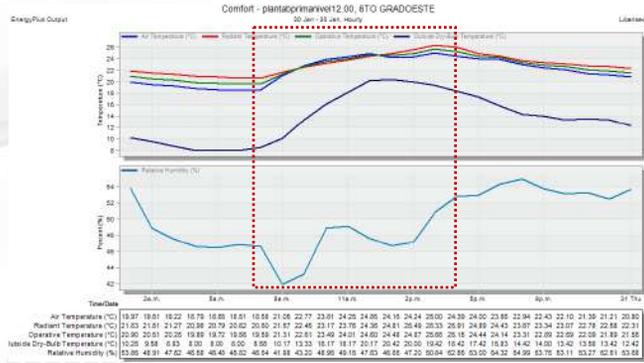
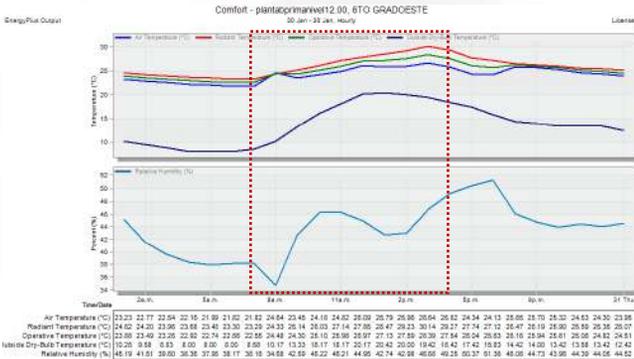
Los resultados muestran que el ACH en promedio para el CIRE son de **1,23 en el mes de julio** lo que quiere decir, que existe una buena ventilación natural y las renovaciones de aire cumplen con los cálculos del mínimo exigido por la norma **ASHRAE**, la cual es de **1,03 ACH** para este espacio.

# 7. RESULTADOS

## Aula 6to grado nivel 12,35

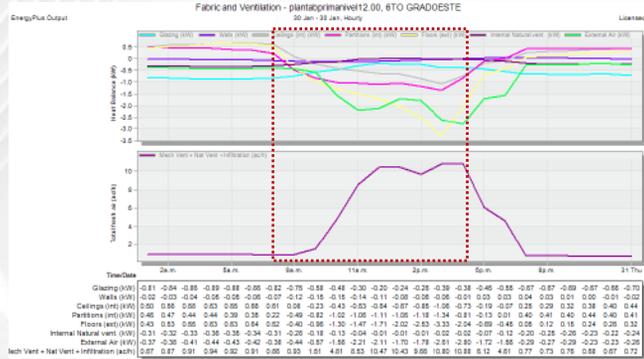
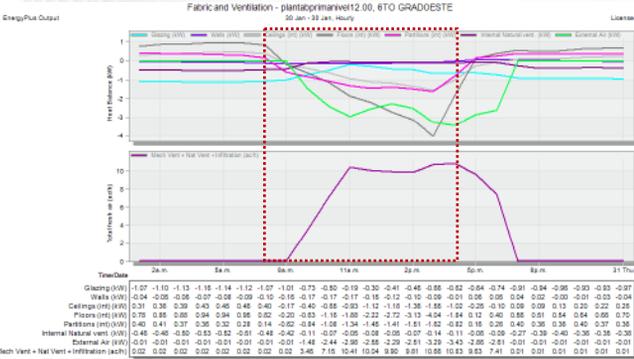
### Enero – Sin aleros

### Enero – con aleros



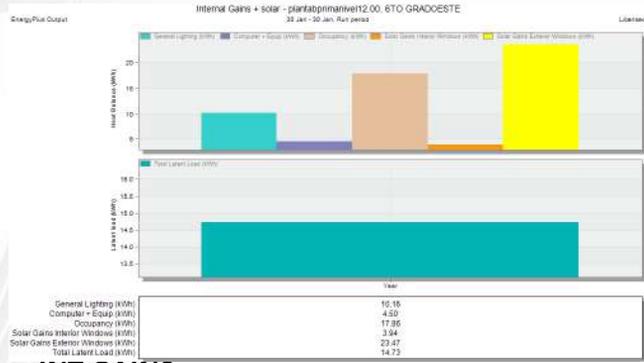
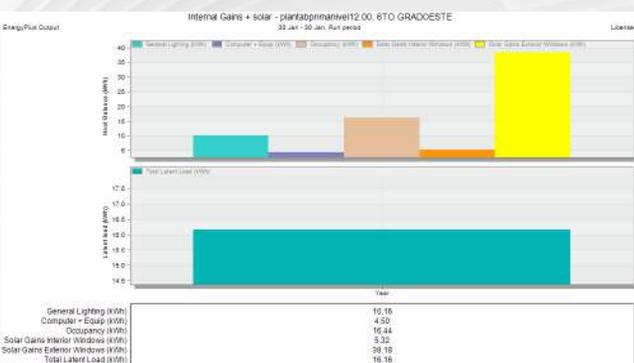
### CONFORT

### CONFORT



### FABRIC AND VENT

### FABRIC AND VENT



### INT GAINS

### INT GAINS

| EVOLUCIÓN DE TEMPERATURAS OPER. |                   |              |              |
|---------------------------------|-------------------|--------------|--------------|
| ZONA DE ESTUDIO                 | AULA 6to grado    |              |              |
|                                 | TEMP. PROMEDIO °C | TEMP. MIN °C | TEMP. MAX °C |
| CON ALEROS                      | 23,58             | 19,59        | 25,66        |
| HORA                            | 7 am-4 pm         | 7:00 a.m.    | 3:00 p.m     |
| SIN ALEROS                      | 26                | 22,55        | 28,39        |
| HORA                            | 7 am-4 pm         | 7:00 a. m.   | 3:00 p.m     |

| RENOVACIONES HORA                |                |                                  |
|----------------------------------|----------------|----------------------------------|
| ZONA DE ESTUDIO                  | AULA 6to grado |                                  |
|                                  | (ac/h)         | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 6,88           | 0,66                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 7,22           | 0,66                             |

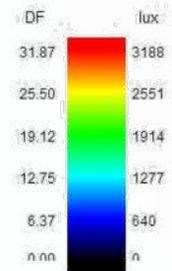
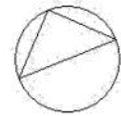
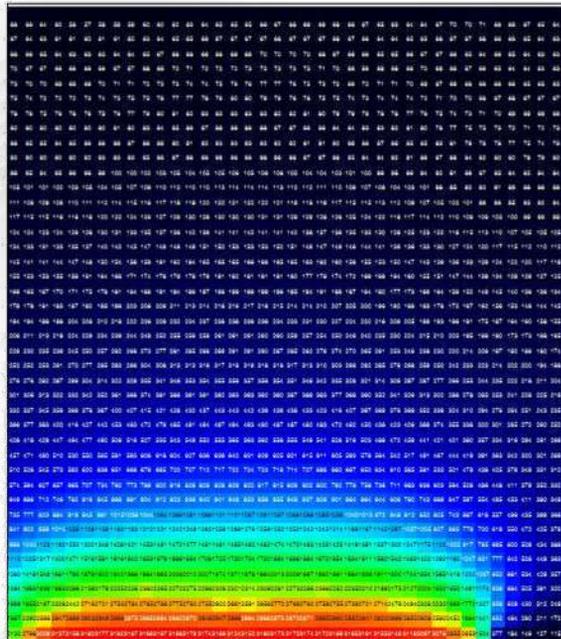
**CUMPLE**

| GANANCIAS INT. VENT EXT. |                       |
|--------------------------|-----------------------|
| ZONA DE ESTUDIO          | Aula 6to grado (KW/h) |
| CON ALEROS               | 23,47                 |
| SIN ALEROS               | 38,18                 |



# 7. RESULTADOS-ESTUDIO DE ILUMINACIÓN NATURAL

## AULA 6to grado nivel 12,35 **ILUMINACIÓN NATURAL**



| Block                      | Zone                 | Floor Area (m2) | Floor Area above Threshold (m2) | Floor Area above Threshold (%) | Average Daylight Factor (%) | Minimum Daylight Factor (%) | Maximum Daylight Factor (%) | Uniformity ratio (Min / Avg) | Uniformity ratio (Min / Max) | Min Illuminance (lux) | Max Illuminance (lux) |
|----------------------------|----------------------|-----------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| plantabprim<br>anivel12.00 | 6TO<br>GRADOEST<br>E | 65.971          | 28.143                          | 42.659                         | 5.372                       | 0.514                       | 31.874                      | 0.096                        | 0.016                        | 51.4                  | 3188.1                |

| TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD           | UGR <sub>L</sub> - NIVELES DE ILUMINANCIA (lx) |       |        |
|---------------------------------------|--|-------|--------|
|                                       | Mínimo   | Medio | Máximo |
| <b>Colegios y centros educativos.</b> |  |       |        |
| <i>Salones de clase</i>               |  |       |        |
| <b>Iluminación general</b>            | 19   | 300   | 750    |
| <b>Tableros</b>                       | 19   | 300   | 750    |
| <b>Elaboración de planos</b>          | 16   | 500   | 1000   |
| <b>Salas de conferencias</b>          |  |       |        |
| <b>Iluminación general</b>            | 22   | 300   | 750    |
| <b>Tableros</b>                       | 19   | 500   | 1000   |
| <b>Bancos de demostración</b>         | 19   | 500   | 1000   |
| <b>Laboratorios</b>                   | 19   | 300   | 750    |
| <b>Salas de arte</b>                  | 19   | 300   | 750    |
| <b>Talleres</b>                       | 19   | 300   | 750    |
| <b>Salas de asamblea</b>              | 22   | 150   | 300    |

Tabla 410.1 Índice UGR máximo y Niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades

Fuente para UGR, Norma UNE EN 12464-1 de 2003.

El tamaño del predio junto con un programa de necesidades extenso, generó un esquema arquitectónico que cumple con los estándares exigidos por la SED y las normas urbanas y técnicas pero que genera algunas dificultades en el manejo de la iluminación natural. Se propone incorporar vidrios laminados para controlar los excesos de iluminación, combinados con iluminación artificial con ahorro energético tipo LED para las zonas con dificultades de iluminación.

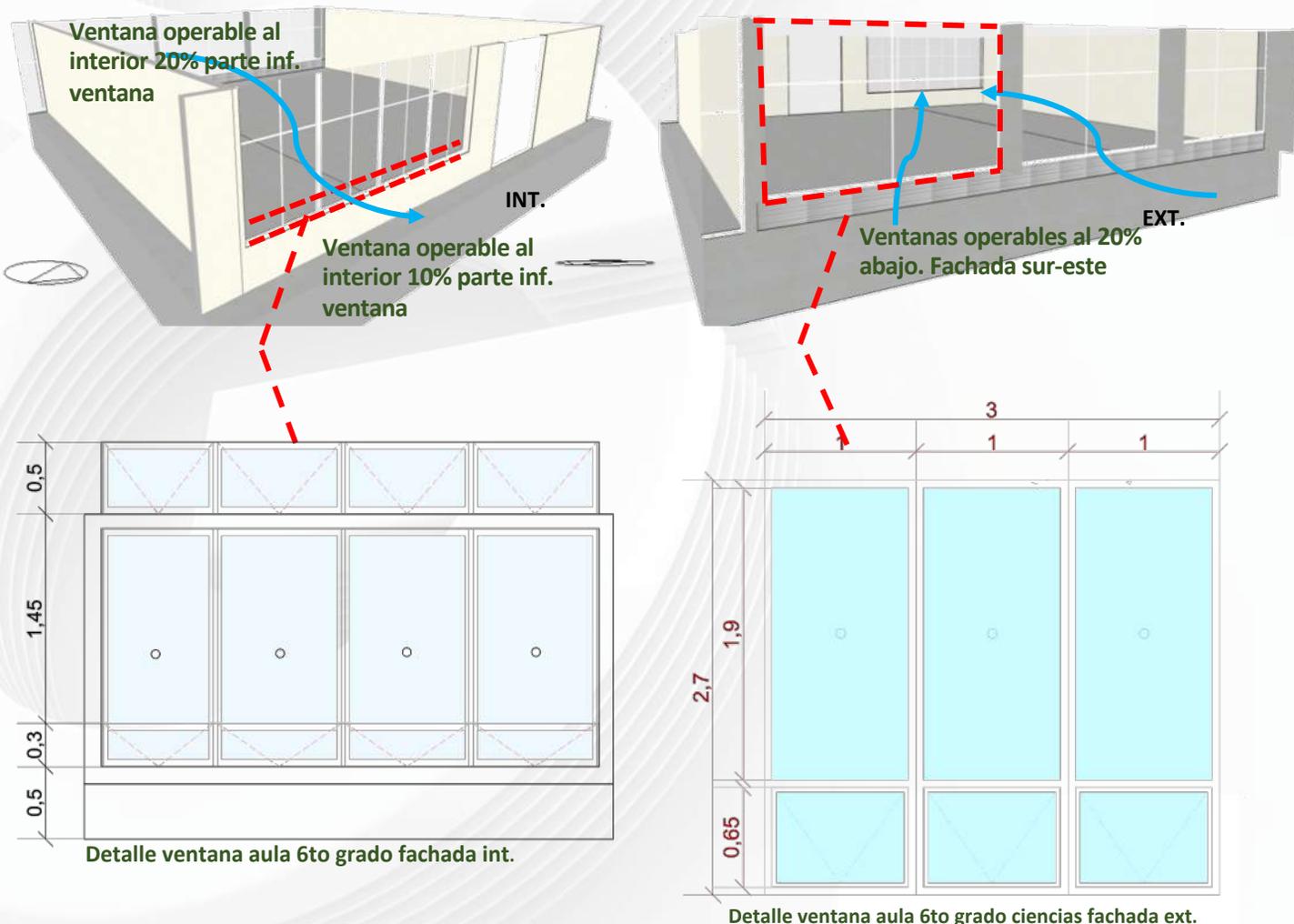
# 8. OPTIMIZACIÓN VENTILACIÓN

## AULA 6TO GRADO nivel 12,35 **VENTILACIÓN NATURAL**

Aula 6to grado PROTECCIONES SOLARES + VENTANAS EXT. Operables al 20% inf. + ABERT. INFERIORES EN VENT. INTERIORES AL 10% + VIDRIO SENCILLO CLARO 3MM, DE FRÍO JULIO 30:

Con el objetivo de mejorar las renovaciones de aire en el mes de julio, se prueban diferentes configuraciones de aperturas en la fachada AULA 6TO GRADO nivel 12,35 y se concluye a través de las simulaciones que las renovaciones de aire funcionan con ventanas operables al 20% en la parte inferior de la ventana.

| AREA M2 | AREA (FT2) | VOLUMEN (M3) | INDICE DE AREA CFM (FT2) ASHRAE 62.1 | TASA DE VENTILACIÓN MINIMA (CFM/PERSON) ASHRAE 62.1 | TASA VENTILACIÓN MINIMA m3/per/h ASHRAE 62.1 | CAUDAL (CFM) | CAUDAL (FT3/H) | CAUDAL REQUERIDO M3/HORA | RENOVACIÓN DE AIRE /HORA | % ABERTURA SOBRE AREA VIDRIADA TOTAL | AREA VIDRIADA TOTAL M2 (operables) | ÁREA VIDRIADA OPERABLES M2 (elementos que abren) |
|---------|------------|--------------|--------------------------------------|---|--|--------------|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| 60,7    | 653,4      | 201,6        | 0,12                                 | 10  | 16,99  | 78,4         | 4704           | 133,2                    | 0,66                     | 20                                   | 34,51                              | 6,90   |



### ESQUEMAS DE VENTILACIÓN

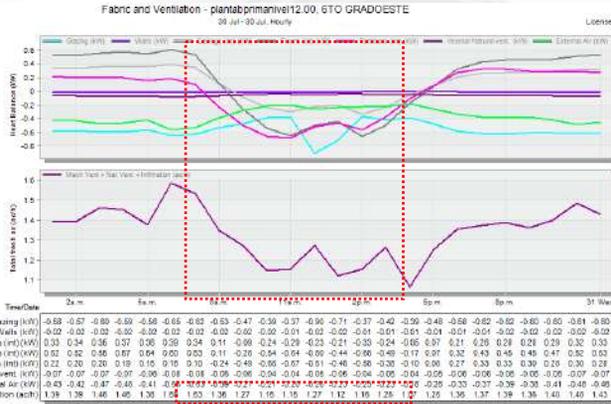
# 8. OPTIMIZACIÓN VENTILACIÓN

## AULA 6TO GRADO nivel 12,35

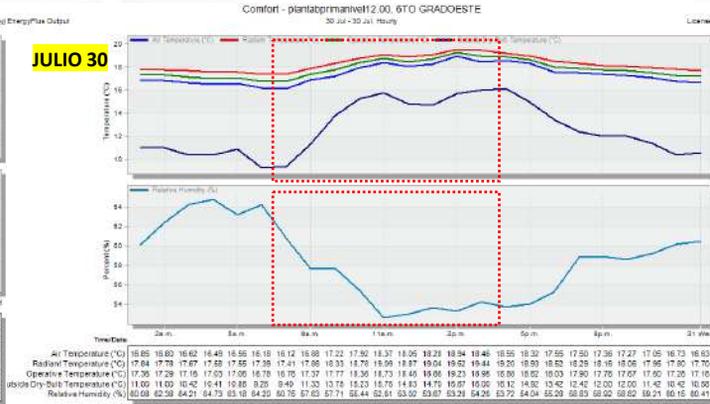
### Materialidad / ACH

### Confort térmico

JULIO 30



JULIO 30



| RENOVACIONES HORA                |                |                                  |
|----------------------------------|----------------|----------------------------------|
| ZONA DE ESTUDIO                  | AULA 6TO grado |                                  |
|                                  | (ac/h)         | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 1,33           | 0,66                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm |                | 0,66                             |

**CUMPLE**

TEMP. MIN H. CLASE 7-4 PM

16,76

TEMP. MAX H. CLASE 7-4 PM

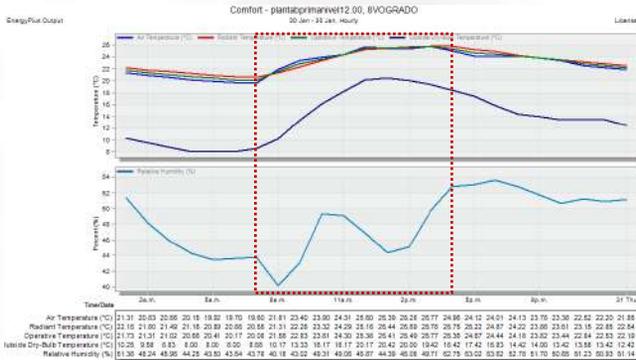
19,23

Los resultados muestran que el ACH en promedio para el aula 6to grado son de **1,33 en el mes de julio** lo que quiere decir, que existe una buena ventilación natural y las renovaciones de aire cumplen con los cálculos del mínimo exigido por la norma **ASHRAE**, la cual es de **0,66 ACH** para este espacio.

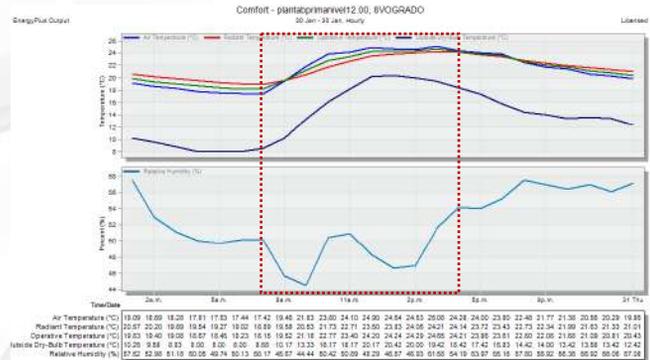
# 7. RESULTADOS

## Aula 8vo grado nivel 12,35

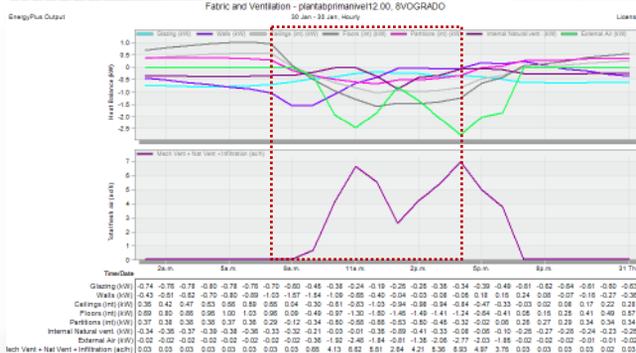
### Enero – Sin aleros



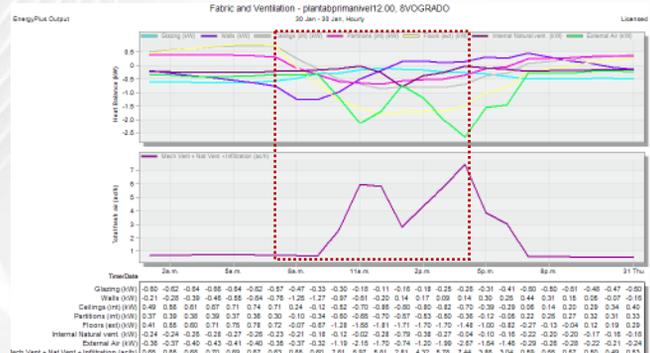
### Enero – con aleros



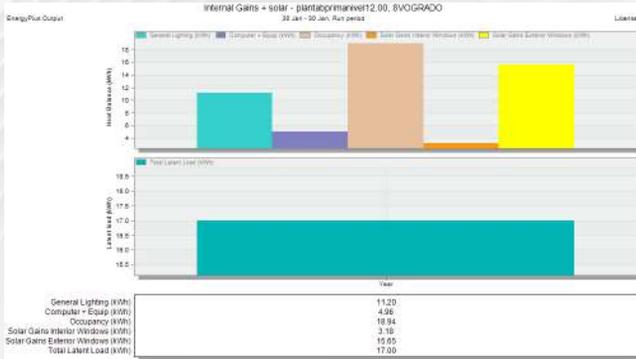
### CONFORT



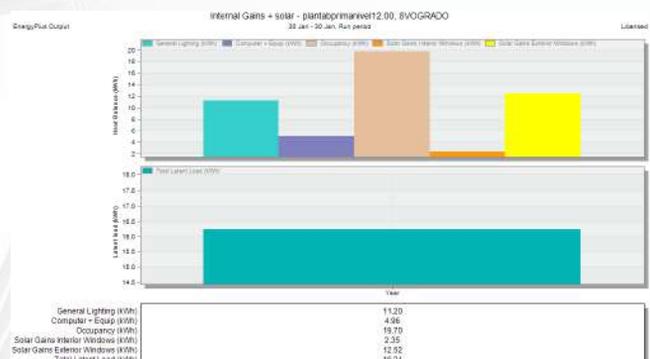
### CONFORT



### FABRIC AND VENT



### FABRIC AND VENT



### INT GAINS

| EVOLUCIÓN DE TEMPERATURAS OPER. |                   |              |              |
|---------------------------------|-------------------|--------------|--------------|
| AULA 8vo grado                  |                   |              |              |
| ZONA DE ESTUDIO                 | TEMP. PROMEDIO °C | TEMP. MIN °C | TEMP. MAX °C |
| CON ALEROS                      | 22,66             | 18,15        | 24,65        |
| HORA                            | 7 am-4 pm         | 7:00 a.m.    | 3:00 p.m     |
| SIN ALEROS                      | 24,00             | 20,08        | 25,77        |
| HORA                            | 7 am-4 pm         | 7:00 a. m.   | 3:00 p.m     |

### INT GAINS

| RENOVACIONES HORA                |        |                                  |
|----------------------------------|--------|----------------------------------|
| AULA 8vo grado                   |        |                                  |
| ZONA DE ESTUDIO                  | (ac/h) | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 3,6    | 0,66                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 3,6    | 0,66                             |

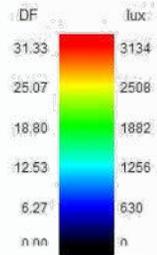
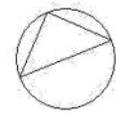
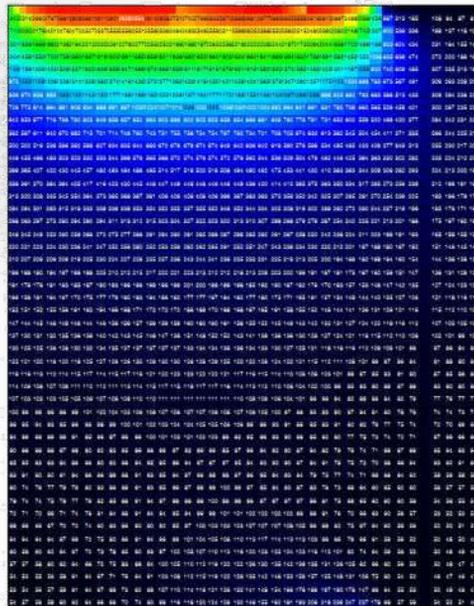
CUMPLE

| GANANCIAS INT. VENT EXT. |                       |
|--------------------------|-----------------------|
| ZONA DE ESTUDIO          | Aula 8vo grado (KW/h) |
| CON ALEROS               | 12,52                 |
| SIN ALEROS               | 15,65                 |



# 7. RESULTADOS-ESTUDIO DE ILUMINACIÓN NATURAL

## AULA 8vo grado nivel 12,35 ILUMINACIÓN NATURAL



| Block                      | Zone     | Floor Area (m2) | Floor Area above Threshold (m2) | Floor Area above Threshold (%) | Average Daylight Factor (%) | Minimum Daylight Factor (%) | Maximum Daylight Factor (%) | Uniformity ratio (Min / Avg) | Uniformity ratio (Min / Max) | Min Illuminance (lux) | Max Illuminance (lux) |
|----------------------------|----------|-----------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| plantabprim<br>anivel12.00 | 8VOGRADO | 72.733          | 23.462                          | 32.258                         | 4.222                       | 0.467                       | 31.334                      | 0.111                        | 0.015                        | 46.7                  | 3134.1                |

| TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD           | UGR <sub>L</sub> | NIVELES DE ILUMINANCIA (lx) |            |             |
|---------------------------------------|------------------|-----------------------------|------------|-------------|
|                                       |                  | Mínimo                      | Medio      | Máximo      |
| <b>Colegios y centros educativos.</b> |                  |                             |            |             |
| <i>Salones de clase</i>               |                  |                             |            |             |
| <b>Iluminación general</b>            | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Tableros</b>                       | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Elaboración de planos</b>          | <b>16</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <b>Salas de conferencias</b>          |                  |                             |            |             |
| <b>Iluminación general</b>            | <b>22</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Tableros</b>                       | <b>19</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <b>Bancos de demostración</b>         | <b>19</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <b>Laboratorios</b>                   | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Salas de arte</b>                  | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Talleres</b>                       | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Salas de asamblea</b>              | <b>22</b>        | <b>150</b>                  | <b>200</b> | <b>300</b>  |

Tabla 410.1 Índice UGR máximo y Niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades

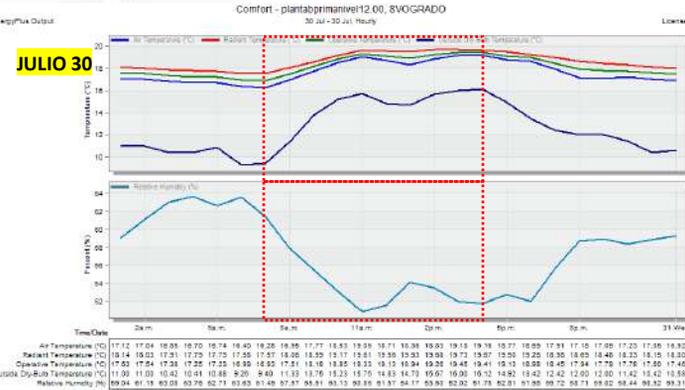
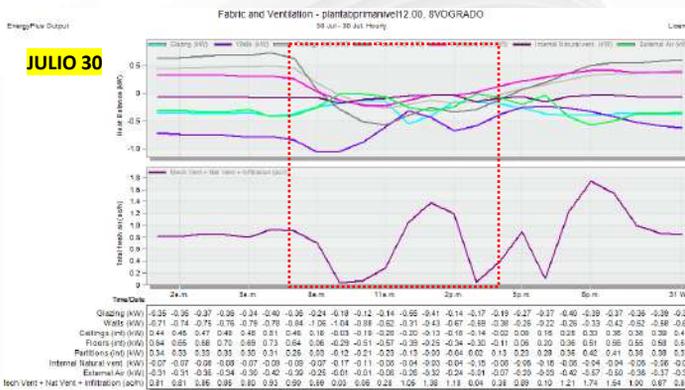
Fuente para UGR, Norma UNE EN 12464-1 de 2003.

El tamaño del predio junto con un programa de necesidades extenso, generó un esquema arquitectónico que cumple con los estándares exigidos por la SED y las normas urbanas y técnicas pero que genera algunas dificultades en el manejo de la iluminación natural. Se propone incorporar vidrios laminados para controlar los excesos de iluminación, combinados con iluminación artificial con ahorro energético tipo LED para las zonas con dificultades de iluminación.

# 8. OPTIMIZACIÓN DE VENTILACIÓN AULA 8VO GRADO nivel 12,35 VENTILACIÓN NATURAL

## Materialidad / ACH

## Confort térmico



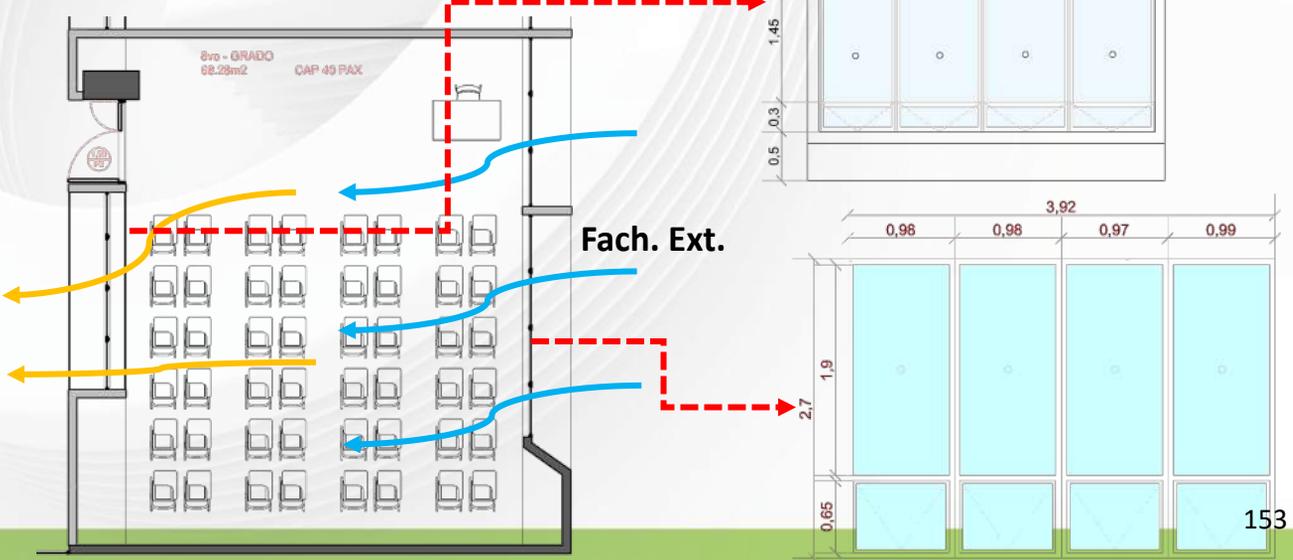
| RENOVACIONES HORA                |                      |                                  |
|----------------------------------|----------------------|----------------------------------|
| ZONA DE ESTUDIO                  | Aula 8vo grado-julio |                                  |
|                                  | (ac/h)               | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 0,80                 | 0,66                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm |                      |                                  |

| TEMP. MIN H. CLASE 7-4 PM | TEMP. MAX H. CLASE 7-4 PM |
|---------------------------|---------------------------|
| 16,93                     | 19,45                     |

CUMPLE

Los resultados muestran que el ACH en promedio para el Aula 8vo grado son de **3,60 en el mes de enero** y **0,80 en el mes de julio** lo que quiere decir, que existe una buena ventilación natural y las renovaciones de aire cumplen con los cálculos del mínimo exigido por la norma **ASHRAE**, la cual es de **0,66 ACH** para este espacio.

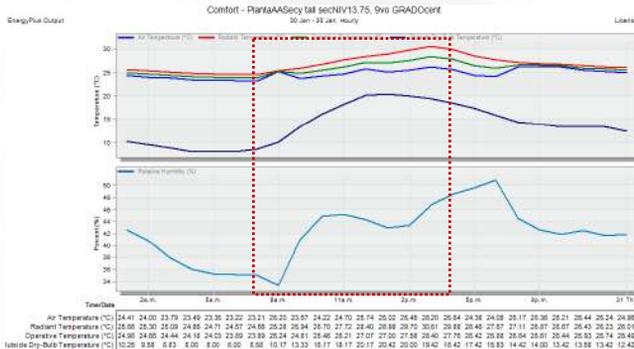
## Esquemas de ventilación



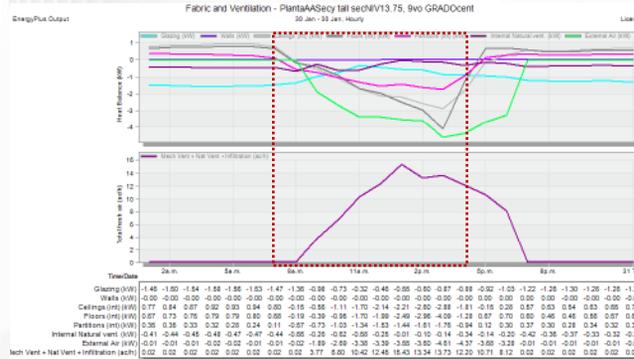
# 7. RESULTADOS

## Aula 9no grado nivel 14,00

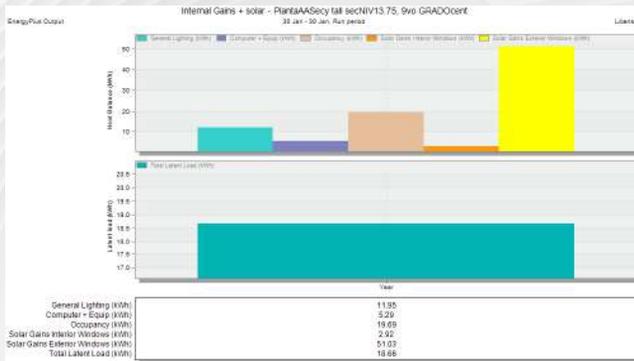
### Enero – Sin aleros



### CONFORT



### FABRIC AND VENT

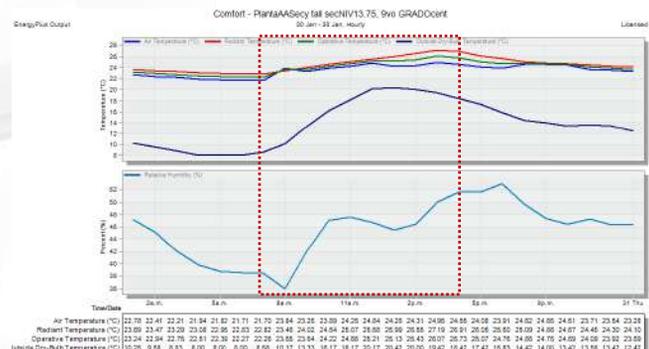


### INT GAINS

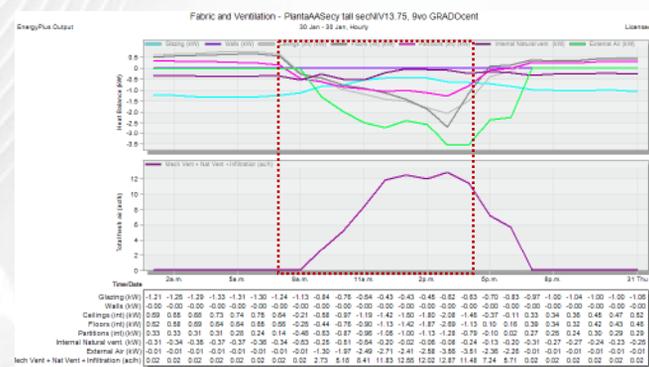
| EVOLUCIÓN DE TEMPERATURAS OPER. |                   |              |              |
|---------------------------------|-------------------|--------------|--------------|
| AULA 9no grado                  |                   |              |              |
| ZONA DE ESTUDIO                 | TEMP. PROMEDIO °C | TEMP. MIN °C | TEMP. MAX °C |
| CON ALEROS                      | 24,6              | 22,26        | 26,07        |
| HORA                            | 7 am-4 pm         | 7:00 a.m.    | 3:00 p.m.    |
| SIN ALEROS                      | 26,34             | 23,89        | 28,40        |
| HORA                            | 7 am-4 pm         | 7:00 a. m.   | 3:00 p.m.    |

| GANANCIAS INT. VENT EXT. |                       |
|--------------------------|-----------------------|
| ZONA DE ESTUDIO          | Aula 9no grado (KW/h) |
| CON ALEROS               | 29,29                 |
| SIN ALEROS               | 51,03                 |

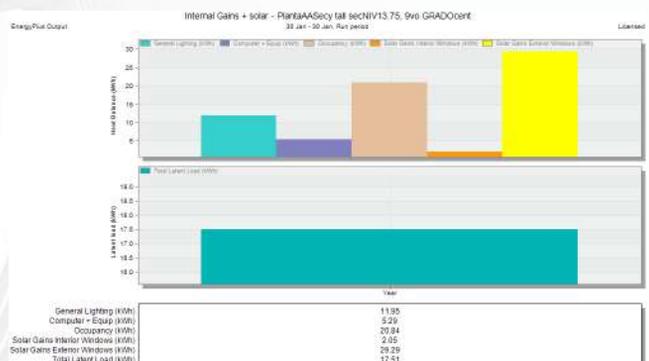
### Enero – con aleros



### CONFORT



### FABRIC AND VENT



### INT GAINS

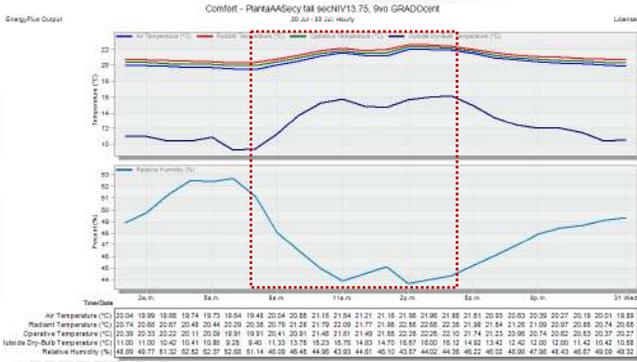
| RENOVACIONES HORA                |        |                                  |
|----------------------------------|--------|----------------------------------|
| AULA 9no grado                   |        |                                  |
| ZONA DE ESTUDIO                  | (ac/h) | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 7,71   | 0,66                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 8,81   | 0,66                             |

**CUMPLE**

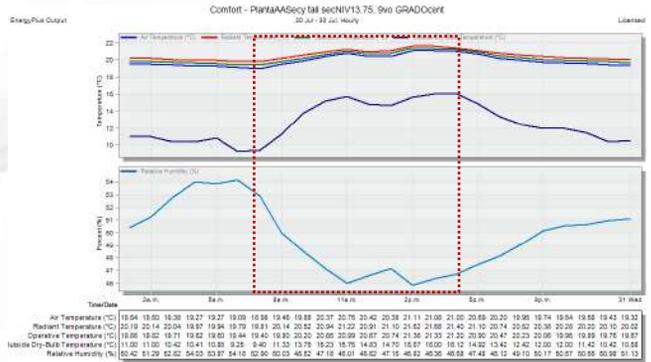
# 7. RESULTADOS

## Aula 9no grado nivel 14,00

### Julio – Sin aleros

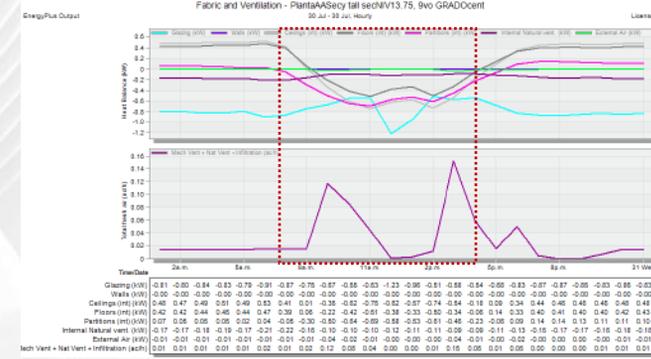
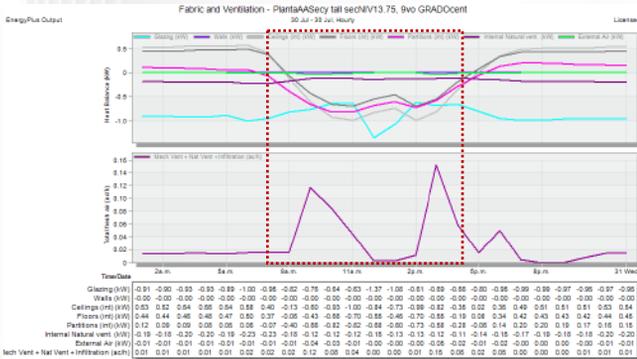


### Julio – con aleros



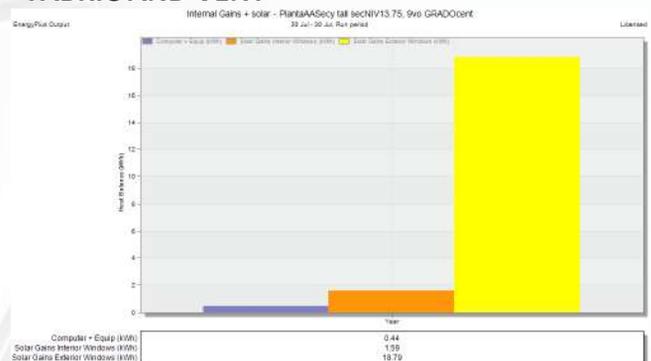
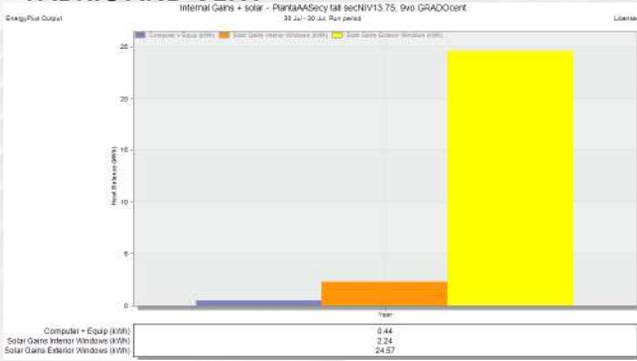
### CONFORT

### CONFORT



### FABRIC AND VENT

### FABRIC AND VENT



### INT GAINS

### INT GAINS

### EVOLUCIÓN DE TEMPERATURAS OPER.

| ZONA DE ESTUDIO | AULA 9no grado    |              |              |
|-----------------|-------------------|--------------|--------------|
|                 | TEMP. PROMEDIO °C | TEMP. MIN °C | TEMP. MAX °C |
| CON ALEROS      | 20,63             | 19,40        | 21,36        |
| HORA            | 7 am-4 pm         | 7:00 a.m.    | 2:00 p.m.    |
| SIN ALEROS      | 21,41             | 19,91        | 22,26        |
| HORA            | 7 am-4 pm         | 7:00 a. m.   | 3:00 p.m.    |

### RENOVACIONES HORA

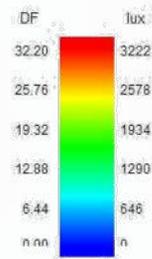
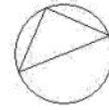
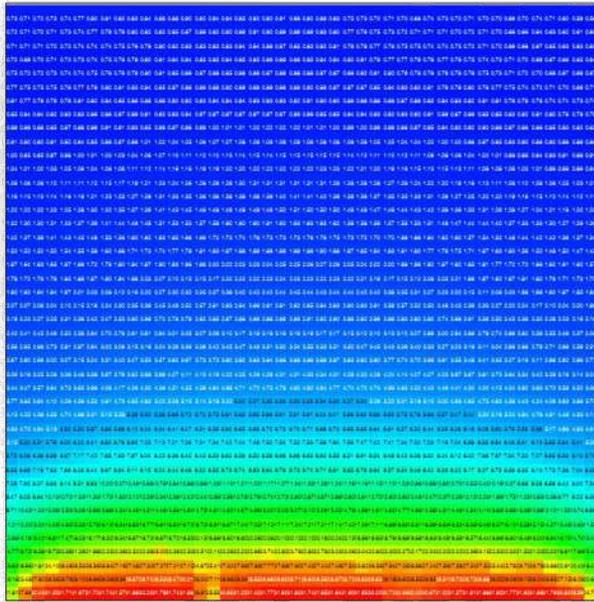
| ZONA DE ESTUDIO                  | AULA 9no grado |                                  |
|----------------------------------|----------------|----------------------------------|
|                                  | (ac/h)         | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 0,05           | 0,66                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 0,05           | 0,66                             |

**NO CUMPLE**

| GANANCIAS INT. VENT EXT. |                       |
|--------------------------|-----------------------|
| ZONA DE ESTUDIO          | Aula 9no grado (KW/h) |
| CON ALEROS               | 18,79                 |
| SIN ALEROS               | 24,57                 |

# 7. RESULTADOS-ESTUDIO DE ILUMINACIÓN NATURAL

## AULA 9no grado nivel 14,00 ILUMINACIÓN NATURAL



| Block              | Zone          | Floor Area (m2) | Floor Area above Threshold (m2) | Floor Area above Threshold (%) | Average Daylight Factor (%) | Minimum Daylight Factor (%) | Maximum Daylight Factor (%) | Uniformity ratio (Min / Avg) | Uniformity ratio (Min / Max) | Min Illuminance (lux) | Max Illuminance (lux) |
|--------------------|---------------|-----------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| PlantaAAssecy tall | 9vo GRADOCent | 77.611          | 42.026                          | 54.150                         | 6.086                       | 0.548                       | 32.204                      | 0.090                        | 0.017                        | 54.8                  | 3222.2                |

| TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD           | UGR <sub>L</sub> | NIVELES DE ILUMINANCIA (lx) |       |        |
|---------------------------------------|------------------|-----------------------------|-------|--------|
|                                       |                  | Mínimo.                     | Medio | Máximo |
| <b>Colegios y centros educativos.</b> |                  |                             |       |        |
| <i>Salones de clase</i>               |                  |                             |       |        |
| <b>Iluminación general</b>            | 19               | 300                         | 500   | 750    |
| <b>Tableros</b>                       | 19               | 300                         | 500   | 750    |
| <b>Elaboración de planos</b>          | 16               | 500                         | 750   | 1000   |
| <b>Salas de conferencias</b>          |                  |                             |       |        |
| <b>Iluminación general</b>            | 22               | 300                         | 500   | 750    |
| <b>Tableros</b>                       | 19               | 500                         | 750   | 1000   |
| <b>Bancos de demostración</b>         | 19               | 500                         | 750   | 1000   |
| <b>Laboratorios</b>                   | 19               | 300                         | 500   | 750    |
| <b>Salas de arte</b>                  | 19               | 300                         | 500   | 750    |
| <b>Talleres</b>                       | 19               | 300                         | 500   | 750    |
| <b>Salas de asamblea</b>              | 22               | 150                         | 200   | 300    |

Tabla 410.1 Índice UGR máximo y Niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades Fuente para UGR, Norma UNE EN 12464-1 de 2003.

El tamaño del predio junto con un programa de necesidades extenso, generó un esquema arquitectónico que cumple con los estándares exigidos por la SED y las normas urbanas y técnicas pero que genera algunas dificultades en el manejo de la iluminación natural. Se propone incorporar vidrios laminados para controlar los excesos de iluminación, combinados con iluminación artificial con ahorro energético tipo LED para las zonas con dificultades de iluminación.

# 8. OPTIMIZACIÓN VENTILACIÓN

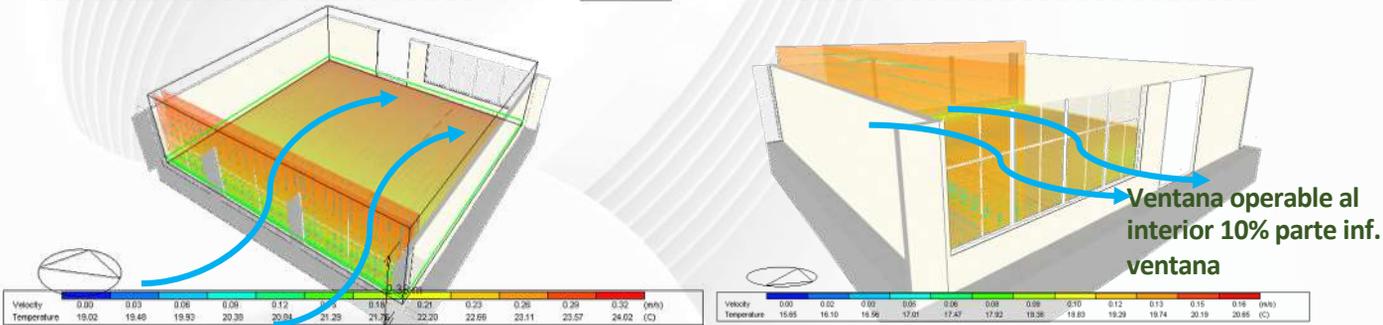
## AULA NOVENO GRADO nivel 14,00 **VENTILACIÓN NATURAL**

AULA 9NO NIVEL 14,00 PROTECCIONES SOLARES + VENTANAS OPERABLES 20% INF. + ABERT. INFERIORES EN VENT. INTERIORES AL 10% + VIDRIO SENCILLO CLARO 3MM, DIA DE CALOR ENE 30-DIA DE FRÍO JULIO 30:

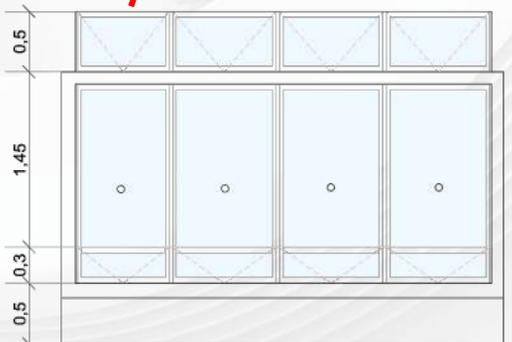
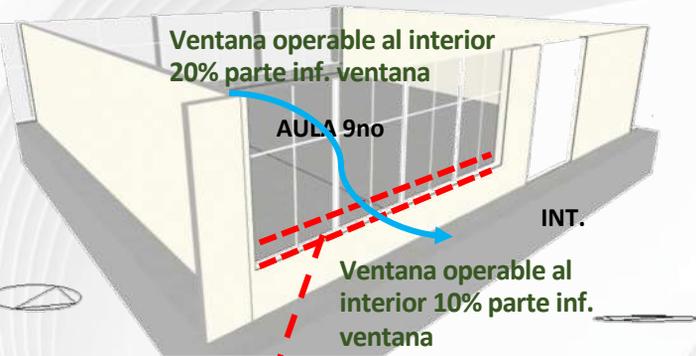
Con el objetivo de mejorar las renovaciones de aire en el mes de julio, se prueban diferentes configuraciones de aperturas en la fachada SUR-ESTE nivel 14,00 y se concluye a través de las simulaciones que las renovaciones de aire funcionan bien con ventanas operables al 20% inf.

**ENERO 30** VELOCIDAD DEL AIRE: 0,32m/s  
TEMP MIN. : 20,84 Cº  
TEMP MAX. : 24,02 Cº

**JULIO 30** VELOCIDAD DEL AIRE: 0,16m/s  
TEMP MIN. : 18,38 Cº  
TEMP MAX. : 20,65 Cº

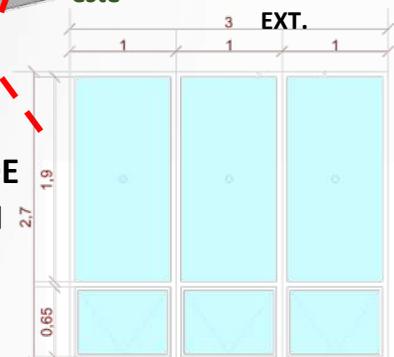


| AREA M2 | AREA (FT2) | VOLUMEN (M3) | INDICE DE AREA CFM (FT2) ASHRAE 62.1 | TASA DE VENTILACIÓN MINIMA (CFM/PERSON) ASHRAE 62.1 | TASA VENTILACIÓN MINIMA m3/per/h ASHRAE 62.1 | CAUDAL (CFM) | CAUDAL (FT3/H) | CAUDAL REQUERIDO M3/HORA | RENOVACIÓN DE AIRE /HORA | % ABERTURA SOBRE AREA VIDRIADA TOTAL | AREA VIDRIADA TOTAL M2 (operables) | ÁREA VIDRIADA OPERABLES M2 (elementos que abren) |
|---------|------------|--------------|--------------------------------------|---|--|--------------|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| 67,04   | 721,6      | 221,6        | 0,12                                 | 10  | 16,99  | 86,6         | 5196           | 147,1                    | 0,66                     | 20                                   | 32,76                              | 6,55   |



Detalle ventana aula 9no grado fachada int.

### ESQUEMAS DE VENTILACIÓN

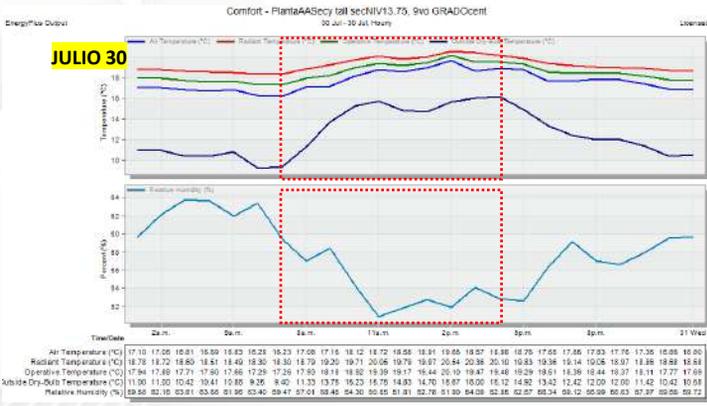
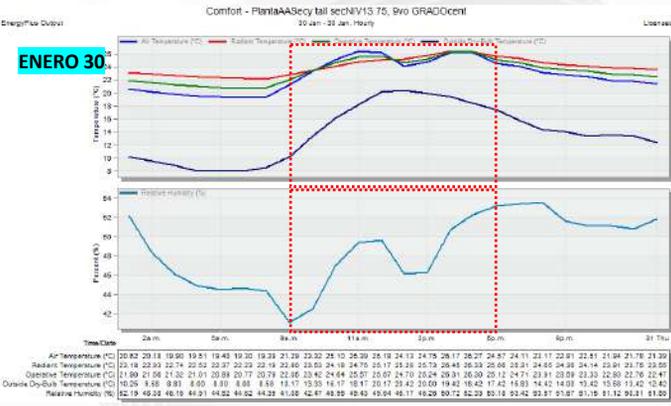


Detalle ventana 9no grado fachada ext.

# 8. OPTIMIZACIÓN VENTILACIÓN

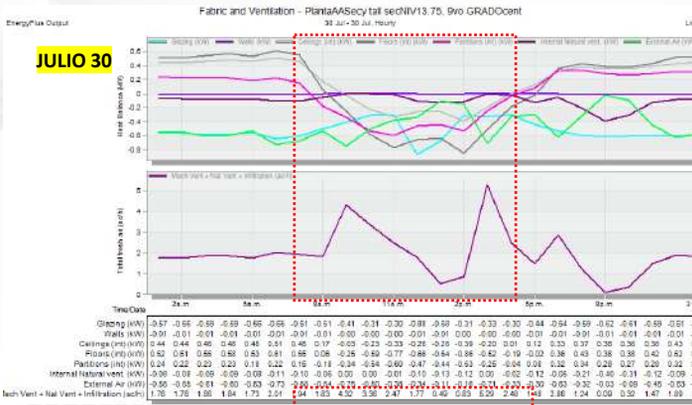
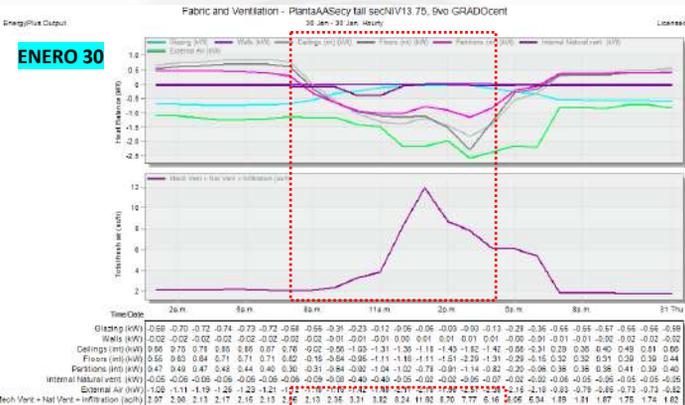
## AULA NOVENO GRADO nivel 14,00

### Confort térmico



| TEMP. MIN H. CLASE 7-4 PM | TEMP. MAX H. CLASE 7-4 PM | TEMP. MIN H. CLASE 7-4 PM | TEMP. MAX H. CLASE 7-4 PM |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 22,05                     | 26,31                     | 17,26                     | 20,10                     |

### Materialidad / ACH



Los resultados muestran que el ACH en promedio para el aula de 9no son de **3,81** en el mes de enero y **1,95** en el mes de julio lo que quiere decir, que existe una buena ventilación natural y las renovaciones de aire cumplen con los cálculos del mínimo exigido por la norma ASHRAE, la cual es de **0,66 ACH** para este espacio.

| ZONA DE ESTUDIO                  | RENOVACIONES HORA |                                  |
|----------------------------------|-------------------|----------------------------------|
|                                  | AULA 9no grado    |                                  |
|                                  | (ac/h)            | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 1,95              | 0,66                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm |                   | 0,66                             |

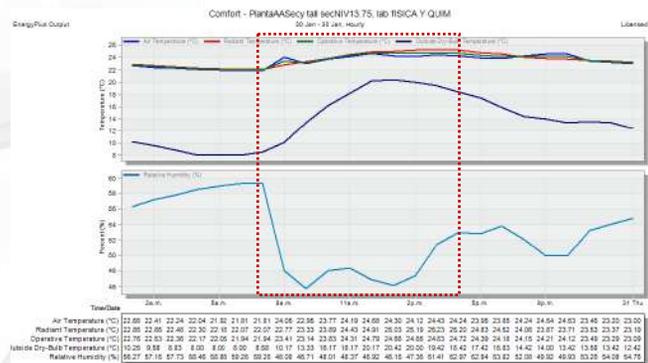
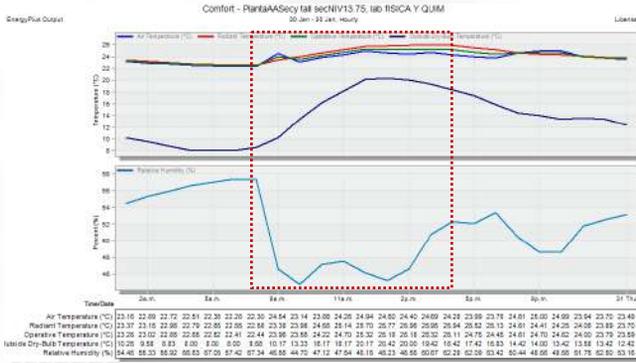
**CUMPLE**

# 7. RESULTADOS

## Lab fisica y quimica nivel 14,00

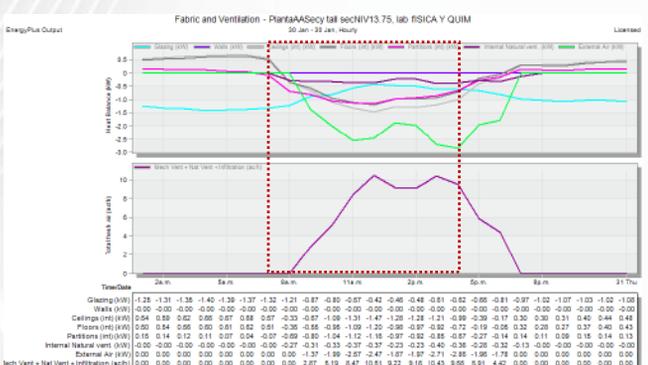
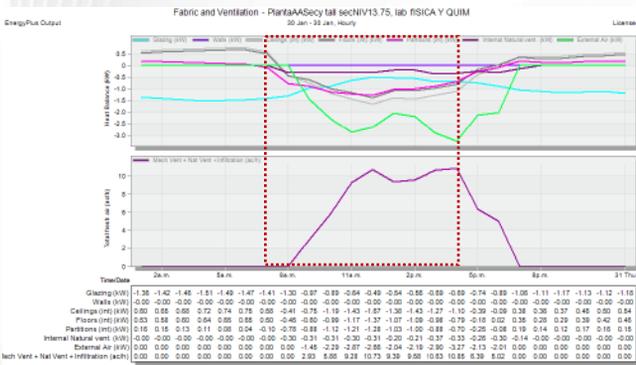
Enero – Sin aleros

Enero – con aleros



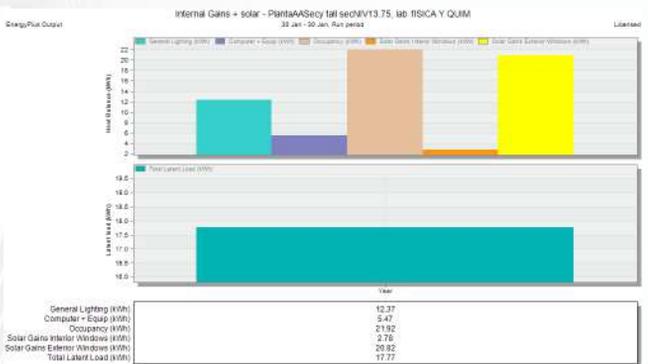
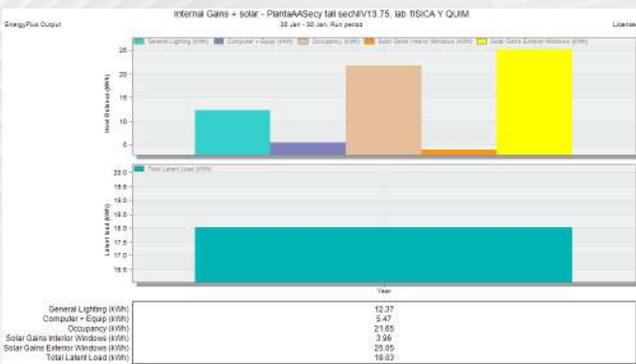
### CONFORT

### CONFORT



### FABRIC AND VENT

### FABRIC AND VENT



### INT GAINS

### INT GAINS

#### EVOLUCIÓN DE TEMPERATURAS OPER.

| ZONA DE ESTUDIO | Laboratorio Fis y Quim |              |              |
|-----------------|------------------------|--------------|--------------|
|                 | TEMP. PROMEDIO °C      | TEMP. MIN °C | TEMP. MAX °C |
| CON ALEROS      | 24,02                  | 21,94        | 24,83        |
| HORA            | 7 am-4 pm              | 7:00 a.m.    | 2:00 p.m     |
| SIN ALEROS      | 22,00                  | 22,44        | 25,32        |
| HORA            | 7 am-4 pm              | 7:00 a. m.   | 3:00 p.m     |

#### RENOVACIONES HORA

| ZONA DE ESTUDIO                  | Laboratorio Fis y Quim |                                  |
|----------------------------------|------------------------|----------------------------------|
|                                  | (ac/h)                 | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 6,54                   | 1,01                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 6,92                   | 1,01                             |

CUMPLE

#### GANANCIAS INT. VENT EXT.

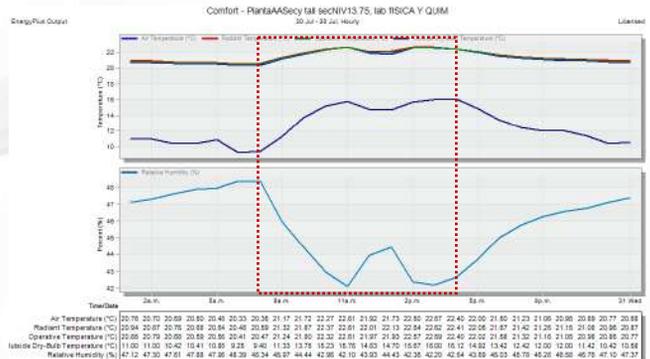
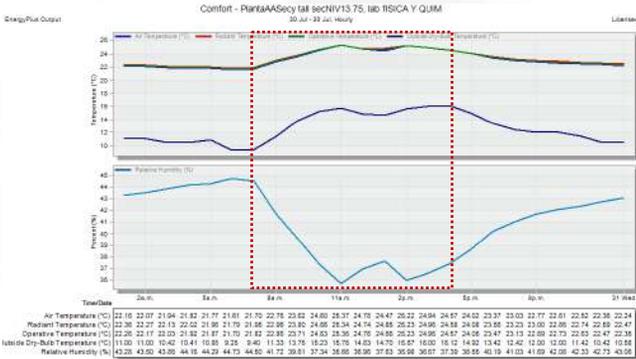
| ZONA DE ESTUDIO | Lab fis y quim |
|-----------------|----------------|
|                 | (KW/h)         |
| CON ALEROS      | 20,82          |
| SIN ALEROS      | 25,05          |

# 7. RESULTADOS

## Lab fisica y quimica nivel 14,00

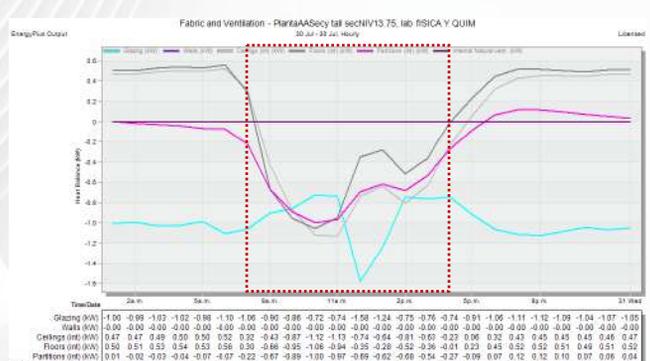
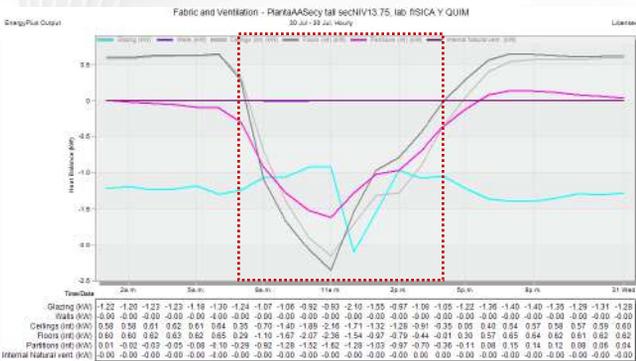
### Julio – Sin aleros

### Julio – con aleros



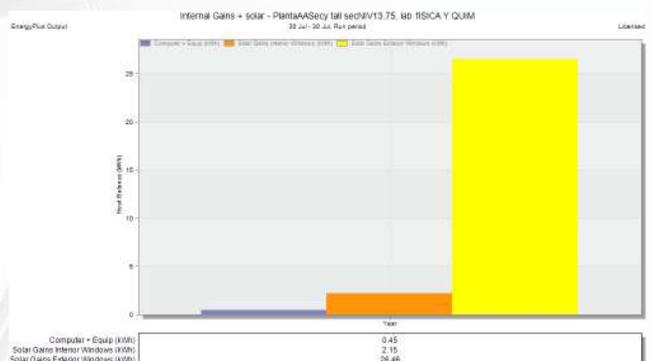
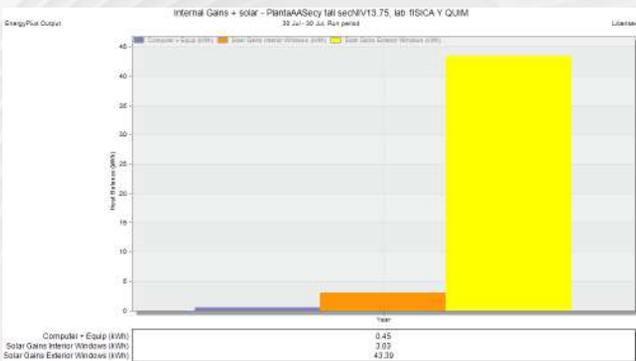
### CONFORT

### CONFORT



### FABRIC AND VENT

### FABRIC AND VENT



### INT GAINS

### INT GAINS

#### EVOLUCIÓN DE TEMPERATURAS OPER.

| ZONA DE ESTUDIO | Laboratorio Fis y Quim |              |              |
|-----------------|------------------------|--------------|--------------|
|                 | TEMP. PROMEDIO °C      | TEMP. MIN °C | TEMP. MAX °C |
| CON ALEROS      | 22,00                  | 20,47        | 22,61        |
| HORA            | 7 am-4 pm              | 7:00 a.m.    | 11:00 a.m    |
| SIN ALEROS      | 24,25                  | 21,82        | 25,35        |
| HORA            | 7 am-4 pm              | 7:00 a. m.   | 11:00 a.m    |

#### RENOVACIONES HORA

| ZONA DE ESTUDIO                  | Laboratorio Fis y Quim |                                  |
|----------------------------------|------------------------|----------------------------------|
|                                  | (ac/h)                 | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 0,00                   | 1,01                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 0,00                   | 1,01                             |

**NO CUMPLE**

#### GANANCIAS INT. VENT EXT.

| ZONA DE ESTUDIO | Lab fis y quim |
|-----------------|----------------|
|                 | (KW/h)         |
| CON ALEROS      | 26,46          |
| SIN ALEROS      | 43,39          |

# 8. OPTIMIZACIÓN DE VENTILACIÓN

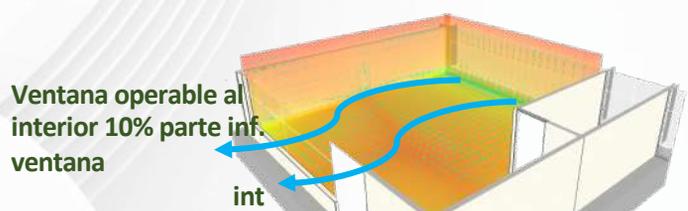
## LAB FIS-QUIM. nivel 14,00. VENTILACIÓN NATURAL

LAB FIS-QUIM NIVEL 14,00 PROTECCIONES SOLARES + VENTANAS OPERABLES AL 20% INF + ABERT. INFERIORES EN VENT. INTERIORES AL 10% + VIDRIO SENCILLO CLARO 3MM, DIA DE CALOR ENE 30-DIA DE FRÍO JULIO 30:

Con el objetivo de mejorar las renovaciones de aire en el mes de julio, se prueban diferentes configuraciones de aperturas en la fachada hacia el patio interior del nivel 14,00 y se concluye a través de las simulaciones que las renovaciones de aire se incrementan con una ventana operable al 20% al inf. De la ventana.

**ENERO 30** VELOCIDAD DEL AIRE: 0,47m/s  
TEMP MIN. : 21,48 C°  
TEMP MAX. : 23,30 C°

**JULIO 30** VELOCIDAD DEL AIRE: 0,16m/s  
TEMP MIN. : 17,09 C°  
TEMP MAX. : 19,36 C°



| AREA M2 | AREA (FT2) | VOLUMEN (M3) | INDICE DE AREA CFM (FT2) ASHRAE 62.1 | TASA DE VENTILACIÓN MINIMA (CFM/PERSON) ASHRAE 62.1 | TASA VENTILACIÓN MINIMA m3/per/h ASHRAE 62.1 | CAUDAL (CFM) | CAUDAL (FT3/H) | CAUDAL REQUERIDO M3/HORA | RENOVACIÓN DE AIRE /HORA | % ABERTURA SOBRE AREA VIDRIADA TOTAL | AREA VIDRIADA TOTAL M2 (operables) | ÁREA VIDRIADA OPERABLES M2 (elementos que abren) |
|---------|------------|--------------|--------------------------------------|---|--|--------------|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| 72,4    | 779,3      | 236,9        | 0,18                                 | 10  | 16,99  | 140,3        | 8417           | 238,3                    | 1,01                     | 20                                   | 34,43                              | 6,89   |

### ESQUEMAS DE VENTILACIÓN

VENTANAS OPERABLES AL 20% sup.

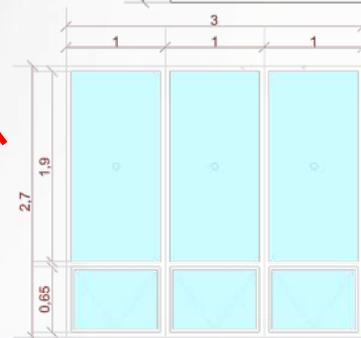
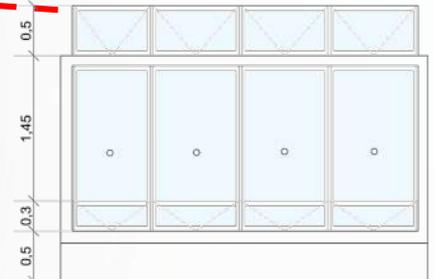
Ventana operable al interior 10% parte inf. ventana

Lab fis-quim.

INT.

AULA 9no

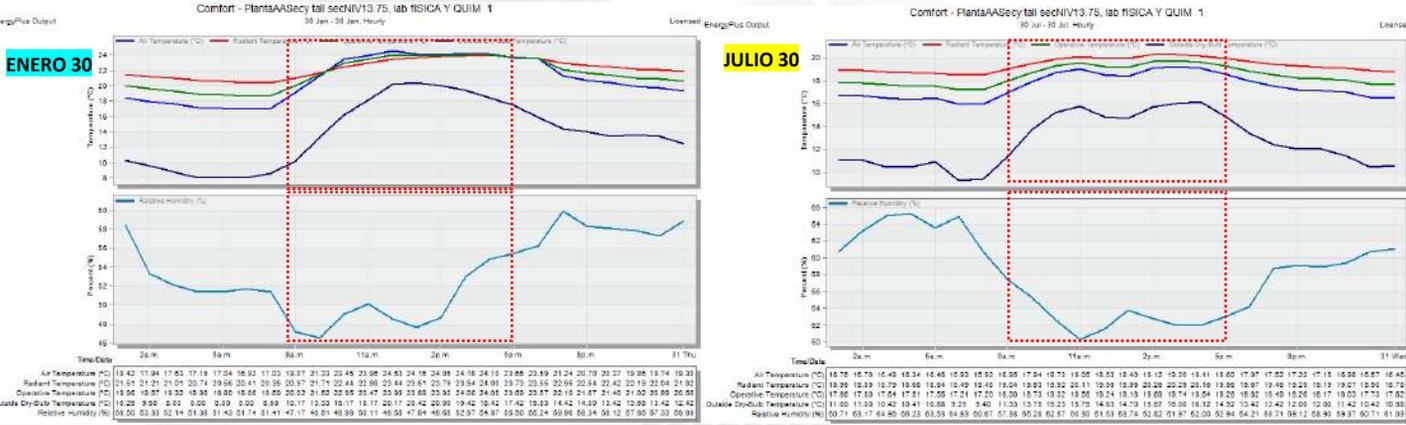
Detalle ventana aula 10mo grado fachada int.



Detalle ventana aula 10mo grado fachada ext.

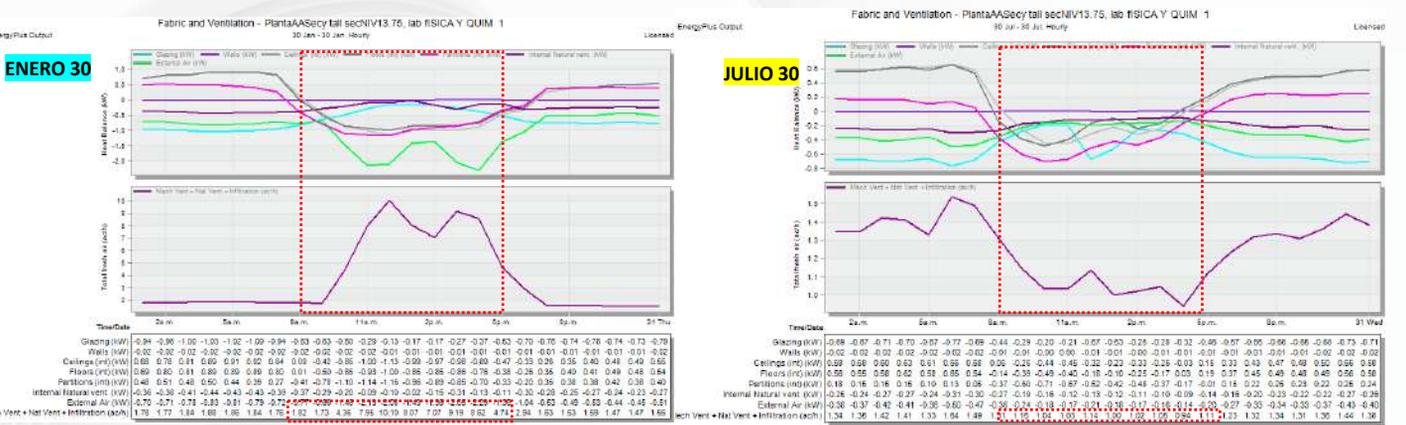
# 8. OPTIMIZACIÓN DE VENTILACIÓN LAB FIS-QUIM. nivel 14,00

## Confort térmico



|                                  |                                  |                                  |                                  |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| <b>TEMP. MIN H. CLASE 7-4 PM</b> | <b>TEMP. MAX H. CLASE 7-4 PM</b> | <b>TEMP. MIN H. CLASE 7-4 PM</b> | <b>TEMP. MAX H. CLASE 7-4 PM</b> |
| 20,02                            | 24,05                            | 18,00                            | 19,74                            |

## Materialidad / ACH



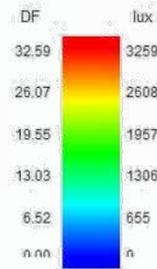
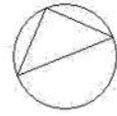
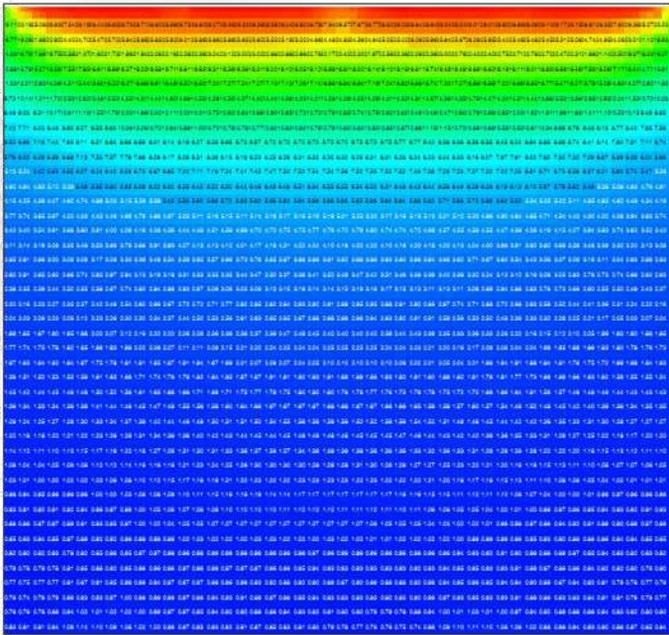
Los resultados muestran que el ACH en promedio para el lab fis-quim son de **3,69** en el mes de enero y **1,25** en el mes de julio lo que quiere decir, que existe una buena ventilación natural y las renovaciones de aire cumplen con los cálculos del mínimo exigido por la norma **ASHRAE**, la cual es de **1,01 ACH** para este espacio.

| RENOVACIONES HORA                |                               |                                  |
|----------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| ZONA DE ESTUDIO                  | Laboratorio Fis y Quim -julio |                                  |
|                                  | (ac/h)                        | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 1,25                          | 1,01                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm |                               |                                  |

**CUMPLE** 162

# 7. RESULTADOS-ESTUDIO DE ILUMINACIÓN NATURAL

## LAB FIS Y QUIM. nivel 14,00 ILUMINACIÓN NATURAL



| Block                 | Zone                 | Floor Area (m2) | Floor Area above Threshold (m2) | Floor Area above Threshold (%) | Average Daylight Factor (%) | Minimum Daylight Factor (%) | Maximum Daylight Factor (%) | Uniformity ratio (Min / Avg) | Uniformity ratio (Min / Max) | Min Illuminance (lux) | Max Illuminance (lux) |
|-----------------------|----------------------|-----------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| cy tall<br>secNIV13.7 | lab FISICA Y<br>QUIM | 80.317          | 44.070                          | 54.871                         | 5.959                       | 0.738                       | 32.586                      | 0.124                        | 0.023                        | 73.8                  | 3259.5                |

| TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD           | UGR <sub>L</sub> | NIVELES DE ILUMINANCIA (lx) |            |             |
|---------------------------------------|------------------|-----------------------------|------------|-------------|
|                                       |                  | Mínimo.                     | Medio      | Máximo      |
| <b>Colegios y centros educativos.</b> |                  |                             |            |             |
| <i>Salones de clase</i>               |                  |                             |            |             |
| <b>Iluminación general</b>            | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Tableros</b>                       | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Elaboración de planos</b>          | <b>16</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <b>Salas de conferencias</b>          |                  |                             |            |             |
| <b>Iluminación general</b>            | <b>22</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Tableros</b>                       | <b>19</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <b>Bancos de demostración</b>         | <b>19</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <b>Laboratorios</b>                   | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Salas de arte</b>                  | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Talleres</b>                       | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Salas de asamblea</b>              | <b>22</b>        | <b>150</b>                  | <b>200</b> | <b>300</b>  |

Tabla 410.1 Índice UGR máximo y Niveles de iluminancia para diferentes áreas y actividades  
Fuente para UGR, Norma UNE EN 12464-1 de 2003.

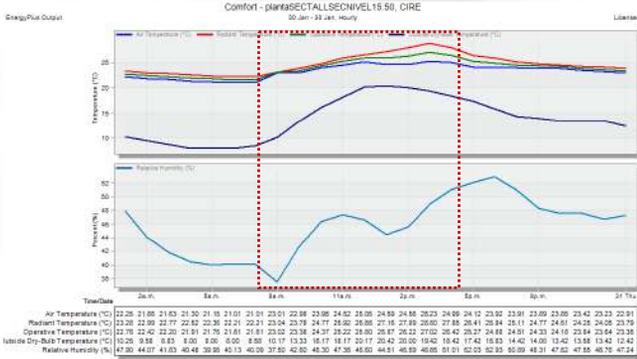
El tamaño del predio junto con un programa de necesidades extenso, generó un esquema arquitectónico que cumple con los estándares exigidos por la SED y las normas urbanas y técnicas pero que genera algunas dificultades en el manejo de la iluminación natural. Se propone incorporar vidrios laminados para controlar los excesos de iluminación, combinados con iluminación artificial con ahorro energético tipo LED para las zonas con dificultades de iluminación.

# 7. RESULTADOS

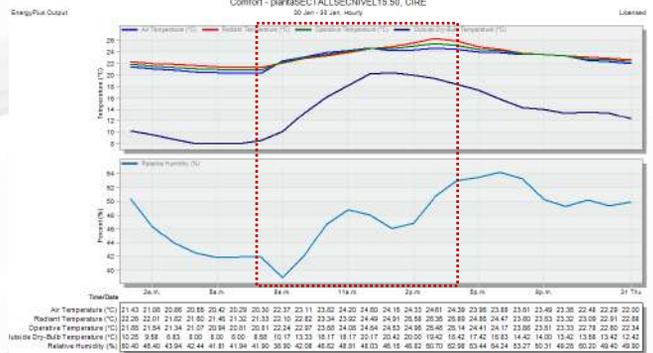
## CIRE nivel 16,00

### Enero – Sin aleros

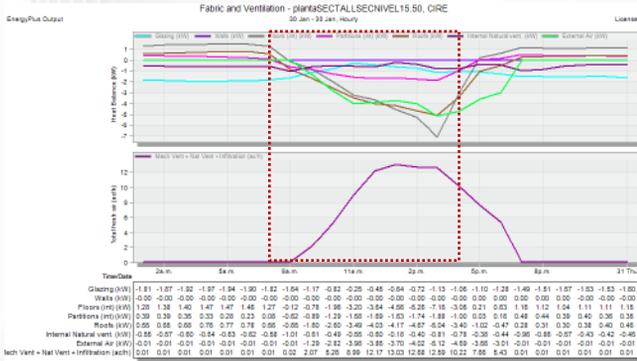
### Enero – con aleros



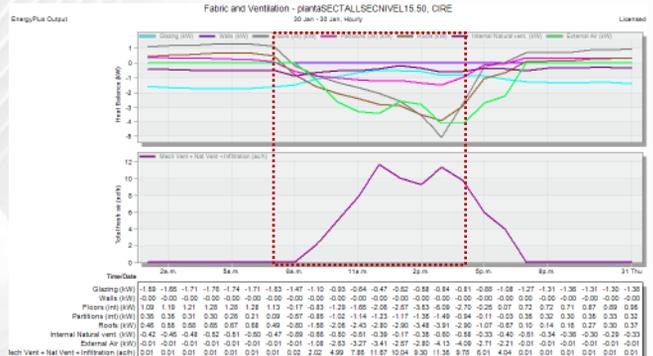
### CONFORT



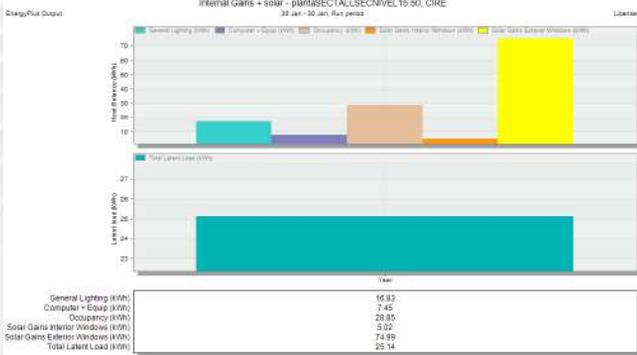
### CONFORT



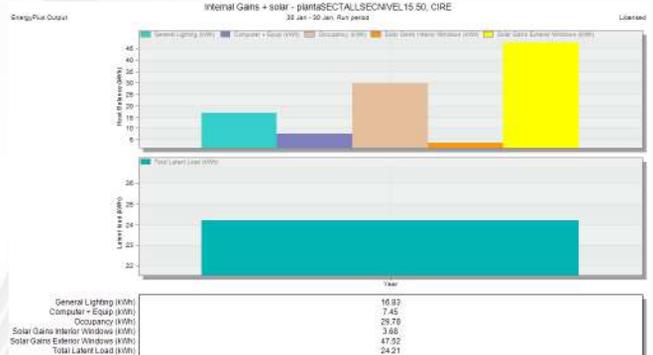
### FABRIC AND VENT



### FABRIC AND VENT



### INT GAINS



### INT GAINS

| EVOLUCIÓN DE TEMPERATURAS OPER. |                   |              |              |
|---------------------------------|-------------------|--------------|--------------|
| ZONA DE ESTUDIO                 | CIRE              |              |              |
|                                 | TEMP. PROMEDIO °C | TEMP. MIN °C | TEMP. MAX °C |
| CON ALEROS                      | 23,83             | 20,81        | 25,48        |
| HORA                            | 7 am-4 pm         | 7:00 a.m.    | 03:00 p.m    |
| SIN ALEROS                      | 24,90             | 21,61        | 27,02        |
| HORA                            | 7 am-4 pm         | 7:00 a. m.   | 03:00 p.m    |

| RENOVACIONES HORA                |        |                                  |
|----------------------------------|--------|----------------------------------|
| ZONA DE ESTUDIO                  | CIRE   |                                  |
|                                  | (ac/h) | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 6,70   | 1,22                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 7,70   | 1,22                             |

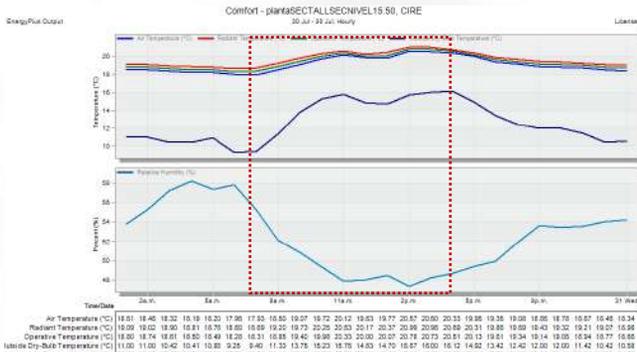
**CUMPLE**

| GANANCIAS INT. VENT EXT. |        |
|--------------------------|--------|
| ZONA DE ESTUDIO          | CIRE   |
|                          | (kW/h) |
| CON ALEROS               | 47,52  |
| SIN ALEROS               | 74,99  |

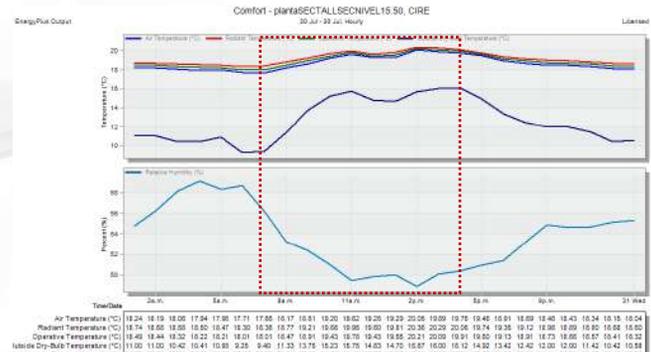
# 7. RESULTADOS

## CIRE nivel 16,00

### Julio – Sin aleros

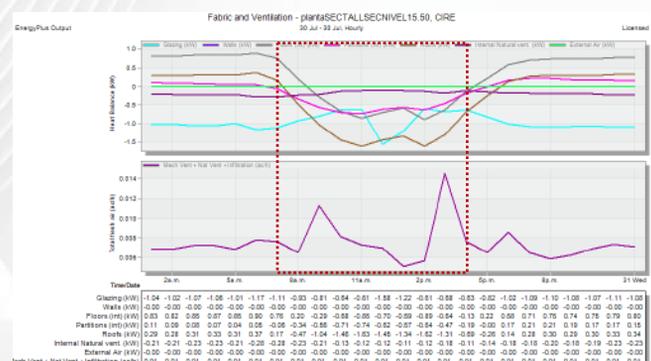
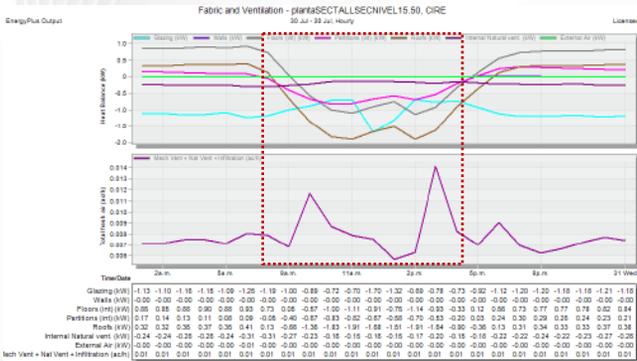


### Julio – con aleros



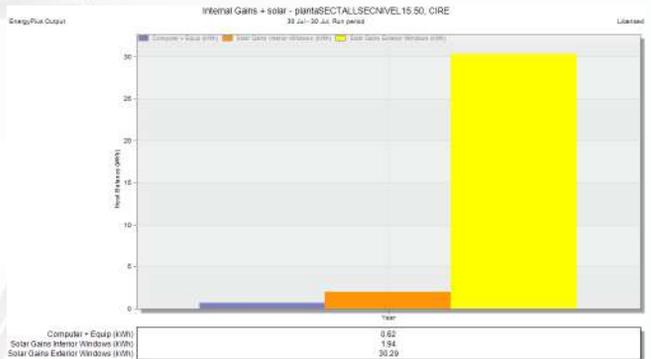
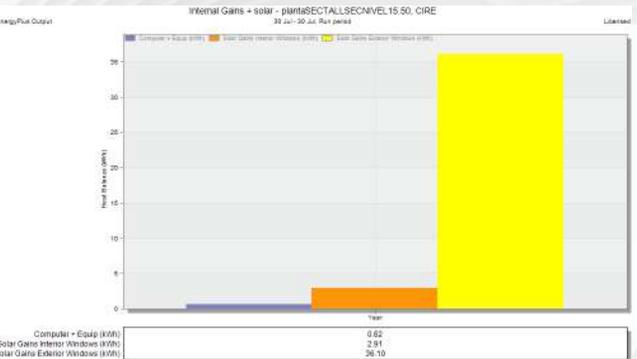
## CONFORT

## CONFORT



## FABRIC AND VENT

## FABRIC AND VENT



## INT GAINS

## INT GAINS

| ZONA DE ESTUDIO | EVOLUCIÓN DE TEMPERATURAS OPER. |              |              |
|-----------------|---------------------------------|--------------|--------------|
|                 | TEMP. PROMEDIO °C               | TEMP. MIN °C | TEMP. MAX °C |
| CON ALEROS      | 19,38                           | 18,01        | 20,21        |
| HORA            | 7 am-4 pm                       | 7:00 a.m.    | 02:00 p.m    |
| SIN ALEROS      | 19,90                           | 18,31        | 20,78        |
| HORA            | 7 am-4 pm                       | 7:00 a. m.   | 02:00 p.m    |

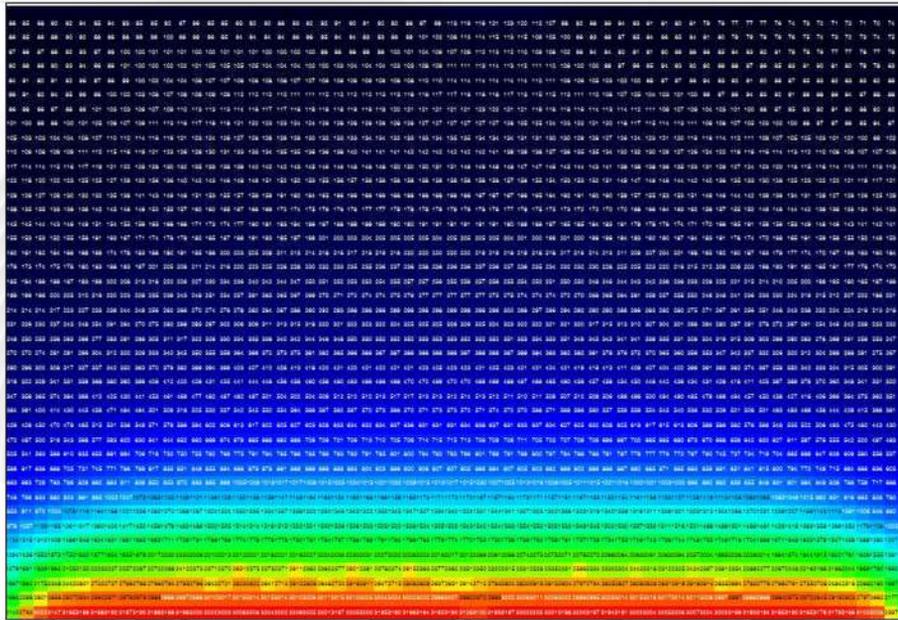
| ZONA DE ESTUDIO                  | RENOVACIONES HORA |                                  |
|----------------------------------|-------------------|----------------------------------|
|                                  | (ac/h)            | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 0,01              | 1,22                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 0,01              | 1,22                             |

NO CUMPLE

| ZONA DE ESTUDIO | GANANCIAS INT. VENT EXT. |        |
|-----------------|--------------------------|--------|
|                 | CIRE                     | (KW/h) |
| CON ALEROS      | 30,29                    |        |
| SIN ALEROS      | 36,10                    |        |

# 7. RESULTADOS-ESTUDIO DE ILUMINACIÓN NATURAL

## CIRE nivel 16,00 ILUMINACIÓN NATURAL



| Block                        | Zone | Floor Area (m <sup>2</sup> ) | Floor Area above Threshold (m <sup>2</sup> ) | Floor Area above Threshold (%) | Average Daylight Factor (%) | Minimum Daylight Factor (%) | Maximum Daylight Factor (%) | Uniformity ratio (Min / Avg) | Uniformity ratio (Min / Max) | Min Illuminance (lux) | Max Illuminance (lux) |
|------------------------------|------|------------------------------|--|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| plantaSECT ALLSECNIVE L15.50 | CIRE | 109.265                      | 54.841                                       | 50.191                         | 6.564                       | 0.704                       | 32.085                      | 0.107                        | 0.022                        | 70.5                  | 3209.3                |

| TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD           | UGR <sub>L</sub> | NIVELES DE ILUMINANCIA (lx) |            |             |
|---------------------------------------|------------------|-----------------------------|------------|-------------|
|                                       |                  | Mínimo                      | Medio      | Máximo      |
| <b>Colegios y centros educativos.</b> |                  |                             |            |             |
| <i>Salones de clase</i>               |                  |                             |            |             |
| <b>Iluminación general</b>            | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Tableros</b>                       | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Elaboración de planos</b>          | <b>16</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <b>Salas de conferencias</b>          |                  |                             |            |             |
| <b>Iluminación general</b>            | <b>22</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Tableros</b>                       | <b>19</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <b>Bancos de demostración</b>         | <b>19</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <b>Laboratorios</b>                   | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Salas de arte</b>                  | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Talleres</b>                       | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Salas de asamblea</b>              | <b>22</b>        | <b>150</b>                  | <b>200</b> | <b>300</b>  |

Tabla 410.1 Índice UGR máximo y Niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades  
Fuente para UGR, Norma UNE EN 12464-1 de 2003.

El tamaño del predio junto con un programa de necesidades extenso, generó un esquema arquitectónico que cumple con los estándares exigidos por la SED y las normas urbanas y técnicas pero que genera algunas dificultades en el manejo de la iluminación natural. Se propone incorporar vidrios laminados para controlar los excesos de iluminación, combinados con iluminación artificial con ahorro energético tipo LED para las zonas con dificultades de iluminación.

# 8. OPTIMIZACIÓN DE LA VENTILACIÓN

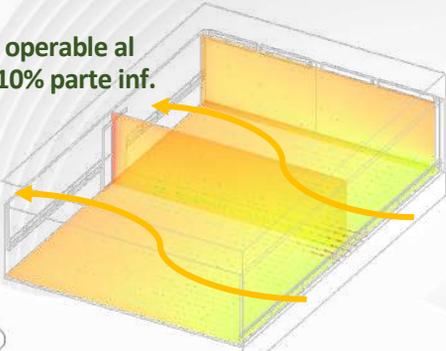
## CIRE nivel 16,00 **VENTILACIÓN NATURAL**

CIRE NIVEL 16,00 PROTECCIONES SOLARES + VENTANAS OPERABLES inf. Al 20% + VIDRIO SENCILLO CLARO 3MM, DE FRÍO JULIO 30:

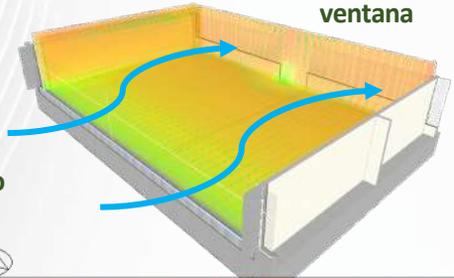
**ENERO 30** VELOCIDAD DEL AIRE: **0,51 m/s**  
 TEMP MIN. : **19,99 Cº**  
 TEMP MAX. : **23,17 Cº**

**JULIO 30** VELOCIDAD DEL AIRE: **0,12 m/s**  
 TEMP MIN. : **17,37Cº**  
 TEMP MAX. : **19,64 Cº**

Ventana operable al interior 10% parte inf. ventana



Ventana operable al interior 10% parte inf. ventana

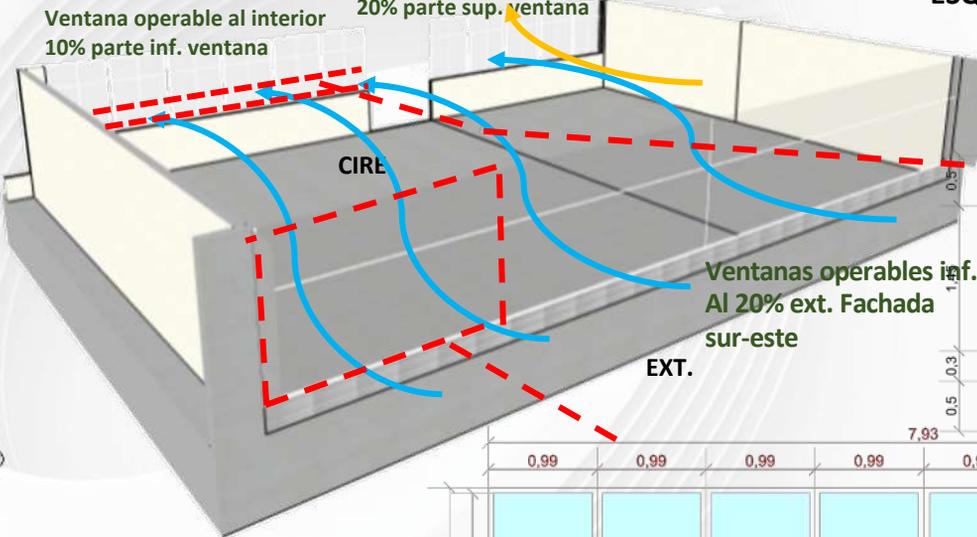


rejillas inf. 30 cms alto ext. Fachada nor-este



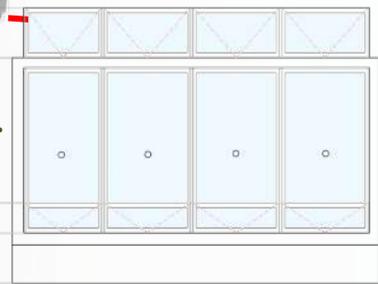
| AREA M2 | AREA (FT2) | VOLUMEN (M3) | INDICE DE AREA CFM (FT2) ASHRAE 62.1 | TASA DE VENTILACIÓN MINIMA (CFM/PERSON) ASHRAE 62.1 | TASA VENTILACIÓN MINIMA m3/per/h ASHRAE 62.1 | CAUDAL (CFM) | CAUDAL (FT3/H) | CAUDAL REQUERIDO M3/HORA | RENOVACIÓN DE AIRE /HORA | % ABERTURA SOBRE AREA VIDRIADA TOTAL | AREA VIDRIADA TOTAL M2 (operables) | ÁREA VIDRIADA OPERABLES M2 (elementos que abren) |
|---------|------------|--------------|--------------------------------------|---|--|--------------|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| 109     | 1173,3     | 294          | 0,18                                 | 10  | 16,99  | 211,2        | 12671          | 358,8                    | 1,22                     | 20                                   | 68,94                              | 13,79  |

Ventana operable al interior 10% parte inf. ventana  
 Ventana operable al interior 20% parte sup. ventana

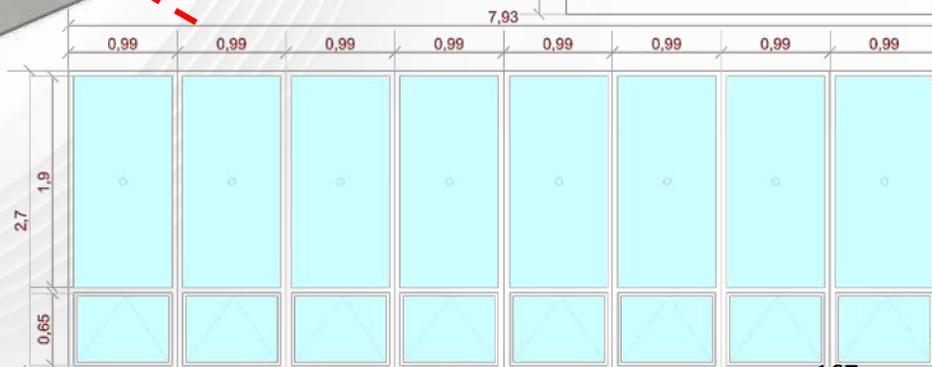


### ESQUEMAS DE VENTILACIÓN

Detalle ventana aula CIRE fachada int.



Ventanas operables inf. Al 20% ext. Fachada sur-este



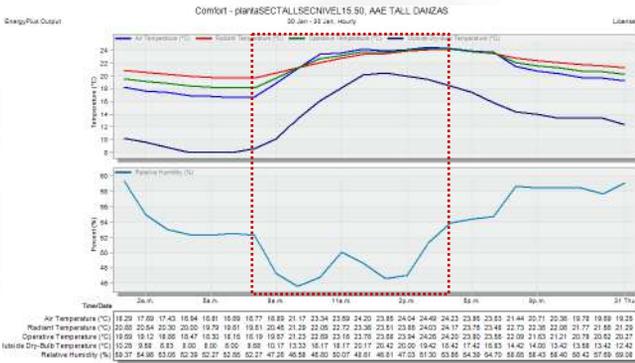
Detalle ventana CIRE fachada ext.



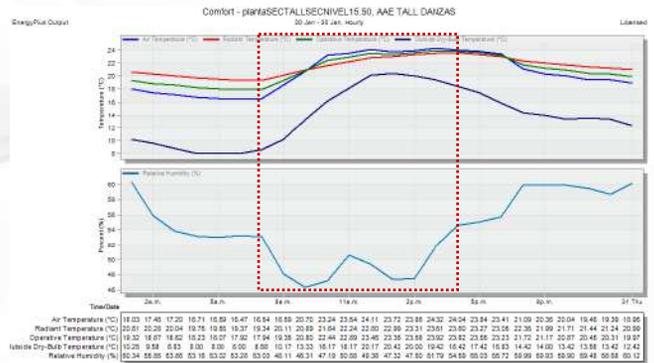
# 7. RESULTADOS

## TALLER DE DANZA nivel 16,00

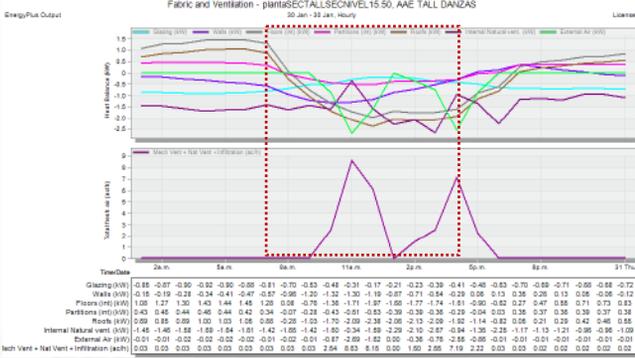
### Enero – Sin aleros



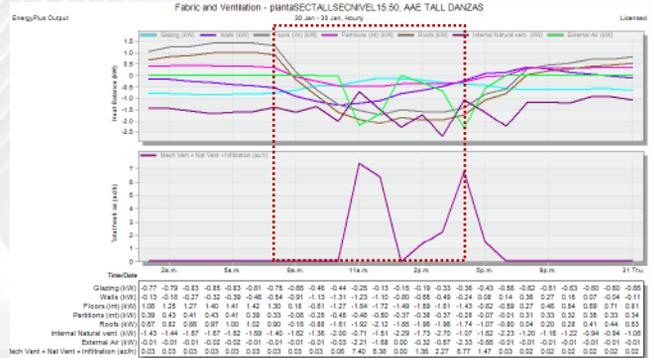
### Enero – con aleros



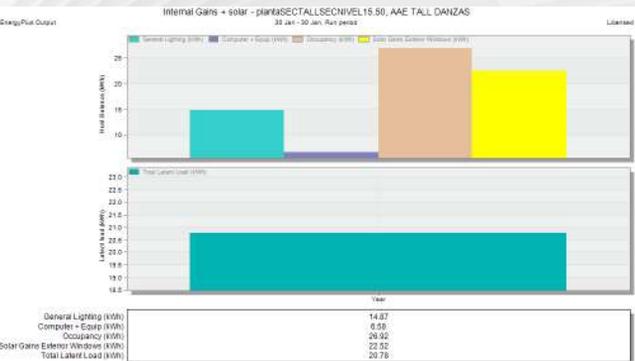
### CONFORT



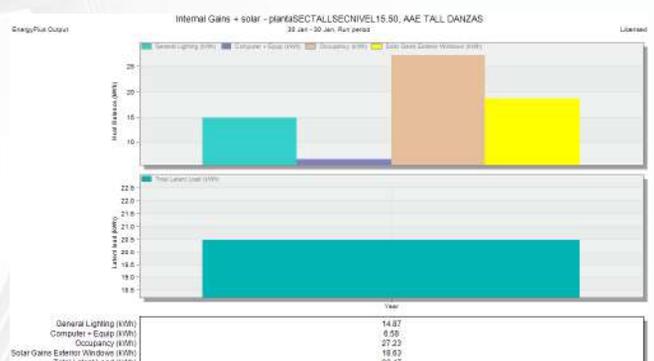
### CONFORT



### FABRIC AND VENT



### FABRIC AND VENT



### INT GAINS

### INT GAINS

| EVOLUCIÓN DE TEMPERATURAS OPER. |                   |              |              |
|---------------------------------|-------------------|--------------|--------------|
| TALLER DE DANZA                 |                   |              |              |
| ZONA DE ESTUDIO                 | TEMP. PROMEDIO °C | TEMP. MIN °C | TEMP. MAX °C |
| CON ALEROS                      | 22,15             | 17,94        | 23,92        |
| HORA                            | 7 am-4 pm         | 7:00 a.m.    | 03:00 p.m    |
| SIN ALEROS                      | 22,48             | 18,19        | 24,26        |
| HORA                            | 7 am-4 pm         | 7:00 a. m.   | 03:00 p.m    |

| RENOVACIONES HORA                |        |                                  |
|----------------------------------|--------|----------------------------------|
| TALLER DE DANZA                  |        |                                  |
| ZONA DE ESTUDIO                  | (ac/h) | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 2,43   | 1,02                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 2,86   | 1,02                             |

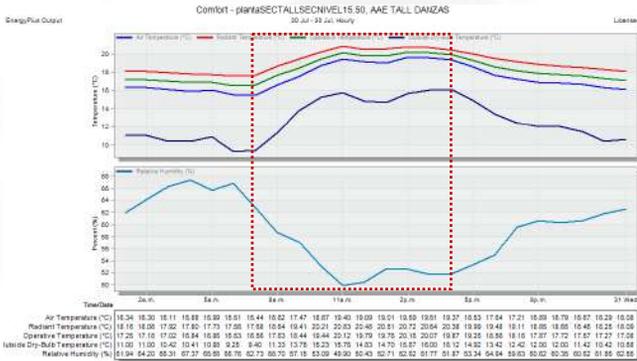
**CUMPLE**

| GANANCIAS INT. VENT EXT. |                 |
|--------------------------|-----------------|
| ZONA DE ESTUDIO          | T. DANZA (KW/h) |
| CON ALEROS               | 18,63           |
| SIN ALEROS               | 22,52           |

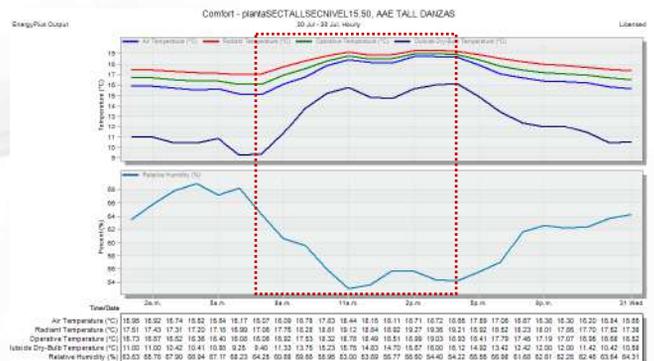
# 7. RESULTADOS

## TALLER DE DANZA nivel 16,00

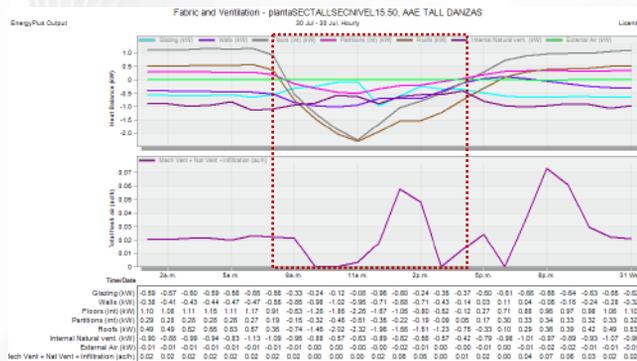
### Julio – Sin aleros



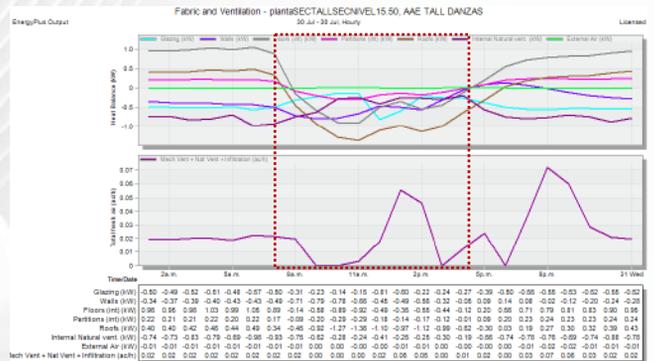
### Julio – con aleros



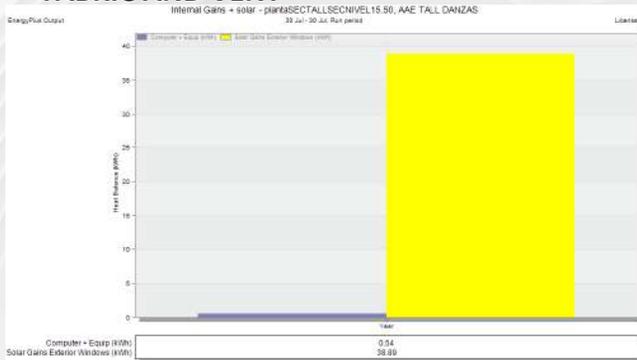
### CONFORT



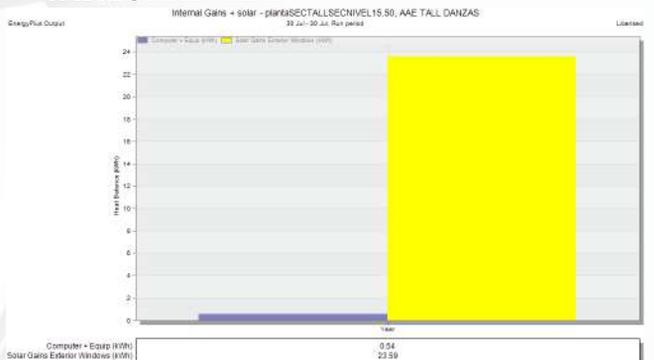
### CONFORT



### FABRIC AND VENT



### FABRIC AND VENT



### INT GAINS

| EVOLUCIÓN DE TEMPERATURAS OPER. |                   |              |              |
|---------------------------------|-------------------|--------------|--------------|
| ZONA DE ESTUDIO                 | TALLER DE DANZA   |              |              |
|                                 | TEMP. PROMEDIO °C | TEMP. MIN °C | TEMP. MAX °C |
| CON ALEROS                      | 18,15             | 16,06        | 19,03        |
| HORA                            | 7 am-4 pm         | 7:00 a.m.    | 03:00 p.m    |
| SIN ALEROS                      | 19,18             | 16,56        | 20,16        |
| HORA                            | 7 am-4 pm         | 7:00 a.m.    | 02:00 p.m    |

### INT GAINS

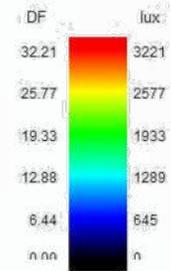
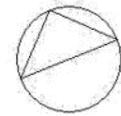
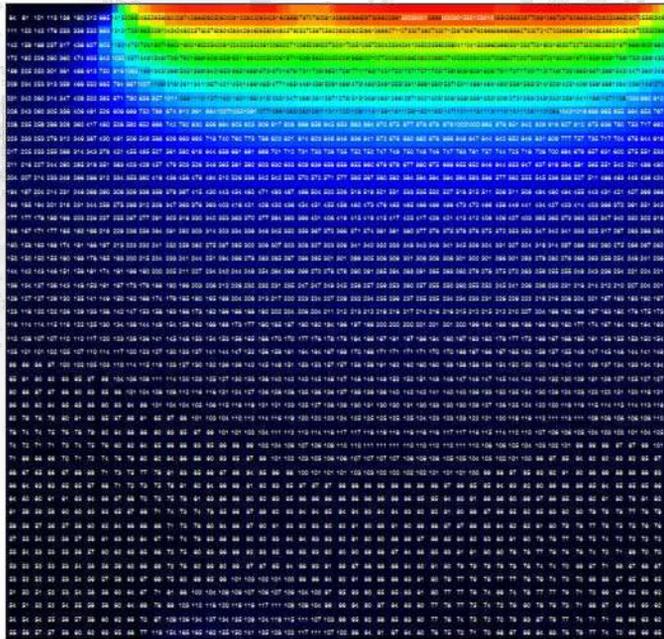
| RENOVACIONES HORA                |                 |                                  |
|----------------------------------|-----------------|----------------------------------|
| ZONA DE ESTUDIO                  | TALLER DE DANZA |                                  |
|                                  | (ac/h)          | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 0,018           | 1,02                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 0,018           | 1,02                             |

NO CUMPLE

| GANANCIAS INT. VENT EXT. |                 |
|--------------------------|-----------------|
| ZONA DE ESTUDIO          | T. DANZA (kW/h) |
|                          | CON ALEROS      |
| SIN ALEROS               | 38,89           |

# 7. RESULTADOS ESTUDIO DE ILUMINACIÓN NATURAL

## TALLER DE DANZA nivel 16,00 ILUMINACIÓN NATURAL



| Block             | Zone            | Floor Area (m2) | Floor Area above Threshold (m2) | Floor Area above Threshold (%) | Average Daylight Factor (%) | Minimum Daylight Factor (%) | Maximum Daylight Factor (%) | Uniformity ratio (Min / Avg) | Uniformity ratio (Min / Max) | Min Illuminance (lux) | Max Illuminance (lux) |
|-------------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| ALLSECNIVE L15.50 | AAE TALL DANZAS | 96.533          | 35.011                          | 36.269                         | 4.722                       | 0.509                       | 32.209                      | 0.108                        | 0.016                        | 50.9                  | 3221.7                |

| TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD           | UGR <sub>L</sub> | NIVELES DE ILUMINANCIA (lx) |       |        |
|---------------------------------------|------------------|-----------------------------|-------|--------|
|                                       |                  | Mínimo.                     | Medio | Máximo |
| <b>Colegios y centros educativos.</b> |                  |                             |       |        |
| Salones de clase                      |                  |                             |       |        |
| Iluminación general                   | 19               | 300                         | 500   | 750    |
| Tableros                              | 19               | 300                         | 500   | 750    |
| Elaboración de planos                 | 16               | 500                         | 750   | 1000   |
| Salas de conferencias                 |                  |                             |       |        |
| Iluminación general                   | 22               | 300                         | 500   | 750    |
| Tableros                              | 19               | 500                         | 750   | 1000   |
| Bancos de demostración                | 19               | 500                         | 750   | 1000   |
| Laboratorios                          | 19               | 300                         | 500   | 750    |
| Salas de arte                         | 19               | 300                         | 500   | 750    |
| Talleres                              | 19               | 300                         | 500   | 750    |
| Salas de asamblea                     | 22               | 150                         | 200   | 300    |

Tabla 410.1 Índice UGR máximo y Niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades

Fuente para UGR, Norma UNE EN 12464-1 de 2003.

El tamaño del predio junto con un programa de necesidades extenso, generó un esquema arquitectónico que cumple con los estándares exigidos por la SED y las normas urbanas y técnicas pero que genera algunas dificultades en el manejo de la iluminación natural. Se propone incorporar vidrios laminados para controlar los excesos de iluminación, combinados con iluminación artificial con ahorro energético tipo LED para las zonas con dificultades de iluminación.

# 8. OPTIMIZACIÓN VENTILACIÓN

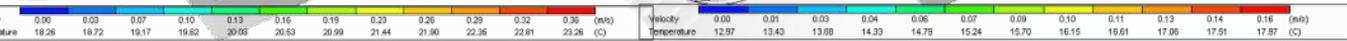
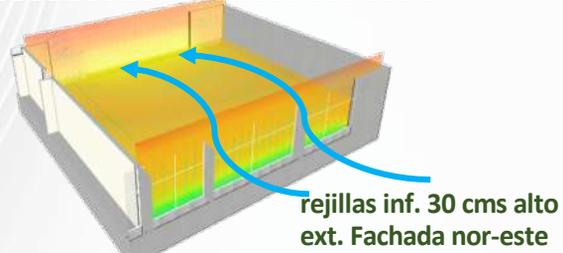
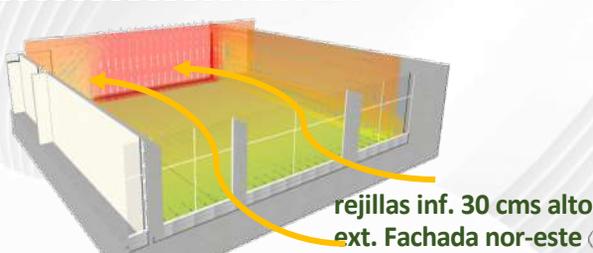
## TALLER DE DANZAS nivel 16,00. VENTILACIÓN NATURAL

TALLER DE DANZAS NIVEL 16,00 PROTECCIONES SOLARES + VENTANAS OPERABLES INF. AL 20% + VIDRIO SENCILLO CLARO 3MM, DE FRÍO JULIO 30:

Con el objetivo de mejorar las renovaciones de aire en el mes de julio, se prueban diferentes configuraciones de aperturas en la fachada hacia la fachada y se concluye a través de las simulaciones que las renovaciones de aire cumplen con las ventanas operables al 20% inferior.

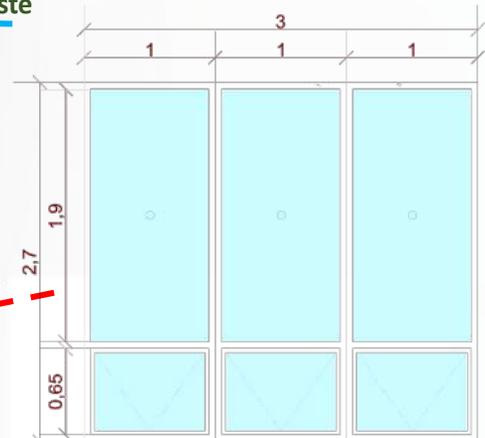
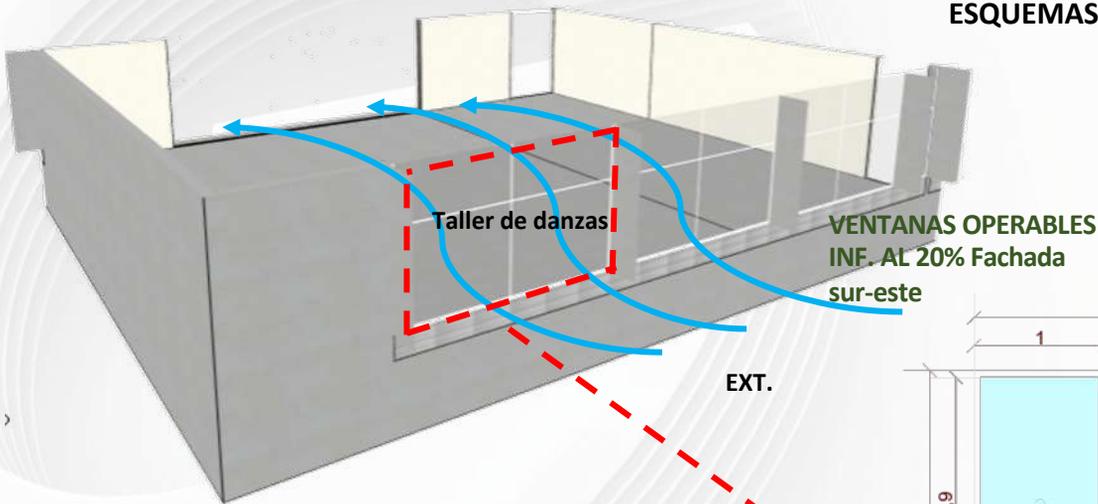
**ENERO 30** VELOCIDAD DEL AIRE: 0,36 m/s  
TEMP MIN.: 21,44 C°  
TEMP MAX.: 23,26 C°

**JULIO 30** VELOCIDAD DEL AIRE: 0,16 m/s  
TEMP MIN.: 16,15 C°  
TEMP MAX.: 17,06 C°



| AREA M2 | AREA (FT2) | VOLUMEN (M3) | INDICE DE AREA CFM (FT2) ASHRAE 62.1 | TASA DE VENTILACIÓN MINIMA (CFM/PERSON) ASHRAE 62.1 | TASA VENTILACIÓN MINIMA m3/per/h ASHRAE 62.1 | CAUDAL (CFM) | CAUDAL (FT3/H) | CAUDAL REQUERIDO M3/HORA | RENOVACIÓN DE AIRE /HORA | % ABERTURA SOBRE AREA VIDRIADA TOTAL | AREA VIDRIADA TOTAL M2 (operables) | ÁREA VIDRIADA OPERABLES M2 (elementos que abren) |
|---------|------------|--------------|--------------------------------------|---|--|--------------|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| 92      | 990,3      | 297,59       | 0,18                                 | 10  | 16,99  | 178,3        | 10695          | 302,8                    | 1,02                     | 20                                   | 14,65                              | 2,93   |

### ESQUEMAS DE VENTILACIÓN



Detalle ventana TALL DANZAS fachada ext.

# 8. OPTIMIZACIÓN DE VENTILACIÓN

## TALLER DE DANZAS nivel 16,00

### Materialidad / ACH

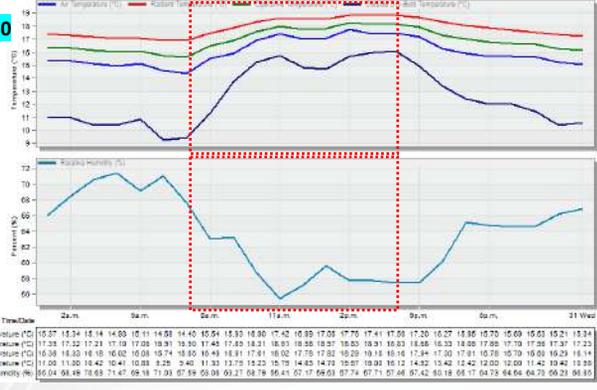
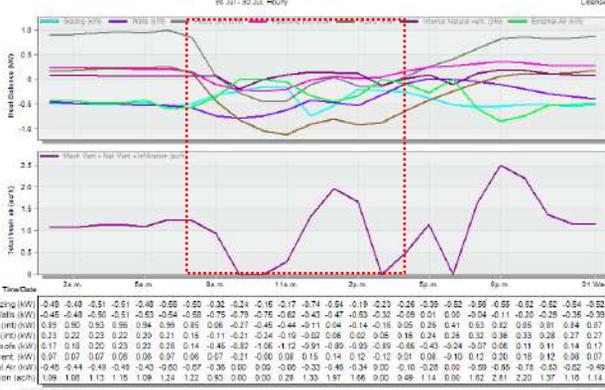
### Confort térmico

JULIO 30

JULIO 30

Fabric and Ventilation - plantaSECTALLSECNIVEL15.50, AAE TALL DANZAS

Comfort - plantaSECTALLSECNIVEL15.50, AAE TALL DANZAS



| RENOVACIONES HORA                |                 |                                  |
|----------------------------------|-----------------|----------------------------------|
| ZONA DE ESTUDIO                  | TALLER DE DANZA |                                  |
|                                  | (ac/h)          | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 1,07            | 1,02                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm |                 | 1,02                             |

| TEMP. MIN H. CLASE 8-5 PM | TEMP. MAX H. CLASE 8-5 PM |
|---------------------------|---------------------------|
| 16,49                     | 18,29                     |

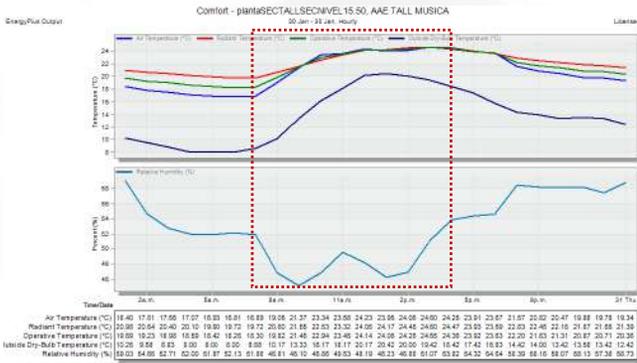
**CUMPLE**

Los resultados muestran que el ACH en promedio para el taller de música son de **1,07** en el mes de julio lo que quiere decir, que existe una buena ventilación natural y las renovaciones de aire cumplen con los cálculos del mínimo exigido por la norma **ASHRAE**, la cual es de **1,02 ACH** para este espacio.

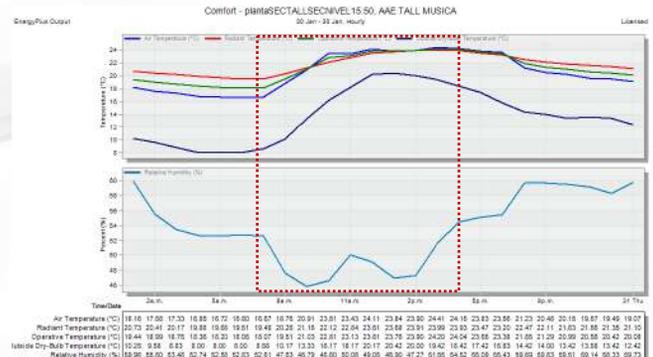
# 7. RESULTADOS

## TALLER DE MUSICA nivel 16,00

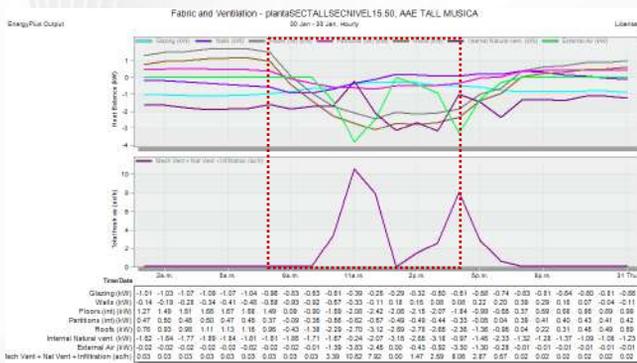
### Enero – Sin aleros



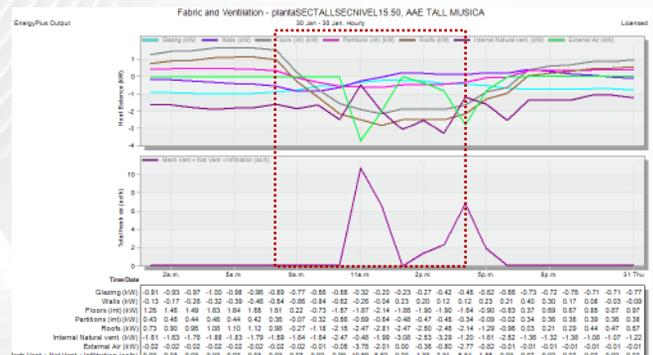
### Enero – con aleros



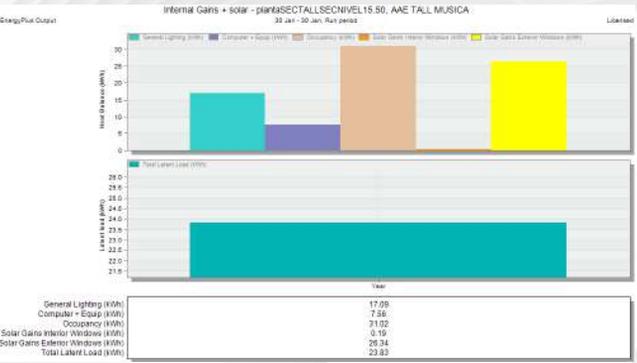
### CONFORT



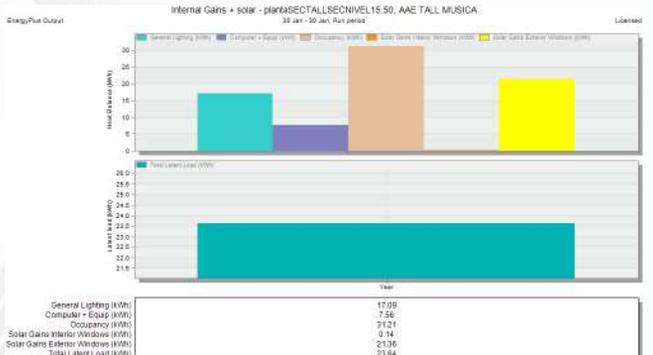
### CONFORT



### FABRIC AND VENT



### FABRIC AND VENT



### INT GAINS

### INT GAINS

| EVOLUCIÓN DE TEMPERATURAS OPER. |                   |              |              |
|---------------------------------|-------------------|--------------|--------------|
| ZONA DE ESTUDIO                 | TALLER DE MUSICA  |              |              |
|                                 | TEMP. PROMEDIO °C | TEMP. MIN °C | TEMP. MAX °C |
| CON ALEROS                      | 22,42             | 18,07        | 24,20        |
| HORA                            | 7 am-4 pm         | 7:00 a.m.    | 03:00 p.m    |
| SIN ALEROS                      | 22,73             | 18,30        | 24,55        |
| HORA                            | 7 am-4 pm         | 7:00 a. m.   | 03:00 p.m    |

| RENOVACIONES HORA                |                  |                                  |
|----------------------------------|------------------|----------------------------------|
| ZONA DE ESTUDIO                  | TALLER DE MUSICA |                                  |
|                                  | (ac/h)           | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 2,79             | 1,21                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 3,40             | 1,21                             |

**CUMPLE**

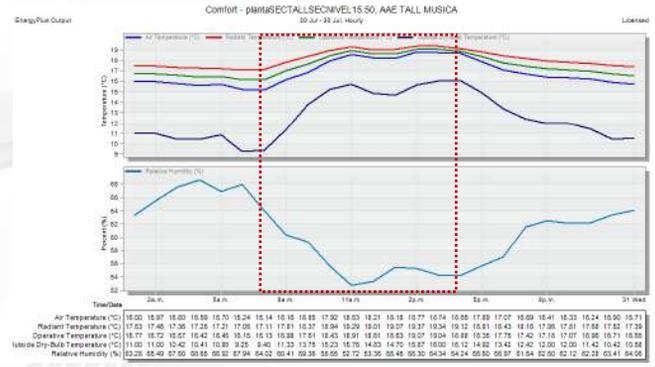
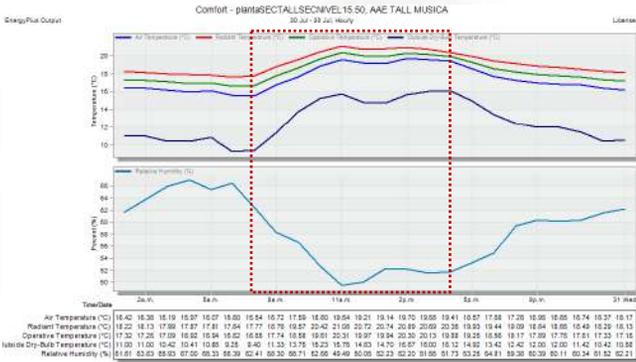
| GANANCIAS INT. VENT EXT. |                  |
|--------------------------|------------------|
| ZONA DE ESTUDIO          | T. MUSICA (KW/h) |
| CON ALEROS               | 21,36            |
| SIN ALEROS               | 26,34            |

# 7. RESULTADOS

## TALLER DE MUSICA nivel 16,00

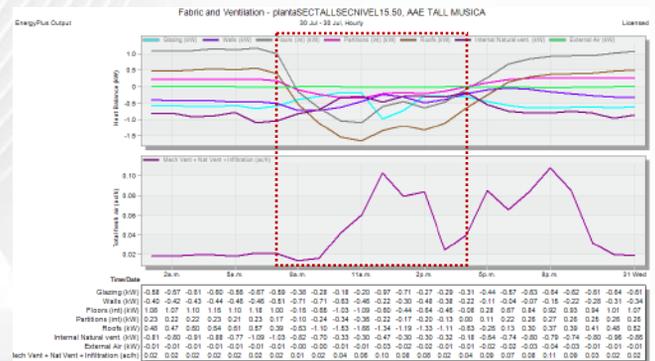
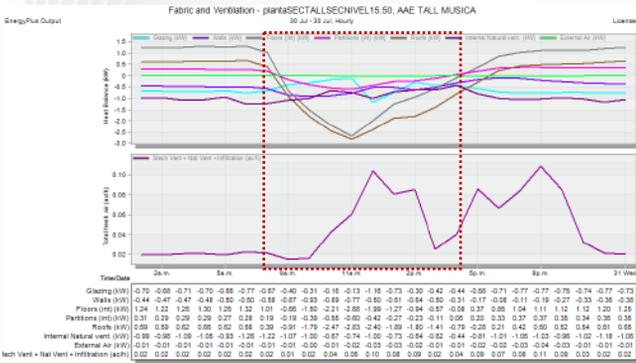
Julio – Sin aleros

Julio – con aleros



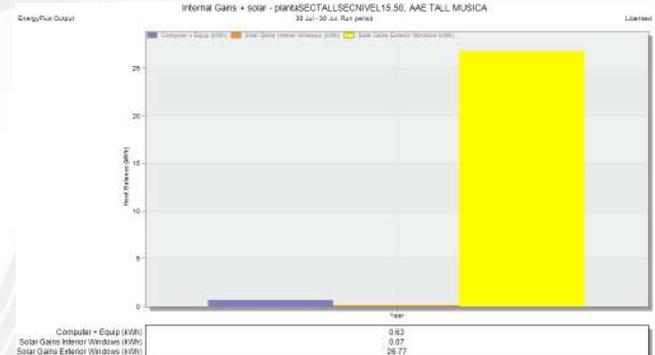
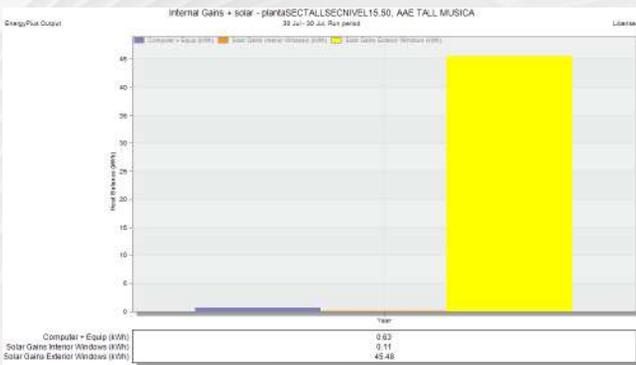
### CONFORT

### CONFORT



### FABRIC AND VENT

### FABRIC AND VENT



### INT GAINS

### INT GAINS

| EVOLUCIÓN DE TEMPERATURAS OPER. |                   |              |              |
|---------------------------------|-------------------|--------------|--------------|
| TALLER DE MUSICA                |                   |              |              |
| ZONA DE ESTUDIO                 | TEMP. PROMEDIO °C | TEMP. MIN °C | TEMP. MAX °C |
| CON ALEROS                      | 18,22             | 16,13        | 19,07        |
| HORA                            | 7 am-4 pm         | 7:00 a.m.    | 02:00 p.m    |
| SIN ALEROS                      | 19,31             | 16,65        | 20,30        |
| HORA                            | 7 am-4 pm         | 7:00 a. m.   | 02:00 p.m    |

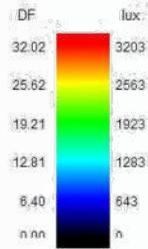
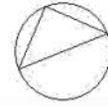
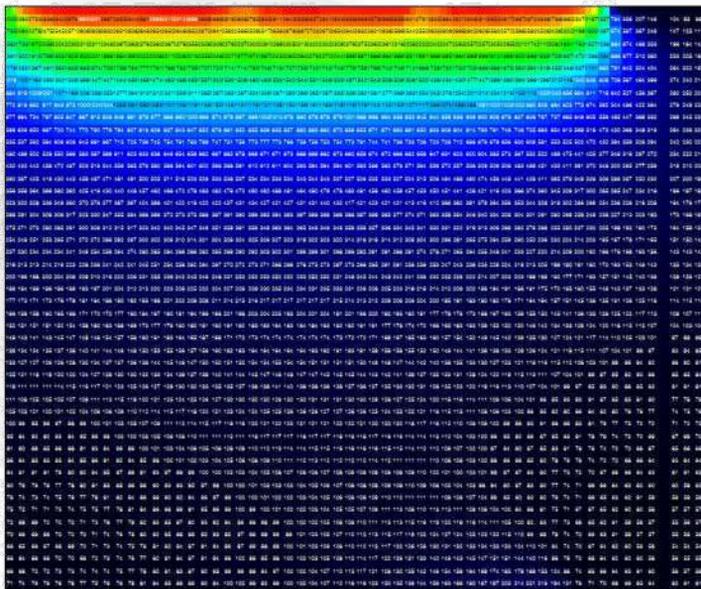
| RENOVACIONES HORA                |        |                                  |
|----------------------------------|--------|----------------------------------|
| TALLER DE MUSICA                 |        |                                  |
| ZONA DE ESTUDIO                  | (ac/h) | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 0,047  | 1,21                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 0,048  | 1,21                             |

NO CUMPLE

| GANANCIAS INT. VENT EXT. |                  |
|--------------------------|------------------|
| ZONA DE ESTUDIO          | T. MUSICA (kW/h) |
| CON ALEROS               | 26,77            |
| SIN ALEROS               | 45,48            |

# 7. RESULTADOS-ESTUDIO DE ILUMINACIÓN NATURAL

## TALLER DE MUSICA nivel 16,00 ILUMINACIÓN NATURAL



| Block             | Zone            | Floor Area (m <sup>2</sup> ) | Floor Area above Threshold (m <sup>2</sup> ) | Floor Area above Threshold (%) | Average Daylight Factor (%) | Minimum Daylight Factor (%) | Maximum Daylight Factor (%) | Uniformity ratio (Min / Avg) | Uniformity ratio (Min / Max) | Min Illuminance (lux) | Max Illuminance (lux) |
|-------------------|-----------------|------------------------------|--|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| ALLSECNIVE L15.50 | AAE TALL MUSICA | 111.003                      | 42.014                                       | 37.850                         | 4.898                       | 0.546                       | 32.023                      | 0.111                        | 0.017                        | 54.6                  | 3203.1                |

| TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD           | UGR <sub>L</sub> | NIVELES DE ILUMINANCIA (lx) |            |             |
|---------------------------------------|------------------|-----------------------------|------------|-------------|
|                                       |                  | Mínimo                      | Medio      | Máximo      |
| <b>Colegios y centros educativos.</b> |                  |                             |            |             |
| <i>Salones de clase</i>               |                  |                             |            |             |
| <b>Iluminación general</b>            | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Tableros</b>                       | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Elaboración de planos</b>          | <b>16</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <b>Salas de conferencias</b>          |                  |                             |            |             |
| <b>Iluminación general</b>            | <b>22</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Tableros</b>                       | <b>19</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <b>Bancos de demostración</b>         | <b>19</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <b>Laboratorios</b>                   | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Salas de arte</b>                  | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Talleres</b>                       | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Salas de asamblea</b>              | <b>22</b>        | <b>150</b>                  | <b>200</b> | <b>300</b>  |

Tabla 410.1 Índice UGR máximo y Niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades

Fuente para UGR, Norma UNE EN 12464-1 de 2003.

El tamaño del predio junto con un programa de necesidades extenso, generó un esquema arquitectónico que cumple con los estándares exigidos por la SED y las normas urbanas y técnicas pero que genera algunas dificultades en el manejo de la iluminación natural. Se propone incorporar vidrios laminados para controlar los excesos de iluminación, combinados con iluminación artificial con ahorro energético tipo LED para las zonas con dificultades de iluminación.

# 8. OPTIMIZACIÓN DE VENTILACIÓN

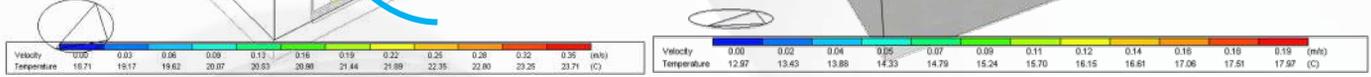
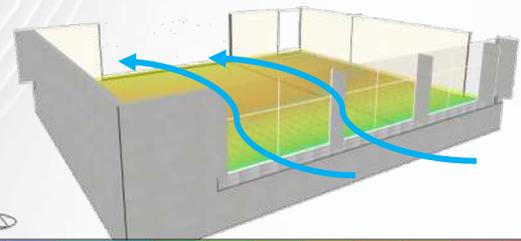
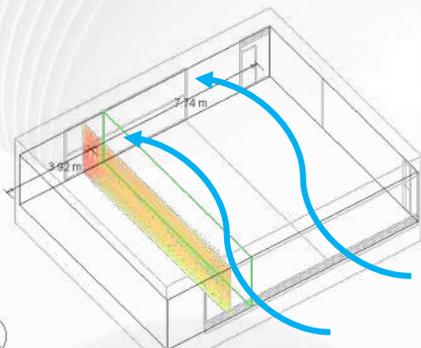
## TALLER MUSICA nivel 16,00 VENTILACIÓN NATURAL

TALLER DE MUSICA NIVEL 15,50 PROTECCIONES SOLARES + VENTANAS OPERABLES INF. AL 20%. + VIDRIO SENCILLO CLARO 3MM, DIA DE CALOR ENE 30-DIA DE FRÍO JULIO 30:

Con el objetivo de mejorar las renovaciones de aire en el mes de julio, se prueban diferentes configuraciones de aperturas en la fachada hacia la fachada y se concluye a través de las simulaciones que las renovaciones de aire funcionan bien con las ventanas operables al 20%.

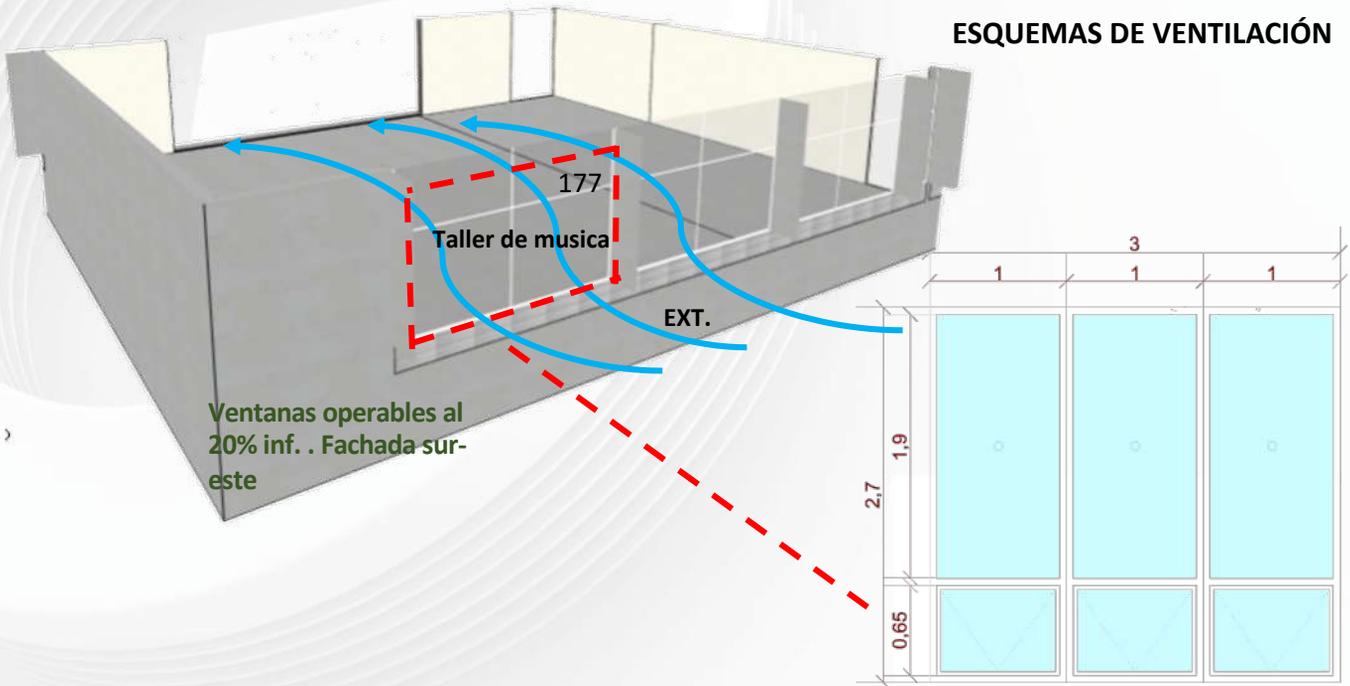
**ENERO 30** VELOCIDAD DEL AIRE: 0,35m/s  
TEMP MIN. : 22,35 C°  
TEMP MAX. : 23,71 C°

**JULIO 30** VELOCIDAD DEL AIRE: 0,19 m/s  
TEMP MIN. : 16,15 C°  
TEMP MAX. : 17,51 C°



| AREA M2 | AREA (FT2) | VOLUMEN (M3) | INDICE DE AREA CFM (FT2) ASHRAE 62.1 | TASA DE VENTILACIÓN MINIMA (CFM/PERSON) ASHRAE 62.1 | TASA VENTILACIÓN MINIMA m3/per/h ASHRAE 62.1 | CAUDAL (CFM) | CAUDAL (FT3/H) | CAUDAL REQUERIDO M3/HORA | RENOVACIÓN DE AIRE /HORA | % ABERTURA SOBRE AREA VIDRIADA TOTAL | AREA VIDRIADA TOTAL M2 (operables) | ÁREA VIDRIADA OPERABLES M2 (elementos que abren) |
|---------|------------|--------------|--------------------------------------|---|--|--------------|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| 94,87   | 1021,2     | 257,47       | 0,18                                 | 10  | 16,99  | 183,8        | 11029          | 312,3                    | 1,21                     | 20                                   | 20,71                              | 4,14   |

### ESQUEMAS DE VENTILACIÓN



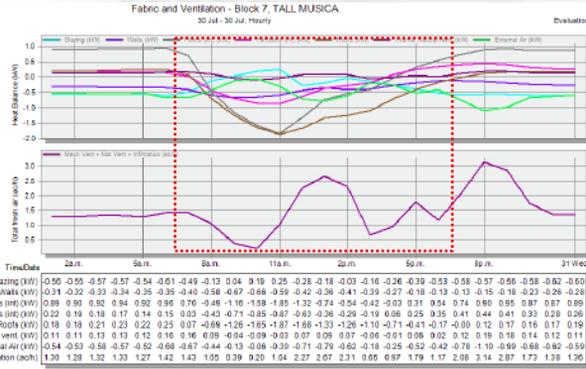
# 8. OPTIMIZACIÓN DE VENTILACIÓN

## TALLER MUSICA nivel 16,00

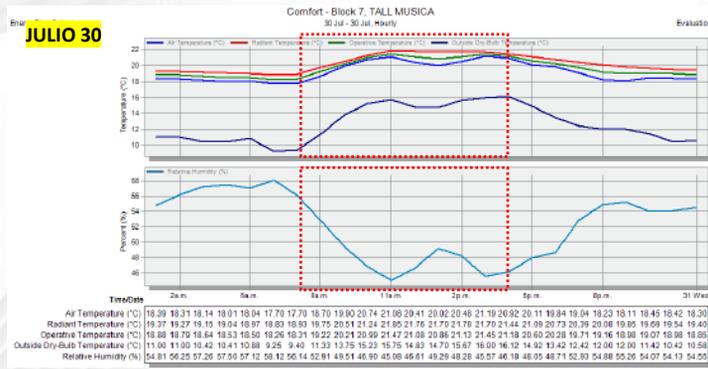
Materialidad / ACH

Confort térmico

EnergyPlus Output  
**JULIO 30**



EnergyPlus Output  
**JULIO 30**



| RENOVACIONES HORA                |                  |                                  |
|----------------------------------|------------------|----------------------------------|
| ZONA DE ESTUDIO                  | TALLER DE MUSICA |                                  |
|                                  | (ac/h)           | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 1,52             | 1,21                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm |                  | 1,21                             |

**CUMPLE**

| TEMP. MIN H. CLASE 8-5 PM | TEMP. MAX H. CLASE 8-5 PM |
|---------------------------|---------------------------|
| 18,31                     | 21,47                     |

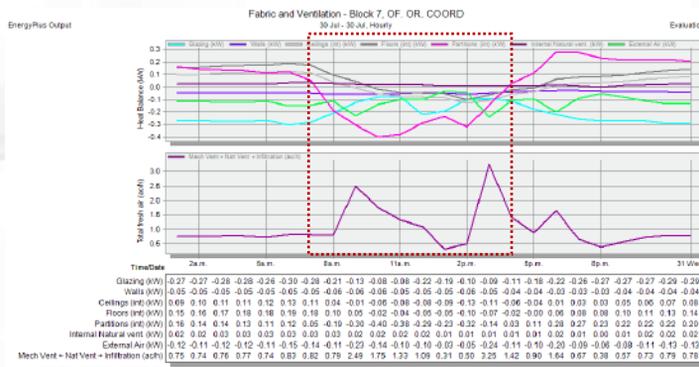
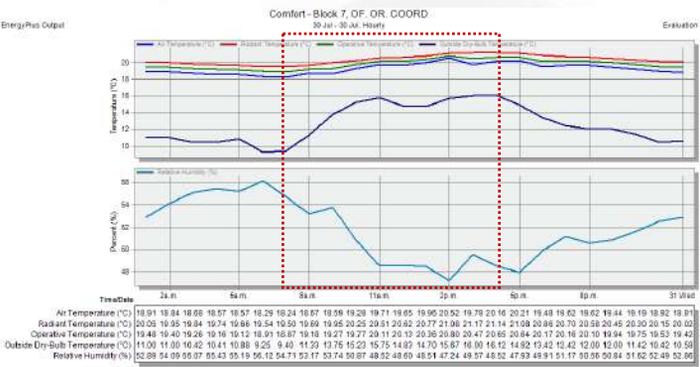
Los resultados muestran que el ACH en promedio para el taller de música son de **1,52 en el mes de julio** lo que quiere decir, que existe una buena ventilación natural y las renovaciones de aire cumplen con los cálculos del mínimo exigido por la norma **ASHRAE**, la cual es de **1,21 ACH** para este espacio.

# 7. RESULTADOS VENTILACIÓN NATURAL

Oficina coord. Y orientador nivel 16,00 Julio – con aleros

CONFORT

FABRIC AND VENT



| AREA M2 | AREA (FT2) | VOLUMEN (M3) | INDICE DE AREA CFM (FT2) ASHRAE 62.1 | TASA DE VENTILACIÓN MINIMA (CFM/PERSON) ASHRAE 62.1 | TASA VENTILACIÓN MINIMA m3/per/h ASHRAE 62.1 | CAUDAL (CFM) | CAUDAL (FT3/H) | CAUDAL REQUERIDO M3/HORA | RENOVACIÓN DE AIRE /HORA | % ABERTURA SOBRE AREA VIDRIADA TOTAL | AREA VIDRIADA TOTAL M2 (operables) | ÁREA VIDRIADA OPERABLES M2 (elementos que abren) |
|---------|------------|--------------|--------------------------------------|---|--|--------------|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| 21,58   | 232,3      | 64,202       | 0,06                                 | 5   | 8,49   | 13,9         | 836            | 23,7                     | 0,37                     | 20                                   | 25,72                              | 5,14   |

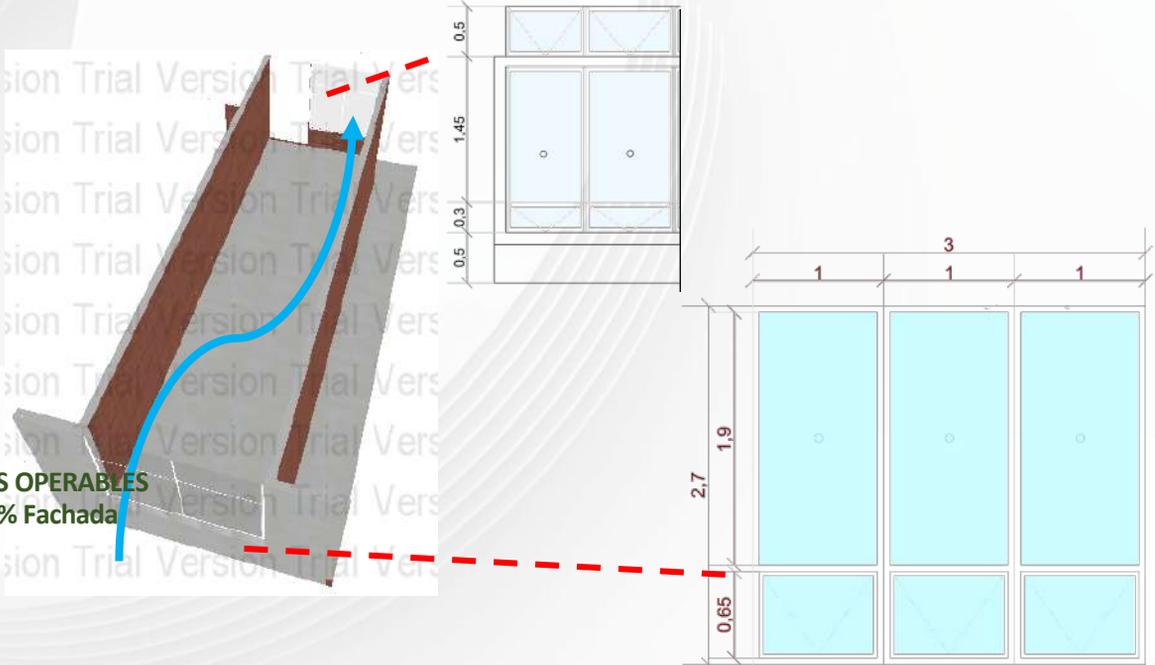
| EVOLUCIÓN DE TEMPERATURAS OPER. |                   |              |              |
|---------------------------------|-------------------|--------------|--------------|
| Of. Coord. Y orient.            |                   |              |              |
| ZONA DE ESTUDIO                 | TEMP. PROMEDIO °C | TEMP. MIN °C | TEMP. MAX °C |
| CON ALEROS                      | 19,78             | 18,87        | 21,14        |
| HORA                            | 7 am-4 pm         | 7:00 a.m.    | 04:00 p.m    |
| SIN ALEROS                      |                   |              |              |
| HORA                            |                   |              |              |

| RENOVACIONES HORA                |        |                                  |
|----------------------------------|--------|----------------------------------|
| Of. Coord. Y orienta.            |        |                                  |
| ZONA DE ESTUDIO                  | (ac/h) | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 0,37   | 1,03                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm |        |                                  |

CUMPLE

## ESQUEMAS DE VENTILACIÓN

VENTANAS OPERABLES INF. AL 20% Fachada

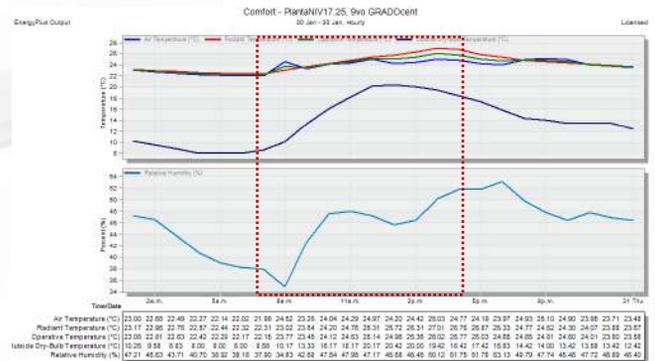
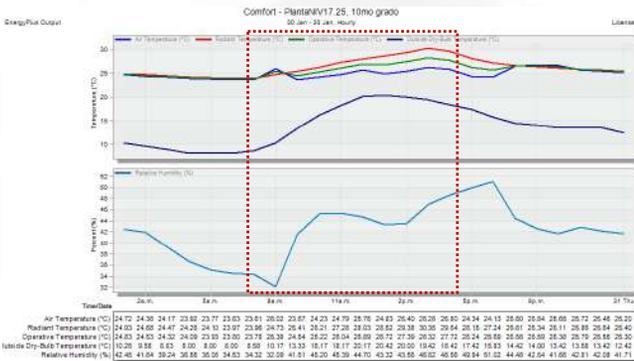


# 7. RESULTADOS

## Aula 10mo grado nivel 17,65

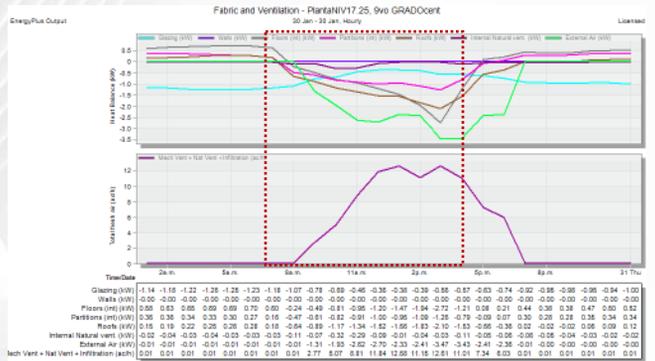
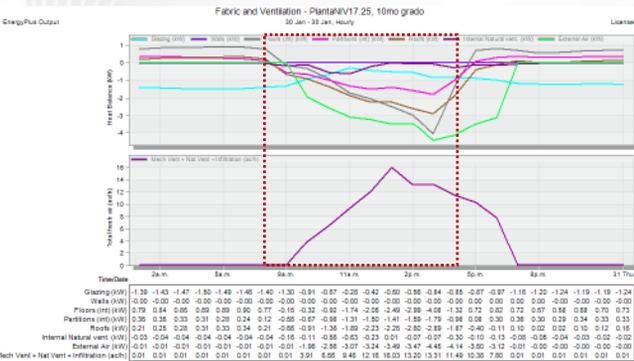
### Enero – Sin aleros

### Enero – con aleros



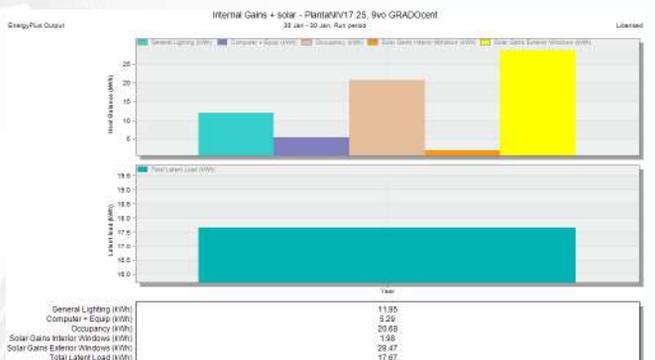
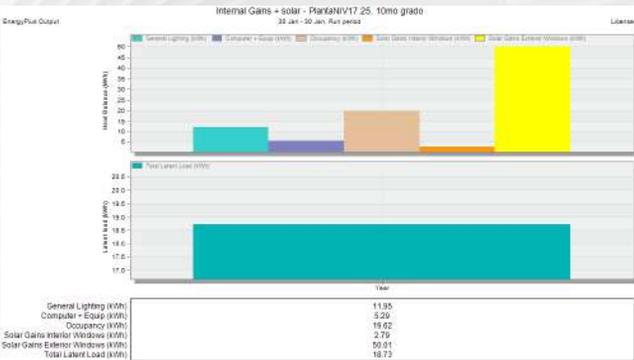
### CONFORT

### CONFORT



### FABRIC AND VENT

### FABRIC AND VENT



### INT GAINS

### INT GAINS

| EVOLUCIÓN DE TEMPERATURAS OPER. |                   |              |              |
|---------------------------------|-------------------|--------------|--------------|
| Aula 10mo grado                 |                   |              |              |
| ZONA DE ESTUDIO                 | TEMP. PROMEDIO °C | TEMP. MIN °C | TEMP. MAX °C |
| CON ALEROS                      | 24,52             | 22,15        | 26,02        |
| HORA                            | 7 am-4 pm         | 7:00 a.m.    | 03:00 p.m    |
| SIN ALEROS                      | 26,20             | 23,78        | 28,32        |
| HORA                            | 7 am-4 pm         | 7:00 a. m.   | 03:00 p.m    |

| RENOVACIONES HORA                |        |                                  |
|----------------------------------|--------|----------------------------------|
| Aula 10mo grado                  |        |                                  |
| ZONA DE ESTUDIO                  | (ac/h) | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 7,58   | 0,82                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 8,61   | 0,82                             |

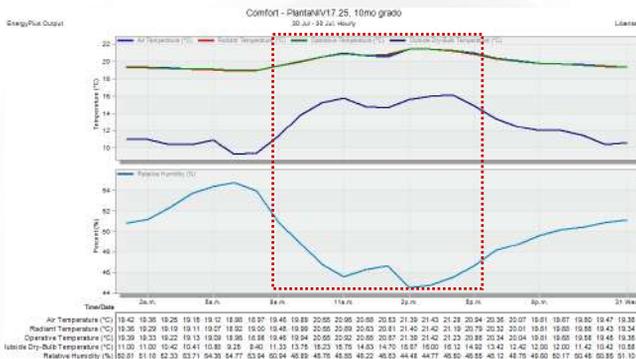
CUMPLE

| GANANCIAS INT. VENT EXT. |                      |
|--------------------------|----------------------|
| ZONA DE ESTUDIO          | A. 10mo grado (KW/h) |
| CON ALEROS               | 28,47                |
| SIN ALEROS               | 50,01                |

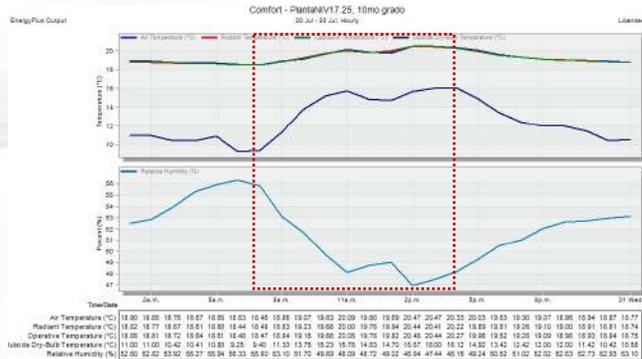
# 7. RESULTADOS

## Aula 10mo grado nivel 17,65

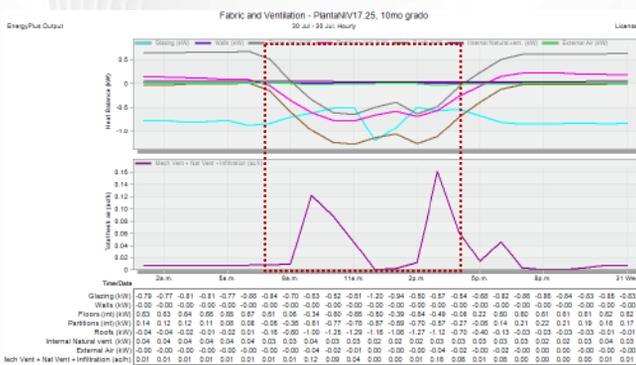
### Julio – Sin aleros



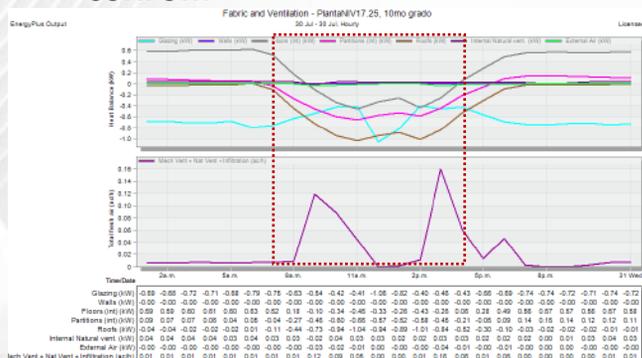
### Julio – con aleros



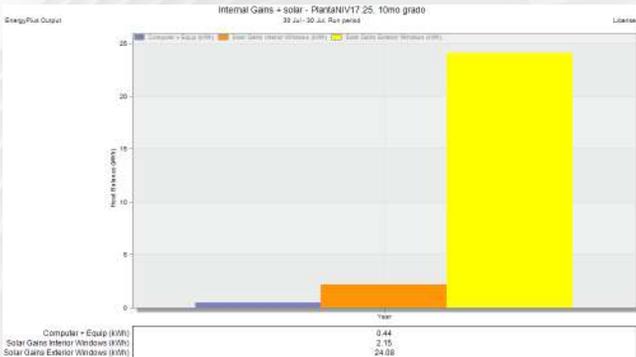
### CONFORT



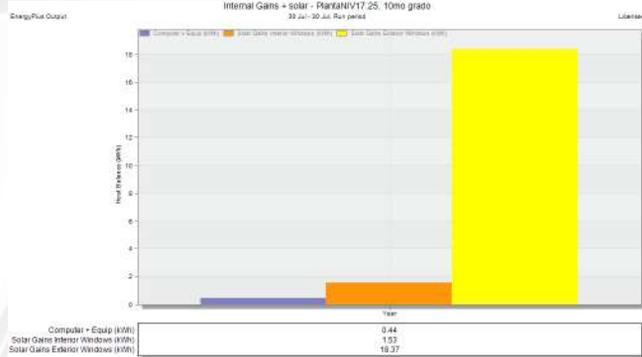
### CONFORT



### FABRIC AND VENT



### FABRIC AND VENT



### INT GAINS

### INT GAINS

| EVOLUCIÓN DE TEMPERATURAS OPER. |                   |              |              |
|---------------------------------|-------------------|--------------|--------------|
| Aula 10mo grado                 |                   |              |              |
| ZONA DE ESTUDIO                 | TEMP. PROMEDIO °C | TEMP. MIN °C | TEMP. MAX °C |
| CON ALEROS                      | 19,69             | 18,47        | 20,46        |
| HORA                            | 7 am-4 pm         | 7:00 a.m.    | 02:00 p.m    |
| SIN ALEROS                      | 20,70             | 19,46        | 21,42        |
| HORA                            | 7 am-4 pm         | 7:00 a. m.   | 03:00 p.m    |

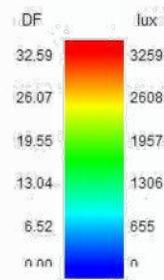
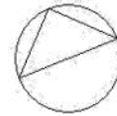
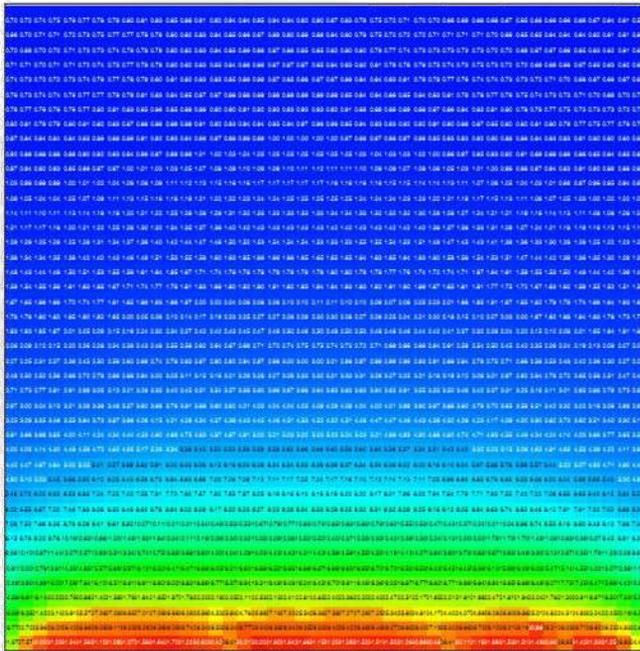
| RENOVACIONES HORA                |        |                                  |
|----------------------------------|--------|----------------------------------|
| Aula 10mo grado                  |        |                                  |
| ZONA DE ESTUDIO                  | (ac/h) | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 0,05   | 0,82                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 0,05   | 0,82                             |

**NO CUMPLE**

| GANANCIAS INT. VENT EXT. |                      |
|--------------------------|----------------------|
| ZONA DE ESTUDIO          | A. 10mo grado (KW/h) |
| CON ALEROS               | 18,37                |
| SIN ALEROS               | 24,08                |

# 7. RESULTADO-ESTUDIO DE ILUMINACIÓN NATURAL

## 10mo grado nivel 17,65 ILUMINACIÓN NATURAL



| Block      | Zone | Floor Area (m <sup>2</sup> ) | Floor Area above Threshold (m <sup>2</sup> ) | Floor Area above Threshold (%) | Average Daylight Factor (%) | Minimum Daylight Factor (%) | Maximum Daylight Factor (%) | Uniformity ratio (Min / Avg) | Uniformity ratio (Min / Max) | Min Illuminance (lux) | Max Illuminance (lux) |
|------------|------|------------------------------|--|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| PlantaNIV1 | 7.25 | 77.611                       | 40.648                                       | 52.374                         | 5.881                       | 0.588                       | 32.022                      | 0.100                        | 0.018                        | 58.8                  | 3203.0                |

| TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD           | UGR <sub>L</sub> | NIVELES DE ILUMINANCIA (lx) |            |             |
|---------------------------------------|------------------|-----------------------------|------------|-------------|
|                                       |                  | Mínimo                      | Medio      | Máximo      |
| <b>Colegios y centros educativos.</b> |                  |                             |            |             |
| <b>Salones de clase</b>               |                  |                             |            |             |
| <b>Iluminación general</b>            | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Tableros</b>                       | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Elaboración de planos</b>          | <b>16</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <b>Salas de conferencias</b>          |                  |                             |            |             |
| <b>Iluminación general</b>            | <b>22</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Tableros</b>                       | <b>19</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <b>Bancos de demostración</b>         | <b>19</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <b>Laboratorios</b>                   | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Salas de arte</b>                  | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Talleres</b>                       | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Salas de asamblea</b>              | <b>22</b>        | <b>150</b>                  | <b>200</b> | <b>300</b>  |

Tabla 410.1 Índice UGR máximo y Niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades  
Fuente para UGR, Norma UNE EN 12464-1 de 2003.

El tamaño del predio junto con un programa de necesidades extenso, generó un esquema arquitectónico que cumple con los estándares exigidos por la SED y las normas urbanas y técnicas pero que genera algunas dificultades en el manejo de la iluminación natural. Se propone incorporar vidrios laminados para controlar los excesos de iluminación, combinados con iluminación artificial con ahorro energético tipo LED para las zonas con dificultades de iluminación.

# 8. OPTIMIZACIÓN DE VENTILACIÓN

## AULA 10 MO GRADO nivel 17,65 **VENTILACIÓN NATURAL**

**AULA DECIMO GRADO NIVEL 17,25 PROTECCIONES SOLARES + VENT. OPERABLES INF. AL 20% + VIDRIO SENCILLO CLARO 3MM, DIA DE CALOR ENE 30-DIA DE FRÍO JULIO 30:**

Con el objetivo de mejorar las renovaciones de aire en el mes de julio, se prueban diferentes configuraciones de aperturas en la fachada y se concluye a través de las simulaciones que las renovaciones de aire funcionan bien con las ventanas operables al 20%.

**ENERO 30** VELOCIDAD DEL AIRE: 0,53 m/s  
TEMP MIN.: 21,20 C°  
TEMP MAX.: 22,11 C°

**JULIO 30** VELOCIDAD DEL AIRE: 0,16 m/s  
TEMP MIN.: 16,39 C°  
TEMP MAX.: 18,66 C°

Ventana operable al interior  
10% parte inf. ventana

Ventana operable al interior  
10% parte inf. ventana

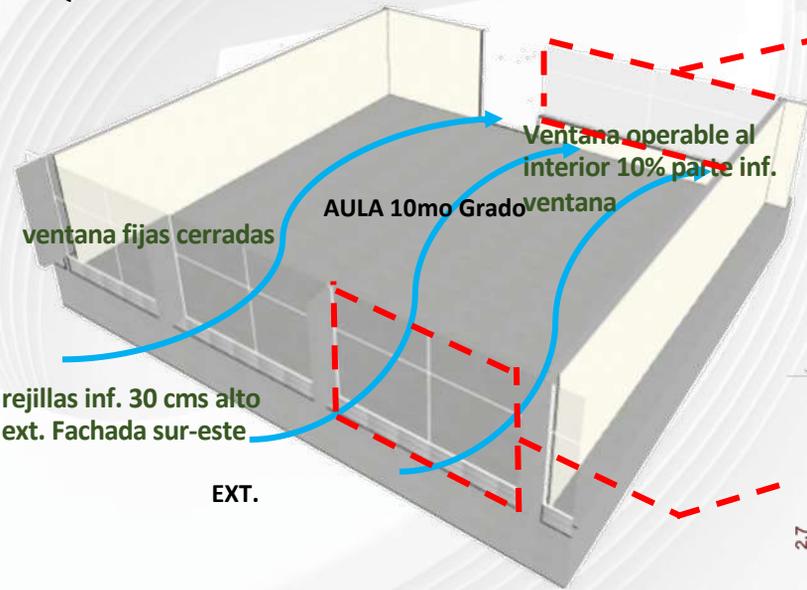
rejillas inf. 30 cms alto  
ext. Fachada nor-este

rejillas inf. 30 cms alto  
ext. Fachada nor-este

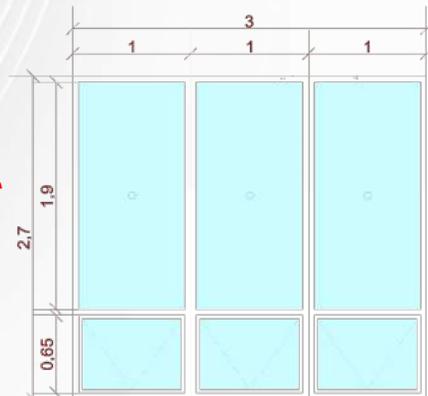
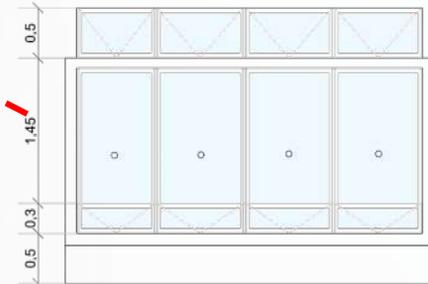


| AREA M2 | AREA (FT2) | VOLUMEN (M3) | INDICE DE AREA CFM (FT2) ASHRAE 62.1 | TASA DE VENTILACIÓN MINIMA (CFM/PERSON) ASHRAE 62.1 | TASA VENTILACIÓN MINIMA m3/per/h ASHRAE 62.1 | CAUDAL (CFM) | CAUDAL (FT3/H) | CAUDAL REQUERIDO M3/HORA | RENOVACIÓN DE AIRE /HORA | % ABERTURA SOBRE AREA VIDRIADA TOTAL | AREA VIDRIADA TOTAL M2 (operables) | ÁREA VIDRIADA OPERABLES M2 (elementos que abren) |
|---------|------------|--------------|--------------------------------------|---|--|--------------|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| 68,63   | 738,7      | 184,6        | 0,12                                 | 10  | 16,99  | 88,6         | 5319           | 150,6                    | 0,82                     | 20                                   | 32,76                              | 6,55   |

### ESQUEMAS DE VENTILACIÓN



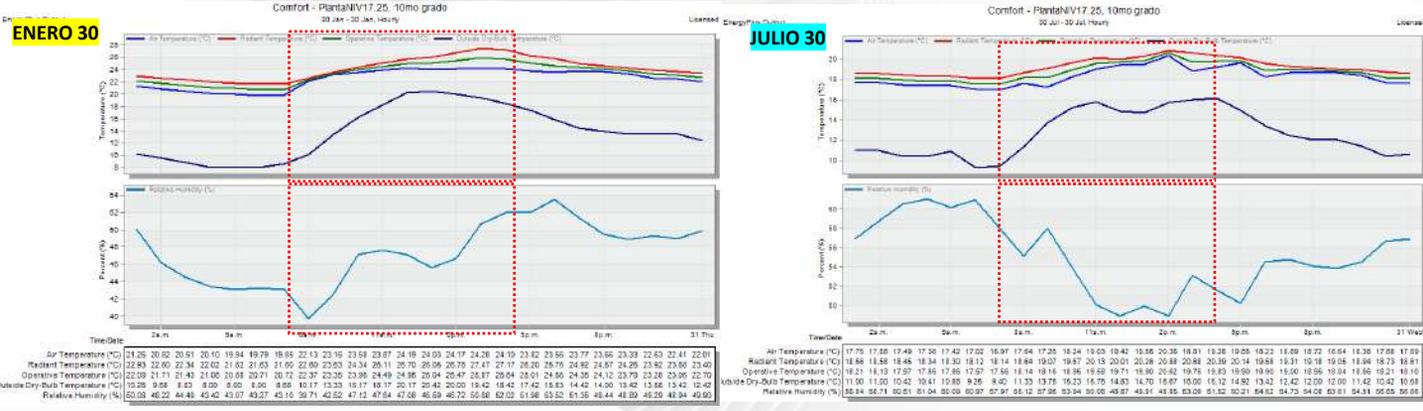
Detalle ventana aula 10mo grado fachada int.



Detalle ventana aula 10mo grado fachada ext.

# 8. OPTIMIZACIÓN DE VENTILACIÓN AULA 10 MO GRADO nivel 17,65

## Confort térmico



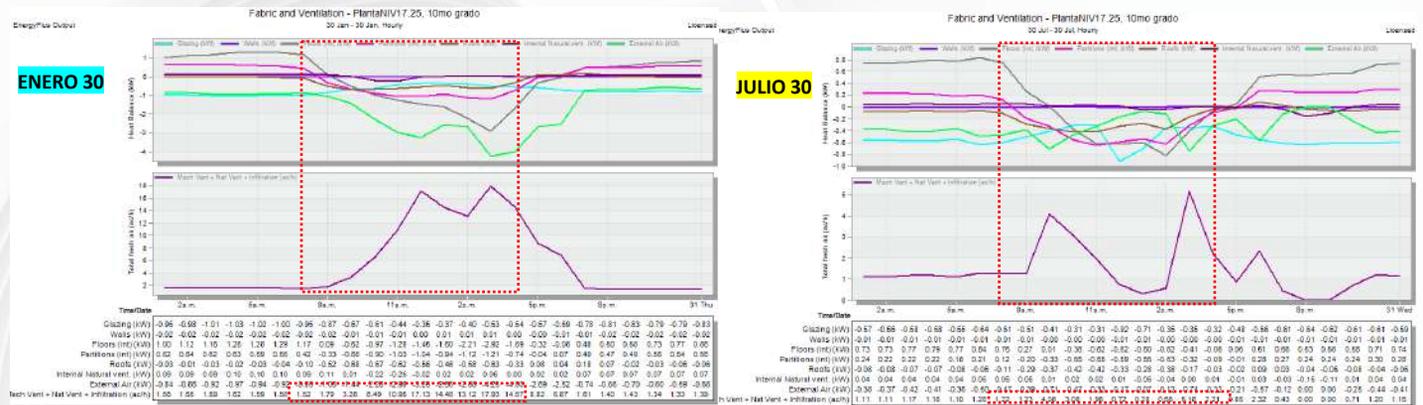
**TEMP. MIN H. CLASE 7-4 PM**  
20,72

**TEMP. MAX H. CLASE 7-4 PM**  
25,87

**TEMP. MIN H. CLASE 7-4 PM**  
17,55

**TEMP. MAX H. CLASE 7-4 PM**  
20,62

## Materialidad / ACH



Los resultados muestran que el ACH en promedio para el aula 10mo grado son de **5,62 en el mes de enero** y **1,42 en el mes de julio** lo que quiere decir, que existe una buena ventilación natural y las renovaciones de aire cumplen con los cálculos del mínimo exigido por la norma **ASHRAE**, la cual es de **0,66 ACH** para este espacio.

| RENOVACIONES HORA                |                       |                                  |
|----------------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| ZONA DE ESTUDIO                  | Aula 10mo grado-julio |                                  |
|                                  | (ac/h)                | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 1,42                  | 0,82                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm |                       |                                  |

**CUMPLE**

# 8. PRUEBAS- OPTIMIZACIÓN DE CUBIERTA

AULA 10 MO GRADO nivel 17,65 **MEJORAMIENTO INERCIA TÉRMICA CUBIERTA**

## Características cubierta materiales actuales

| MATERIALES MODELO LINEA BASE |      |                    |                  |               |                         |   |
|------------------------------|------|--------------------|------------------|---------------|-------------------------|---|
| PROYECTO COLEGIO BOITA       |      |                    |                  |               |                         |   |
| CONSTRUCCION                 | ZONA | DESCRIPCION        | ESPOSOR ELEMENTO | TOTAL ESPOSOR | PROPIEDADES             | IMAGEN  |
| LOSA CUBIERTA                |      | CONCRETO ESMALTADO | 0,02             | 0,96          | 0,81 W/M <sup>2</sup> C |  |
|                              |      | PEGA               | 0,01             |               |                         |   |
|                              |      | MORTERO            | 0,03             |               |                         |   |
|                              |      | CONCRETO           | 0,90             |               |                         |   |

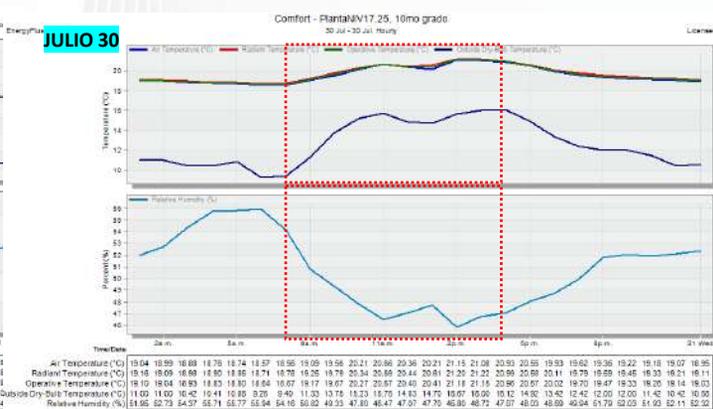
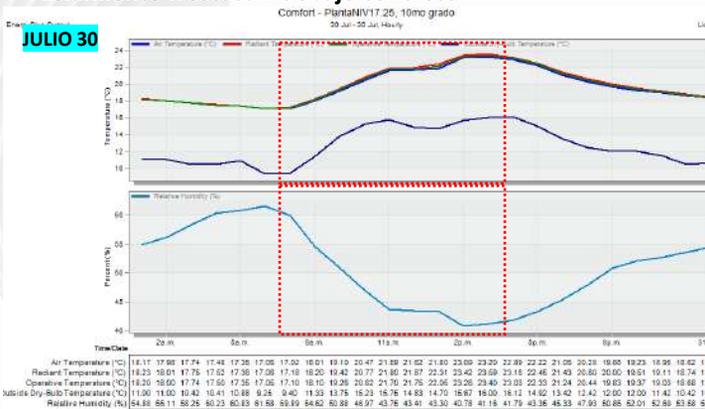
## Características cubierta materiales propuesta 1 aislamiento frescaca por debajo del concreto

| PROYECTO COLEGIO BOITA |       |                        |                  |               |                         |  |
|------------------------|-------|------------------------|------------------|---------------|-------------------------|--|
| CONSTRUCCION           | ZONA  | DESCRIPCION            | ESPOSOR ELEMENTO | TOTAL ESPOSOR | PROPIEDADES             | IMAGEN   |
| LOSA CUBIERTA          | AULAS | CONCRETO ESMALTADO     | 0,02             | 1,06          | 0,27 W/M <sup>2</sup> C |  |
|                        |       | PEGA                   | 0,01             |               |                         |  |
|                        |       | MORTERO                | 0,03             |               |                         |  |
|                        |       | CONCRETO               | 0,90             |               |                         |  |
|                        |       | AISLAMIENTO N FRESCACA | 0,08             |               |                         |  |
|                        |       | PANEL YESO             | 0,02             |               |                         |  |

## Confort térmico

### Aislamiento frescaca x debajo concreto

### Materiales actuales



TEMP. MIN H. CLASE 7-4 PM

TEMP. MAX H. CLASE 7-4 PM

TEMP. MIN H. CLASE 7-4 PM

TEMP. MAX H. CLASE 7-4 PM

17,10

23,40

18,67

21,18

No se evidencia una mejora en el confort del aula de 10 grado empleando el aislamiento de frescaca por debajo del concreto, como lo demuestran los resultados de las gráficas.

# 8. PRUEBAS-OPTIMIZACIÓN DE CUBIERTA

## AULA 10 MO GRADO nivel 17,65 **MEJORAMIENTO INERCIA TÉRMICA CUBIERTA**

### Características cubierta materiales actuales

| MATERIALES MODELO LINEA BASE |      |                    |                  |               |             |   |
|------------------------------|------|--------------------|------------------|---------------|-------------|---|
| PROYECTO COLEGIO BOITA       |      |                    |                  |               |             |   |
| CONSTRUCCION                 | ZONA | DESCRIPCION        | ESPOSOR ELEMENTO | TOTAL ESPOSOR | PROPIEDADES | IMAGEN  |
| LOSA CUBIERTA                |      | CONCRETO ESMALTADO | 0,02             | 0,96          | 0,81 W/M2°C |  |
|                              |      | PEGA               | 0,01             |               |             |   |
|                              |      | MORTERO            | 0,03             |               |             |   |
|                              |      | CONCRETO           | 0,90             |               |             |   |

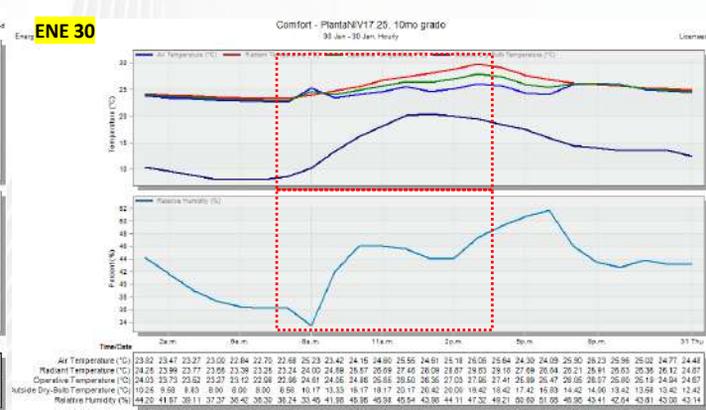
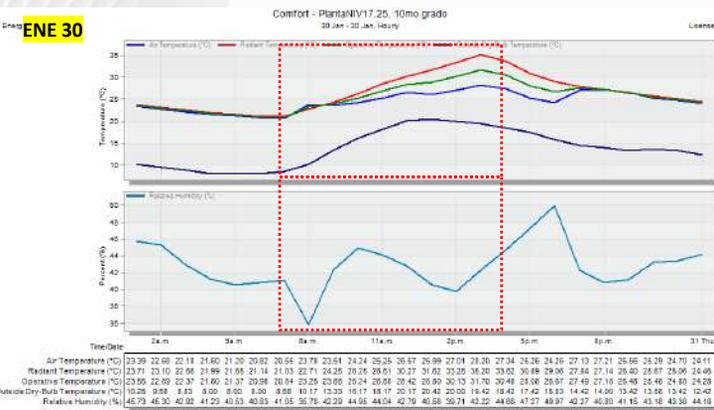
### Características cubierta materiales propuesta 1 aislamiento frescaca por debajo del concreto

| PROYECTO COLEGIO BOITA |       |                        |                  |               |             |  |
|------------------------|-------|------------------------|------------------|---------------|-------------|--|
| CONSTRUCCION           | ZONA  | DESCRIPCION            | ESPOSOR ELEMENTO | TOTAL ESPOSOR | PROPIEDADES | IMAGEN   |
| LOSA CUBIERTA          | AULAS | CONCRETO ESMALTADO     | 0,02             | 1,06          | 0,27 W/M2°C |  |
|                        |       | PEGA                   | 0,01             |               |             |  |
|                        |       | MORTERO                | 0,03             |               |             |  |
|                        |       | CONCRETO               | 0,90             |               |             |  |
|                        |       | AISLAMIENTO N FRESCACA | 0,08             |               |             |  |
|                        |       | PANEL YESO             | 0,02             |               |             |  |

## Confort térmico

### Aislamiento frescaca x debajo concreto

### Materiales actuales



TEMP. MIN H. CLASE 7-4 PM

TEMP. MAX H. CLASE 7-4 PM

TEMP. MIN H. CLASE 7-4 PM

TEMP. MAX H. CLASE 7-4 PM

20,84

31,70

22,96

27,95

No se evidencia una mejora en el confort del aula de 10 grado empleando el aislamiento de frescaca por debajo del concreto, como lo demuestran los resultados de las gráficas.

# 8. OPTIMIZACIÓN DE CUBIERTA

## AULA 10 MO GRADO nivel 17,65 **MEJORAMIENTO INERCIA TÉRMICA CUBIERTA**

### Características cubierta materiales actuales

| MATERIALES MODELO LINEA BASE |      |                    |                  |               |                          |        |
|------------------------------|------|--------------------|------------------|---------------|--------------------------|--------|
| PROYECTO COLEGIO BOITA       |      |                    |                  |               |                          |        |
| CONSTRUCCION                 | ZONA | DESCRIPCION        | ESPOSOR ELEMENTO | TOTAL ESPESOR | PROPIEDADES              | IMAGEN |
| LOSA CUBIERTA                |      | CONCRETO ESMALTADO | 0,02             | 0,96          | 0,81 W/M <sup>2</sup> °C |        |
|                              |      | PEGA               | 0,01             |               |                          |        |
|                              |      | MORTERO            | 0,03             |               |                          |        |
|                              |      | CONCRETO           | 0,90             |               |                          |        |

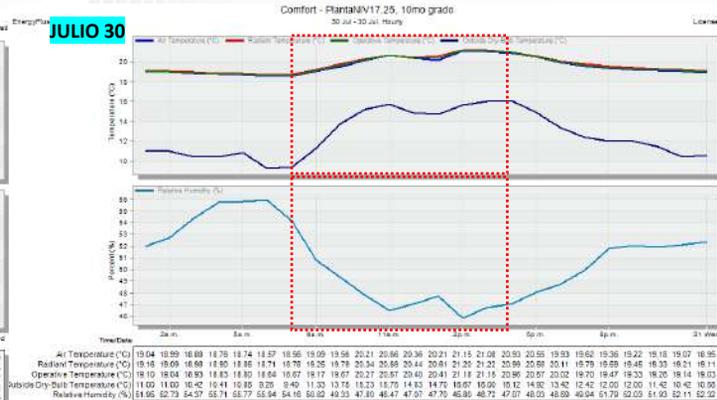
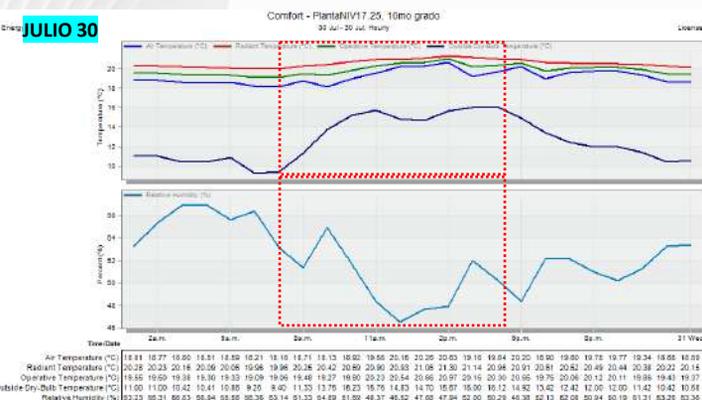
### Características cubierta materiales propuesta 1 aislamiento EPS Poliestileno expandido por encima del concreto

| MATERIALES MODELO OPTIMIZACIÓN |              |                            |                 |              |                          |        |
|--------------------------------|--------------|----------------------------|-----------------|--------------|--------------------------|--------|
| PROYECTO COLEGIO BOITA         |              |                            |                 |              |                          |        |
| CONSTRUCCION                   | LOCALIZACION | CARACTERISTICAS            | GROSOR ELEMENTO | TOTAL GROSOR | PROPIEDADES              | IMAGEN |
| LOSA CUBIERTA                  | AULAS        | CONCRETO ESMALTADO         | 0,02            | 1,04         | 0,28 W/M <sup>2</sup> °C |        |
|                                |              | EPS POLIESTIRENO EXPANDIDO | 0,08            |              |                          |        |
|                                |              | PEGA                       | 0,01            |              |                          |        |
|                                |              | MORTERO                    | 0,03            |              |                          |        |
|                                |              | CONCRETO                   | 0,90            |              |                          |        |

## Confort térmico

### Aislamiento EPS Poliestireno exp. x encima concreto

### Materiales actuales



TEMP. MIN H. CLASE 7-4 PM

TEMP. MAX H. CLASE 7-4 PM

TEMP. MIN H. CLASE 7-4 PM

TEMP. MAX H. CLASE 7-4 PM

19,06

20,97

18,67

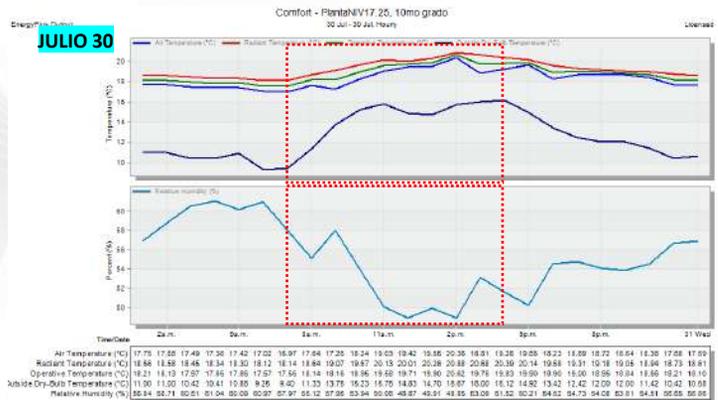
21,18

Se evidencia una mejora significativa en el confort del aula de 10 grado empleando el aislamiento de EPS poliestileno exp. por encima del concreto, como lo demuestran los resultados de las gráficas.

# 8. OPTIMIZACIÓN DE LOS VIDRIOS

## AULA 10 MO GRADO nivel 17,65 MEJORAMIENTO VIDRIOS

Una vez mejoradas las renovaciones de aire en el mes crítico (JULIO), se busca a través de la optimización de los vidrios (vidrio con mejor rendimiento térmico), mejorar o aumentar el nivel de confort en el mes de julio, ya que los resultados nos muestran temperaturas por debajo del nivel establecido **26,7 °C -21,1 °C**.



|                                  |                                  |
|----------------------------------|----------------------------------|
| <b>TEMP. MIN H. CLASE 7-4 PM</b> | <b>TEMP. MAX H. CLASE 7-4 PM</b> |
| 17,55                            | 20,62                            |

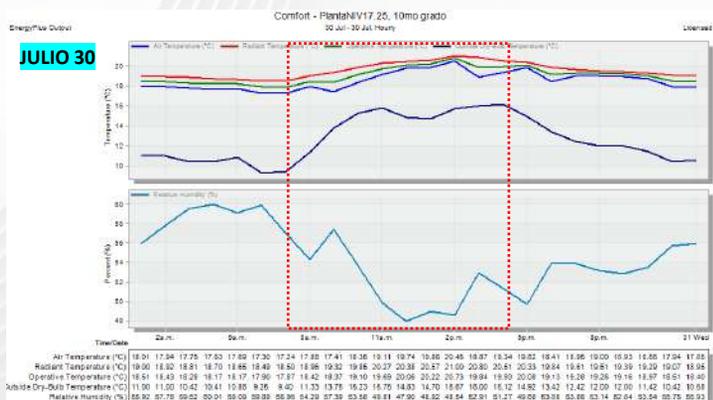
### Características vidrios actuales

| CONSTRUCCION    | LOCALIZACION | CARACTERISTICAS       | GROSOR ELEMENTO | TOTAL GROSOR | PROPIEDADES              | IMAGEN |
|-----------------|--------------|-----------------------|-----------------|--------------|--------------------------|--------|
| VIDRIO VENTANAS | MUROS EXT.   | VIDRIO SENCILLO CLARO | 0,03            | Valor u      | 5,894 W/M <sup>2</sup> C |        |
|                 |              |                       |                 | LT           | 0,898                    |        |
|                 |              |                       |                 | SHGC         | 0,861                    |        |
|                 |              |                       |                 | Transm. Luz  | 0,898                    |        |

### Características vidrios propuesta

| CONSTRUCCION    | LOCALIZACION | CARACTERISTICAS     | GROSOR ELEMENTO | TOTAL GROSOR | PROPIEDADES              | IMAGEN |
|-----------------|--------------|---------------------|-----------------|--------------|--------------------------|--------|
| VIDRIO VENTANAS | MUROS EXT.   | VIDRIO LAMINADO 4+4 | 0,08            | Valor u      | 2,939 W/M <sup>2</sup> C |        |
|                 |              |                     |                 | LT           | 0,801                    |        |
|                 |              |                     |                 | SHGC         | 0,74                     |        |
|                 |              |                     |                 | Transm. Luz  | 0,67                     |        |

Aunque con la utilización de un vidrio laminado el confort aumenta, sigue estando por debajo del nivel establecido **26,7 °C -21,1 °C**, por lo que se probará otro tipo de vidrio para este espacio.



|                                  |                                  |
|----------------------------------|----------------------------------|
| <b>TEMP. MIN H. CLASE 7-4 PM</b> | <b>TEMP. MAX H. CLASE 7-4 PM</b> |
| 17,87                            | 20,73                            |

# 8. OPTIMIZACIÓN DE LOS VIDRIOS

## AULA 10 MO GRADO nivel 17,65 MEJORAMIENTO VIDRIOS

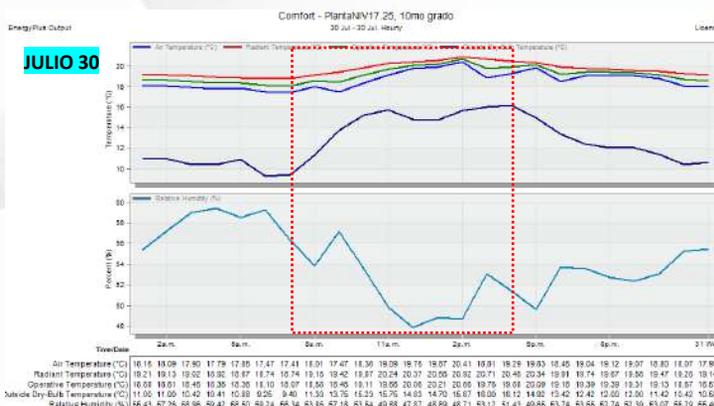
### Características vidrios actuales

| CONSTRUCCION    | LOCALIZACION | CARACTERISTICAS       | GROSOR ELEMENTO | TOTAL GROSOR | PROPIEDADES  | IMAGEN  |
|-----------------|--------------|-----------------------|-----------------|--------------|--------------|---|
| VIDRIO VENTANAS | MUROS EXT.   | VIDRIO SENCILLO CLARO | 0,03            | Valor u      | 5,894 W/M2°C |  |
|                 |              |                       |                 | LT           | 0,898        |   |
|                 |              |                       |                 | SHGC         | 0,861        |   |
|                 |              |                       |                 | Transm. Luz  | 0,898        |   |

### Características vidrios propuesta

| CONSTRUCCION    | LOCALIZACION | CARACTERISTICAS                 | GROSOR ELEMENTO | TOTAL GROSOR | PROPIEDADES  | IMAGEN  |
|-----------------|--------------|---------------------------------|-----------------|--------------|--------------|---|
| VIDRIO VENTANAS | MUROS EXT.   | VIDRIO LAMINADO Low-e 6+3 clear | 0,01            | Valor u      | 1,776 W/M2°C |  |
|                 |              |                                 |                 | LT           | 0,759        |   |
|                 |              |                                 |                 | SHGC         | 0,577        |   |
|                 |              |                                 |                 | Transm. Luz  | 0,505        |   |

Este tipo de vidrio laminado con un a cara low-e mejora aún más la condición anterior, pero sigue estando por debajo del nivel establecido **26,7 °C -21,1 °C**.



# 8. OPTIMIZACIÓN DE LOS VIDRIOS

## AULA 10 MO GRADO nivel 17,65 MEJORAMIENTO VIDRIOS

### Características vidrios actuales

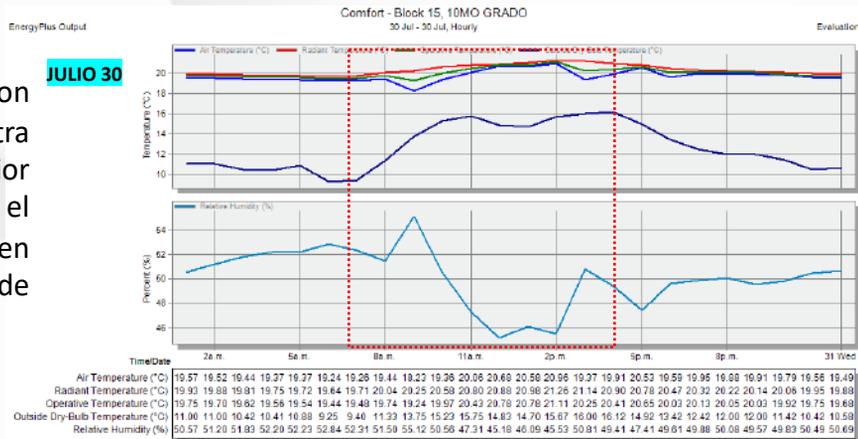
| CONSTRUCCION    | LOCALIZACION | CARACTERISTICAS       | GROSOR ELEMENTO | TOTAL GROSOR | PROPIEDADES  | IMAGEN  |
|-----------------|--------------|-----------------------|-----------------|--------------|--------------|---|
| VIDRIO VENTANAS | MUROS EXT.   | VIDRIO SENCILLO CLARO | 0,03            | Valor u      | 5,894 W/M2°C |  |
|                 |              |                       |                 | LT           | 0,898        |   |
|                 |              |                       |                 | SHGC         | 0,861        |   |
|                 |              |                       |                 | Transm. Luz  | 0,898        |   |

### Características vidrios propuesta

| CONSTRUCCION    | LOCALIZACION | CARACTERISTICAS                 | GROSOR ELEMENTO | TOTAL GROSOR | PROPIEDADES  | IMAGEN  |
|-----------------|--------------|---------------------------------|-----------------|--------------|--------------|---|
| VIDRIO VENTANAS | MUROS EXT.   | VIDRIO LAMINADO Low-e 5+3 clear | 0,01            | Valor u      | 1,672 W/M2°C |  |
|                 |              |                                 |                 | LT           | 0,722        |   |
|                 |              |                                 |                 | SHGC         | 0,534        |   |
|                 |              |                                 |                 | Transm. Luz  | 0,449        |   |

Este tipo de vidrio laminado con una cara low-e al interior y otra con. Vidrio sencillo al exterior mejora considerablemente el confort interior del aula en comparación con los otros tipos de vidrio.

**JULIO 30**



**TEMP. MIN H. CLASE 7-4 PM**

19,48

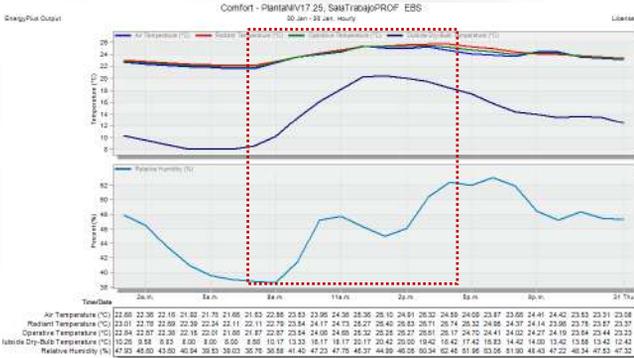
**TEMP. MAX H. CLASE 7-4 PM**

21,11

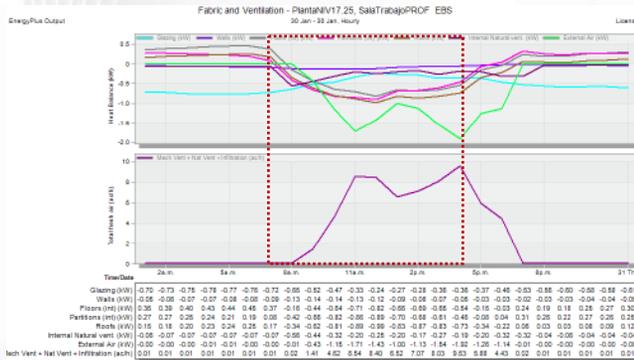
# 7. RESULTADOS

## Sala trabajo profesores nivel 17,65

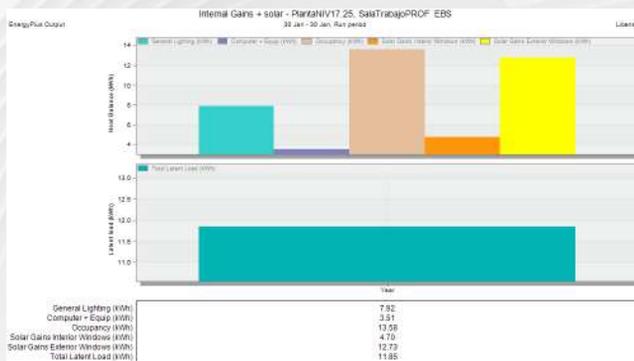
### Enero – Sin aleros



### CONFORT



### FABRIC AND VENT

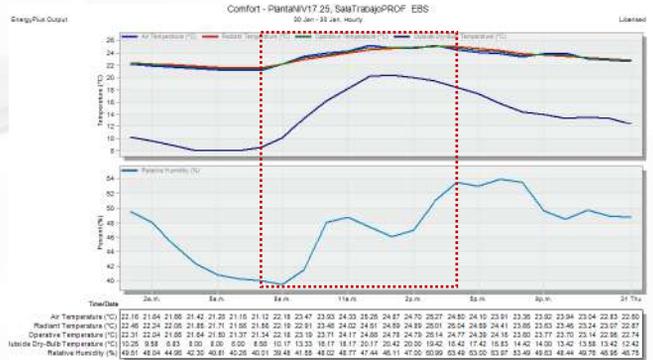


### INT GAINS

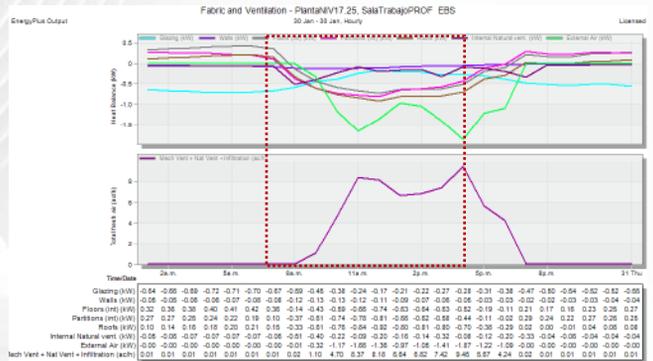
#### EVOLUCIÓN DE TEMPERATURAS OPER.

| ZONA DE ESTUDIO | Sala trab prof.   |              |              |
|-----------------|-------------------|--------------|--------------|
|                 | TEMP. PROMEDIO °C | TEMP. MIN °C | TEMP. MAX °C |
| CON ALEROS      | 23,89             | 21,34        | 25,14        |
| HORA            | 7 am-4 pm         | 7:00 a.m.    | 03:00 p.m    |
| SIN ALEROS      | 24,32             | 21,87        | 25,51        |
| HORA            | 7 am-4 pm         | 7:00 a. m.   | 03:00 p.m    |

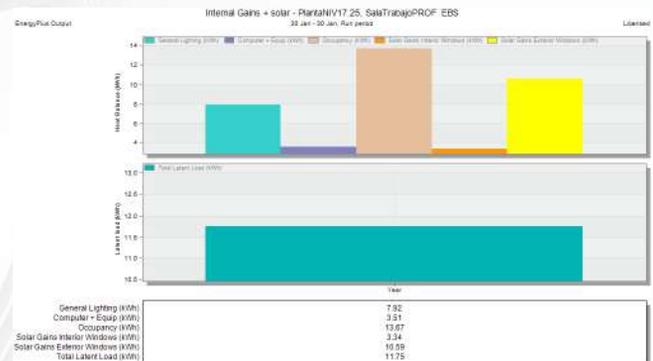
### Enero – con aleros



### CONFORT



### FABRIC AND VENT



### INT GAINS

#### RENOVACIONES HORA

| ZONA DE ESTUDIO                  | Sala trab prof. |                                  |
|----------------------------------|-----------------|----------------------------------|
|                                  | (ac/h)          | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 5,27            | 0,70                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 5,41            | 0,70                             |

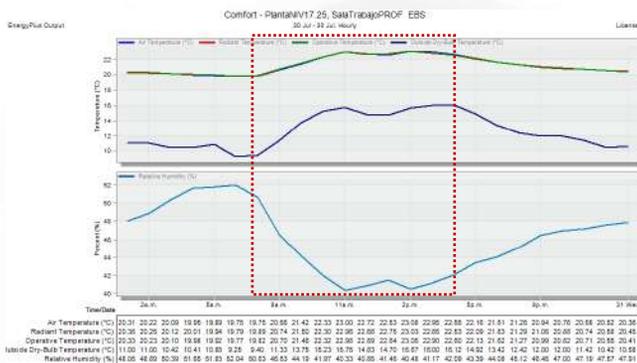
**CUMPLE**

| GANANCIAS INT. VENT EXT. |                 |
|--------------------------|-----------------|
| ZONA DE ESTUDIO          | Sala trab prof. |
|                          | (KW/h)          |
| CON ALEROS               | 10,59           |
| SIN ALEROS               | 12,73           |

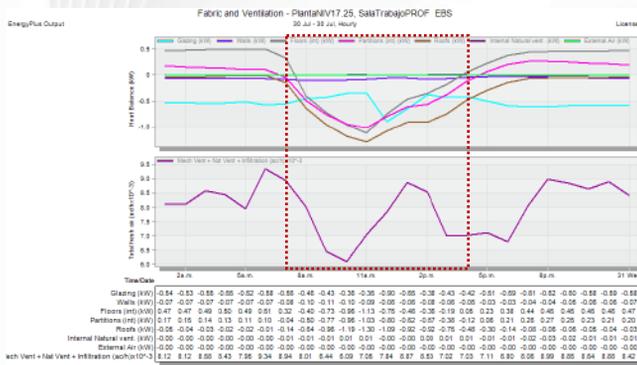
# 7. RESULTADOS

## Sala trabajo profesores nivel 17,65

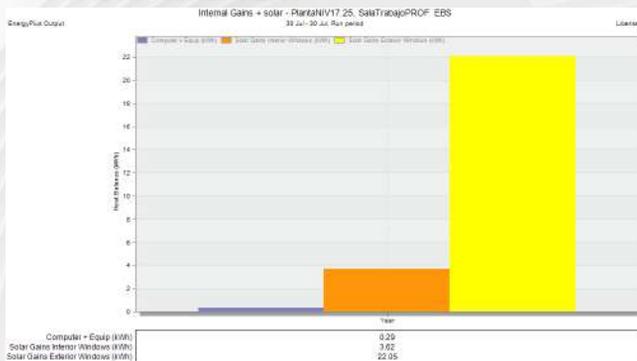
Julio – Sin aleros



### CONFORT

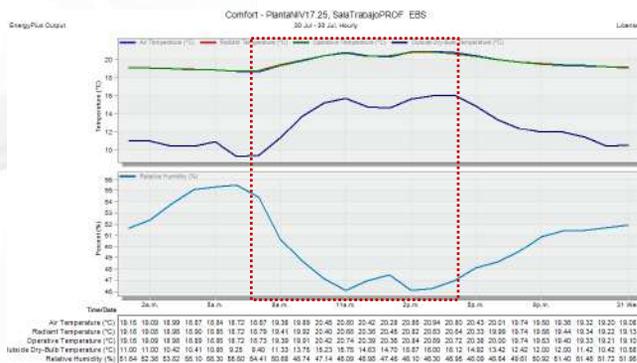


### FABRIC AND VENT

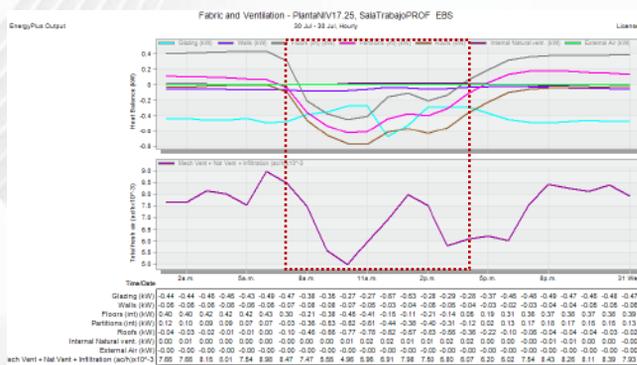


### INT GAINS

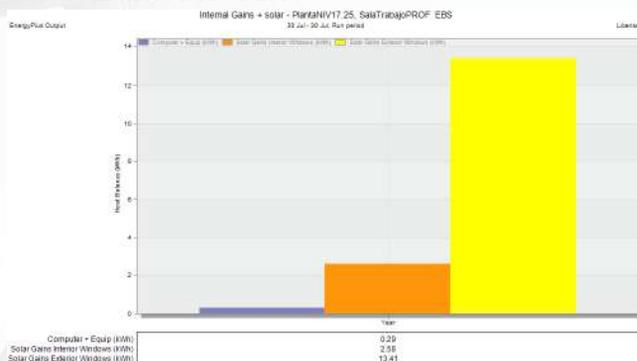
Julio – con aleros



### CONFORT



### FABRIC AND VENT



### INT GAINS

| EVOLUCIÓN DE TEMPERATURAS OPER. |                   |              |              |
|---------------------------------|-------------------|--------------|--------------|
| ZONA DE ESTUDIO                 | Sala trab prof.   |              |              |
|                                 | TEMP. PROMEDIO °C | TEMP. MIN °C | TEMP. MAX °C |
| CON ALEROS                      | 20,23             | 18,73        | 20,89        |
| HORA                            | 7 am-4 pm         | 7:00 a.m.    | 03:00 p.m    |
| SIN ALEROS                      | 22,11             | 19,82        | 23,06        |
| HORA                            | 7 am-4 pm         | 7:00 a. m.   | 02:00 p.m    |

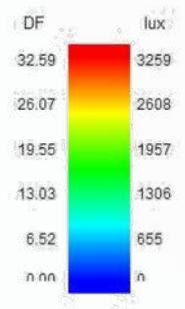
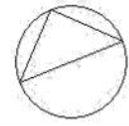
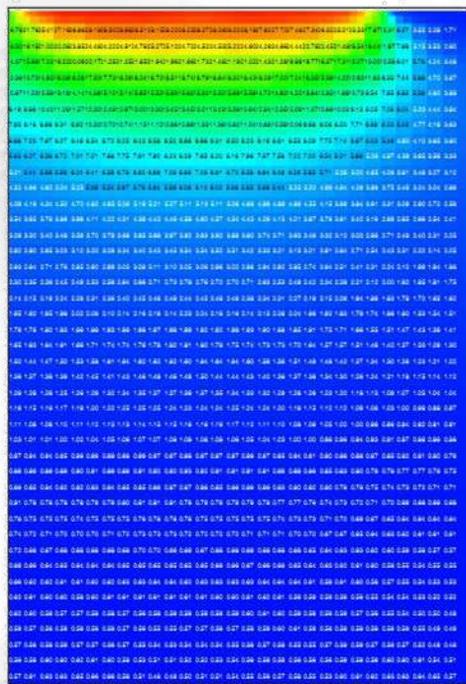
| RENOVACIONES HORA                |                 |                                  |
|----------------------------------|-----------------|----------------------------------|
| ZONA DE ESTUDIO                  | Sala trab prof. |                                  |
|                                  | (ac/h)          | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 6,66            | 0,35                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 7,58            | 0,35                             |

**CUMPLE**

| GANANCIAS INT. VENT EXT. |                 |
|--------------------------|-----------------|
| ZONA DE ESTUDIO          | Sala trab prof. |
|                          | (KW/h)          |
| CON ALEROS               | 13,41           |
| SIN ALEROS               | 22,05           |

# 7. RESULTADOS-ESTUDIO DE ILUMINACIÓN NATURAL

## SALA TRAB. PROFESORES nivel 17,65 ILUMINACIÓN NATURAL



| Block              | Zone                    | Floor Area (m2) | Floor Area above Threshold (m2) | Floor Area above Threshold (%) | Average Daylight Factor (%) | Minimum Daylight Factor (%) | Maximum Daylight Factor (%) | Uniformity ratio (Min / Avg) | Uniformity ratio (Min / Max) | Min Illuminance (lux) | Max Illuminance (lux) |
|--------------------|-------------------------|-----------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| PlantaNIV1<br>7.25 | SalaTrabajo<br>PROF EBS | 51.454          | 22.279                          | 43.299                         | 4.502                       | 0.456                       | 31.877                      | 0.101                        | 0.014                        | 45.6                  | 3188.5                |

| TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD           | UGR <sub>L</sub> | NIVELES DE ILUMINANCIA (lx) |            |             |
|---------------------------------------|------------------|-----------------------------|------------|-------------|
|                                       |                  | Mínimo.                     | Medio      | Máximo      |
| <b>Colegios y centros educativos.</b> |                  |                             |            |             |
| <i>Salones de clase</i>               |                  |                             |            |             |
| <b>Iluminación general</b>            | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Tableros</b>                       | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Elaboración de planos</b>          | <b>16</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <b>Salas de conferencias</b>          |                  |                             |            |             |
| <b>Iluminación general</b>            | <b>22</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Tableros</b>                       | <b>19</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <b>Bancos de demostración</b>         | <b>19</b>        | <b>500</b>                  | <b>750</b> | <b>1000</b> |
| <b>Laboratorios</b>                   | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Salas de arte</b>                  | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Talleres</b>                       | <b>19</b>        | <b>300</b>                  | <b>500</b> | <b>750</b>  |
| <b>Salas de asamblea</b>              | <b>22</b>        | <b>150</b>                  | <b>200</b> | <b>300</b>  |

Tabla 410.1 Índice UGR máximo y Niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades

Fuente para UGR, Norma UNE EN 12464-1 de 2003.

El tamaño del predio junto con un programa de necesidades extenso, generó un esquema arquitectónico que cumple con los estándares exigidos por la SED y las normas urbanas y técnicas pero que genera algunas dificultades en el manejo de la iluminación natural. Se propone incorporar vidrios laminados para controlar los excesos de iluminación, combinados con iluminación artificial con ahorro energético tipo LED para las zonas con dificultades de iluminación.

# 8. OPTIMIZACIÓN DE VENTILACIÓN

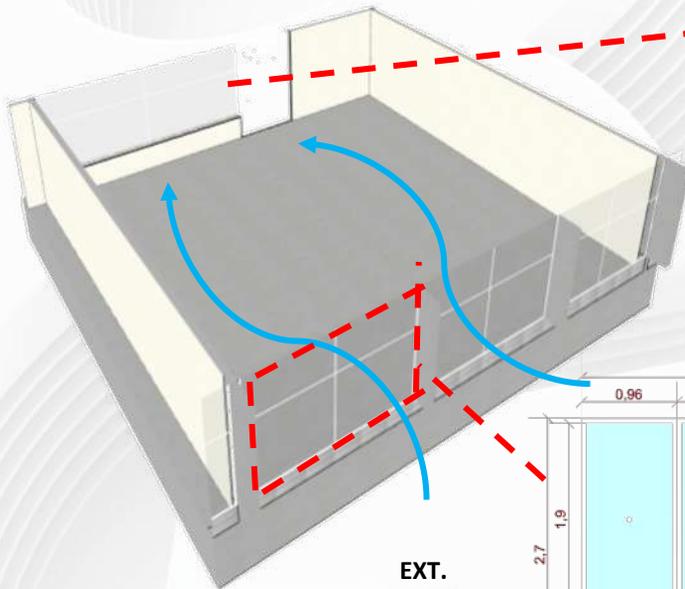
## SALA TRAB. PROFESORES nivel 17,65. **VENTILACIÓN NATURAL**

SALA TRAB. PROF. NIVEL 17,65 PROTECCIONES SOLARES + VENT. INF. OPER. 20% + VIDRIO SENCILLO CLARO 3MM, DIA DE FRÍO JULIO 30:

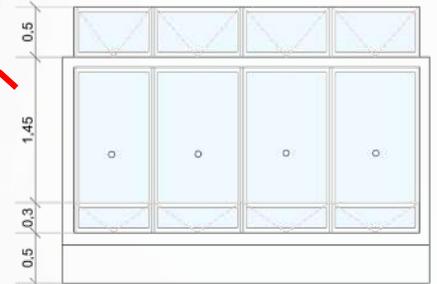
Con el objetivo de mejorar las renovaciones de aire en el mes de julio, se prueban diferentes configuraciones de aperturas en la fachada y se concluye a través de las simulaciones que las renovaciones de aire funcionan bien con las ventanas operables al 20%.

| AREA M2 | AREA (FT2) | VOLUMEN (M3) | INDICE DE AREA CFM (FT2) ASHRAE 62.1 | TASA DE VENTILACIÓN MINIMA (CFM/PERSON) ASHRAE 62.1 | TASA VENTILACIÓN MINIMA m3/per/h ASHRAE 62.1 | CAUDAL (CFM) | CAUDAL (FT3/H) | CAUDAL REQUERIDO M3/HORA | RENOVACIÓN DE AIRE /HORA | % ABERTURA SOBRE AREA VIDRIADA TOTAL | AREA VIDRIADA TOTAL M2 (operables) | ÁREA VIDRIADA OPERABLES M2 (elementos que abren) |
|---------|------------|--------------|--------------------------------------|---|--|--------------|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| 59,03   | 635,4      | 184,1        | 0,06                                 | 5   | 8,49   | 38,1         | 2287           | 64,8                     | 0,35                     | 20                                   | 27,59                              | 5,52   |

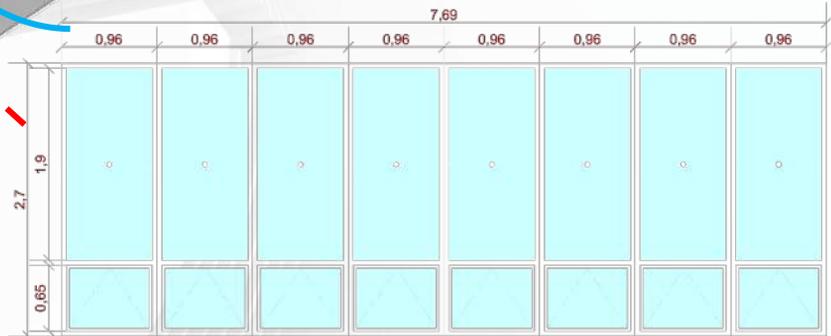
### ESQUEMAS DE VENTILACIÓN



Detalle ventana sala trab. Prof. fachada int.



EXT.



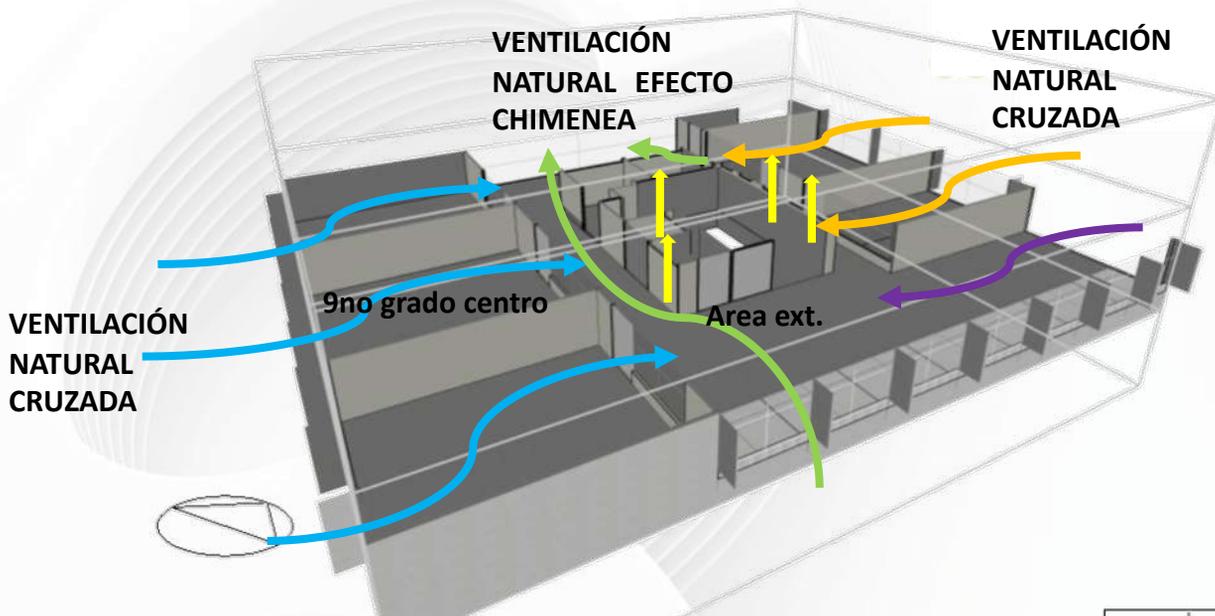
Detalle ventana sala trab. Prof. fachada int.

| RENOVACIONES HORA                |                 |                                  |
|----------------------------------|-----------------|----------------------------------|
| ZONA DE ESTUDIO                  | Sala trab prof. |                                  |
|                                  | (ac/h)          | Cálculos normativa ASHRAE (ac/h) |
| PROM. CON ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 6,66            | 0,35                             |
| PROM. SIN ALEROS 7:00 am-4:00 pm | 7,58            | 0,35                             |

**CUMPLE**

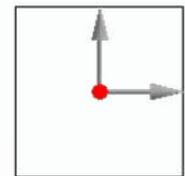
# 8. RESULTADOS PRUEBAS DE OPTIMIZACIÓN

## SIMULACIÓN CFD nivel 14,00



### MOVIMIENTO DEL AIRE

Influye en la pérdida del calor del cuerpo por convección y evaporación. De acuerdo al clima del lugar y teniendo en cuenta que al obtener mayores velocidades del viento a través de las ventanas se logra mejorar la sensación térmica, la selección de cada ubicación de apertura de ventana se tomó con base a los valores más altos de la velocidad del viento lograda en cada opción de simulación realizada para cada caso.



CFD Planta nivel 14,00  
Enero 30



Con el propósito de optimizar el uso y aprovechamiento de los vientos predominantes del lugar, se realizarán simulaciones de CFD (Vientos) que permitirán identificar el lugar de la ventana en el cual es posible lograr mayores velocidades del viento a través del porcentaje de apertura definido anteriormente para cada zona del colegio.

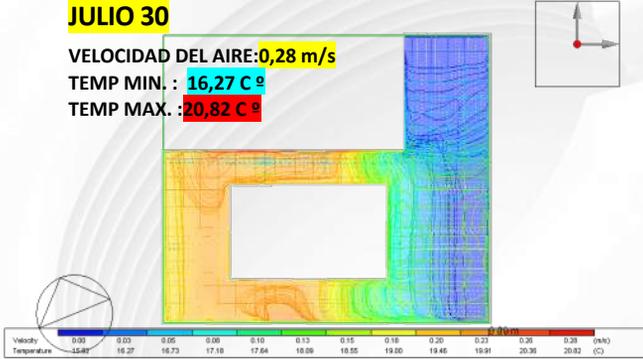
# 8. OPTIMIZACIÓN DE VENTILACIÓN

## AREA DE EXT. nivel 14,00. VENTILACIÓN NATURAL

AREA DE EXTENSION NIVEL 14,00 ABERTURAS INF. REJILLA FACH. SUR ESTE 30 CMS INF+ REJILLA FACHADA NOR-OESTE 50 CMS VIDRIO SENCILLO CLARO 3MM DIA DE CALOR:

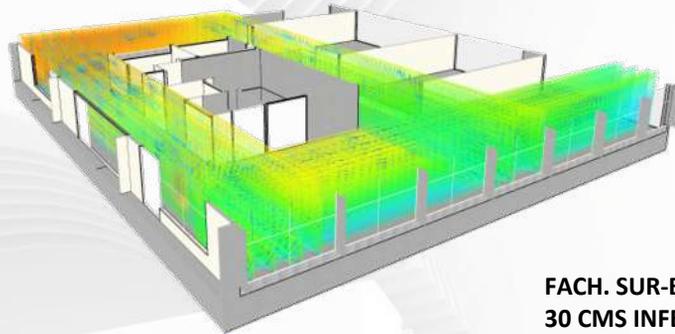
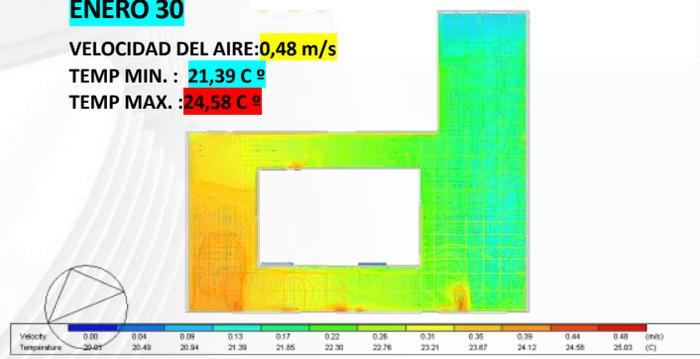
**JULIO 30**

VELOCIDAD DEL AIRE: 0,28 m/s  
 TEMP MIN. : 16,27 C°  
 TEMP MAX. : 20,82 C°



**ENERO 30**

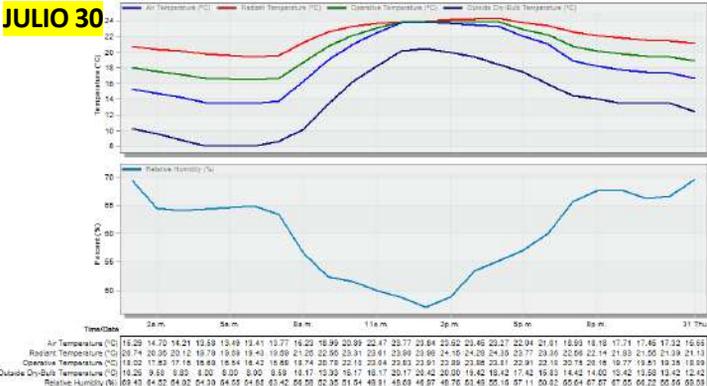
VELOCIDAD DEL AIRE: 0,48 m/s  
 TEMP MIN. : 21,39 C°  
 TEMP MAX. : 24,58 C°



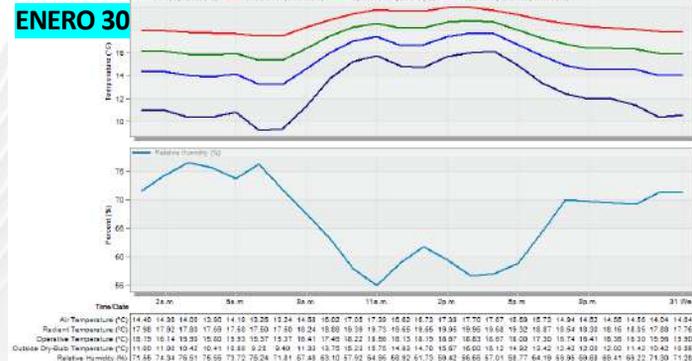
FACH. SUR-ESTE REJILLA  
 30 CMS INFERIOR

### Confort térmico

Comfort - PlantaAASecy tall secNIV13.75, AREAEXT13. 76  
 30 Jul - 30 Jan, Hourly



Comfort - PlantaAASecy tall secNIV13.75, AREAEXT13. 76  
 30 Jul - 30 Jul, Hourly



|                           |       |
|---------------------------|-------|
| TEMP. MIN H. CLASE 7-4 pm | 16,68 |
|---------------------------|-------|

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| TEMP. MAX H. CLASE 7-4 pm | 23,89 |
|---------------------------|-------|

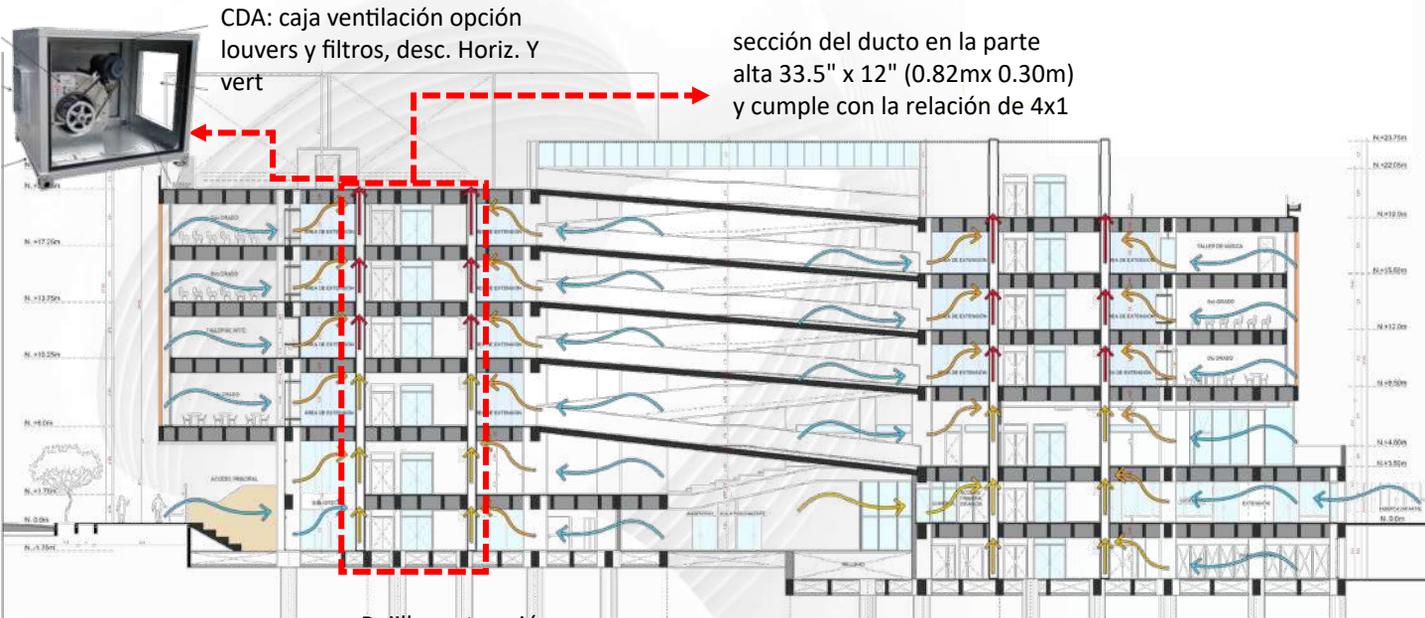
|                           |       |
|---------------------------|-------|
| TEMP. MIN H. CLASE 7-4 pm | 15,37 |
|---------------------------|-------|

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| TEMP. MAX H. CLASE 7-4 pm | 18,67 |
|---------------------------|-------|

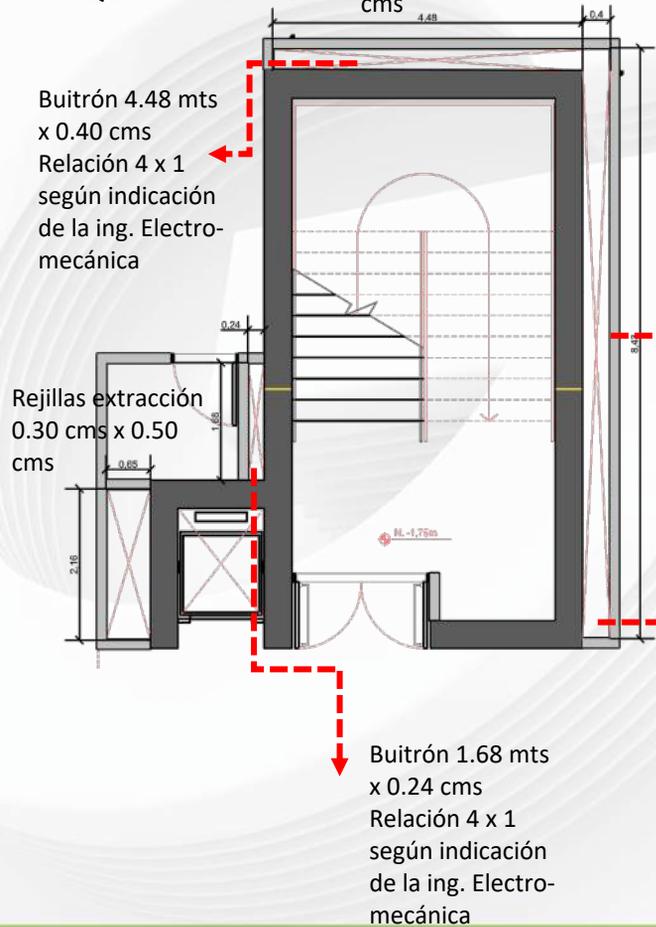


# 8. RESULTADOS PRUEBAS DE OPTIMIZACIÓN

## CÁLCULO CHIMENEAS NATURALES BUITRÓN 1 TORREA A SUR-ESTE



### ESQUEMA BUITRÓN 1.



### CÁLCULO VOLUMEN EQUIPO DE EXTRACCIÓN BUITRÓN 1.

- BIBLIOTECA=1505 CFM
  - INFORMÁTICA 1= 530 CFM
  - INFORMÁTICA 2= 530 CFM
  - AULAS GRADO 1= 200 CFM
  - AULAS GRADO 2= 200 CFM
  - AULAS GRADO 3= 100 CFM
  - SALA PROFESORES= 100 CFM
  - LAB. CIENCIAS= 200 CFM
  - TALLER DE ARTES= 200 CFM
  - CIRE= 200 CFM
  - AULAS 8VO-9NO-9NO= 300 CFM
  - LAB. FIS. Y QUIM. = 200 CFM
  - AULAS 10MO-11VO= 400 CFM
- 
- TOTAL = 4665 CFM – 7926 M3/H.

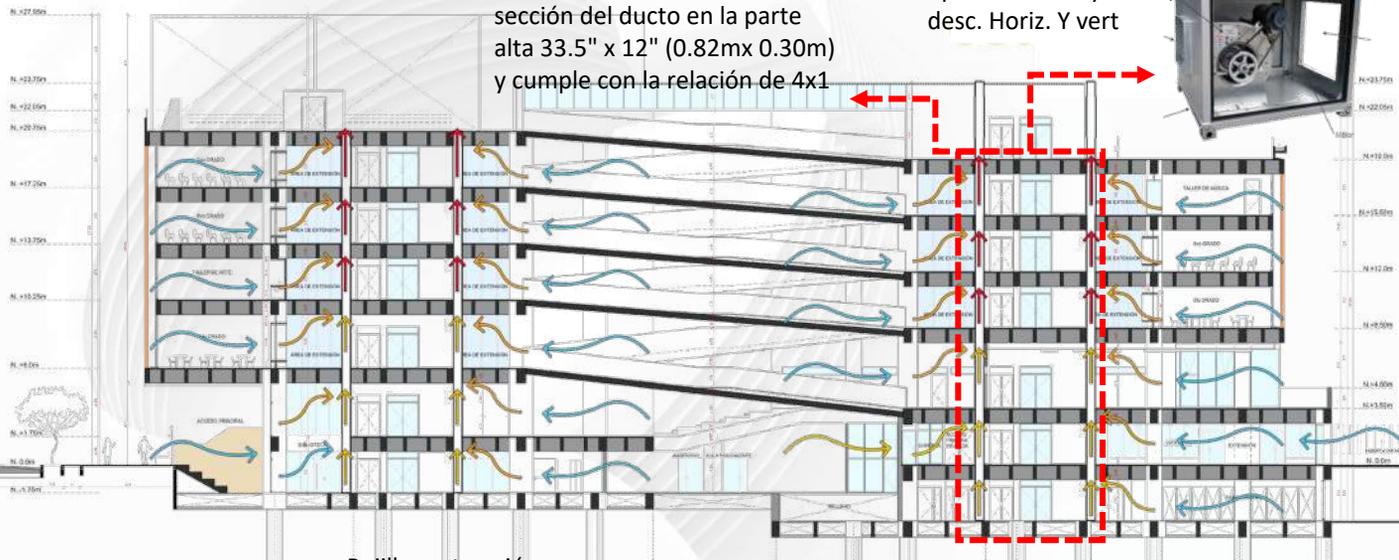


Buitrón 8.43 mts x 0.40 cms  
Relación 4 x 1 según indicación de la ing. Electro-mecánica

# 8. RESULTADOS PRUEBAS DE OPTIMIZACIÓN

## CÁLCULO CHIMENEAS NATURALES BUITRON 2 TORREA B NOR-OESTE

CDA: caja ventilación  
opción louvers y filtros,  
desc. Horiz. Y vert



sección del ducto en la parte  
alta 33.5" x 12" (0.82mx 0.30m)  
y cumple con la relación de 4x1

Rejillas extracción  
0.30 cms x 0.50  
cms

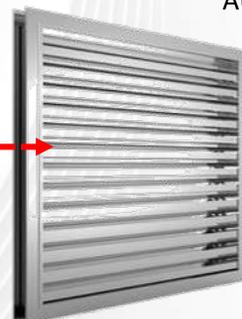
### ESQUEMA BUITRÓN 1.

### CÁLCULO VOLUMEN EQUIPO DE EXTRACCIÓN BUITRÓN 1.

Buitrón 4.48 mts  
x 0.40 cms  
Relación 4 x 1  
según indicación  
de la ing. Electro-  
mecánica

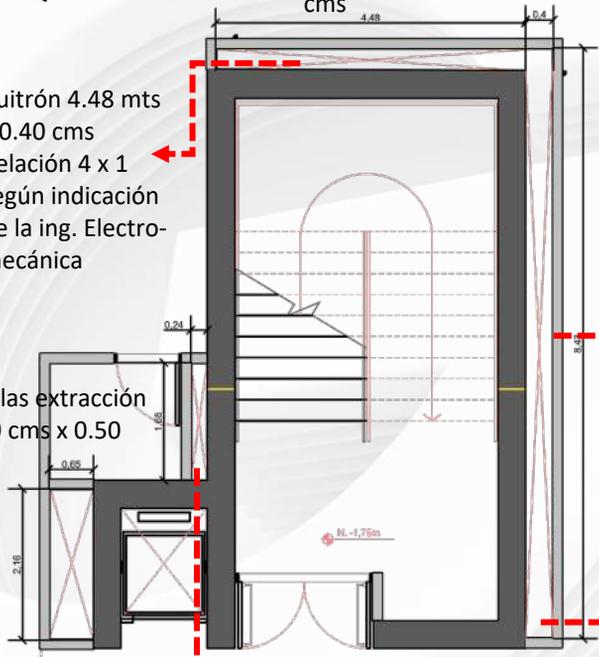
- LUDOTECA-PASILLOS-SALONES=2930 CFM
- COMEDOR= 740 CFM
- AULA 3ER GRADO= 530 CFM
- AULAS 4TO GRADO= 200 CFM
- AULAS 5TO GRADO= 200 CFM
- AULAS 6TO-7M0-8VO GRADO= 500 CFM
- SALA PROFESORES= 100 CFM
- CIRE= 200 CFM
- TALLER DE DANZAS= 200 CFM
- TALLER DE MUSICA= 200 CFM

Rejillas extracción  
0.30 cms x 0.50  
cms



TOTAL = 5270 CFM – 8953.77 M3/H.

Rejillas extracción  
0.30 cms x 0.50  
cms



Buitrón 1.68 mts  
x 0.24 cms  
Relación 4 x 1  
según indicación  
de la ing. Electro-  
mecánica

Buitrón 8.43 mts x  
0.40 cms  
Relación 4 x 1  
según indicación  
de la ing. Electro-  
mecánica

# 7. RESULTADOS-VENTILACIÓN MECÁNICA BAÑOS AULAS

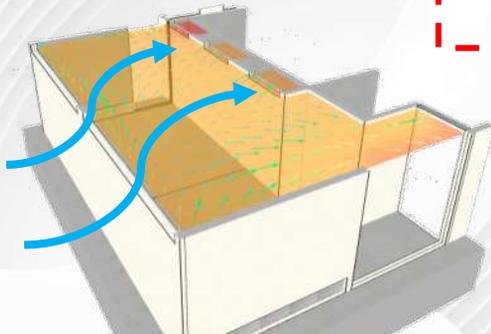
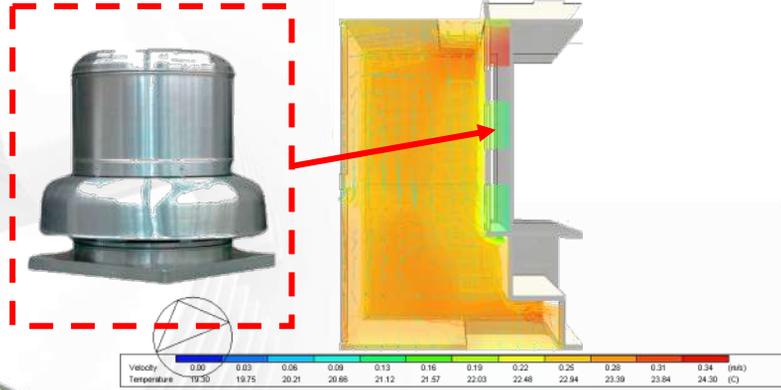
WCH-M : **ENE 30**

VELOCIDAD DEL AIRE: **0,34 m/s**

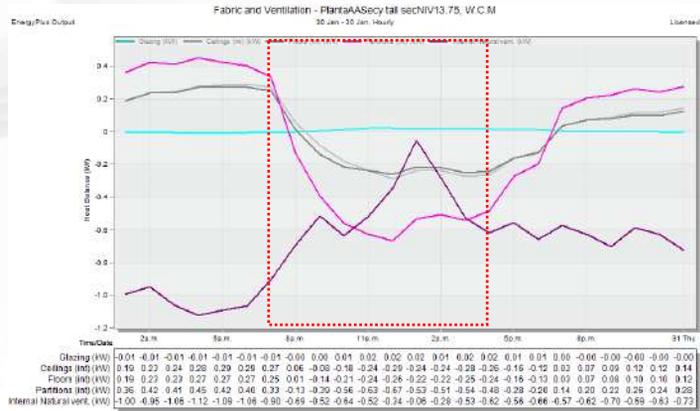
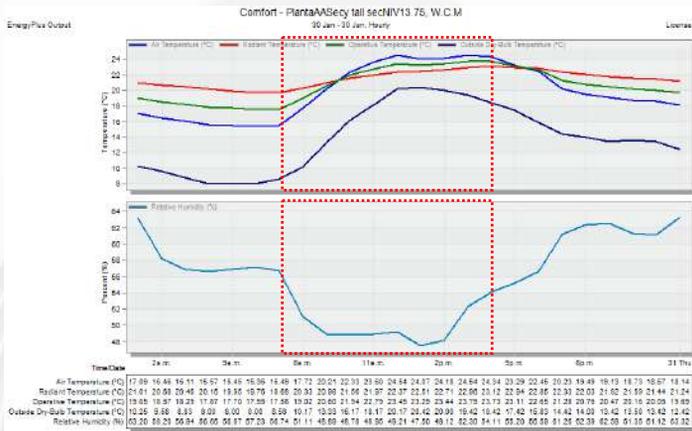
TEMP MIN. : **22,03C °**

TEMP MAX. : **23,84 C °**

## Esquemas de ventilación



## Confort térmico



|                                   |                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| <b>TEMP. MIN H. CLASE 7:00 AM</b> | <b>TEMP. MAX H. CLASE 4:00 PM</b> |
| 17,58                             | 23,75                             |

**Cálculos de ventilación mecánica para baños aulas :**

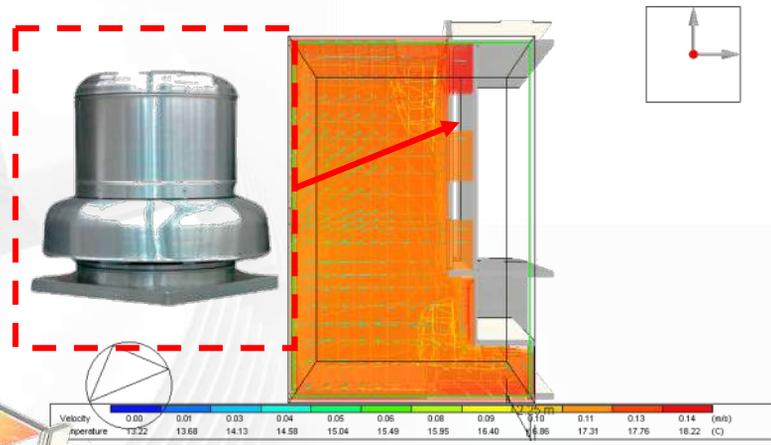
Volumen: 12,00 x 2,70= 32,4 m3.  
 32,4 m3 35,21 pie3 ÷ 1m3= 1.140 pie 3  
 12 renov x hora x 1.140 pie 3= 13.689 CFM ÷ 60 mins= 228 CFM= **387 M3/H CAUDAL A EXTRAER**

En enero los resultados de confort para los baños indican que esta entre los rangos admisibles, la simulación CFD muestra una buena velocidad del aire, sin embargo los elementos constructivos y la ventilación presentan valores negativos en las horas de clase por lo cuál hace necesario la utilización de un extractor mecánico de aire ubicado en el buitrón para que ayude a sacar el aire viciado.

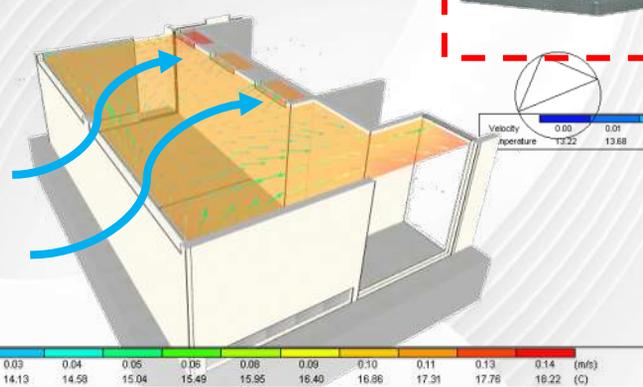
# 8. BAÑOS AULAS VENTILACIÓN MECÁNICA-julio 30

WCH NIVEL 13,75 : JUL 30

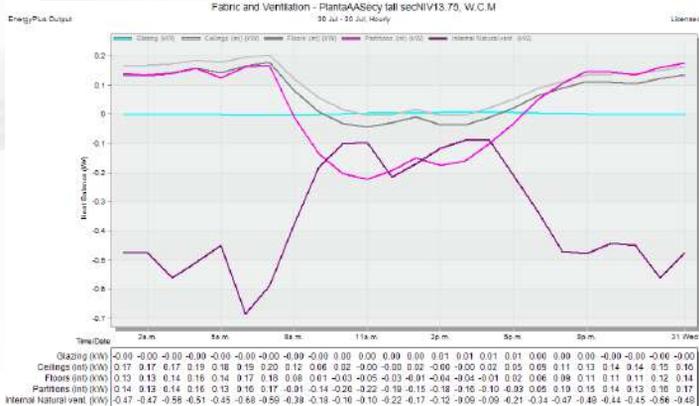
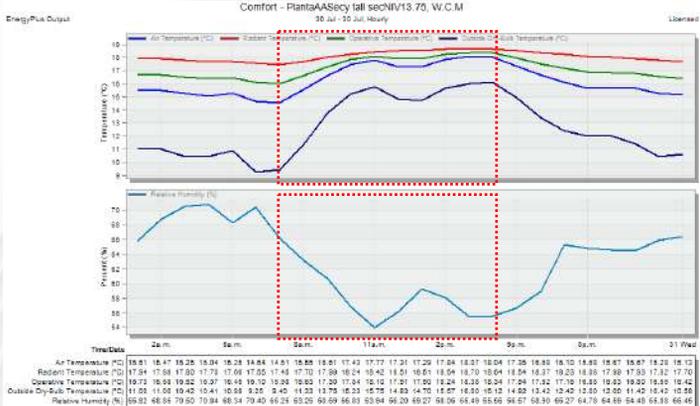
VELOCIDAD DEL AIRE: **0,14m/s**  
 TEMP MIN. : **16,86C**  
 TEMP MAX. : **18,22 C**



## Esquemas de ventilación



## Confort térmico



|                                  |                                  |
|----------------------------------|----------------------------------|
| <b>TEMP. MIN H. CLASE 7-4 pm</b> | <b>TEMP. MAX H. CLASE 7-4 PM</b> |
| 15,98                            | 18,38                            |

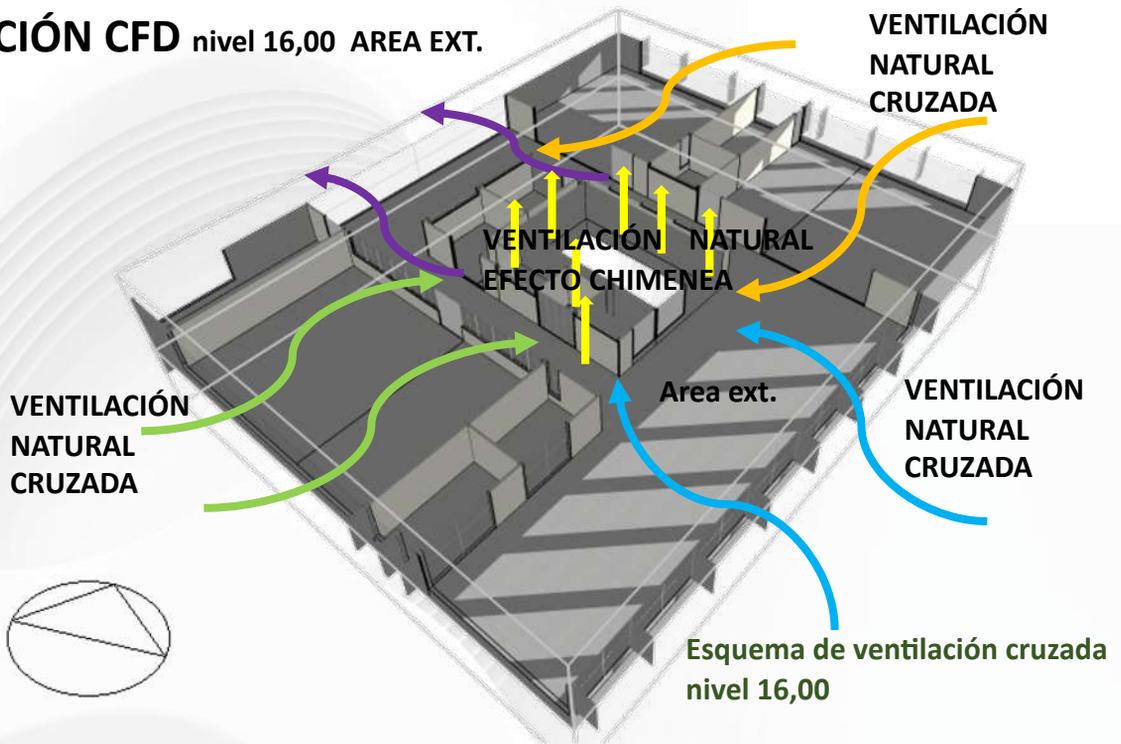
## Cálculos de ventilación mecánica para baños aulas :

Volumen: 12,00 x 2,70= 32,4 m3.  
 32,4 m3 35,21 pie3 ÷ 1m3= 1.140 pie 3  
 12 renov x hora x 1.140 pie 3= 13.689 CFM ÷ 60 mins= 228 CFM= **387 M3/H CAUDAL A EXTRAER**

En enero los resultados de confort para los baños indican que esta entre los rangos admisibles, la simulación CFD muestra una buena velocidad del aire, sin embargo los elementos constructivos y la ventilación presentan valores negativos en las horas de clase por lo cuál hace necesario la utilización de un extractor mecánico de aire ubicado en el buitrón para que ayude a sacar el aire viciado.

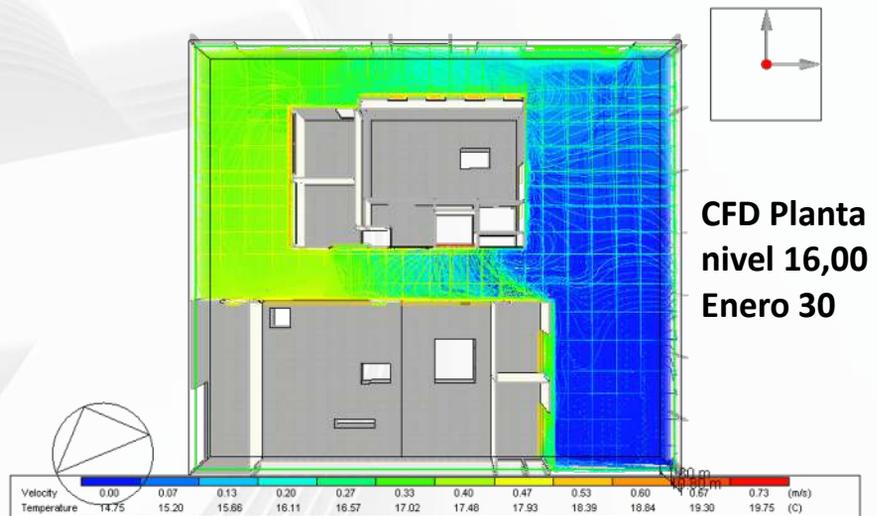
# 8. RESULTADOS PRUEBAS DE OPTIMIZACIÓN

## SIMULACIÓN CFD nivel 16,00 AREA EXT.



### MOVIMIENTO DEL AIRE

Influye en la pérdida del calor del cuerpo por convección y evaporación. De acuerdo al clima del lugar y teniendo en cuenta que al obtener mayores velocidades del viento a través de las ventanas se logra mejorar la sensación térmica, la selección de cada ubicación de apertura de ventana se tomó con base a los valores más altos de la velocidad del viento lograda en cada opción de simulación realizada para cada caso.



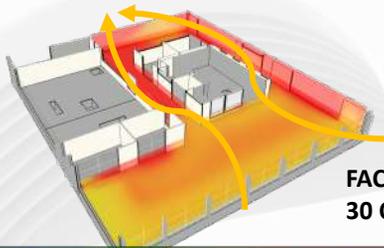
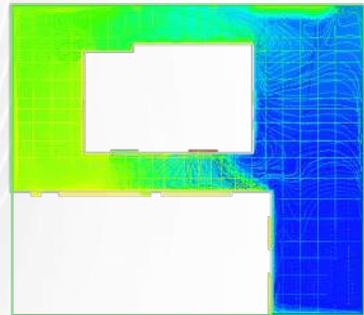
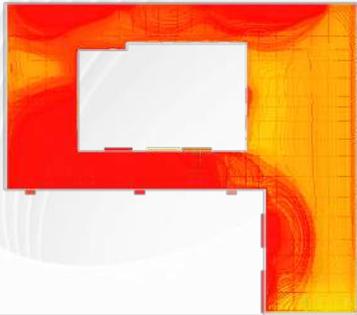
Con el propósito de optimizar el uso y aprovechamiento de los vientos predominantes del lugar, se realizarán simulaciones de CFD (Vientos) que permitirán identificar el lugar de la ventana en el cual es posible lograr mayores velocidades del viento a través del porcentaje de apertura definido anteriormente para cada zona del colegio.

# 8. PRUEBAS CFD EN DIFERENTES CONFIGURACIONES DE VENTANAS AREA EXT. NIV 16,00

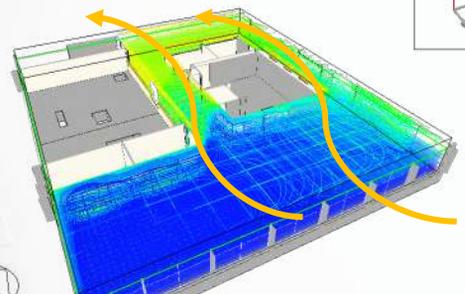
## AREA EXT. nivel 16,00 **VENTILACIÓN NATURAL**

**ENERO 30** VELOCIDAD DEL AIRE: **0,87 m/s**  
 TEMP MIN. : **20,57 C °**  
 TEMP MAX. : **23,05 C °**

**JULIO 30** VELOCIDAD DEL AIRE: **0,53 m/s**  
 TEMP MIN. : **14,75 C °**  
 TEMP MAX. : **18,39 C °**



**FACH. SUR-ESTE REJILLA  
30 CMS INFERIOR**



**TALLER MUSICA NIVEL 15,50 PROTECCIONES SOLARES + REJILLAS INF. EN VENTANAS EXT. 30 CMS + 4 + 4  
 SHGC=0.76 U=3,159, DIA DE CALOR ENE 30-DIA DE FRÍO JULIO 30:**

rejillas inf. 30 cms alto  
ext. Fachada sur-este



rejillas sup. 50 cms alto  
ext. Fachada nor-oeste

EXT.



## 8. ESQUEMA DE VENTILACIÓN PLANTA SOTANO

### PLANTA SOTANO nivel -3,50 **ESQUEMA DE VENTILACIÓN NATURAL**



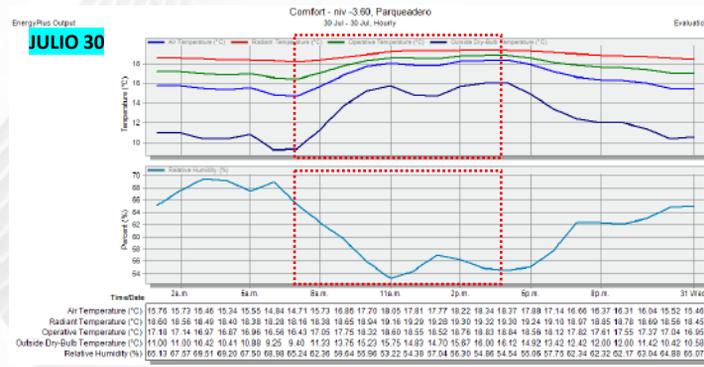
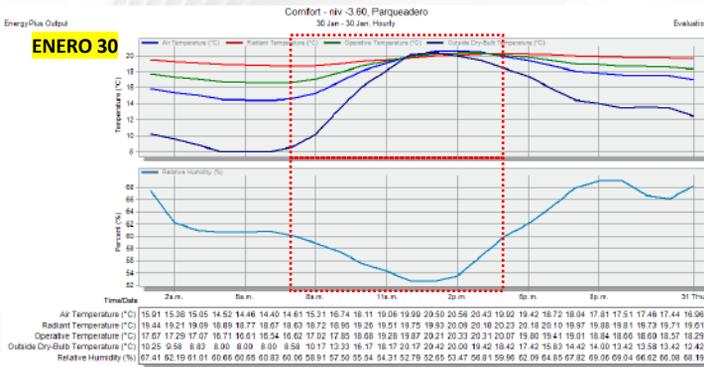
En la planta del sótano se propone expulsar el aire viciado por buitrón que se plantea en el terreno hacia la fachada NOR-OESTE, el uso del automóvil es mínimo ya que solo es un parqueadero privado exclusivo para los directivos y son 9 carros que entran y se encuentran parqueados durante la jornada escolar.

# 8. RESULTADOS

## PLANTA SOTANO nivel -3,50

| NIVEL | NOMBRE DE ZONA DE ESTUDIO | AREA M2 | AREA (FT2) | VOLUMEN (M3) | INDICE DE AREA CFM (FT2) ASHRAE 62.1 | CAUDAL (CFM) | CAUDAL (FT3/H) | CAUDAL REQUERIDO M3/HORA | RENOVACIÓN DE AIRE /HORA |
|-------|---------------------------|---------|------------|--------------|--------------------------------------|--------------|----------------|--------------------------|--------------------------|
| -3,5  | PARQUEADEROS              | 318     | 3422,9     | 860          | 0,75                                 | 2567,2       | 154031         | 4361,7                   | 5,07                     |

### Confort térmico



TEMP. MIN H. CLASE 7-4 PM

16,62

TEMP. MAX H. CLASE 7-4 PM

20,33

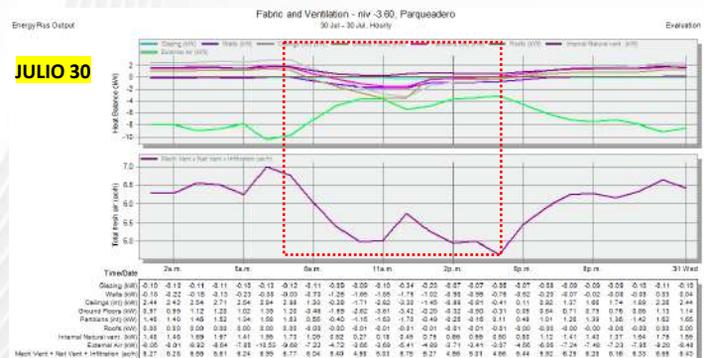
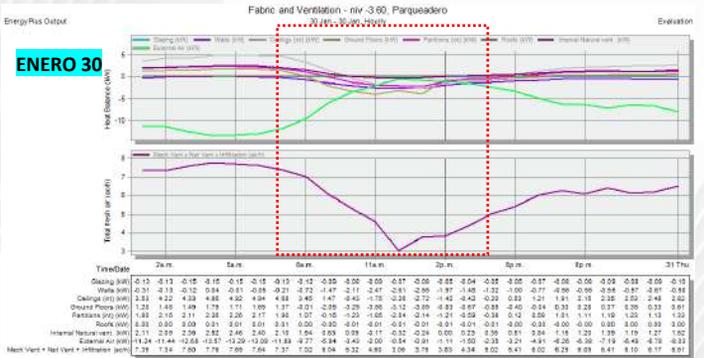
TEMP. MIN H. CLASE 7-4 PM

16,43

TEMP. MAX H. CLASE 7-4 PM

18,76

### Materialidad / ACH

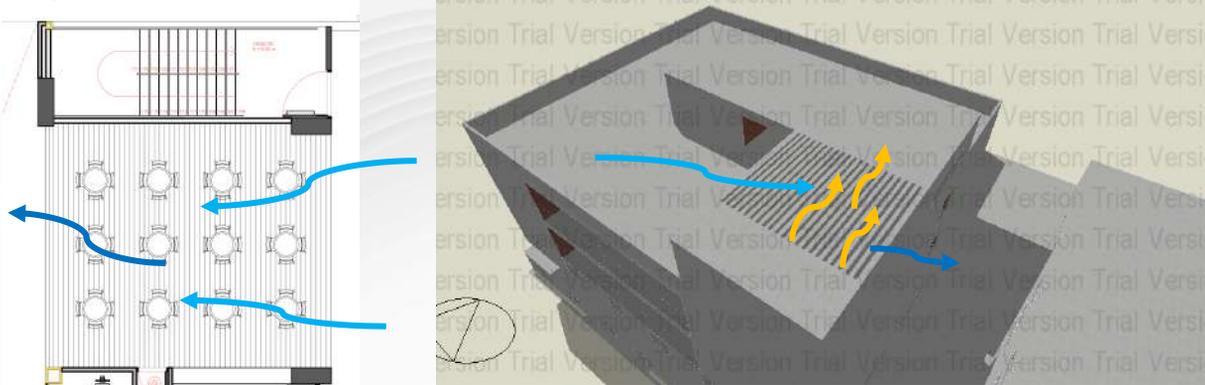


Los resultados muestran que el ACH en promedio para el parqueadero son de **6,03 en el mes de enero** y **5,92 en el mes de julio** lo que quiere decir, que existe una buena ventilación natural y las renovaciones de aire cumplen con el mínimo exigido por la norma **ASHRAE**, la cual es de **5,07 ACH** para este espacio.

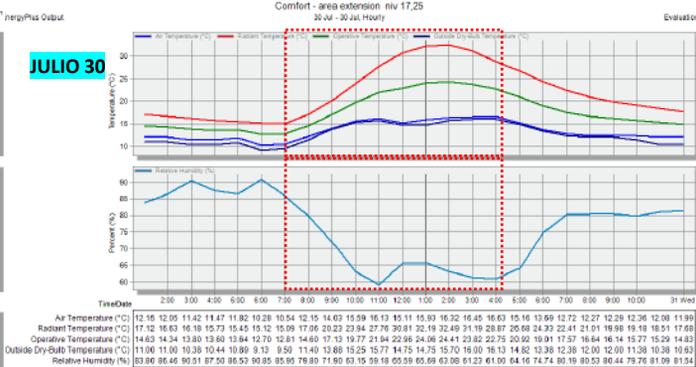
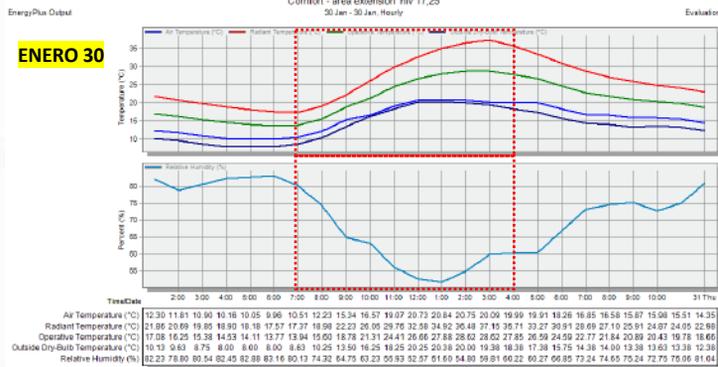
# 8. OPTIMIZACIÓN DE VENTILACIÓN

## AREA EXT. TERRAZA nivel 19,65 ESQUEMA DE VENTILACIÓN NATURAL

### Esquemas de ventilación



### Confort térmico



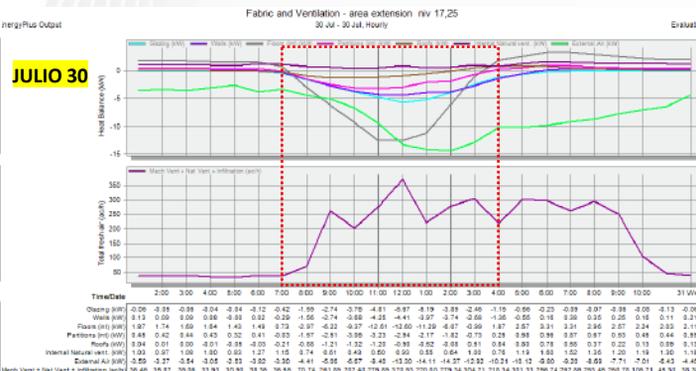
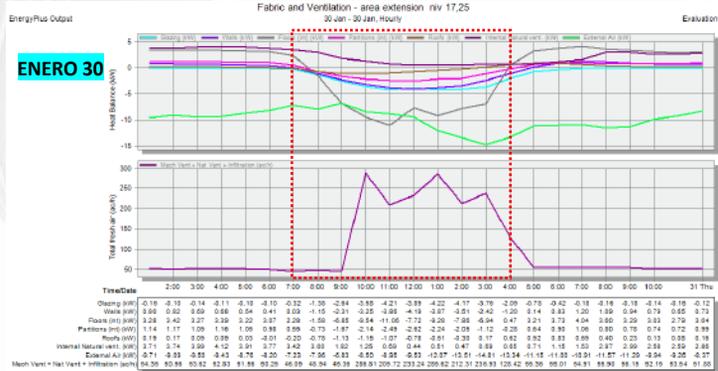
TEMP. MIN H. CLASE 7-4 PM  
**13,94**

TEMP. MAX H. CLASE 7-4 PM  
**28,62**

TEMP. MIN H. CLASE 7-4 PM  
**12,81**

TEMP. MAX H. CLASE 7-4 PM  
**24,41**

### Materialidad / ACH



Los resultados muestran que el ACH en promedio para el área de extensión son de **103,40 en el mes de enero** y **168,70 en el mes de julio** lo que quiere decir, que existe una buena ventilación natural y las renovaciones de aire cumplen con el mínimo exigido por la norma **ASHRAE**, la cual es de **0,83 ACH** para este espacio.

# 7. RESULTADOS

## CONCLUSIONES

Este capítulo plantea los resultados de las simulaciones de cada una de las situaciones anteriormente descritas en los escenarios ES-1, ES-2, ES-3 Y ES-4, conjuntamente con la comparación y determinación de aspectos críticos que desencadenan condiciones de malestar de los ocupantes, dentro del centro educativo. Asimismo, contempla las posibles soluciones que mejorarán la problemática detectada de la edificación, bajo la identificación de ESP-5 Y ESP-6.

Considerando que el uso del proyecto es EDUCATIVO, sus espacios se usaran según el decreto el decreto 2105 del 2017 aprox. 9 horas maximo para los grados superiores (7 am – 4 pm); en el rango de confort (enmarcado en rojo) se muestras en todas las graficas durante este mismo lapso de tiempo.

En las horas de 7:00 am – 4:00 pm, los resultados de temperaturas se espera esten dentro del rango de confort. Las otras horas no ocupadas del colegio (5:00 pm – 12:00 pm y 1:00 am – 6:00 am) no se espera que esten en confort gracias a que practicament el colegio no esta ocupado. Valores de disconfort: cuando las zonas de estudio obtienen temperaturas fuera de zona de confort durante las horas de uso, en este caso por encima (>26.7°C) y/o por debajo (<21.1°C).

Por debajo del confort

Por encima del confort

| EVOLUCION DE TEMPERATURAS                               |                                 |            |           |           |            |           |           |
|---|---------------------------------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|
| RESULTADOS SIMULACION                                   |                                 |            |           |           |            |           |           |
| ZONAS DE ESTUDIO  |                                 | ENERO      |           |           |            |           |           |
|   |                                 | CON ALEROS |           |           | SIN ALEROS |           |           |
|   |                                 | TEMP. PROM | TEMP. MAX | TEMP. MIN | TEMP. PROM | TEMP. MAX | TEMP. MIN |
| <b>PRIMERA PLANTA BIBLIOTECA - JARDIN</b>               |                                 |            |           |           |            |           |           |
| 0,0   | AULA PREESCOLAR (3)             | 23,67      | 25,05     | 20,33     | 24,57      | 26,37     | 21,69     |
| 0,0   | LUDOTECA                        | 24,81      | 25,88     | 23,14     | 25,86      | 26,95     | 24,06     |
| <b>SEGUNDA PLANTA ACCESO - COMEDOR</b>                  |                                 |            |           |           |            |           |           |
| 1,75  | COMEDOR                         | 24,25      | 25,92     | 19,88     | 24,48      | 26,25     | 20,04     |
| 1,75  | OFICINAS                        | 21,80      | 24,40     | 17,00     | 21,90      | 24,52     | 17,05     |
| <b>TERCERA PLANTA BASICA PRIMARIA</b>                   |                                 |            |           |           |            |           |           |
| 6,00  | AULA PRIMER GRADO               | 22,60      | 24,48     | 19,08     | 23,56      | 25,74     | 20,02     |
| 8,50  | AULA TERCER GRADO               | 23,60      | 25,66     | 19,62     | 24,75      | 27,35     | 20,39     |
| 6,00  | AULA SEGUNDO GRADO              | 23,33      | 24,21     | 20,74     | 23,64      | 24,47     | 21,11     |
| 8,50  | AULA QUINTO GRADO               | 22,71      | 24,67     | 18,27     | 23,00      | 24,97     | 18,44     |
| <b>CUARTA PLANTA TALLER PRIMARIA - SECUNDARIA</b>       |                                 |            |           |           |            |           |           |
| 10,25   | LABORATORIO DE CIENCIA          | 24,20      | 25,76     | 21,63     | 25,54      | 27,58     | 23,01     |
| 10,25   | CENTRO DE RECURSOS E IDIOMAS    | 23,58      | 24,80     | 21,35     | 23,83      | 24,96     | 21,69     |
| 12,0  | AULA SEXTO GRADO                | 23,58      | 25,66     | 19,59     | 26,00      | 28,39     | 22,55     |
| 12,0  | AULA 8 GRADO                    | 22,66      | 18,15     | 24,65     | 24,00      | 25,77     | 20,08     |
| <b>QUINTA PLANTA TALLER SECUNDARIA</b>                  |                                 |            |           |           |            |           |           |
| 13,75   | AULA NOVENO GRADO               | 24,60      | 26,07     | 22,26     | 26,34      | 28,40     | 23,89     |
| 13,75   | LABORATORIO DE FISICA Y QUIMICA | 24,02      | 24,83     | 21,94     | 22,00      | 25,32     | 22,44     |
| 15,5  | CIRE                            | 23,83      | 25,48     | 20,81     | 24,90      | 27,02     | 21,61     |
| 15,5  | TALLER DE DANZA                 | 22,15      | 23,92     | 17,94     | 22,48      | 24,26     | 18,19     |
| 15,5  | TALLER DE MUSICA                | 22,42      | 24,20     | 18,07     | 22,73      | 24,55     | 18,30     |
| <b>SEXTA PLANTA TALLER SECUNDARIA - ZONA RECREATIVA</b> |                                 |            |           |           |            |           |           |
| 17,25   | SALA TRAB. PROFESORES           | 23,89      | 25,14     | 21,34     | 24,32      | 25,51     | 21,87     |
| 17,25   | AULA DECIMO GRADO               | 24,52      | 26,02     | 22,15     | 26,20      | 28,32     | 23,78     |

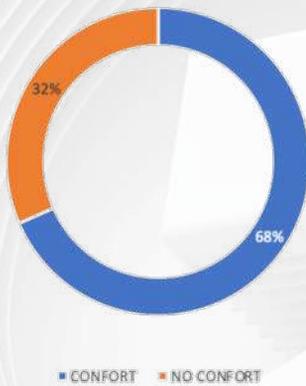
# 7. RESULTADOS: confort

Por debajo del confort

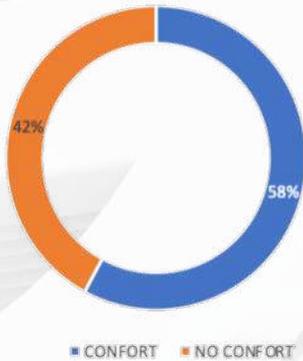
Por encima del confort

| EVOLUCION DE TEMPERATURAS                             |                                 |            |           |           |            |           |           |
|---|---------------------------------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|
| RESULTADOS SIMULACION                                 |                                 |            |           |           |            |           |           |
| ZONAS DE ESTUDIO                                      |                                 | JULIO      |           |           |            |           |           |
|   |                                 | CON ALEROS |           |           | SIN ALEROS |           |           |
|   |                                 | TEMP. PROM | TEMP. MAX | TEMP. MIN | TEMP. PROM | TEMP. MAX | TEMP. MIN |
| <b>PRIMERA PLANTA BIBLIOTECA-JARDIN</b>               |                                 |            |           |           |            |           |           |
| 0,0   | AULA PREESCOLAR (3)             | 22,31      | 23,98     | 19,34     | 24,66      | 27,33     | 20,50     |
| 0,0   | LUDOTECA                        | 21,63      | 21,98     | 20,82     | 22,52      | 23,03     | 21,38     |
| <b>SEGUNDA PLANTA ACCESO-COMEDOR</b>                  |                                 |            |           |           |            |           |           |
| 1,75  | COMEDOR                         | 20,12      | 21,00     | 17,65     | 20,81      | 21,75     | 18,33     |
| 1,75  | OFICINAS                        | 18,21      | 19,56     | 15,42     | 18,79      | 20,25     | 15,44     |
| <b>TERCERA PLANTA BASICA PRIMARIA</b>                 |                                 |            |           |           |            |           |           |
| 6,00  | AULA PRIMER GRADO               | 17,62      | 18,53     | 16,21     | 18,13      | 19,11     | 16,52     |
| 8,50  | AULA TERCER GRADO               | 28,39      | 19,30     | 16,85     | 19,00      | 20,01     | 17,18     |
| 6,00  | AULA SEGUNDO GRADO              | 19,93      | 20,54     | 18,51     | 21,86      | 22,74     | 19,67     |
| 8,50  | AULA QUINTO GRADO               | 17,80      | 18,53     | 16,00     | 19,00      | 19,93     | 16,56     |
| <b>CUARTA PLANTA TALLER PRIMARIA-SECUNDARIA</b>       |                                 |            |           |           |            |           |           |
| 10,25   | LABORATORIO DE CIENCIA          | 19,90      | 20,54     | 18,78     | 20,60      | 21,35     | 19,24     |
| 10,25   | CENTRO DE RECURSOS E IDIOMAS    | 21,74      | 22,66     | 19,97     | 23,56      | 24,51     | 21,08     |
| 12,0  | AULA SEXTO GRADO                | 18,31      | 19,23     | 16,76     | 18,93      | 19,96     | 17,10     |
| 12,0  | AULA 8 GRADO                    | 17,70      | 18,44     | 15,88     | 18,90      | 19,84     | 16,47     |
| <b>QUINTA PLANTA TALLER SECUNDARIA</b>                |                                 |            |           |           |            |           |           |
| 13,75   | AULA NOVENO GRADO               | 20,63      | 21,36     | 19,40     | 21,41      | 22,26     | 19,91     |
| 13,75   | LABORATORIO DE FISICA Y QUIMICA | 22,00      | 22,61     | 20,47     | 24,25      | 25,35     | 21,82     |
| 15,5  | CIRE                            | 19,38      | 20,21     | 18,01     | 19,90      | 20,78     | 18,31     |
| 15,5  | TALLER DE DANZA                 | 18,15      | 19,03     | 16,06     | 19,18      | 20,16     | 16,56     |
| 15,5  | TALLER DE MUSICA                | 18,22      | 19,07     | 16,13     | 19,31      | 20,30     | 16,65     |
| <b>SEXTA PLANTA TALLER SECUNDARIA-ZONA RECREATIVA</b> |                                 |            |           |           |            |           |           |
| 17,25   | SALA TRAB. PROFESORES           | 20,23      | 20,89     | 18,73     | 22,11      | 23,06     | 19,82     |
| 17,25   | AULA DECIMO GRADO               | 19,69      | 20,46     | 18,47     | 20,70      | 21,42     | 19,46     |

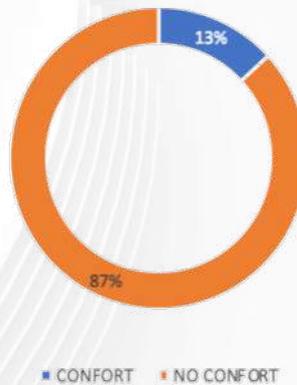
CONFORT ENERO CON ALEROS



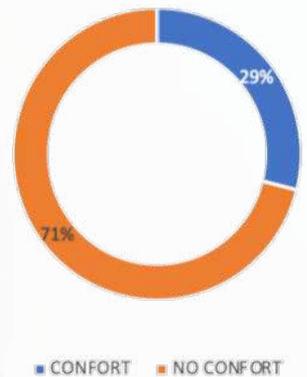
CONFORT ENERO SIN ALEROS



CONFORT JULIO CON ALEROS



CONFORT JULIO SIN ALEROS



| RESULTADOS ENERO CON ALEROS |       |
|-----------------------------|-------|
| CONFORT                     | 26,00 |
| NO CONFORT                  | 12,00 |
| TOTAL                       | 38,00 |

| RESULTADOS ENERO SIN ALEROS |       |
|-----------------------------|-------|
| CONFORT                     | 22,00 |
| NO CONFORT                  | 16,00 |
| TOTAL                       | 38,00 |

| RESULTADOS JULIO CON ALEROS |       |
|-----------------------------|-------|
| CONFORT                     | 5,00  |
| NO CONFORT                  | 33,00 |
| TOTAL                       | 38,00 |

| RESULTADOS JULIO SIN ALEROS |       |
|-----------------------------|-------|
| CONFORT                     | 11,00 |
| NO CONFORT                  | 27,00 |
| TOTAL                       | 38,00 |

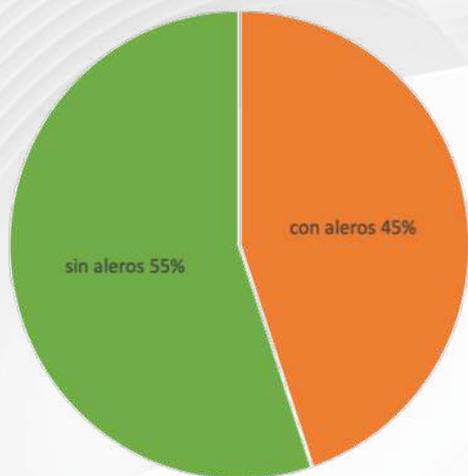
# 7. RESULTADOS

## CONCLUSIONES: Ganancias internas vent. Ext.

| Ganancias Internas Vent. Ext.                           |   |   |        |
|---|---|---|--------|
| RESULTADOS SIMULACION                                   |   |   |        |
| ZONAS DE ESTUDIO  | ENERO   |   |        |
|   | CON ALEROS                                    | SIN ALEROS                                    |        |
|   | GANANCIAS INTERNAS VENTANAS EXTERIORES (KW/h) | GANANCIAS INTERNAS VENTANAS EXTERIORES (KW/h) |        |
| <b>PRIMERA PLANTA BIBLIOTECA -JARDIN</b>                |   |   |        |
| 0,0   | AULA PREESCOLAR (3)                           | 31,04   | 39,43  |
| 0,0   | LUDOTECA                                      | 34,00   | 38,48  |
| <b>SEGUNDA PLANTA ACCESO -COMEDOR</b>                   |   |   |        |
| 1,75  | COMEDOR                                       | 530,21  | 574,90 |
| 1,75  | OFICINAS                                      | 70,69   | 75,47  |
| <b>TERCERA PLANTA BASICA PRIMARIA</b>                   |   |   |        |
| 6,00  | AULA PRIMER GRADO                             | 21,99   | 37,83  |
| 8,50  | AULA TERCER GRADO                             | 23,47   | 38,18  |
| 6,00  | AULA SEGUNDO GRADO                            | 20,82   | 25,05  |
| 8,50  | AULA QUINTO GRADO                             | 12,52   | 15,65  |
| <b>CUARTA PLANTA TALLER PRIMARIA - SECUNDARIA</b>       |   |   |        |
| 10,25   | LABORATORIO DE CIENCIA                        | 34,57   | 59,19  |
| 10,25   | CENTRO DE RECURSOS E IDIOMAS                  | 24,66   | 28,36  |
| 12,0  | AULA SEXTO GRADO                              | 23,47   | 38,18  |
| 12,0  | AULA 8 GRADO                                  | 12,52   | 15,65  |
| <b>QUINTA PLANTA TALLER SECUNDARIA</b>                  |   |   |        |
| 13,75   | AULA NOVENO GRADO                             | 29,29   | 51,03  |
| 13,75   | LABORATORIO DE FISICA Y QUIMICA               | 20,82   | 25,05  |
| 15,5  | CIRE  | 47,52   | 74,99  |
| 15,5  | TALLER DE DANZA                               | 18,63   | 22,52  |
| 15,5  | TALLER DE MUSICA                              | 21,36   | 26,34  |
| <b>SEXTA PLANTA TALLER SECUNDARIA - ZONA RECREATIVA</b> |   |   |        |
| 17,25   | SALA TRAB. PROFESORES                         | 10,59   | 12,73  |
| 17,25   | AULA DECIMO GRADO                             | 28,47   | 50,01  |

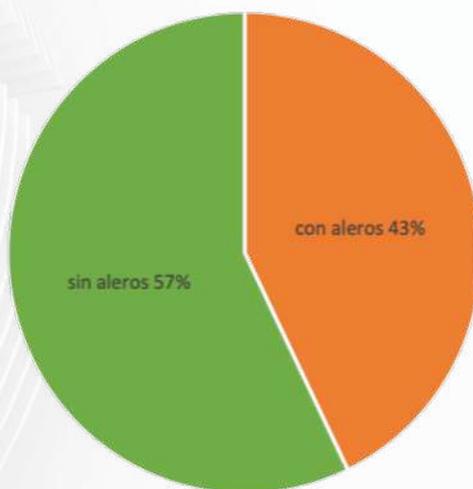
| Ganancias Internas Vent. Ext.                           |   |   |        |
|---|---|---|--------|
| RESULTADOS SIMULACION                                   |   |   |        |
| ZONAS DE ESTUDIO  | JULIO   |   |        |
|   | CON ALEROS                                    | SIN ALEROS                                    |        |
|   | GANANCIAS INTERNAS VENTANAS EXTERIORES (KW/h) | GANANCIAS INTERNAS VENTANAS EXTERIORES (KW/h) |        |
| <b>PRIMERA PLANTA BIBLIOTECA -JARDIN</b>                |   |   |        |
| 0,0   | AULA PREESCOLAR (3)                           | 36,03   | 53,68  |
| 0,0   | LUDOTECA                                      | 44,92   | 66,65  |
| <b>SEGUNDA PLANTA ACCESO -COMEDOR</b>                   |   |   |        |
| 1,75  | COMEDOR                                       | 332,09  | 392,63 |
| 1,75  | OFICINAS                                      | 72,66   | 89,73  |
| <b>TERCERA PLANTA BASICA PRIMARIA</b>                   |   |   |        |
| 6,00  | AULA PRIMER GRADO                             | 14,09   | 18,21  |
| 8,50  | AULA TERCER GRADO                             | 14,98   | 18,38  |
| 6,00  | AULA SEGUNDO GRADO                            | 26,46   | 43,39  |
| 8,50  | AULA QUINTO GRADO                             | 15,60   | 27,10  |
| <b>CUARTA PLANTA TALLER PRIMARIA - SECUNDARIA</b>       |   |   |        |
| 10,25   | LABORATORIO DE CIENCIA                        | 22,14   | 28,50  |
| 10,25   | CENTRO DE RECURSOS E IDIOMAS                  | 31,73   | 47,84  |
| 12,0  | AULA SEXTO GRADO                              | 14,98   | 18,38  |
| 12,0  | AULA 8 GRADO                                  | 15,60   | 27,10  |
| <b>QUINTA PLANTA TALLER SECUNDARIA</b>                  |   |   |        |
| 13,75   | AULA NOVENO GRADO                             | 18,79   | 24,57  |
| 13,75   | LABORATORIO DE FISICA Y QUIMICA               | 26,46   | 43,39  |
| 15,5  | CIRE  | 30,29   | 36,10  |
| 15,5  | TALLER DE DANZA                               | 23,59   | 38,89  |
| 15,5  | TALLER DE MUSICA                              | 26,77   | 45,48  |
| <b>SEXTA PLANTA TALLER SECUNDARIA - ZONA RECREATIVA</b> |   |   |        |
| 17,25   | SALA TRAB. PROFESORES                         | 13,41   | 22,05  |
| 17,25   | AULA DECIMO GRADO                             | 18,37   | 24,08  |

GANANCIAS INTERNAS VENT EXT ENERO



| RESULTADOS ENERO CON ALEROS      |         |
|----------------------------------|---------|
| GANANCIAS INT. VENT. EXT. (KW/h) | 1016,64 |
| RESULTADOS ENERO SIN ALEROS      |         |
| GANANCIAS INT. VENT. EXT. (KW/h) | 1249,04 |

GANANCIAS INTERNAS VENT EXT JULIO



| RESULTADOS ENERO CON ALEROS      |         |
|----------------------------------|---------|
| GANANCIAS INT. VENT. EXT. (KW/h) | 798,96  |
| RESULTADOS ENERO SIN ALEROS      |         |
| GANANCIAS INT. VENT. EXT. (KW/h) | 1066,15 |

# 7. RESULTADOS

## CONCLUSIONES

Se observa un aumento de las temperaturas exteriores a partir de las 8 de la mañana, alcanzado los picos mayores a las 15 horas del día. Se observa claramente cómo afecta la ganancia de calor de los ocupantes en la edificación durante las horas de clases. Las **GANANCIAS INTERNAS** son generadas por el uso del lugar –equipos electromecánicos, luminarias y metabolismo de sus ocupantes propio de las actividades.

Los **APORTES POR RADIACIÓN SOLAR** provenientes de la ventanería generan ganancias caloríficas altas y por lo tanto afectan el comportamiento térmico interior, en especial en el edificio base sin aleros.

Las **TASAS DE RENOVACIÓN (AC/H) Y LOS CAUDALES DE AIRE PARA VENTILACIÓN NATURAL**, mostraron resultados eficientes para la evacuación del aire caliente y viciado, cumpliendo los estándares de calidad de aire determinados por el ASHRAE en más del 50% de los espacios simulados; Los espacios que no lograron esta eficiencia en la ventilación se calcularon con ventilación mecánica.

En relación al balance térmico de los cerramientos, se muestran mayores pérdidas durante las horas de ocupación, cuando suceden los intercambios de energía en elementos como cubierta, seguidamente de muros internos y entrepisos. Sin embargo, durante las horas nocturnas al haber ganado energía radiante de los ocupantes y el exterior, el edificio tiene ganancias en su envolvente, salvo en acristalamientos y particiones.

Según los análisis de todos los espacios en ningún periodo del año, se logran las temperaturas de confort térmico perfecto durante todas las horas del día; bajo las condicionantes del proyecto base sin aleros y con aleros, aunque las conclusiones muestran que el proyecto con aleros tiene un porcentaje de confort mejor.

# CONCLUSIONES

Las simulaciones energéticas nos permiten validar las ganancias de calor generadas por los ocupantes en la edificación durante las horas de clases (aproximadamente 1150 personas en horarios de clases). Además de las **GANANCIAS INTERNAS que son** generadas por el uso del lugar –equipos electromecánicos, luminarias y metabolismo de sus ocupantes propio de las actividades. Esto sumado a los **APORTES POR RADIACIÓN SOLAR** provenientes de la ventanería generan ganancias caloríficas altas y por lo tanto afectan el comportamiento térmico interior, en especial en el edificio base sin aleros. Se realiza una simulación comparativa entre el edificio base sin aleros y con aleros, llegando a la conclusión que el edificio con aleros aporta aprox. Un 10% mas de confort que el edificio sin aleros.

Tomando como base el edificio con aleros (el diseño de los aleros se desarrolla en las paginas 37-53) se continua con las simulaciones de optimización enfocandonos en la ventilación natural. Para esta estrategia Previo a las simulaciones se realizaron los cálculos de ventilación natural respectivos según la normativa ASHRAE para las aberturas propuestas en arquitectura según criterios bioclimáticos, donde se adjuntaron los cálculos de ventilación por espacio y las renovaciones aire/hora, con el fin de poder coordinar las áreas requeridas y las estrategias con arquitectura.

Se diseñaron diferentes tipos de aberturas comprobando su funcionamiento con simulaciones a través del software DESIGNBUILDER y con CFD (dinamica de fluidos) para verificar la velocidad del viento vs. El confort. (pag. 195-232). Las aberturas con ventanas operables al 20 % en la parte inferior del acristalamiento en fachadas exyernas mostraron la mejor eficiencia para la ventilación natural y en las fachadas internas aberturas en la parte inferior al 10 % y en la parte superior al 20%, también operables, esto con el fin de poder regular la temperatura en caso de que los ocupantes lo requieran.

En cuanto a la iluminación el tamaño del predio junto con un programa de necesidades extenso, generó un esquema arquitectónico que cumple con los estándares exigidos por la SED y las normas urbanas y técnicas pero que genera algunas dificultades en el manejo de la iluminación natural. Se propone incorporar vidrios laminados para controlar los excesos de iluminacion, combinados con iluminación artificial con ahorro energético tipo LED para las zonas con dificultades de iluminación.