



**REALIZAR LA CONSULTORIA PARA LA ELABORACION DE LOS ESTUDIOS, DISEÑOS, OBTENCIÓN DE PERMISOS, APROBACIONES Y LICENCIAS DE CONSTRUCCIÓN Y/O URBANISMO DE UN CENTRO CRECER EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.**

**CENTRO CRECER CAMPO ALEGRE - SDIS  
SECRETARÍA DISTRITAL DE INTEGRACIÓN SOCIAL**

**ESTUDIO BIOCLIMATICO**

**CONSORCIO CRECER DSB TALLAR**

**OCTUBRE 31 DE 2018**

**CONTRATO DE CONSULTORÍA N° 9278 - 2017**

**SDIS – CONSORCIO CRECER DSB TALLAR.**



**BOGOTÁ  
MEJOR  
PARA TODOS**

**ESTUDIO BIOCLIMÁTICO**  
**Centro Crecer**  
**BOGOTÁ / COLOMBIA**

Equipo de Trabajo

Arquitecta Bioclimática:  
**Marcela de la Roche**

Arquitectos colaboradores:  
Ivan Patarroyo

Cra 8 No. 64 – 42 of 307  
Tel: 3000928

Bogotá D.C.  
Octubre, 2018



# CONTENIDO

	Pg.
<b>I. OBJETIVO</b>	<b>5</b>
<b>II. ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA</b>	<b>5</b>
<b>III. EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIONES</b>	<b>5</b>
<b>1. EL PROYECTO</b>	<b>6</b>
1.1. LOCALIZACIÓN	6
<b>2. ESTUDIO CLIMÁTICO</b>	<b>9</b>
2.1. DATOS METEOROLÓGICOS DE BOGOTÁ	9
2.1.1. TEMPERATURA	9
2.1.2. HUMEDAD RELATIVA	9
2.1.3. VIENTO	10
<b>3. DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO</b>	<b>11</b>
3.1. DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO PARA BOGOTÁ	11
<b>4. CONFORT TÉRMICO</b>	<b>12</b>
4.1. CONFORT ADAPTATIVO	14
<b>5. ESTUDIO TRAYECTORIA SOLAR</b>	<b>15</b>
5.1. ÁNGULOS DE AZIMUT SOLAR	16
5.2. SIMULACIÓN TRAYECTORIA SOLAR	16
<b>6. ESTRATEGÍAS BIOCLIMATICAS</b>	<b>21</b>
6.1. ESTRATEGIAS DE VENTILACIÓN NATURAL.	37
<b>7. LA VENTILACIÓN NATURAL</b>	<b>37</b>
7.1. PRINCIPIOS DE LA VENTILACIÓN NATURAL	38
7.2. ALCANCES DE LA VENTILACIÓN NATURAL	38
7.3. ANÁLISIS DEL VIENTO EN EL LUGAR	39
7.4. RENOVACIONES DE CALIDAD DE AIRE.	40
7.5. RENOVACIONES POR HIGIENE	40
<b>8. ANÁLISIS DE CFD DEL PROYECTO</b>	<b>42</b>
8.1. CONDICIONES LIMÍTROFES	43
8.2. RESULTADOS CFD EXTERIOR	44
<b>9. MATERIALES</b>	<b>48</b>
9.1. CÁLCULO DEL VALOR U	48
9.2. FACTOR U DEL CENTRO DE VIDRIO	50
<b>10. ILUMINACION NATURAL</b>	<b>64</b>
10.1. PARÁMETRO DE DISEÑO	64
10.2. ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO DE LUZ NATURAL	65
10.3. CONTROL DEL DESLUMBRAMIENTO	65
10.4. VALORES DE ILUMINANCIA EN INTERIOR	67

**11. CONCLUSIONES**

**77**

**BIBLIOGRAFÍA**

**78**



## **I. OBJETIVO**

El objetivo de este estudio es evaluar el comportamiento térmico del Centro Crecer, localizado en el centro expandido de Bogotá; para proponer y diseñar las estrategias bioclimáticas.

## **II. ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA**

La arquitectura sostenible y el diseño bioclimático surge de la idea por realizar edificios de bajo impacto ambiental que a su vez, ofrezcan espacios más confortables y saludables para sus ocupantes. El edificio sostenible o edificio verde, como también se conoce, está diseñado para ahorrar y ser eficiente en la utilización de recursos tales como: energía, materiales y agua, contribuyendo directamente sobre las finanzas del proyecto al reducir costos durante la construcción, operación y mantenimiento.

## **III. EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIONES**

Siguiendo parámetros de sostenibilidad en edificios, el presente estudio ofrece una alternativa en el diseño bioclimático y ambiental que permita utilizar al máximo la ventilación e iluminación natural, proporcionando espacios sanos y confortables para todos sus ocupantes, reducir las cargas energéticas por los aportes solares y que a su vez sea eficiente en el consumo energético durante su operación, contribuyendo con las políticas ambientales mundiales.

De esta manera se esperan los siguientes resultados:

- Disminución en los costos de los equipos por la utilización de sistemas pasivos de climatización u optimizando el funcionamiento de los sistemas mecánicos de refrigeración y ventilación si se utilizan.
- Disminución en el consumo energético del edificio.
- Aumento en la calidad ambiental de los espacios proporcionando espacios sanos y confortables, iluminados y ventilados naturalmente.
- Contribución a la educación ambiental de los ocupantes por incentivar hábitos de ahorro energético dentro de la edificación.

## 1. EL PROYECTO

### 1.1. Localización



**Imagen No. 1. Planta de Localización**

El proyecto Centro Crecer se encuentra localizado al sur occidente de Bogotá. Es un centro de atención para niños y jóvenes con discapacidad.

El proyecto se desarrolla alrededor de un patio central, en el primer piso se encuentran cinco salones, un taller y servicios. En el segundo piso se encuentra el área administrativa.

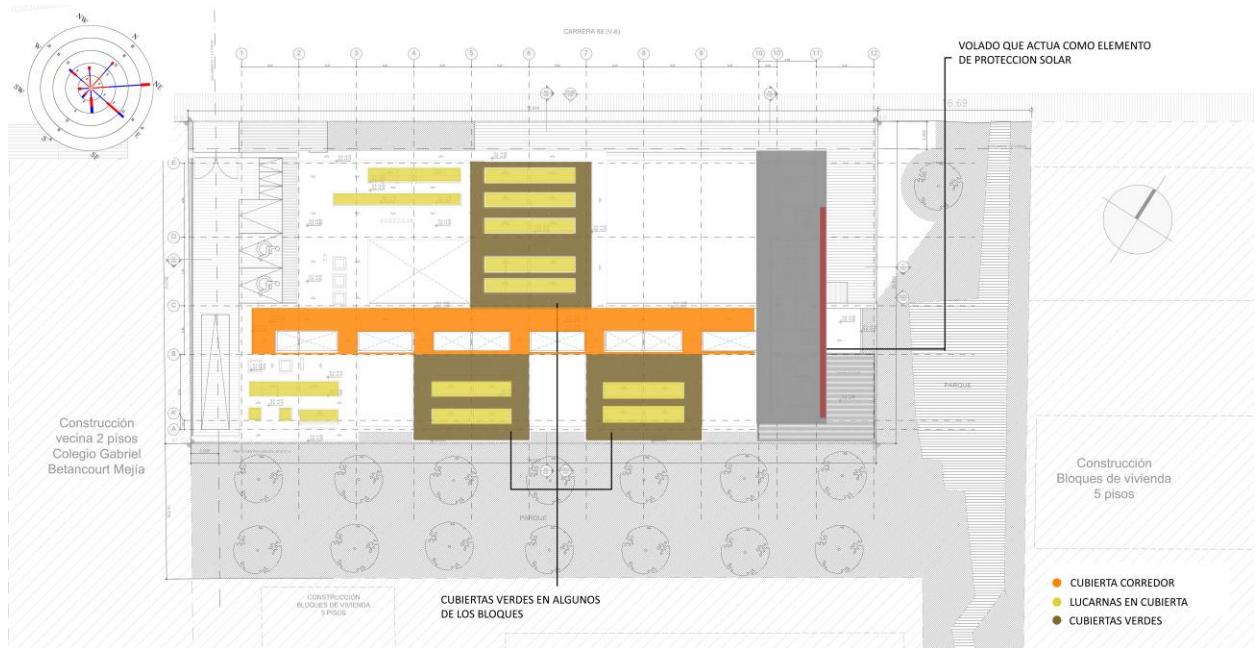
El área total construida es de 1300 m<sup>2</sup>.



**Imagen No. 2. Planta primer piso- A-102 Anexos**



**Imagen No. 3. Planta segundo piso –A-103 Anexos**



**Imagen No. 4. Planta cubierta- A-104 Anexos**

## 2. ESTUDIO CLIMÁTICO

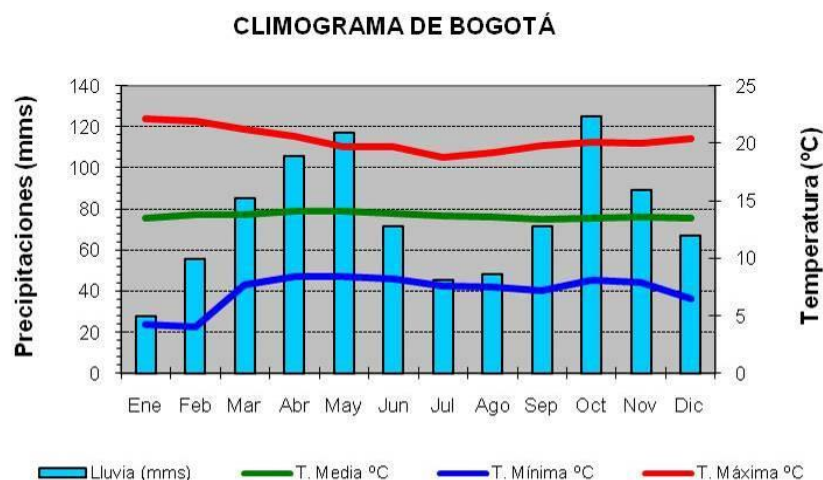
Para lograr condiciones de confort, la arquitectura tiene en cuenta las variables climáticas que conforman un lugar, pues busca procurar el mejor escenario para el desarrollo de actividades humanas. Los factores micro climáticos complementan el contexto macro climático de cada proyecto y según el objetivo de la construcción, serán o no relevantes.

### 2.1. Datos Meteorológicos de Bogotá

Los datos climáticos de Bogotá obtenidos en el IDEAM, estación del aeropuerto El Dorado, la más cercana al sitio de estudio. Los parámetros tenidos en cuenta para este estudio son: la temperatura de bulbo seco, humedad relativa, precipitación, viento, nubosidad y radiación solar.

#### 2.1.1. Temperatura

La temperatura anual media de Bogotá es de 13°C. En los meses de diciembre, enero, febrero y marzo se registran las temperaturas más altas durante el día alcanzando los 22.6 °C, y en estos mismos meses se registran las más bajas con 3.5 °C.



**Gráfica 1- Climograma de Bogotá de rangos de temperaturas y precipitación de Bogotá (Anual) Fuente: IDEAM y EKO-ARK**

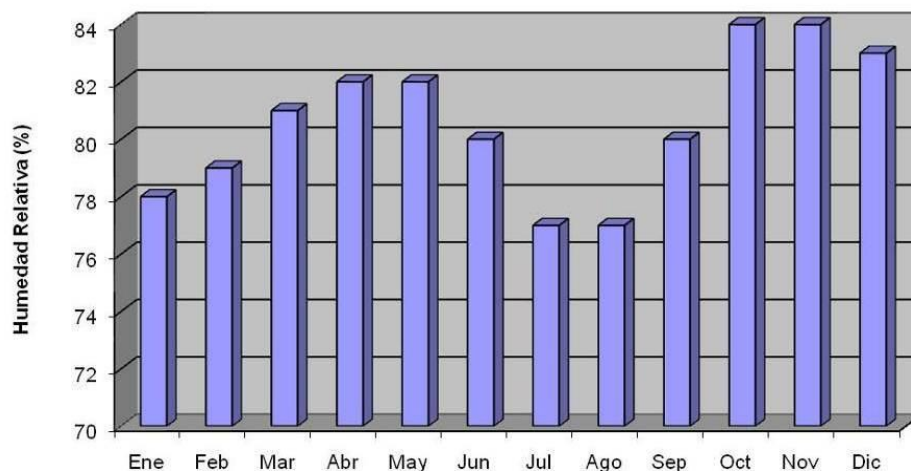
#### 2.1.2. Humedad Relativa

La humedad relativa es la cantidad de humedad que contiene el aire y la cantidad de agua necesaria para saturarlo a una misma temperatura. Esta proporción se expresa en porcentajes.



Es la manifestación de energía en el aire (calor latente) relacionada de manera directa con la temperatura y puede afectar nuestra percepción de confort.

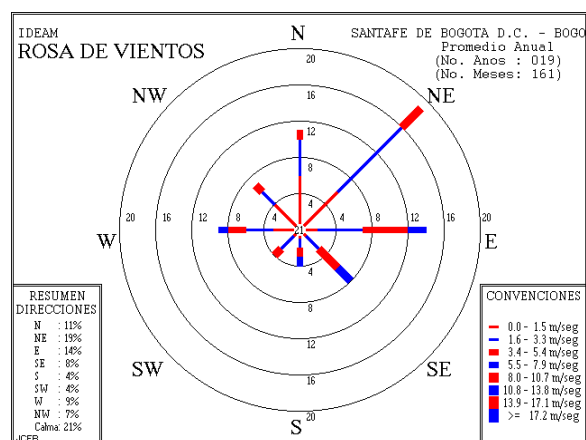
La humedad relativa en Bogotá fluctúa entre 77% en los periodos secos hasta 83% en los periodos de lluvia.



**Gráfica 2-Humedad Relativa de Bogotá (Anual)**

### 2.1.3. Viento

Se forma por corrientes de aire producidas en la atmósfera por causas naturales. Se mide en la horizontal. El viento tiene diversos atributos que lo caracterizan, como son dirección, frecuencia y velocidad. El viento es un parámetro climático importante a la hora de cuantificar el consumo energético del edificio, debido a la posibilidad de infiltrarse al interior por las aperturas o de enfriar las superficies exteriores de la piel del edificio.



**Imagen 8- Rosa de Vientos de Bogotá**

Para el diseño del sistema de ventilación natural se tiene en cuenta la dirección predominante del viento en Bogotá, que es del noreste con una velocidad media de 3.4 m/s.

### 3. DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO

Uno de los aspectos más interesantes que existen relacionando la Climatología y las Ciencias Naturales, es la elaboración de diagramas bioclimáticos a partir de los datos que aquella nos proporciona, para establecer unas primeras aproximaciones sobre los efectos que el clima tiene en los diferentes seres vivos, vegetales y animales, estableciendo toda una serie de relaciones entre ambos –climas y seres vivos- que van desde una situación óptima, hasta unas situaciones que en determinados casos imposibilitan la presencia de ciertos seres, ya sean vegetales o animales, o incluso su total ausencia, constituyendo el clima, y por consiguiente los factores climáticos, una autentica barrera biogeografía.

Los medios de intervención, sobre los efectos del clima exterior, con los dispositivos arquitectónicos o técnicos se ilustran por las zonas de influencia en el diagrama psychrometrico.

Este diagrama se establece para personas aclimatadas, en reposo o desempeñando una actividad sedentaria, con una vestimenta ligera de verano.

#### 3.1. Diagrama bioclimático para Bogotá

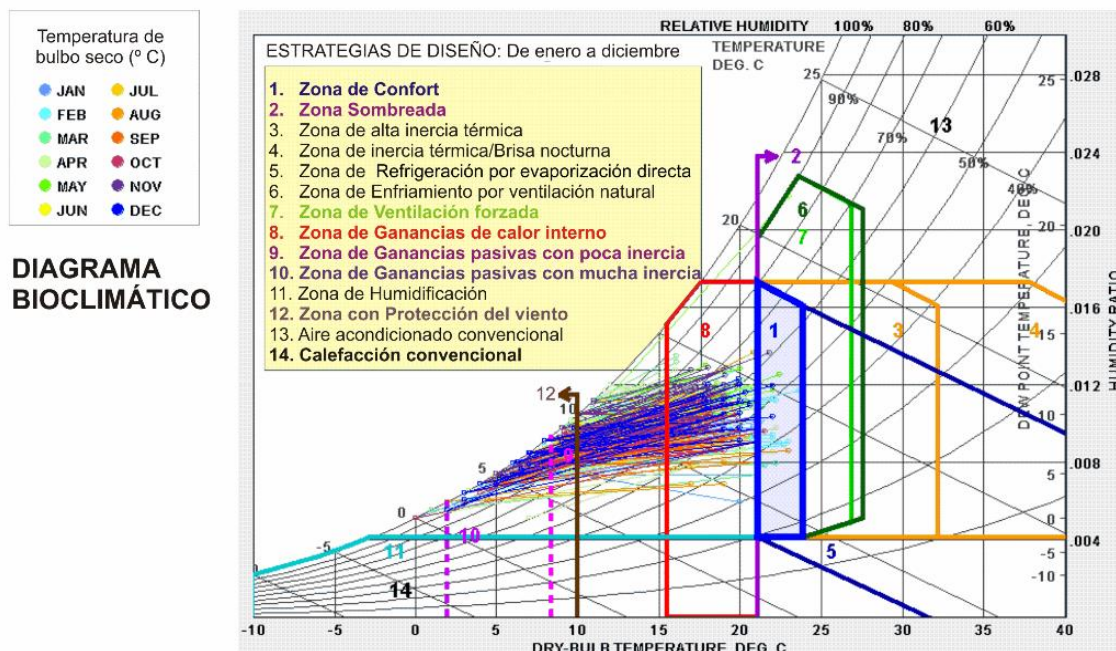


Gráfico No 3. Diagrama bioclimático (todo el año)

Fuente: Datos de diseño climático de ASHRAE Handbook 2000

El diagrama bioclimático es una representación tal que cada punto del mismo define unas determinadas condiciones atmosféricas dadas por la temperatura ambiente T y las condiciones de humedad H.

Según el diagrama bioclimático para Bogotá, se logran temperaturas de confort cuando se presentan las temperaturas máximas sobre el medio día, mientras que cuando se presentan las temperaturas más bajas o durante la noche se deben buscar estrategias de conservar el calor interno y las ganancias de calor externas, y evitar la ventilación.

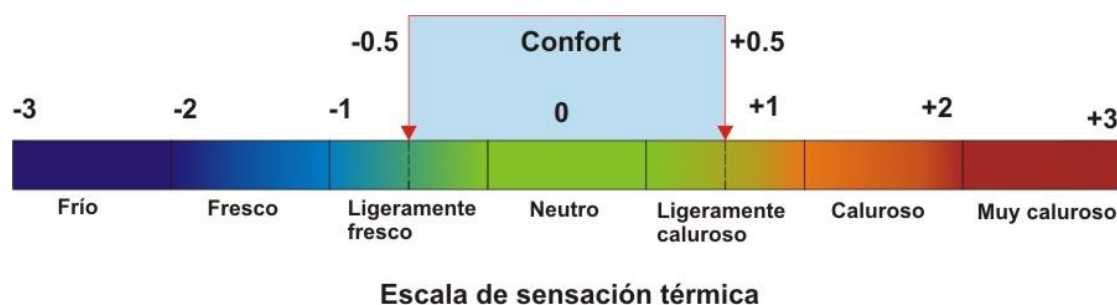
#### 4. CONFORT TÉRMICO

Otra de las variables que tenemos en cuenta en este estudio es el confort térmico. Se define el confort como “un estado de completo bienestar físico, mental y social”. El confort, así definido, depende de multitud de factores personales (respuesta a las sensaciones, expectativas para el momento y lugar considerados) y parámetros físicos (visuales, auditivos, térmicos, olfativos, etc.).

De entre todos los factores, el confort térmico representa el sentirse bien “desde el punto de vista del ambiente higrotérmico exterior a la persona”. Los límites extremos, desde el punto de vista térmico, pueden resultar dañinos, e incluso mortales, para el ser humano. Ello es debido a que el ser humano es homeotérmico, es decir, debe mantener ciertas partes vitales a temperatura aproximadamente constante.

El método Fanger completa su análisis con la estimación del **Porcentaje de personas insatisfechas (PPD)** a partir del **Voto medio estimado (PMV)**. Dicho índice analiza aquellos votos dispersos alrededor del valor medio obtenido, y representa a las personas que considerarían la sensación térmica como desagradable, demasiado fría o calurosa.

Para la evaluación de la sensación térmica se tuvo en cuenta las temperaturas operativas de la simulación térmica. Este sistema de evaluación es el mismo sugerido en por el **ANSI/ASRAE Standard 55 - 2004, Thermal Environmental Conditions for human Occupancy**.





Mediante el índice PMV de Voto Medio Previsto (Predicted Mean Vote) podemos obtener los límites de la temperatura y la humedad para obtener un grado de confort térmico razonable. El índice PMV predice el valor medio de la sensación subjetiva de un grupo de personas en un ambiente determinado.

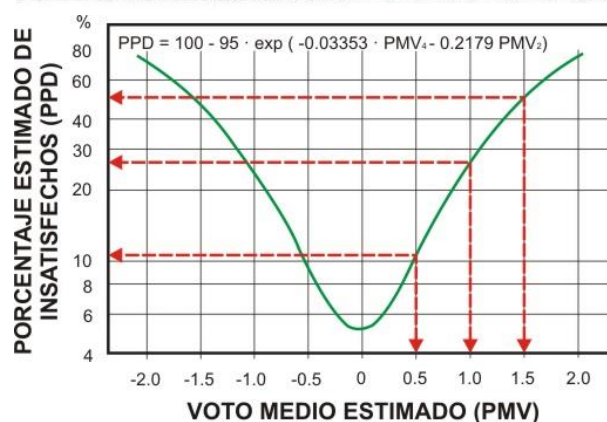
La escala del PMV tiene un rango de sensación térmica de 7 puntos, desde - 3 (frío) a +3 (caliente), donde el 0 representa una sensación térmica neutra.

Aunque el índice PMV sea 0, todavía habrá algunos individuos que estén insatisfechos con el nivel de temperatura, a pesar que todos ellos tengan una vestimenta y un nivel de actividad similar, porque la evaluación de la comodidad difiere ligeramente entre las personas.

Para predecir cuánta gente está insatisfecha en un ambiente térmico determinado, se ha introducido el índice de Porcentaje de Personas Insatisfechas PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied). En el índice PPD los votos de la gente de - 3, - 2, +2, +3 en la escala PMV se considera térmicamente insatisfechas.

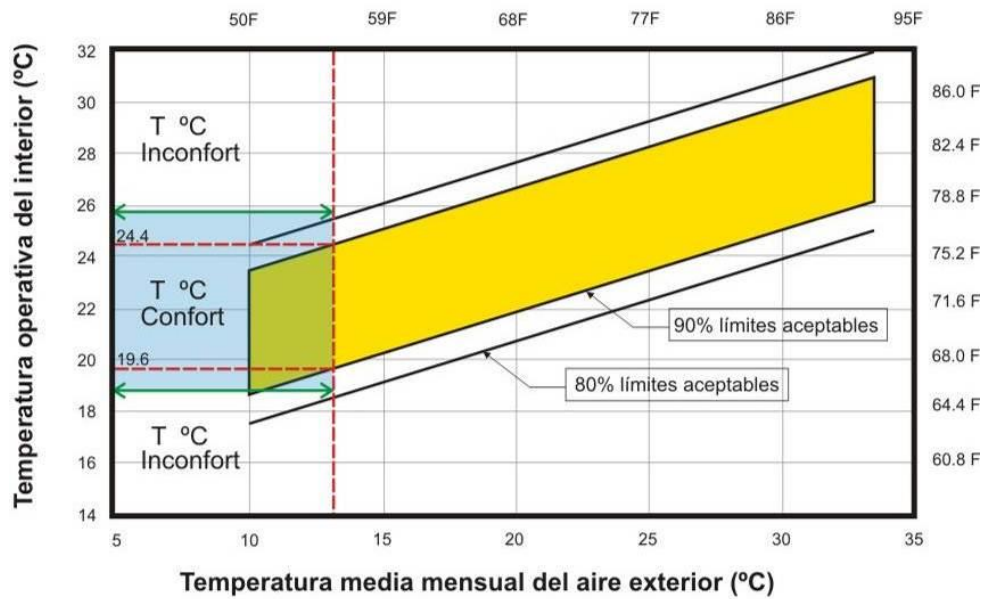
**TABLE 5.2.1.2**  
**Acceptable Thermal Environment for General Comfort**

PPD	PMV Range
< 10	-0.5 < PMV < + 0.5



**Gráfica 3-Porcentaje de personas insatisfechas (PPD-predicted percentage dissatisfied), en función del Voto medio estimado (PMV-predicted mean vote).**

Los requerimientos bioclimáticos antes expresados están de conformidad con lo requerido por el ASHRAE 55-2004 en función de las temperaturas operativas para este clima así:

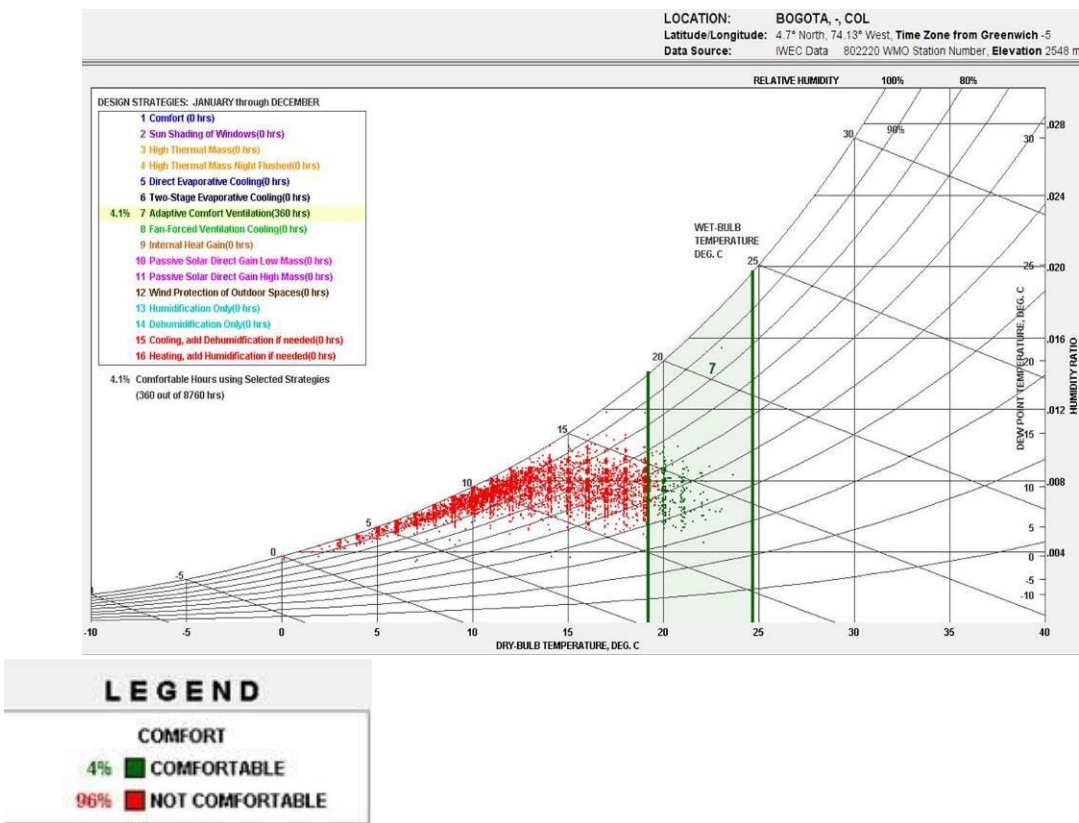


**Gráfica 4- Condiciones admisibles para Bogotá – Temperaturas operativas**

Según la tabla anterior podemos establecer que los rangos de temperatura operativa para Bogotá, teniendo en cuenta la temperatura media exterior, están entre 19.6° C y 24.4°C para el 90% de límites aceptables, y entre 18.4°C y 25.8 °C para el 80%.

#### 4.1. Confort Adaptativo

Hace referencia a todos los mecanismos de adaptación fisiológica de aclimatación y a los procesos de comportamiento y psicológicos que sufren los ocupantes del edificio, con el fin de mejorar y ajustar las condiciones ambientales interiores a las necesidades personales o colectivas.



**Gráfica 5-Diagrama bioclimático – Confort Adaptativo**

Los rangos de confort adaptativo de acuerdo al diagrama de confort adaptativo se encuentran entre 19.2 a 24.7°C.

Los parámetros de temperatura según el confort adaptativo en ventilación natural:

#### 7. ADAPTIVE COMFORT USING NATURAL VENTILATION:

90.0	% Acceptability Limits (80% or 90%)
12.6	Maximum Mean Monthly Outdoor DB Temp (33.5° C or less)
14.1	Maximum Mean Monthly Outdoor DB Temp (33.5° C or less)
19.2	Comfort Low - Min Operative Temp in this Climate (°C)
24.7	Comfort High - Max Operative Temp in this Climate (°C)

(Air Velocity is controlled by opening and closing windows)

## 5. ESTUDIO TRAYECTORIA SOLAR

El estudio de la trayectoria solar y su incidencia sobre las fachadas es uno de parámetros más importantes a tener en cuenta en el comportamiento térmico y en el manejo de la luz natural.

Para estudiar la trayectoria solar se tienen en cuenta los ángulos de azimut solar y de altura solar de Bogotá, con la latitud  $4.35^{\circ}\text{N}$ .

### 5.1. Ángulos de azimut Solar

Es el ángulo, medido en el sentido de las agujas del reloj, entre el punto cardinal Sur (en el hemisferio Norte) o Norte (en el hemisferio Sur) y la proyección en el plano horizontal local de la recta que une la Tierra y el Sol. El ángulo se mide en el sentido de las agujas del reloj en el hemisferio norte y en el sentido contrario en el hemisferio Sur, utilizando las proyecciones sobre el plano horizontal del punto de observación.

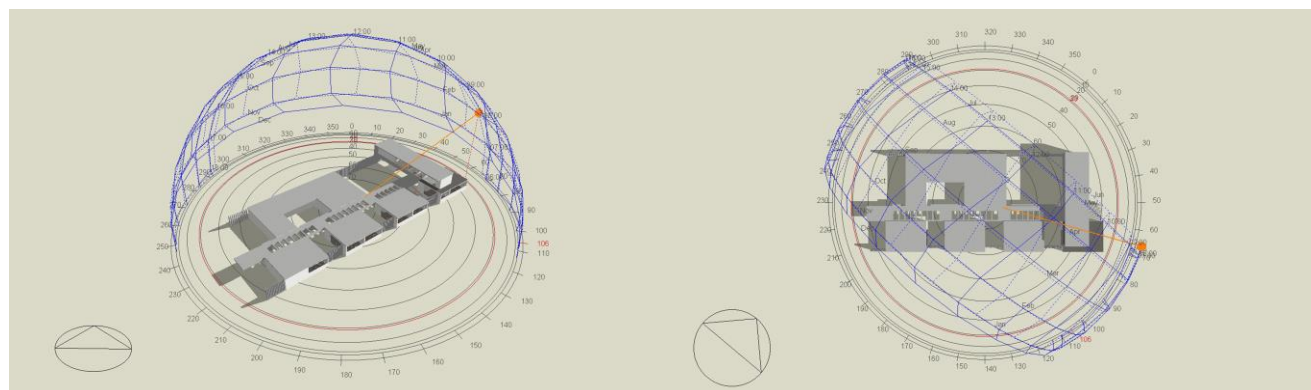
Nota: el azimut solar es negativo por la mañana (dirección Este), igual a cero o a  $180^{\circ}$  a mediodía y positivo por la tarde (dirección Oeste) en todo el planeta.

### 5.2. Simulación trayectoria solar

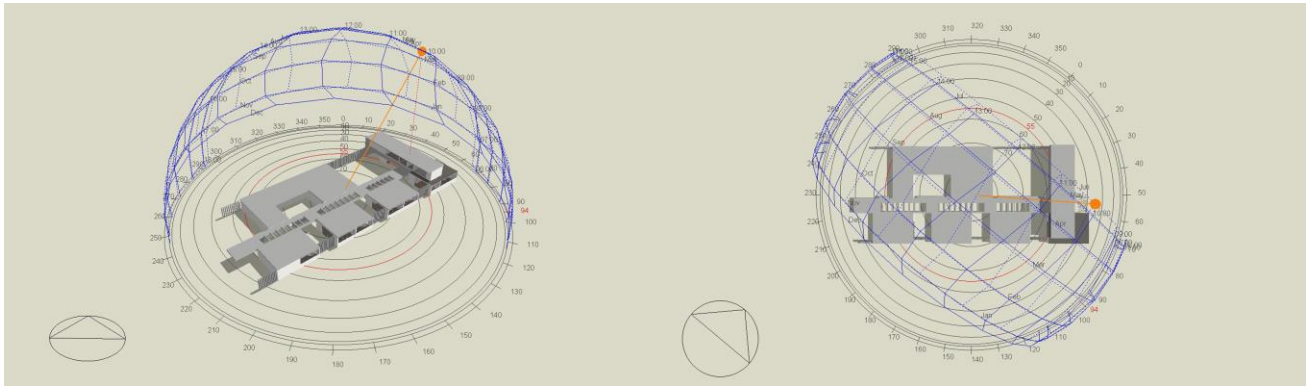
Para el estudio la trayectoria del sol se consideran los solsticios de verano e invierno (junio y diciembre), y los equinoccios de primavera y otoño (septiembre y marzo). En Junio y Diciembre es cuando el sol se encuentra en su mayor ángulo de declinación posición extrema con respecto al norte y al sur.

La simulación de la trayectoria del sol en el proyecto nos permite observar el comportamiento de las sombras proyectadas del edificio y el asoleamiento en las fachadas a partir de tres variables: latitud, declinación del sol y la hora.

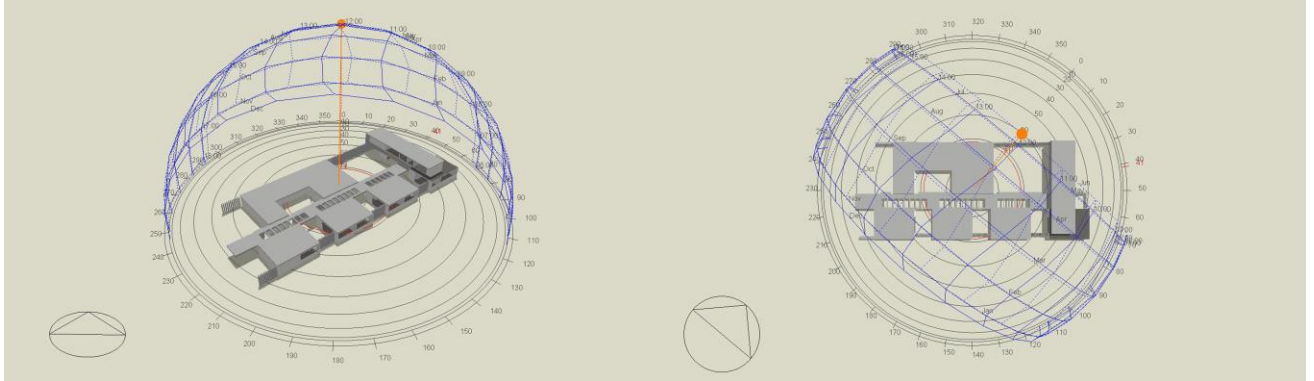
#### Junio 21- 8 am



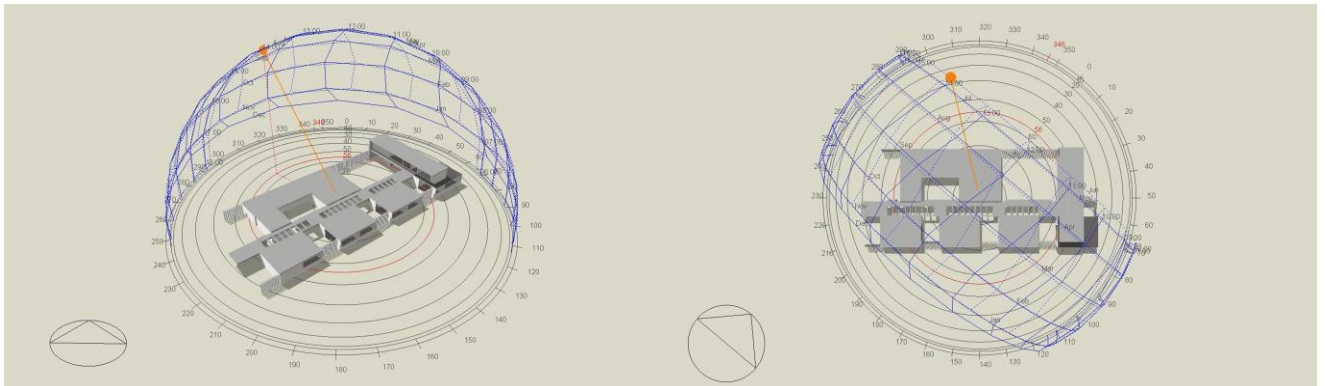
## Junio 21- 10 am



## Junio 21- 12 pm

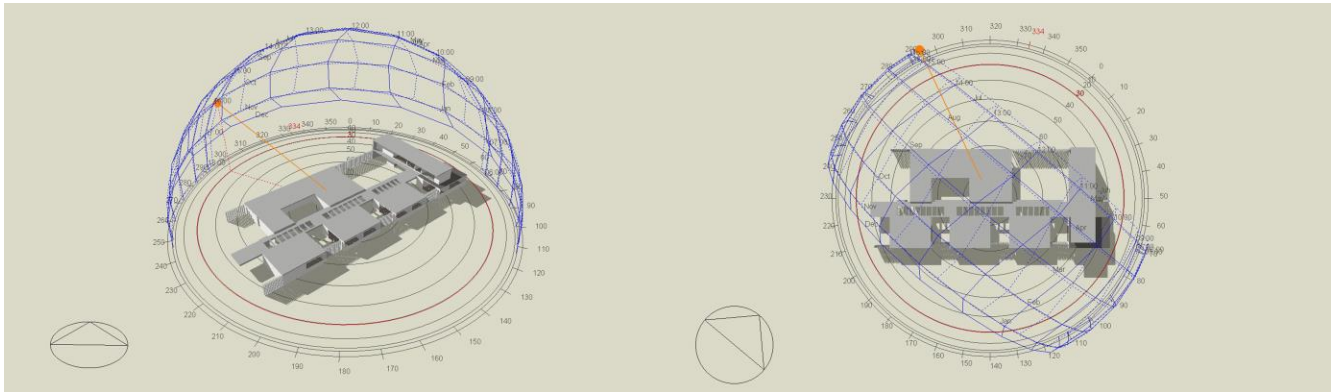


## Junio 21- 2 pm

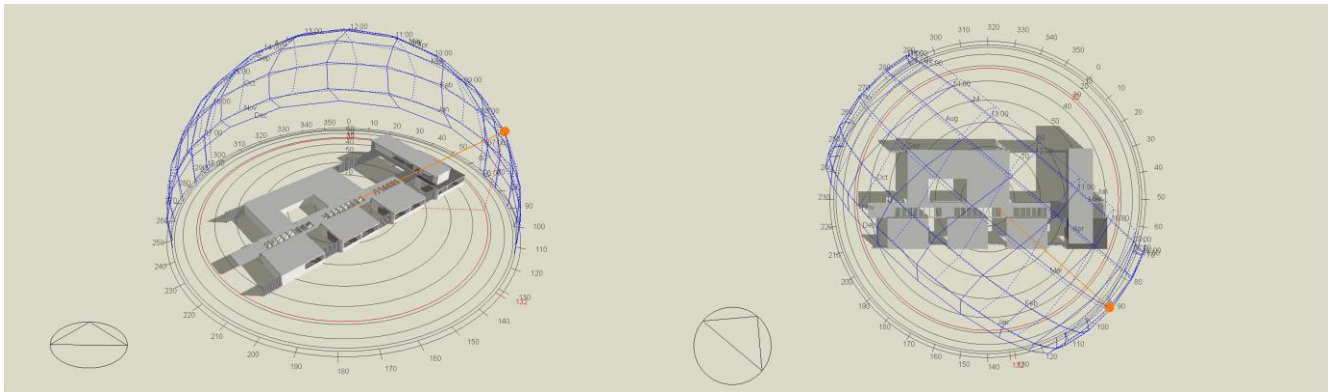




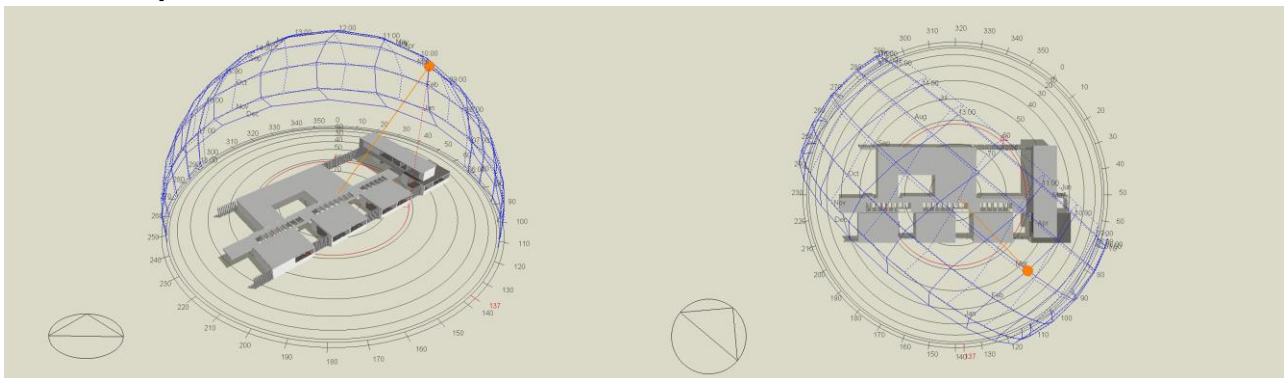
### Junio 21 – 4 pm



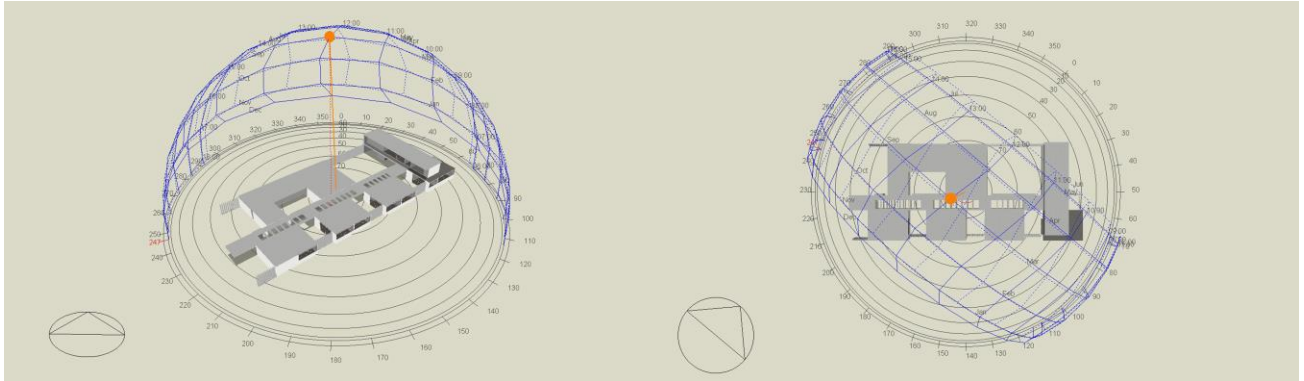
### Marzo – Septiembre 21 – 8 am



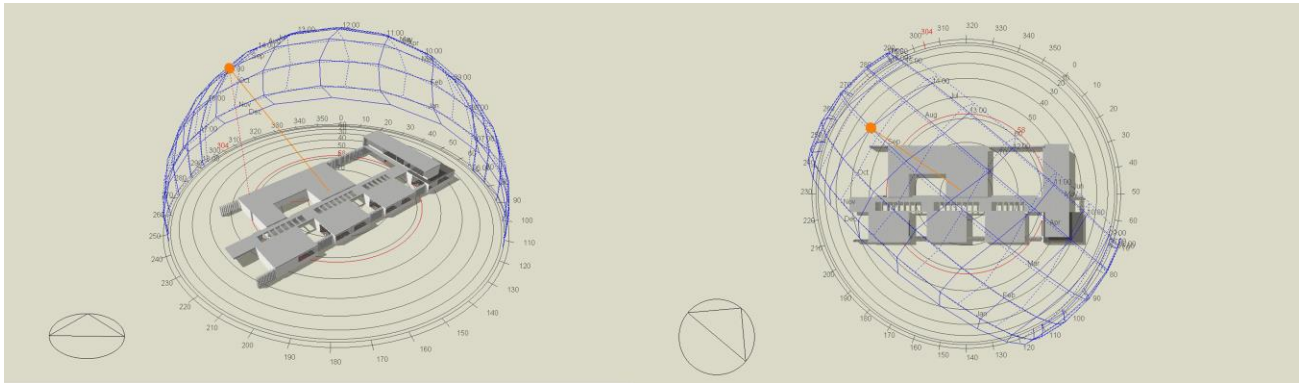
### Marzo – Septiembre 21- 10 am



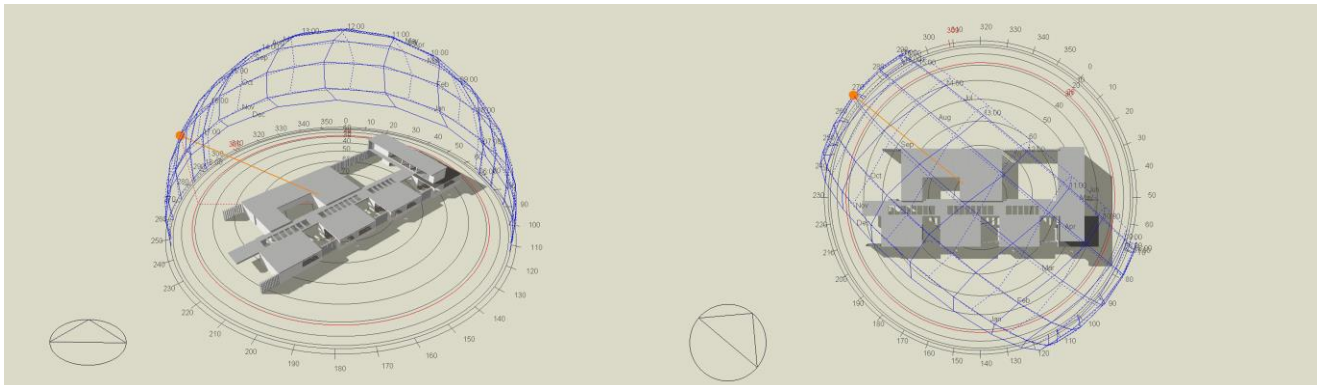
## Marzo – Septiembre 21 - 12 pm



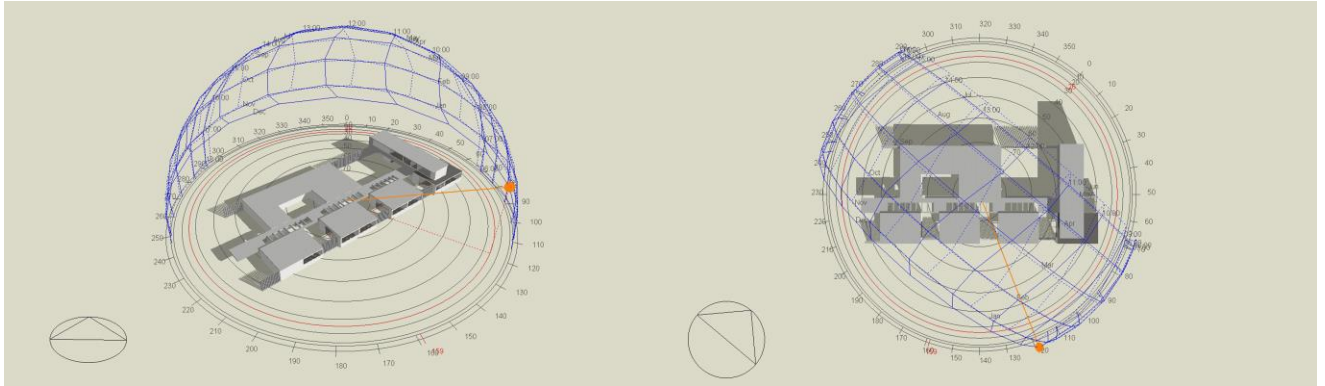
## Marzo - Septiembre 21- 2 pm



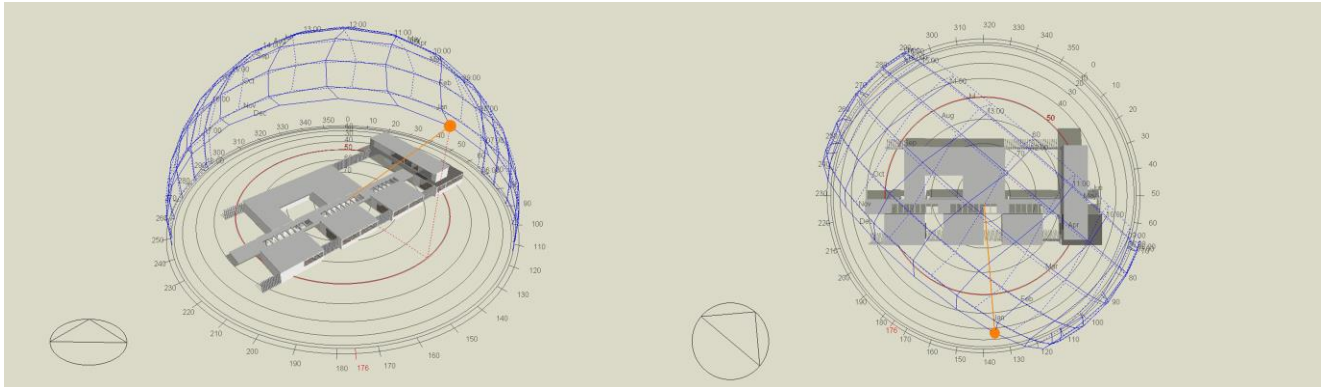
## Marzo - Septiembre 21 – 4 pm



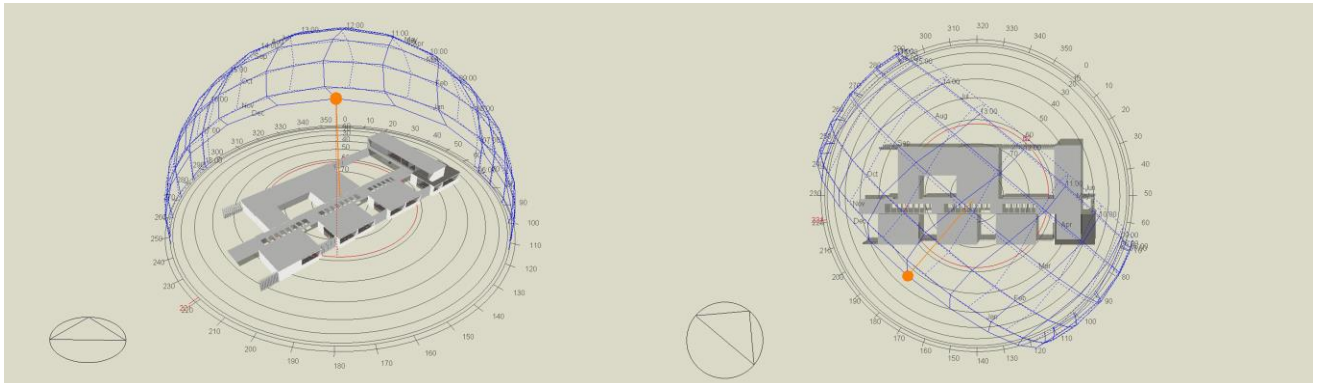
### Diciembre 21 – 8 am



### Diciembre 21 – 10 am

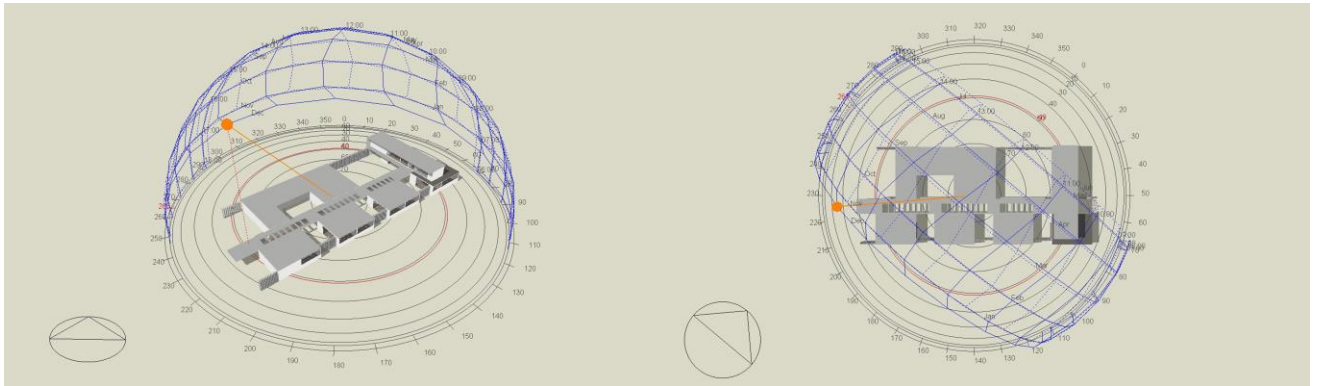


### Diciembre 21 – 12 pm

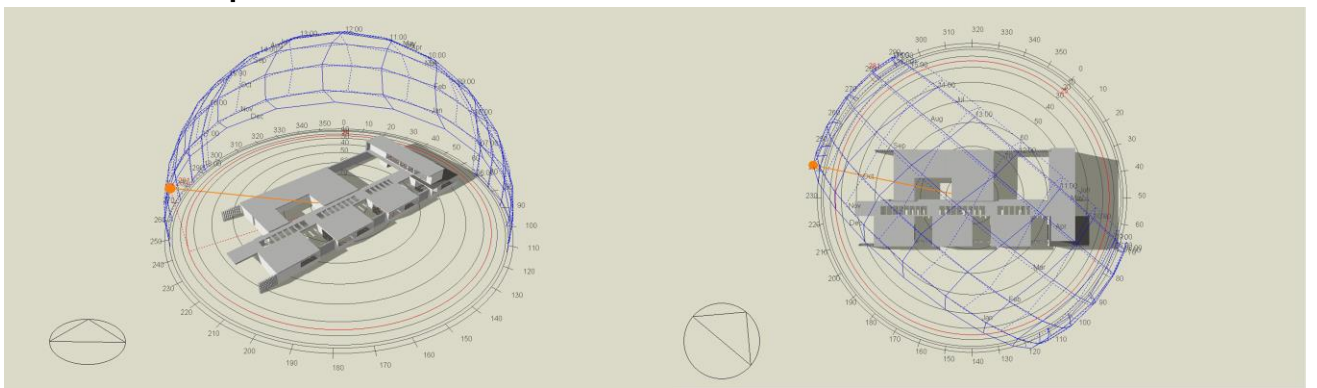




**Diciembre 21- 2 pm**



**Diciembre 21- 4 pm**



Con el estudio de la trayectoria solar vemos la incidencia solar sobre las fachadas del proyecto.

La implantación del proyecto localiza las aulas con orientación sur este y los servicios en la fachada noroeste. Se recomienda controlar la entrada del sol directo en las aulas, y en los muros de cerramiento se recomienda usar materiales que favorezcan la inercia térmica, tales como ladrillos macizos en muros de 25 cms.

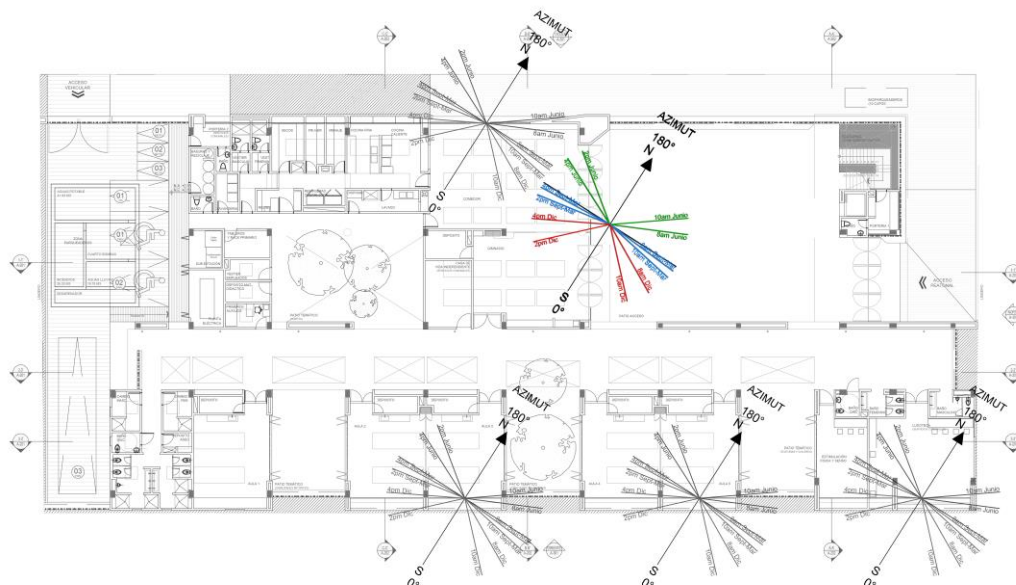
## **6. ESTRATEGÍAS BIOCLIMATICAS.**

Para lograr las condiciones de confort establecidas anteriormente y alcanzar los objetivos se deben implementar algunas estrategias bioclimáticas para este clima que responda al uso y condiciones climáticas para alcanzar altos niveles de calidad para los ocupantes.

## 6.1. Control solar.

Como elementos de control solar se implementó un retroceso en la ventana, y se simuló su comportamiento a continuación:

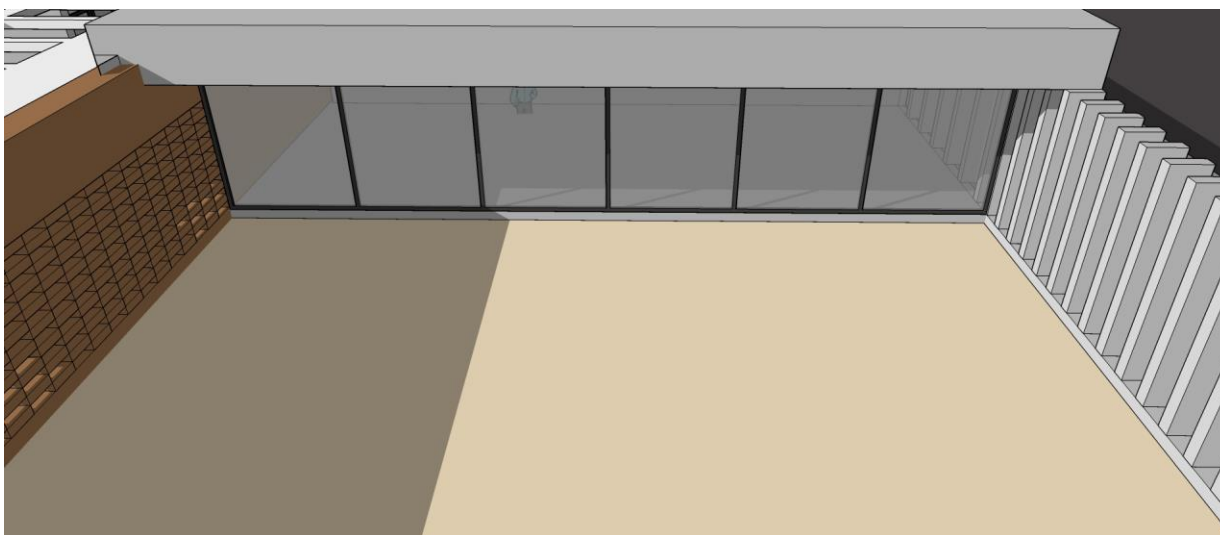
- **Primer Piso Comedor:**  
**Fachada nor-este**



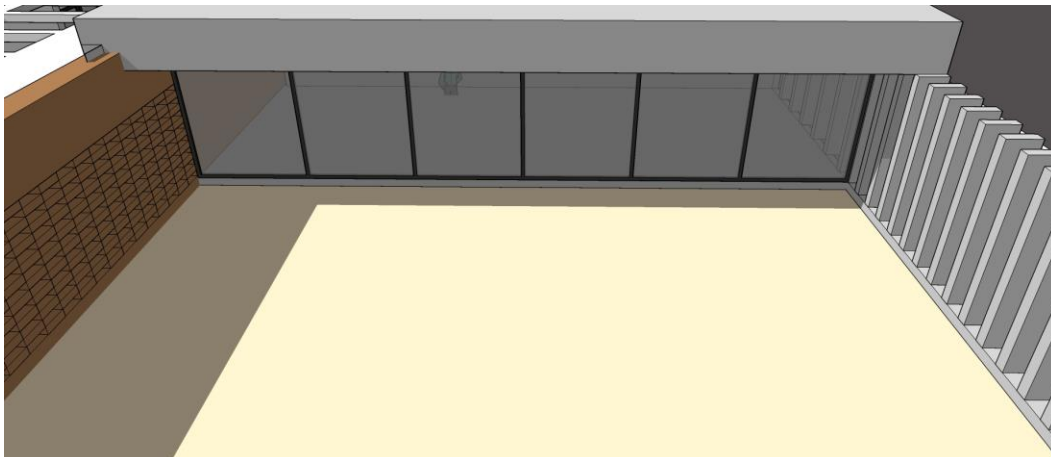
*Imagen No. 10. Análisis de incidencia solar en zona comedor- ángulos de azimut solar*

**Simulación elemento de protección solar en Fachada comedor :**

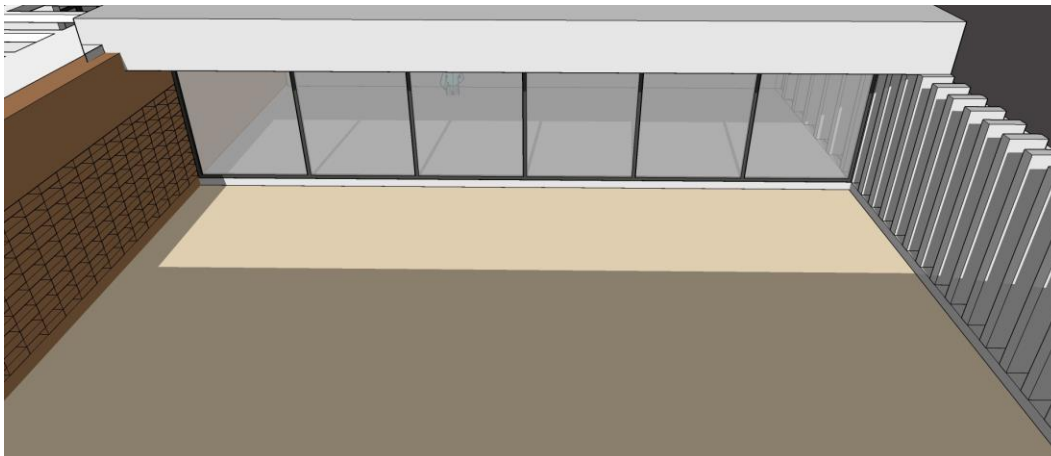
*Diciembre 8 am*



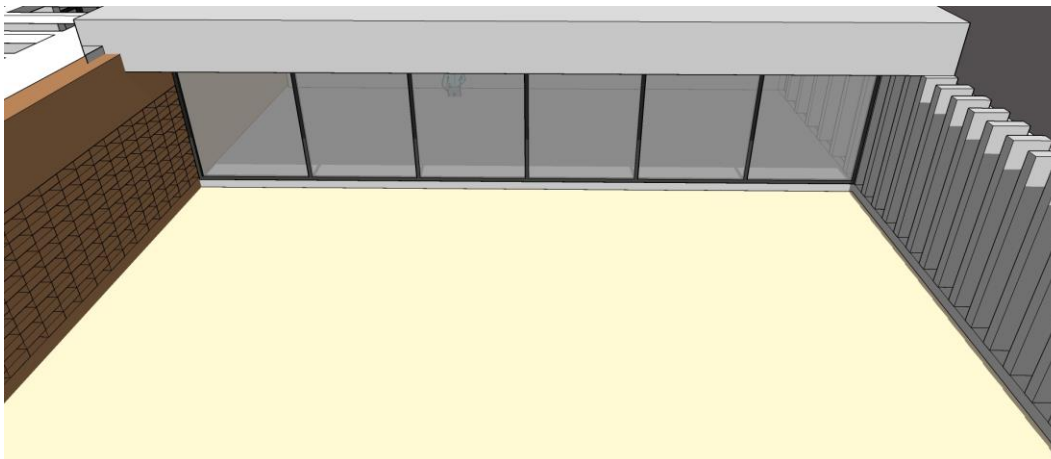
*Diciembre 10 am*



*Junio 8 am*



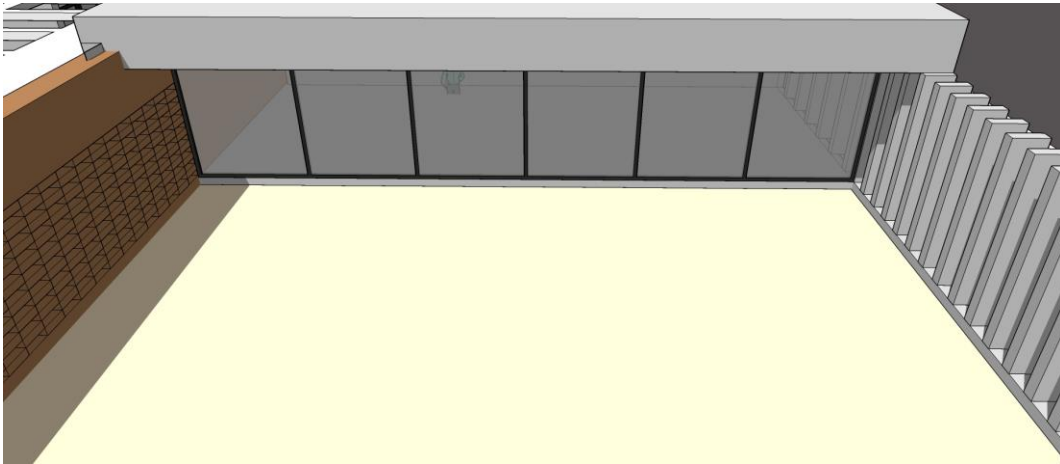
*Junio 10 am*



*Septiembre 8 am*



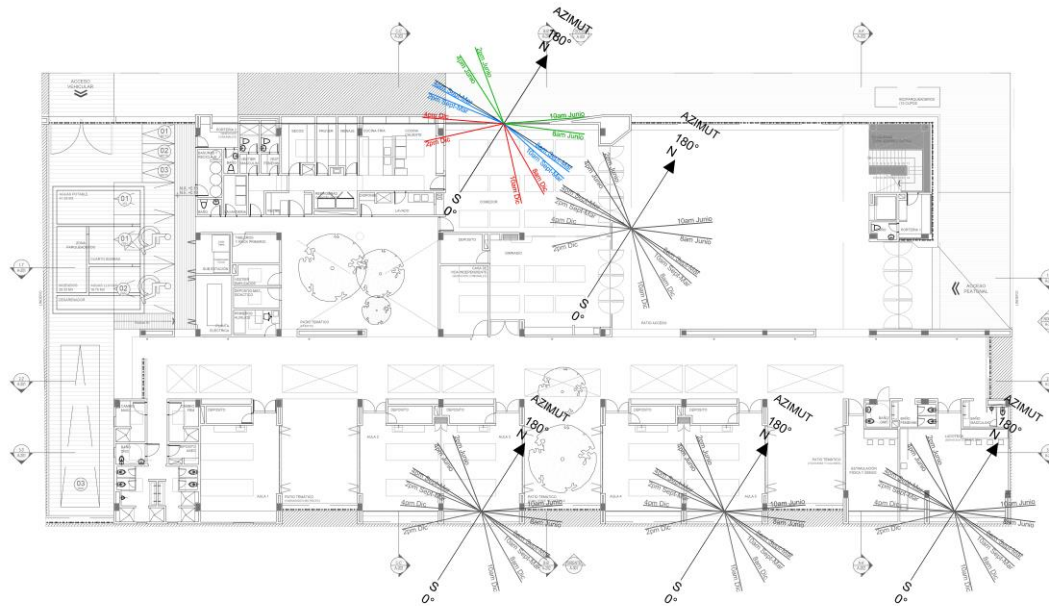
*Septiembre 10 am*



Las simulaciones sobre esta fachada muestran la eficiencia del elemento de protección solar sobre este espacio, la hora crítica se presenta a las 8 de la mañana especialmente en junio. Esta incidencia tiene muy poca afectación ya que a las 10 am el alero protege la fachada, y su actividad no representa un inconveniente, al ingreso del sol.

Para la fachada oriente de comedor y cocina se implementaron elementos verticales de protección solar.

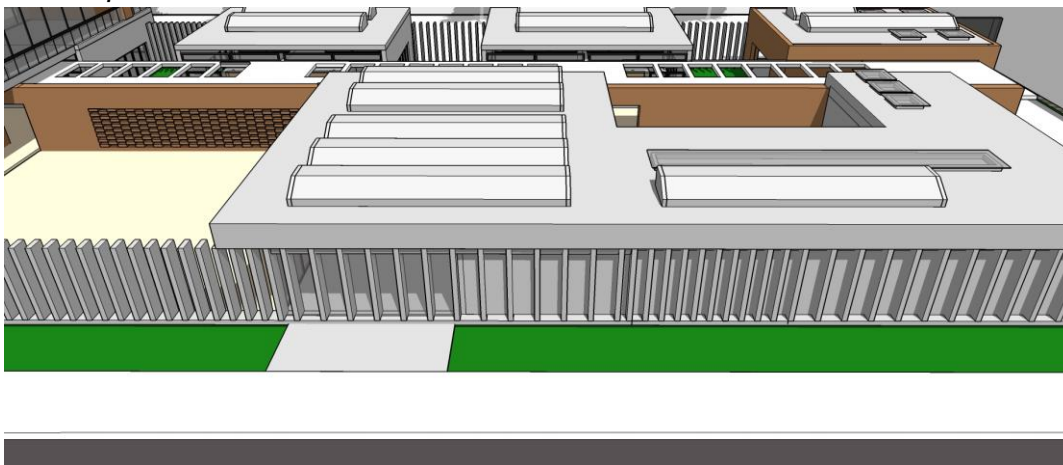
### Fachada oriente comedor y cocina:



*Imagen No. 11. Análisis de incidencia solar en zona aulas- ángulos de azimut solar*

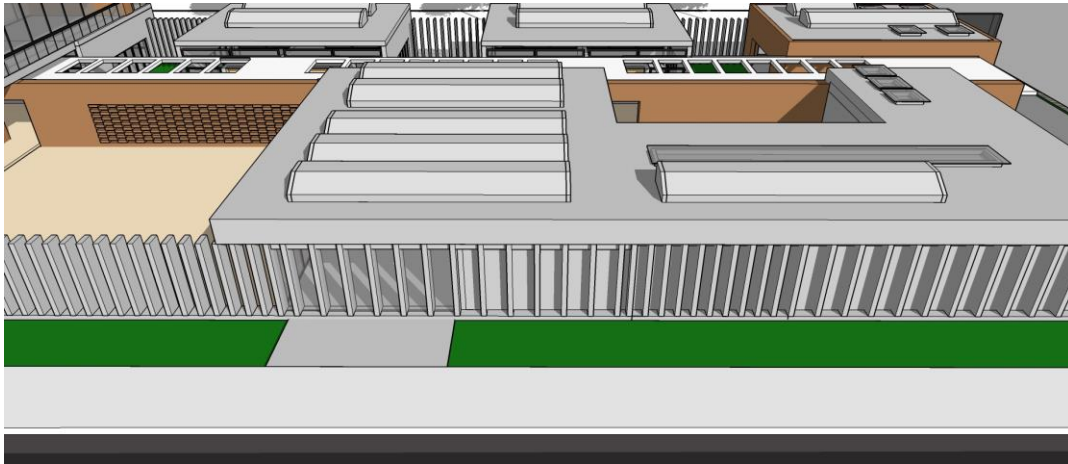
### Simulación elementos de protección solar en fachada oriente comedor y cocina:

*Junio 2 pm*

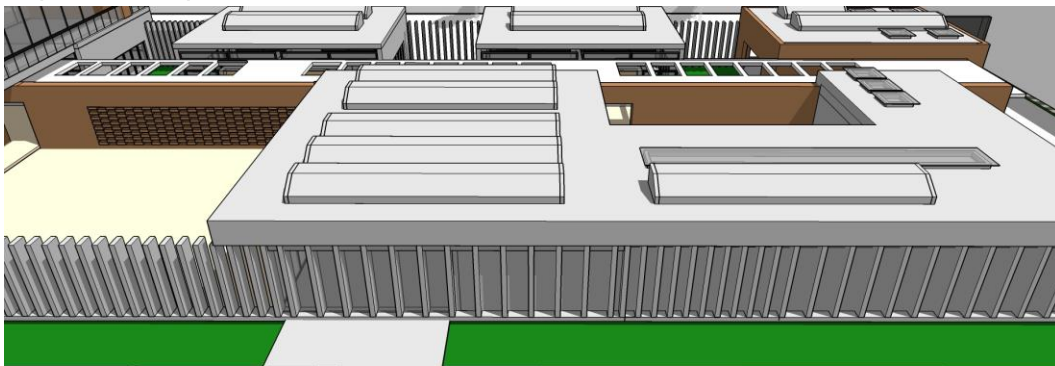




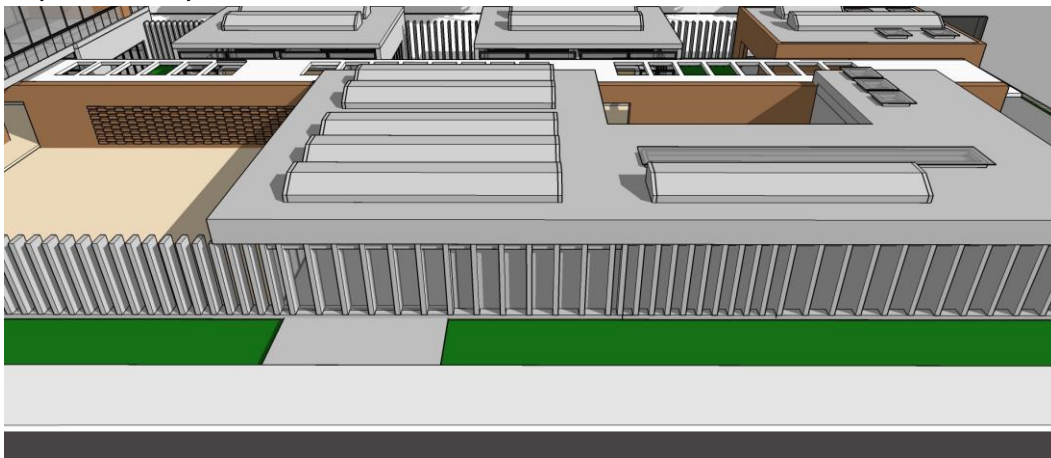
*Junio 4 pm*



*Septiembre 2 pm*

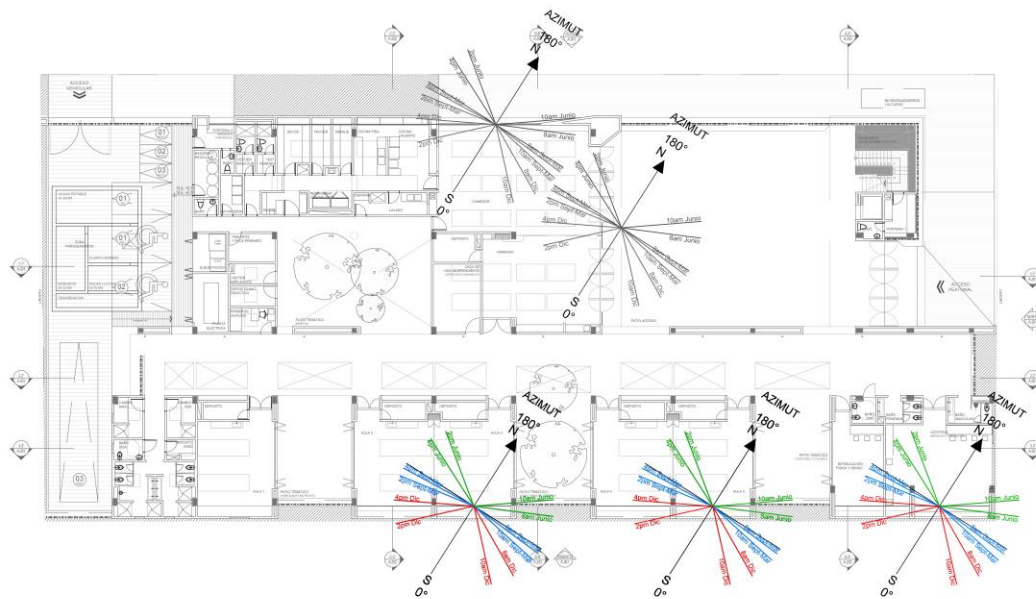


*Septiembre 4 pm*



Las simulaciones sobre esta fachada muestran la eficiencia de los elementos de protección solar sobre estos espacios, la penetración solar es mínima.

## Fachada sur-este aulas de clase



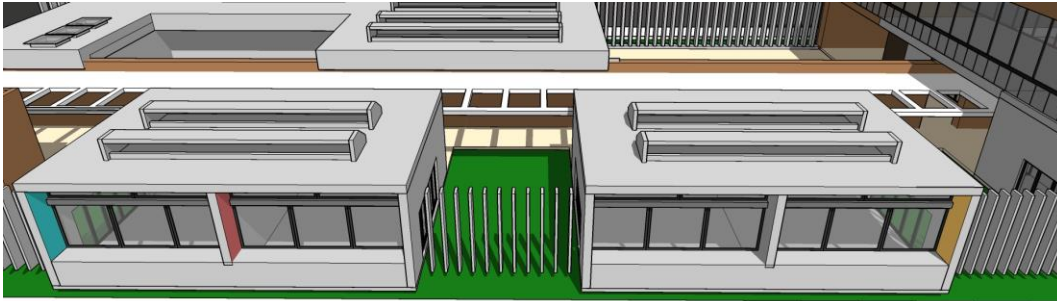
*Imagen No. 12. Análisis de incidencia solar en zona aulas- ángulos de azimut solar*

## Simulación elementos de protección solar en fachada sur-este aulas:

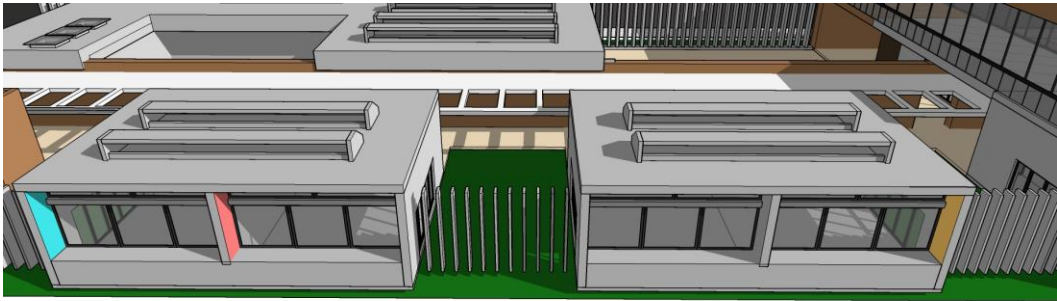
*Diciembre 8 am*



*Diciembre 10 am*



*Septiembre 8 am*



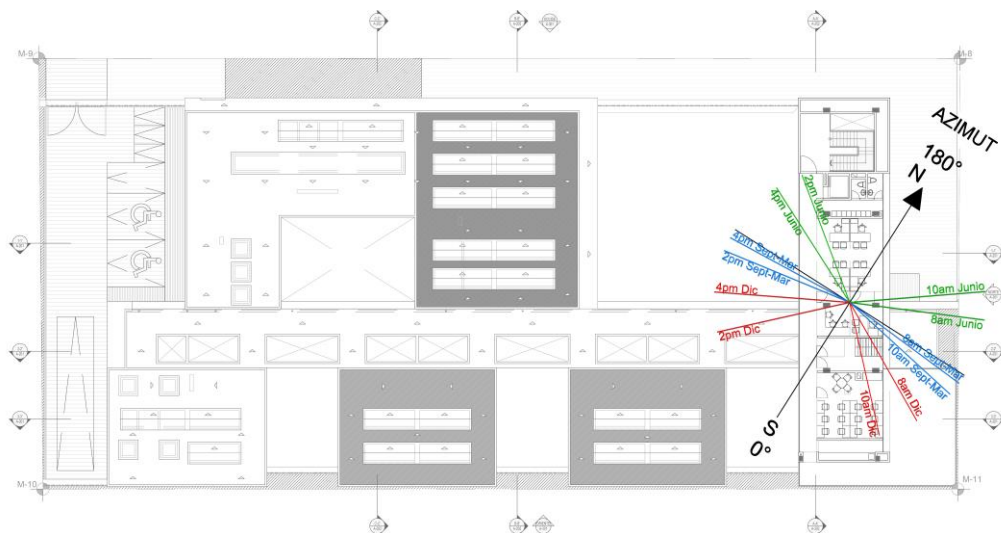
*Septiembre 10 am*





Las simulaciones sobre esta fachada muestran la eficiencia de los elementos de protección solar sobre estos espacios, hay una mínima incidencia solar en septiembre a las 8 de la mañana.

- **Segundo piso:**  
**Fachada nor-este administración**



*Imagen No. 13 Análisis de incidencia solar en zona administrativa- ángulos de azimut solar*

**Simulación elementos de protección solar en fachada nor-este administración:**

*Diciembre 8 am*



*Diciembre 10 am*



*Junio 8 am*



*Junio 10 am*



*Septiembre 8 am*

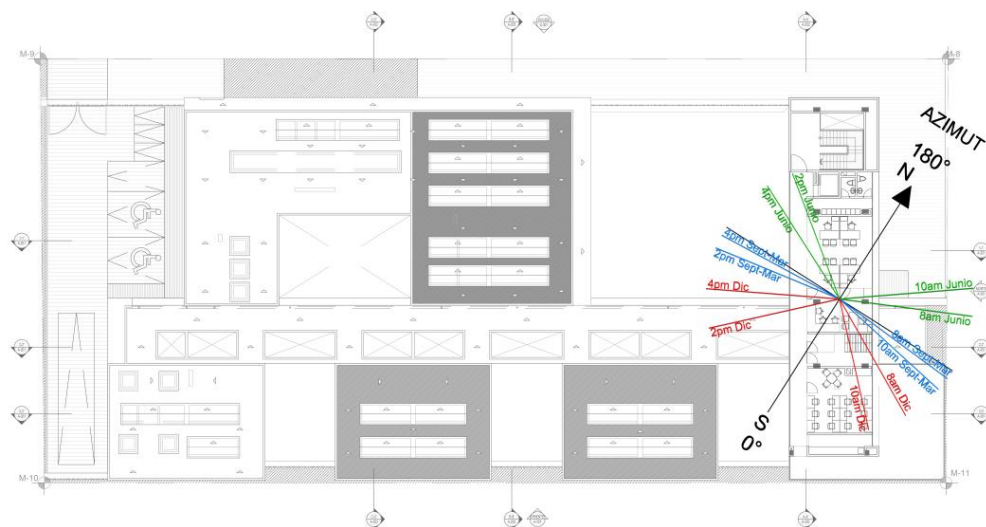


*Septiembre 10 am*



En el edificio administrativo se debe controlar el ingreso del sol entre las 8 y 10 de la mañana en las tres fechas simuladas, a las 10 am la incidencia es mínima, siendo un lapso de tiempo muy corto, se recomienda el uso de solars screens, para control de deslumbramiento.

## Fachada sur-oeste – edificio administrativo



*Imagen No. 14. Análisis de incidencia solar en zona administrativa- ángulos de azimut solar*

## Simulación elementos de protección solar en fachada sur-oeste administración:

Diciembre 2 pm



*Diciembre 4 pm*



*Junio 2 pm*



*Junio 4 pm*





*Septiembre 2 pm*



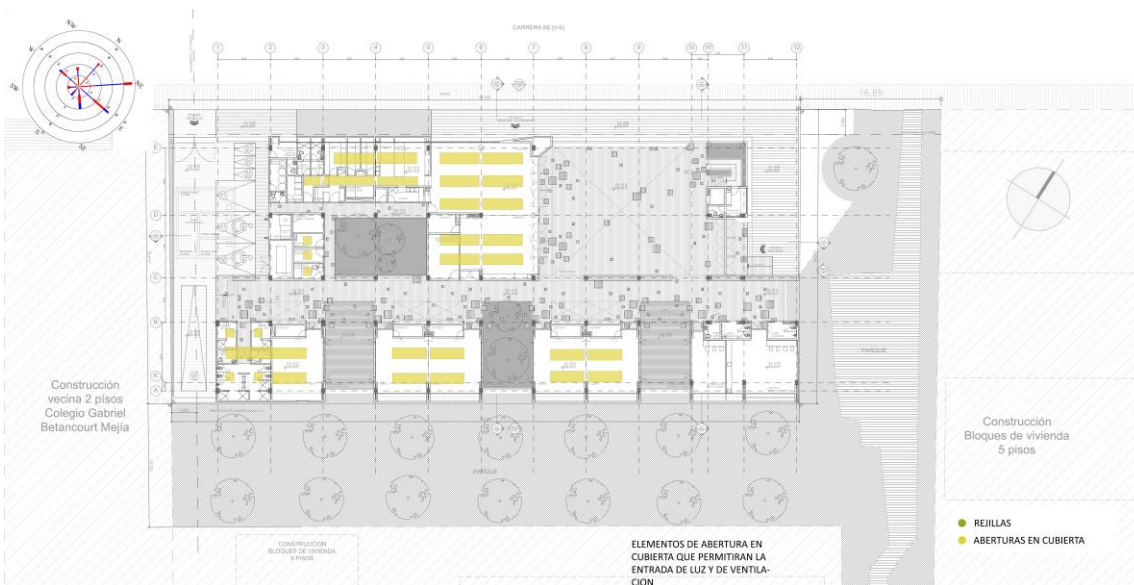
*Septiembre 4 pm*



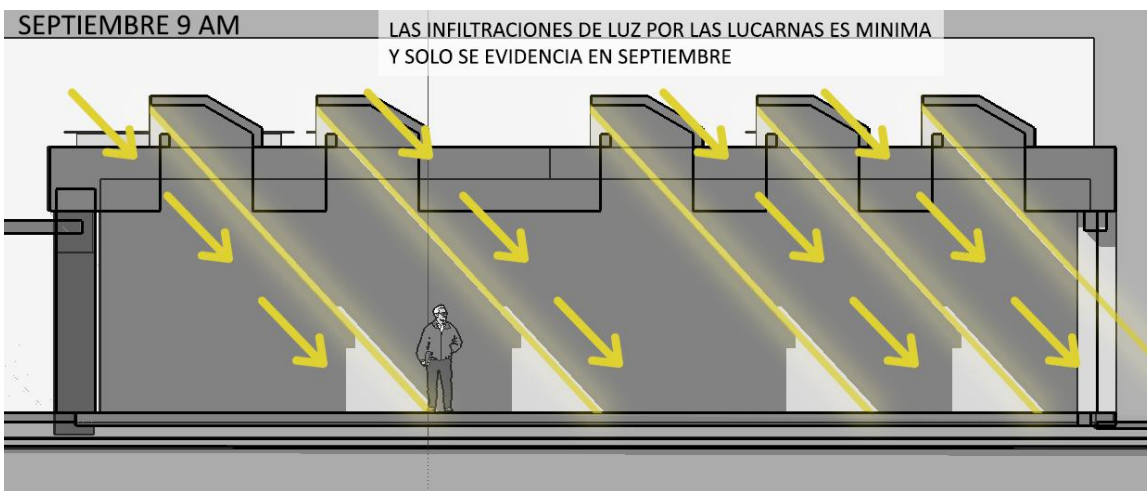
En el edificio administrativo se debe controlar el ingreso del sol a las 4 de la tarde en la fachada sur, en las tres fechas simuladas, se recomienda el uso de solars screens, para control de deslumbramiento.

### **Simulación de las Lucarnas como elementos de manejo de luz natural:**

Como estrategia de iluminación natural se diseñaron ventanas altas para el ingreso de luz natural indirecta.

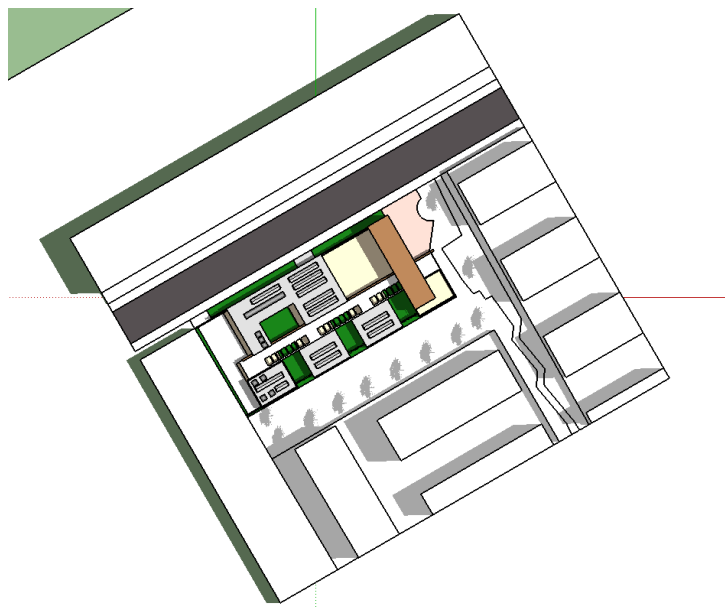


**Imagen No.15. Planta cubiertas con lucarnas localizadas**

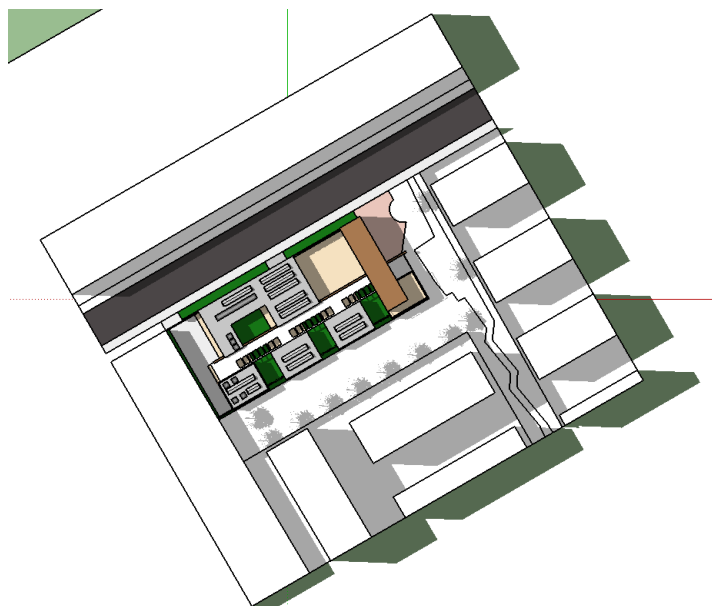


**Imagen No.16. Ingreso de la luz natural indirecta a través de las lucarnas.**

**Simulación del efecto de los edificios cercanos al proyecto a nivel de trayectoria solar:**  
*Septiembre 9 am*



*Septiembre 4 pm*







En cuanto a la incidencia de los edificios vecinos en la generación de sombras sobre el proyecto se da en el mes de diciembre a las 8 solamente, en el lapso de tiempo de una hora, y es el periodo que el los edificios se ocupan solamente una semana.

## 6.2. Estrategias de Ventilación natural.

Se busca volver el edificio permeable al viento predominante de Bogotá especialmente en los espacios que se conectan las circulaciones interiores con el exterior, para general un sistema de ventilación cruzada en horas de ocupación. A partir de esta circulación ventilada se conectarán los espacios restantes desde las fachadas. Se busca ante todo una buena calidad de aire y lograr condiciones de confort.

## 7. LA VENTILACIÓN NATURAL

La ventilación natural tiene tres funciones fundamentales:

- Mantener la calidad del aire al interior de los edificios cambiando el aire viciado por el 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 – 2004.

- Proporciona el enfriamiento de la masa interna del edificio en ciertas condiciones. Ventilación Natural. (Reducción de las cargas térmicas exteriores).

### **7.1. Principios de la ventilación natural**

Para estudiar el problema de movimiento del aire al interior de un local en términos aerodinámicos, es necesario poner en evidencia un principio físico del movimiento. La diferencia de presiones entre dos puntos determina un potencial de circulación de aire entre estos dos puntos, en el sentido de la presión más alta hacia la presión más baja.

Las causas de estas variaciones de presión son de dos tipos: Térmicas y dinámicas. Ellas actúan solas o combinadas. Por otra parte, pueden ser amplificadas o modificadas porque se puede nombrar los factores modificantes.

- Las causas térmicas:

La diferencia de temperatura entre dos puntos ocasiona una variación de densidades del aire, con un gradiente de presión que es el origen de la circulación; entre más grande sea la diferencia de temperaturas, más velocidad tendrá la circulación.

- Las causas dinámicas:

El viento que sopla sobre un volumen modifica el valor y la repartición de las presiones sobre las caras del mismo. Como regla general, las paredes situadas en frente al viento se encuentran en sobrepresión (fachada norte), y las de la cara opuesta se encuentra en depresión (fachada sur). Es raro encontrar una distribución uniforme de valores: se encuentran diferencias de presión en las diferentes caras del volumen.

- Los factores modificantes:

Los movimientos de aire pueden ser modificados, al interior de un volumen, por la orientación, la dimensión y la forma de los vanos.

- Posición de los vanos:

Para ventilar un espacio debe haber una entrada de aire y una salida. Este es el comportamiento del viento de acuerdo con el tamaño y ubicación de los vanos.

### **7.2. Alcances de la ventilación natural**

La ventilación natural puede ser atractiva para los diseñadores porque ofrece adecuadas soluciones capaces de satisfacer las necesidades de confort y calidad de aire interior en un gran rango de condiciones climáticas. Aparece como una estrategia lógica para muchos tipos de edificios que por diferentes razones no pueden ser equipados con sistemas mecánicos costosos.

Entre sus principales ventajas está la del bajo costo inicial de mantenimiento y operativo comparado con los sistemas de aire acondicionado, además de no ocupar espacio físico en planta.

Para que la ventilación natural sea eficiente se requiere que el edificio tenga una gran permeabilidad, es decir una gran superficie de aperturas, lo que puede provocar riesgos en cuanto a la seguridad y conflictos con las regulaciones para prevención de incendios.<sup>1</sup>

Podemos comprobar que el enfriamiento del edificio se da por el principio de la ventilación natural. La ventilación natural, definida como la ventilación conducida por la fuerza natural del viento o cambios de temperatura, se origina por diferencias de presión entre el espacio externo e interno de un edificio. Esto nos define los dos principales mecanismos por los cuales el viento es inducido al interior de un edificio, ya sea por la fuerza natural del viento, o por diferencia de presión térmica.

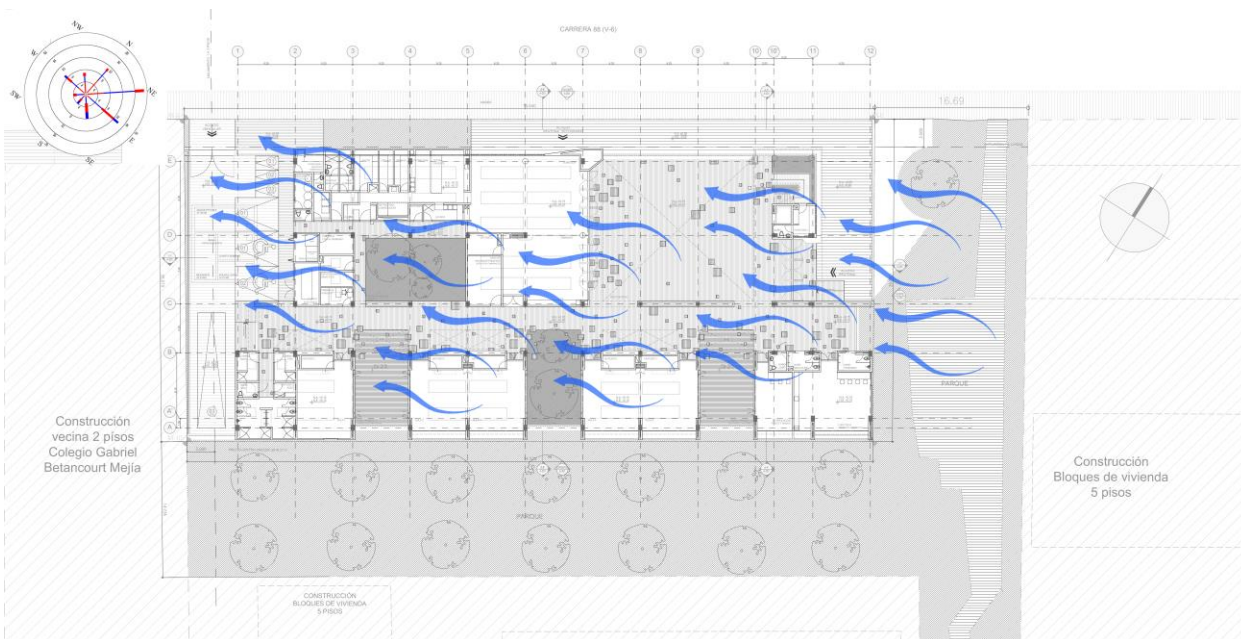
La ventilación por diferencia de presión, produce circulación de aire por diferencias de temperatura entre un lugar y otro. El aire caliente es más delgado que el aire frío, el aire caliente sube a través de una columna de aire frío reemplazándolo. Este tipo de ventilación depende principalmente de la diferencia de temperatura entre el interior y exterior del edificio y también de altura de la columna de aire.

### **7.3. Análisis del viento en el lugar**

La dirección predominante del viento según la rosa de vientos de Bogotá es la noreste y la secundaria es del este. Según la implantación del proyecto, la fachada este se encuentran en sobre presión y la fachada este en depresión. (Ver simulación CFD's).

---

<sup>1</sup> Ventilación Natural de Edificios, Eduardo Yarke, Buenos Aires, Argentina, 2005.



**Imagen No. 16. Análisis del Viento predominante en el proyecto**

Teniendo en cuenta la dirección predominante del viento en Bogotá con respecto a la implantación del proyecto, se favorece la ventilación cruzada a partir de la plaza y los patios interiores.

#### **7.4. Renovaciones de Calidad de aire.**

Para lograr una buena ventilación se determina el área de abertura de acuerdo al espacio ocupado y los requerimientos específicos de ventilación dados por la norma ASHRAE 62.1-2007.

#### **7.5. Renovaciones por higiene.**

Los valores que se tienen en cuenta para el diseño de Calidad de Aire son las tablas de renovaciones mínimas para el uso de hotel, oficinas, apartamentos y áreas comerciales, según la norma **ANSI/ASHRAE Estándar 62.1 – 2007**.

De acuerdo a la norma anterior para este proyecto se requieren las siguientes renovaciones:

- Aulas:

Occupancy Category	People Outdoor Air Rate $R_p$		Area Outdoor Air Rate $R_a$		Notes	Default Values				Air Class
						Occupant Density (see Note 4)	Combined Outdoor Air Rate (see Note 5)			
	cfm/person	L/s-person	cfm/ft <sup>2</sup>	L/s-m <sup>2</sup>		#/1000 ft <sup>2</sup> or #/100 m <sup>2</sup>	cfm/person	L/s-person		
<b>Educational Facilities</b>										
Daycare (through age 4)	10	5	0.18	0.9		25	17	8.6	2	
Daycare sickroom	10	5	0.18	0.9		25	17	8.6	3	
Classrooms (ages 5–8)	10	5	0.12	0.6		25	15	7.4	1	
Classrooms (age 9 plus)	10	5	0.12	0.6		35	13	6.7	1	
Lecture classroom	7.5	3.8	0.06	0.3		65	8	4.3	1	
Lecture hall (fixed seats)	7.5	3.8	0.06	0.3		150	8	4.0	1	
Art classroom	10	5	0.18	0.9		20	19	9.5	2	
Science laboratories	10	5	0.18	0.9		25	17	8.6	2	
University/college laboratories	10	5	0.18	0.9		25	17	8.6	2	
Wood/metal shop	10	5	0.18	0.9		20	19	9.5	2	
Computer lab	10	5	0.12	0.6		25	15	7.4	1	
Media center	10	5	0.12	0.6	A	25	15	7.4	1	
Music/theater/dance	10	5	0.06	0.3		35	12	5.9	1	
Multi-use assembly	7.5	3.8	0.06	0.3		100	8	4.1	1	
<b>Food and Beverage Service</b>										
Restaurant dining rooms	7.5	3.8	0.18	0.9		70	10	5.1	2	

**Tabla Renovaciones mínimas aulas de clase.**

- Oficinas:

Occupancy Category	People Outdoor Air Rate $R_p$		Area Outdoor Air Rate $R_a$		Notes	Default Values				Air Class
						Occupant Density (see Note 4)	Combined Outdoor Air Rate (see Note 5)			
	cfm/person	L/s·person	cfm/ft <sup>2</sup>	L/s·m <sup>2</sup>		#/1000 ft <sup>2</sup> or #/100 m <sup>2</sup>	cfm/person	L/s·person		
Office Buildings										
Office space	5	2.5	0.06	0.3		5	17	8.5	1	
Reception areas	5	2.5	0.06	0.3		30	7	3.5	1	
Telephone/data entry	5	2.5	0.06	0.3		60	6	3.0	1	
Main entry lobbies	5	2.5	0.06	0.3		10	11	5.5	1	

**Tabla Renovaciones mínimas para zonas de oficinas.**

- Cafetería:



**TABLE 6-1 MINIMUM VENTILATION RATES IN BREATHING ZONE**  
(This table is not valid in isolation; it must be used in conjunction with the accompanying notes.)

Occupancy Category	People Outdoor		Area Outdoor		Notes	Default Values				Air Class
	Air Rate		Air Rate			Occupant Density		Combined Outdoor		
	$R_p$		$R_a$			(see Note 4)		Air Rate (see Note 5)		
	cfm/person	L/s-person	cfm/ft <sup>2</sup>	L/s-m <sup>2</sup>		#/1000 ft <sup>2</sup> or #/100 m <sup>2</sup>	cfm/person	L/s-person		
Food and Beverage Service										
Restaurant dining rooms	7.5	3.8	0.18	0.9		70	10	5.1	2	
Cafeteria/fast-food dining	7.5	3.8	0.18	0.9		100	9	4.7	2	
Bars, cocktail lounges	7.5	3.8	0.18	0.9		100	9	4.7	2	

**Tabla Renovaciones mínimas para la zona de cafetería**

- Gimnasio:

**TABLE 6-1 MINIMUM VENTILATION RATES IN BREATHING ZONE**  
(This table is not valid in isolation; it must be used in conjunction with the accompanying notes.)

Occupancy Category	People Outdoor Air Rate		Area Outdoor Air Rate		Notes	Default Values				Air Class
	$R_p$		$R_a$			Occupant Density (see Note 4)	Combined Outdoor Air Rate (see Note 5)			
	cfm/person	L/s-person	cfm/ft <sup>2</sup>	L/s-m <sup>2</sup>		#/1000 ft <sup>2</sup> or #/100 m <sup>2</sup>	cfm/person	L/s-person		
Sports and Entertainment										
Sports arena (play area)	—	—	0.30	1.5	E	—				1
Gym, stadium (play area)	—	—	0.30	1.5		30				2
Spectator areas	7.5	3.8	0.06	0.3		150	8	4.0		1
Swimming (pool & deck)	—	—	0.48	2.4	C	—				2
Disco/dance floors	20	10	0.06	0.3		100	21	10.3		1
Health club/aerobics room	20	10	0.06	0.3		40	22	10.8		2
Health club/weight rooms	20	10	0.06	0.3		10	26	13.0		2
Bowling alley (seating)	10	5	0.12	0.6		40	13	6.5		1
Gambling casinos	7.5	3.8	0.18	0.9		120	9	4.6		1
Game arcades	7.5	3.8	0.18	0.9		20	17	8.3		1
Stages, studios	10	5	0.06	0.3	D	70	11	5.4		1

**Tabla Renovaciones mínimas para la zona de gimnasio.**

## 8. ANÁLISIS DE CFD DEL PROYECTO

La dinámica de fluidos es una rama de la física que estudia el movimiento de los fluidos en relación a las fuerzas que actúan sobre ellos.

El término Dinámica Computacional de Fluidos (CFD, por sus siglas en inglés) se emplea para describir un grupo de métodos matemáticos que calculan la temperatura, la velocidad y otras propiedades de fluidos contenidos en un ámbito determinado.

El sistema de cálculo ha sido desarrollado en torno al algoritmo SIMPLER, que pertenece a una de las familias de solución CFD más empleadas. La turbulencia se puede simular mediante el modelo k-ε, el cual ha sido ampliamente investigado y documentado.

Con el Módulo CFD de Design Builder estas tareas se simplifican de manera importante, ya que las características geométricas y las condiciones limítrofes son proporcionadas automáticamente. Las temperaturas, los flujos de calor y las tasas de ventilación, entre otros factores, previamente calculados con el Módulo Energy Plus, se usan directamente para establecer las condiciones ambientales, simplemente especificando el momento y fecha del análisis CFD.

Las simulaciones de dinámica de fluidos utilizan las tecnologías más avanzadas en materia de visualización de los patrones de viento, esto nos permite conocer el comportamiento del viento y tomar mejores decisiones de diseño.

Este tipo de estudios son indispensables para diseñar y evaluar sistemas de ventilación natural, investigar el flujo de viento alrededor de los edificios y estudiar el efecto del viento en edificios de gran altura.

Las simulaciones de Dinámica de Fluidos computacional nos permiten verificar el comportamiento del viento alrededor del edificio teniendo en cuenta los edificios vecinos, que generan sombra o pueden acelerar el viento.

### **8.1. Condiciones limítrofes**

Un concepto importante para el análisis de CFD son las condiciones de contorno. Las especificaciones de las condiciones de contorno para el análisis externo son relativamente sencillas, se trata de un cálculo isotérmico y sólo requiere de la exposición del edificio, velocidad y dirección del viento.

Estos valores se verificaron según los resultados del módulo Energy Plus obtenidos de la simulación térmica para el espacio seleccionado, teniendo en cuenta las renovaciones de aire.

Se tuvo en cuenta el edificio implantado en el lote y el contexto. En estas imágenes vemos claramente la zona en alta presión (fachada oriental) y la zona de baja presión sobre la fachada opuesta, y comprobamos la velocidad del viento y la temperatura operativa resultante de las zonas.

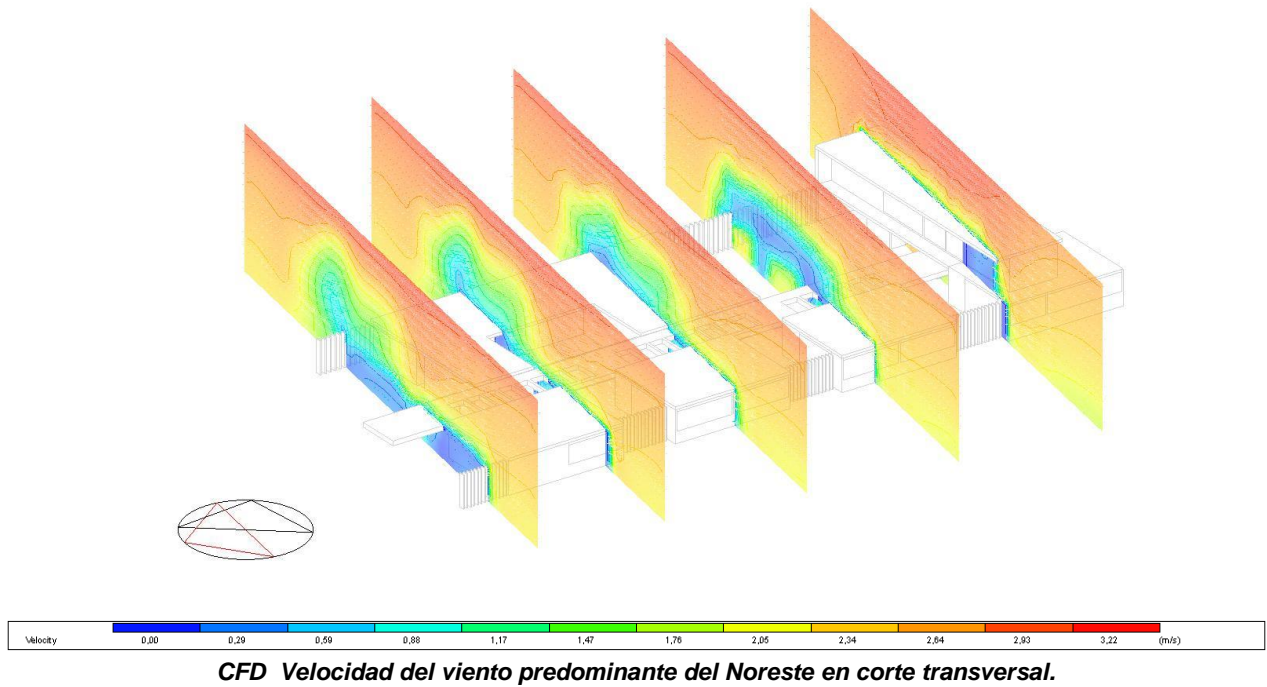
#### **Condiciones limítrofes:**

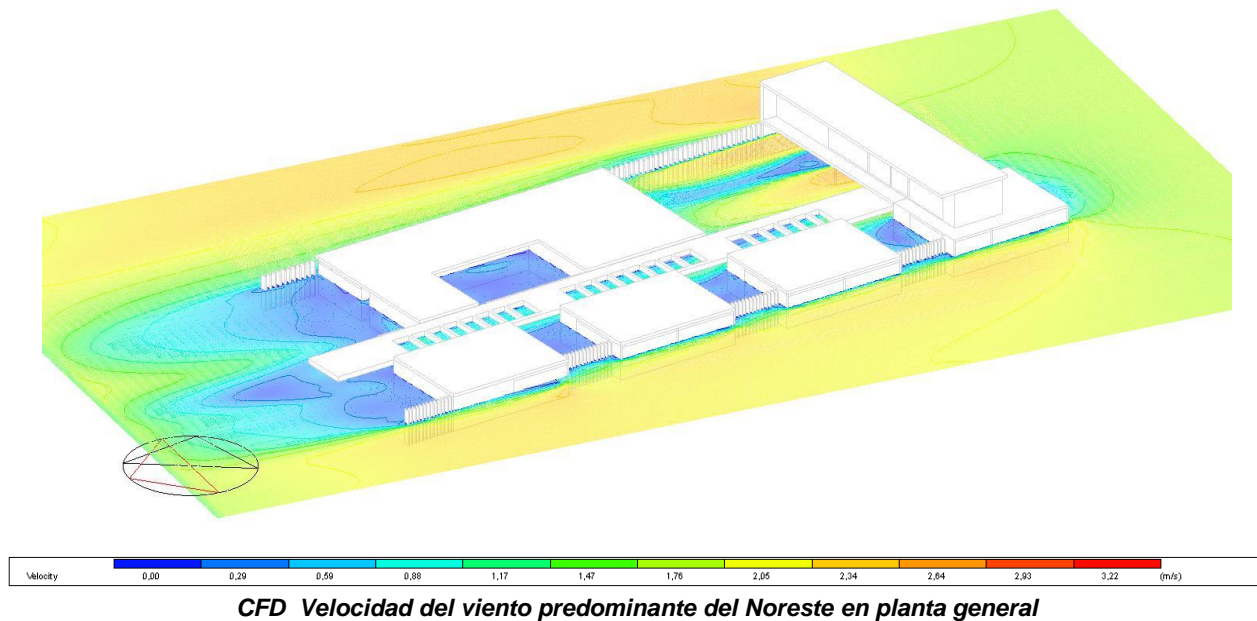
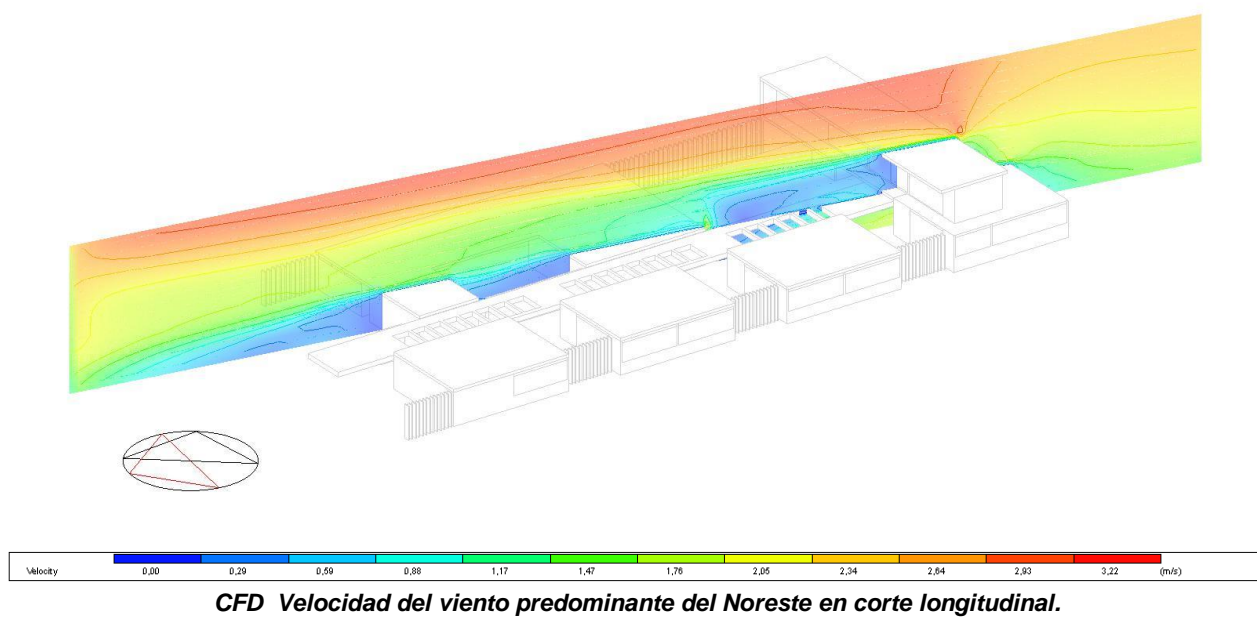
**Velocidad del viento promedio = 1.5 m/s.**

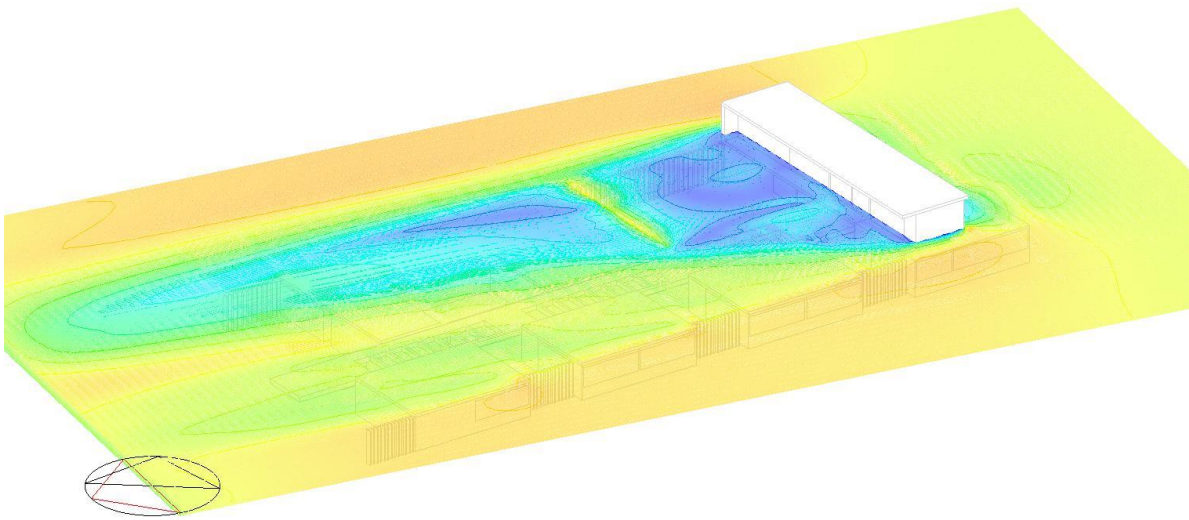
**Dirección predominante = 45° - Noreste**

## 8.2. Resultados CFD exterior

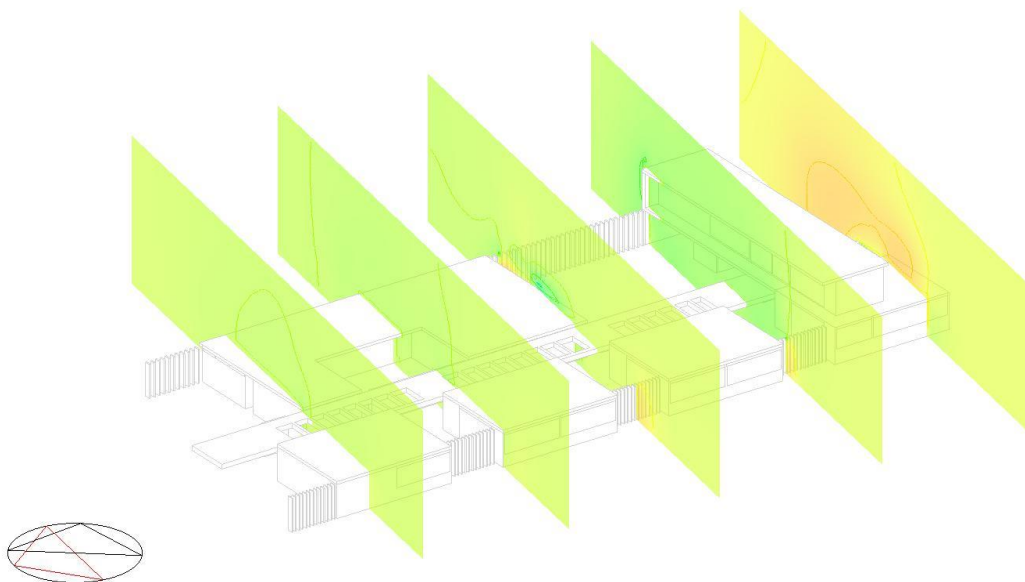
En las simulaciones de CFD vemos en efecto del viento sobre las fachadas norte y sur, siendo la norte la que se encuentra en presión positiva y la sur en presión negativa, por el cual verificamos el funcionamiento del sistema de ventilación natural. Esta simulación se realizó para ver el efecto de los patios en los espacios diseñados.





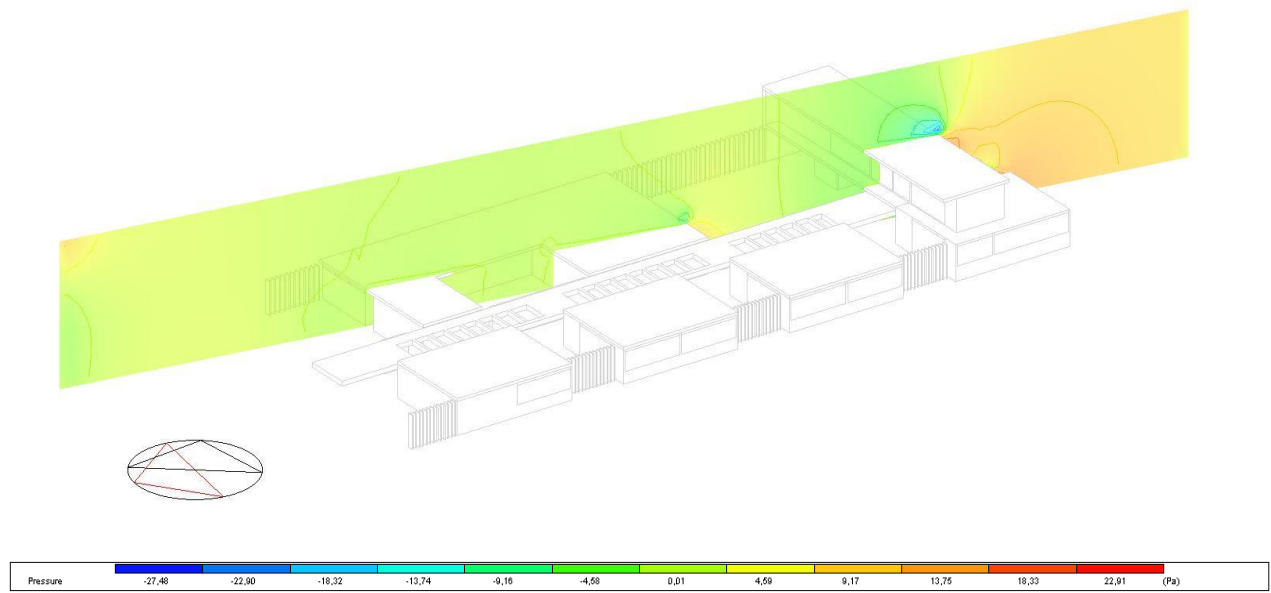


**CFD Velocidad del viento predominante del Noreste en planta piso administrativo**

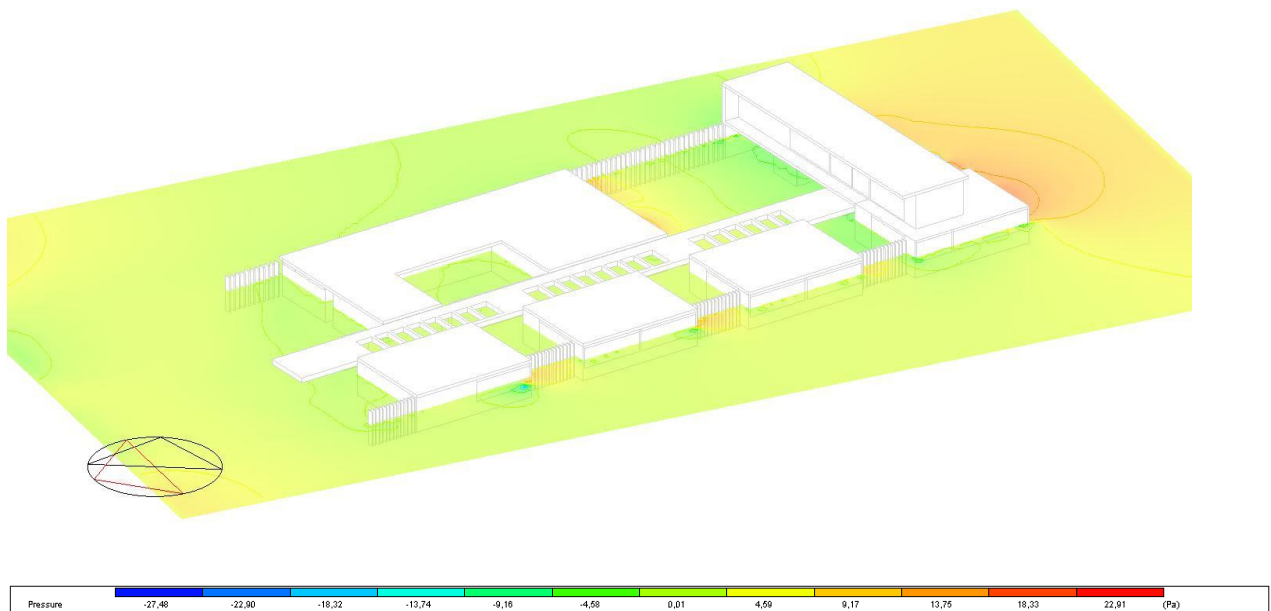




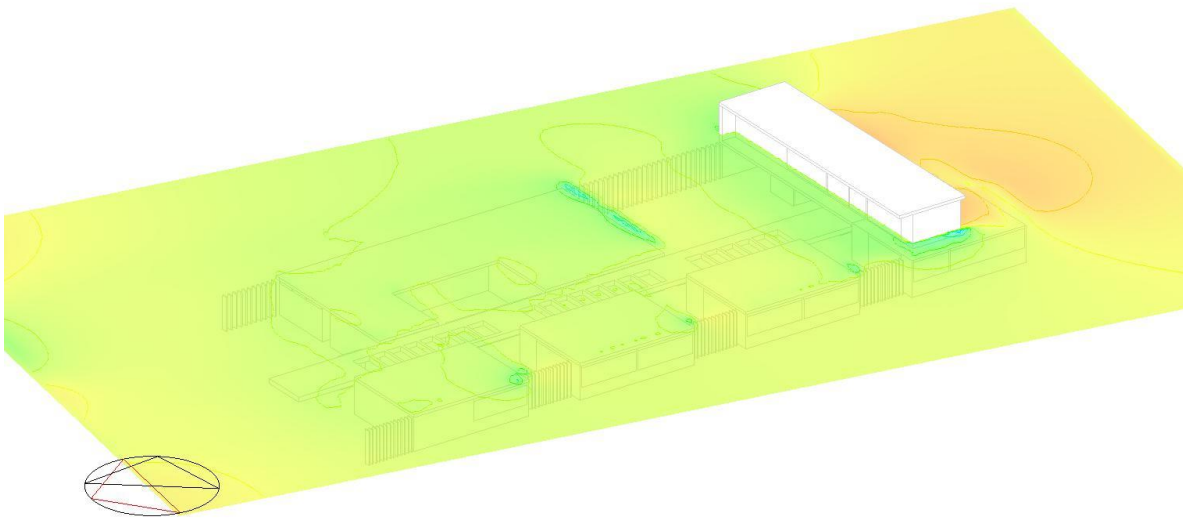
**CFD -presión en perspectiva con vientos predominantes del Noreste corte longitudinal.**



**CFD presión en perspectiva con vientos predominantes del Noreste corte transversal.**



**CFD presión en perspectiva con vientos predominantes del Noreste- planta general.**



**CFD urbano de presión en perspectiva con vientos predominantes del Noreste- planta zona administrativa.**

A partir de las simulaciones de Cálculo computacional de fluido se verifica el comportamiento del viento alrededor de las edificaciones del proyecto y se evidencia la diferencia de presiones dada en los patios y en la plaza por lo cual se garantiza la ventilación cruzada. Esta simulación muestra las fachadas que se encuentran en presión positiva y en presión negativa, evidenciado en la tabla de convenciones de velocidad de viento y presión.

## 9. MATERIALES

Comportamiento térmico de los edificios responden por un lado a las condiciones climáticas del sitio y por otro lado al sistema constructivo, a la ocupación y al uso.

Los materiales (principalmente la envolvente) deberán reducir la transmisión térmica para evitar las cargas de calor externas al máximo, para reducir el consumo energético en los equipos de refrigeración y ventilación mecánica.

### 9.1. Cálculo del Valor U2

El factor U total representa el coeficiente global de transferencia de calor de la unidad de acristalamiento en su conjunto, incluyendo el efecto de los bordes del vidrio y de los

<sup>2</sup> <http://sol-arq.com>

marcos y divisores. Se expresa mediante la unidad  $W/m^2 \cdot K$  ( $Btu/hr \cdot ft^2 \cdot ^\circ F$ , en el sistema inglés), e indica el flujo de calor por unidad de tiempo y unidad de superficie, considerando una unidad de temperatura como diferencia entre el ambiente interior y el exterior. Incluye la transferencia de calor por conducción, convección y radiación, asumiendo, como se indica más adelante, unas determinadas condiciones ambientales.

Actualmente el factor U es el parámetro estándar para calificar la capacidad de aislamiento de las unidades de acristalamiento. Mientras menor sea su valor menor será también el flujo de calor admitido, dado que el factor U es el inverso del valor R total ( $R=1/U$ ).

El factor U depende fundamentalmente de las propiedades térmicas de los materiales que conforman el sistema de acristalamiento, y de factores ambientales como la velocidad del viento (que afecta los coeficientes convectivos superficiales) y la diferencia entre la temperatura del aire interior y la del aire exterior. Con el objeto de normalizar los procedimientos de calificación de sistemas de acristalamiento, la NFRC ha establecido las siguientes condiciones ambientales estándar para calcular el factor U:

- Velocidad del viento: 12.3 km/hr (5.5 min/hr)
- Temperatura del aire interior: 21°C (70°F)
- Temperatura del aire exterior: -18°C (0°F).

El cálculo del factor U de los acristalamientos en muros considera una inclinación de 90° respecto a la horizontal, mientras que para los domos y acristalamientos de cubierta se considera una inclinación de 20°, también desde la horizontal.

En algunos ámbitos de análisis se manejan algunos conceptos relacionados con el impacto que tiene cada uno de los componentes de la unidad de acristalamiento en el factor U total: el factor U del centro de vidrio, los bordes y los marcos y divisores.

### **Propiedades térmicas globales:**

-Conductividad térmica: En este campo se indica la conductividad térmica del material. El valor debe ser mayor a cero.

-Calor específico: En este campo se indica el calor específico del material. Solo se permiten valores positivos.

-Densidad: En este campo se indica la densidad del material. Solo se aceptan valores positivos.

Para la simulación térmica se calcularon los valores de transmisión térmica para analizar el comportamiento térmico del edificio.

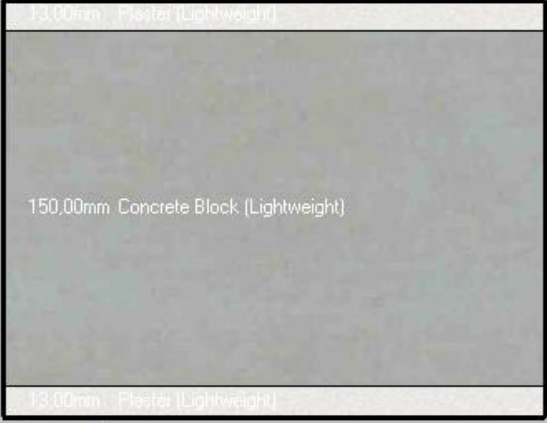
## 9.2. Factor U del centro de vidrio

Se refiere a la transmitancia térmica de la porción correspondiente exclusivamente al vidrio, es decir, sin considerar el efecto de los bordes ni de los marcos y divisores. El factor U del centro de vidrio depende de las propiedades térmicas del vidrio, de su espesor y de las características de su recubrimiento, cuando éste existe. Si la unidad tiene más de una hoja de vidrio, este parámetro depende también del número de hojas, de la separación entre éstas y del gas de relleno de las cámaras (aire, argón, criptón, etc.).

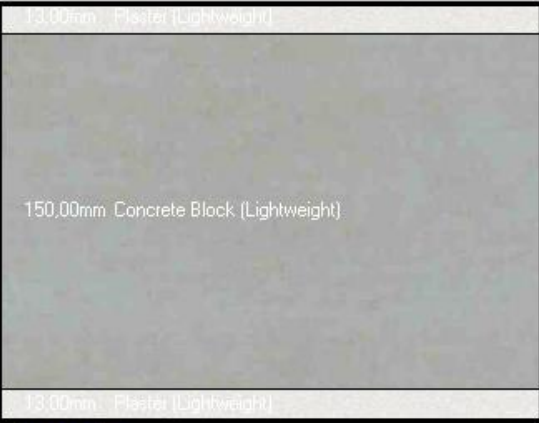
Es importante no confundir este parámetro, proporcionado por algunos proveedores de vidrio, con el factor U total, el cual sí que considera el efecto de los bordes y de los marcos y divisores.

Los valores del coeficiente U tenidos en cuenta son los calculados por el diseño de base de los edificios, dados a continuación:

- **Muros fachadas:**

	<b>Inner surface</b>
	Convective heat transfer coeff... 2,152
	Radiative heat transfer coeffic... 5,540
	Surface resistance (m <sup>2</sup> -K/W) 0,130
	<b>Outer surface</b>
	Convective heat transfer coeff... 2,152
	Radiative heat transfer coeffic... 5,540
	Surface resistance (m <sup>2</sup> -K/W) 0,130
	<b>No Bridging</b>
	U-Value surface to surface (... 1,050
	R-Value (m <sup>2</sup> -K/W) 1,212
	U-Value (W/m <sup>2</sup> -K) 0,825
	<b>With Bridging (BS EN ISO 6946)</b>
	Thickness (m) 0,1760
	Upper resistance limit (m <sup>2</sup> -K/W) 1,212
	Lower resistance limit (m <sup>2</sup> -K/W) 1,212
	U-Value surface to surface (... 1,050
	R-Value (m <sup>2</sup> -K/W) 1,212
	<b>U-Value (W/m<sup>2</sup>-K) 0,825</b>


- **Placas:**

<p>Outer surface</p>  <p>13.00mm Plaster (Lightweight)</p> <p>150.00mm Concrete Block (Lightweight)</p> <p>13.00mm Plaster (Lightweight)</p> <p>Inner surface</p>	<p><b>Inner surface</b></p> <p>Convective heat transfer coeff... 2.152</p> <p>Radiative heat transfer coeff... 5.540</p> <p>Surface resistance (m<sup>2</sup>-K/W) 0.130</p>
	<p><b>Outer surface</b></p> <p>Convective heat transfer coeff... 2.152</p> <p>Radiative heat transfer coeff... 5.540</p> <p>Surface resistance (m<sup>2</sup>-K/W) 0.130</p>
	<p><b>No Bridging</b></p> <p>U-Value surface to surface (...) 1.050</p> <p>R-Value (m<sup>2</sup>-K/W) 1.212</p> <p>U-Value (W/m<sup>2</sup>-K) 0.825</p>
	<p><b>With Bridging (BS EN ISO 6946)</b></p> <p>Thickness (m) 0.1760</p> <p>Upper resistance limit (m<sup>2</sup>-K/W) 1.212</p> <p>Lower resistance limit (m<sup>2</sup>-K/W) 1.212</p> <p>U-Value surface to surface (...) 1.050</p> <p>R-Value (m<sup>2</sup>-K/W) 1.212</p> <p><b>U-Value (W/m<sup>2</sup>-K) 0.825</b></p>

- **Muros interiores:**


<p>Superficie exterior</p>  <p>15.00mm Cement/plaster/mortar - rendering Moisture content 8%</p> <p>120.00mm Brickwork - Inner Leaf</p> <p>15.00mm Cement/plaster/mortar - rendering Moisture content 8%</p> <p>Superficie interior</p>	<p><b>Superficie interior</b></p> <p>Coefficiente de transferencia de calor por convección (W/m<sup>2</sup>-K) 2.152</p> <p>Coefficiente de transferencia de calor por radiación (W/m<sup>2</sup>-K) 5.540</p> <p>Resistencia superficial (m<sup>2</sup>-K/W) 0.130</p>
	<p><b>Superficie exterior</b></p> <p>Coefficiente de transferencia de calor por convección (W/m<sup>2</sup>-K) 2.152</p> <p>Coefficiente de transferencia de calor por radiación (W/m<sup>2</sup>-K) 5.540</p> <p>Resistencia superficial (m<sup>2</sup>-K/W) 0.130</p>
	<p><b>Sin Puentes Térmicos</b></p> <p>Valor U de superficie a superficie (W/m<sup>2</sup>-K) 4.319</p> <p>Valor R (m<sup>2</sup>-K/W) 0.492</p> <p>Valor U (W/m<sup>2</sup>-K) 2.034</p>
	<p><b>Con puentes térmicos (BS EN ISO 6946)</b></p> <p>Espesor (m) 0.1500</p> <p>Límite superior de resistencia (m<sup>2</sup>-K/W) 0.492</p> <p>Límite inferior de resistencia (m<sup>2</sup>-K/W) 0.492</p> <p>Valor U de superficie a superficie (W/m<sup>2</sup>-K) 4.319</p> <p>Valor R (m<sup>2</sup>-K/W) 0.492</p> <p><b>Valor U (W/m<sup>2</sup>-K) 2.034</b></p>

- **Cubierta verde:**

<p>Outer surface</p>  <p>80.00mm Cultivated Peat Soil 368% D.W. Moisture</p> <p>20.00mm EPS Expanded Polystyrene (Lightweight)</p> <p>5.00mm Foam - polyvinylchloride(not to scale)</p> <p>100.00mm Cast Concrete</p> <p>Inner surface</p>	<p><b>Inner surface</b></p> <p>Convective heat transfer coefficient (W/m<sup>2</sup>-K) 4.460</p> <p>Radiative heat transfer coefficient (W/m<sup>2</sup>-K) 5.540</p> <p>Surface resistance (m<sup>2</sup>-K/W) 0.100</p>
	<p><b>Outer surface</b></p> <p>Convective heat transfer coefficient (W/m<sup>2</sup>-K) 19.870</p> <p>Radiative heat transfer coefficient (W/m<sup>2</sup>-K) 5.130</p> <p>Surface resistance (m<sup>2</sup>-K/W) 0.040</p>
	<p><b>No Bridging</b></p> <p>U-Value surface to surface (W/m<sup>2</sup>-K) 1.210</p> <p>R-Value (m<sup>2</sup>-K/W) 0.966</p> <p>U-Value (W/m<sup>2</sup>-K) 1.035</p>
	<p><b>With Bridging (BS EN ISO 6946)</b></p> <p>Upper resistance limit (m<sup>2</sup>-K/W) 0.966</p> <p>Lower resistance limit (m<sup>2</sup>-K/W) 0.966</p> <p>U-Value surface to surface (W/m<sup>2</sup>-K) 1.210</p> <p>R-Value (m<sup>2</sup>-K/W) 0.966</p> <p><b>U-Value (W/m<sup>2</sup>-K) 1.035</b></p>



- **Vidrios de control solar:**

<b>General</b>	
<b>Sgl Grey 6mm</b>	
Source	EnergyPlus datas
Category	Single
 Region	General
<b>Definition method</b>	
Definition method	1-Material layers
<b>Layers</b>	
Number layers	1
<b>Outermost pane</b>	
<input type="checkbox"/> Pane type	Generic GREY 6M
Flip layer	No
Heat transfer integration mode	3-Integrated Surface
<b>Outside Surface</b>	
Fix convective heat transfer coeff...	No
<b>Inside Surface</b>	
Fix convective heat transfer coeff...	No
<b>Calculated Values</b>	
Total solar transmission (SHGC)	0,567
Direct solar transmission	0,455
Light transmission	0,431
U-value (ISO 10292/ EN 673) (W/...	6,121
U-Value (ISO 15099 / NFRC) (W/...	6,121
<b>Cost</b>	
Cost per area (GBP/m2)	110,000

- **Pisos zonas exteriores:**

En las zonas exteriores descubiertas del proyecto y los patios, la determinante principal para la definición de acabados fue el uso de estos espacios para el público particular a atender en el centro, jóvenes entre 6 y 17 de edad en condición de discapacidad física o cognitiva, y por tanto esto primaba por encima de utilizar acabados que contribuyeran desde el punto de vista bioclimático. De esta manera los acabados escogidos fueron los siguientes:

- Patio de acceso: se utilizó piso en concreto fundido para permitir la actividad física deportiva.
- Patio Temático (Huerta): Césped natural para la posibilidad de sembrar distintos elementos de acuerdo a las instrucciones de los educadores.

- Patio Temático (Habilidades Motrices): Piso en caucho granulado que permite la posibilidad de actividades motrices activas y pasivas en el suelo.
- Patio Temático (Zona Verde Recreativa): Piso en césped natural para recreación pasiva y contemplativa.
- Patio Temático (Texturas y Colores): Piso en diferentes materiales como caucho granulado, arena, césped sintético, concreto escobillado, entre otros, que permite la estimulación de los menores.  
Ver plano A102 en anexos.

## 10. RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES.

### • Tablas de resultados de temperaturas:

RESULTADOS SIMULACIÓN - DÍAS CRÍTICOS						
	Centro crecer	SIMULACIÓN 1 : ESPACIOS CON ABERTURAS				
		Rango Horas Analizadas	Abril 19 (Fecha Caliente)		Octubre 06 (Fecha Fría)	
			18,6	25,5 °C	18,6	25,5 °C
			°C Min	°C Max	°C Min	°C Max
<b>Piso 1</b>						
1	aula 1	7:00 - 18:00	18,8	25,63	15,43	25,74
2	aula 2	7:00 - 18:00	18,61	25,21	14,15	20,49
3	aula 3	7:00 - 18:00	18,48	23,53	13,91	19,79
4	aula 4	7:00 - 18:00	18,61	25,21	14,13	20,48
5	aula 5	7:00 - 18:00	18,47	23,30	13,68	19,24
6	baño discapacitados 1	7:00 - 18:00	22,83	24,85	19,93	21,71
7	baño discapacitados 2	7:00 - 18:00	20,09	22,57	18,22	19,40
8	baño femenino	7:00 - 18:00	19,81	22,71	18,19	19,51
9	baño masculino	7:00 - 18:00	19,61	23,02	18,06	19,65
10	baño portería	7:00 - 18:00	18,94	20,26	17,85	19,23
11	baño unisex	7:00 - 18:00	19,70	21,47	18,41	19,45
12	baño	7:00 - 18:00	19,98	22,25	18,31	19,45
13	baño con ducha	7:00 - 18:00	21,83	27,79	19,57	26,55
14	basuras reciclaje	7:00 - 18:00	19,64	21,31	13,31	16,68
15	basuras	7:00 - 18:00	19,52	19,86	15,73	16,26
16	cambio femenino	7:00 - 18:00	22,40	27,40	19,30	26,42
17	cambio masculino	7:00 - 18:00	21,49	25,83	18,37	24,55
18	casa vida	7:00 - 18:00	20,24	23,65	19,22	20,18
19	circulacion comedor	7:00 - 18:00	19,47	20,36	18,81	19,42
20	cocina	7:00 - 18:00	16,31	20,22	15,28	19,33
21	comedor	7:00 - 18:00	21,00	26,42	20,09	24,65
22	deposito 1	7:00 - 18:00	19,81	21,69	15,99	17,74
23	deposito 2	7:00 - 18:00	19,56	20,2	15,18	15,97
24	deposito 3	7:00 - 18:00	19,75	22,35	15,45	17,66
25	deposito 4	7:00 - 18:00	19,49	21,28	13,63	14,88
26	deposito 5	7:00 - 18:00	19,61	21,41	13,93	15,19
27	deposito 6	7:00 - 18:00	19,46	21,23	13,50	14,77
28	deposito 7	7:00 - 18:00	19,59	21,42	13,89	15,17
29	deposito aseo	7:00 - 18:00	22,57	24,56	19,39	21,10
30	deposito mat	7:00 - 18:00	19,43	20,05	12,84	15,73
31	estimulacion fisica	7:00 - 18:00	18,68	24,69	14,90	20,63
32	fruver	7:00 - 18:00	18,67	19,78	12,49	15,80
33	gimnasio	7:00 - 18:00	17,54	22,04	16,00	22,70
34	lavado	7:00 - 18:00	19,40	20,41	15,17	16,20
35	lavanderia	7:00 - 18:00	17,65	22,67	12,62	19,90
36	menaje	7:00 - 18:00	18,65	19,76	12,57	15,94
37	planta electrica	7:00 - 18:00	19,39	20,39	13,34	14,50
38	porteria 2	7:00 - 18:00	18,23	28,28	12,11	20,22
39	porteria	7:00 - 18:00	18,76	21,94	14,08	20,23
40	primeros auxilios	7:00 - 18:00	19,99	21,73	18,83	19,79
41	recibo	7:00 - 18:00	19,38	20,25	18,26	19,03
42	secos	7:00 - 18:00	18,75	19,93	12,69	16,27
43	sub-estacion	7:00 - 18:00	20,25	21,83	15,34	16,12
44	tableros y rack	7:00 - 18:00	22,90	26,43	18,94	22,67
45	ludoteca	7:00 - 18:00	17,84	24,02	13,79	18,61
46	vestier empleados	7:00 - 18:00	21,37	22	20,41	21,11
47	vestier femenino	7:00 - 18:00	19,44	21,72	16,89	21,09
48	vestier masculino	7:00 - 18:00	20,21	21,84	17,87	21,21
<b>Piso 2</b>						
1	archivo	7:00 - 18:00	18,03	24,16	11,73	20,92
2	auxiliares administrativos	7:00 - 18:00	18,25	26,66	17,71	24,29
3	baño femenino	7:00 - 18:00	19,72	21,22	18,90	19,64
4	baño masculino	7:00 - 18:00	19,16	20,83	18,11	19,45
5	cocineta	7:00 - 18:00	17,1	22,66	16,95	19,40
6	direccion	7:00 - 18:00	18,5	25,59	17,70	24,77
7	oficinas interdisciplinarias	7:00 - 18:00	18,28	25,96	17,30	24,99
8	sala de profesores	7:00 - 18:00	18,79	24,72	17,47	22,31

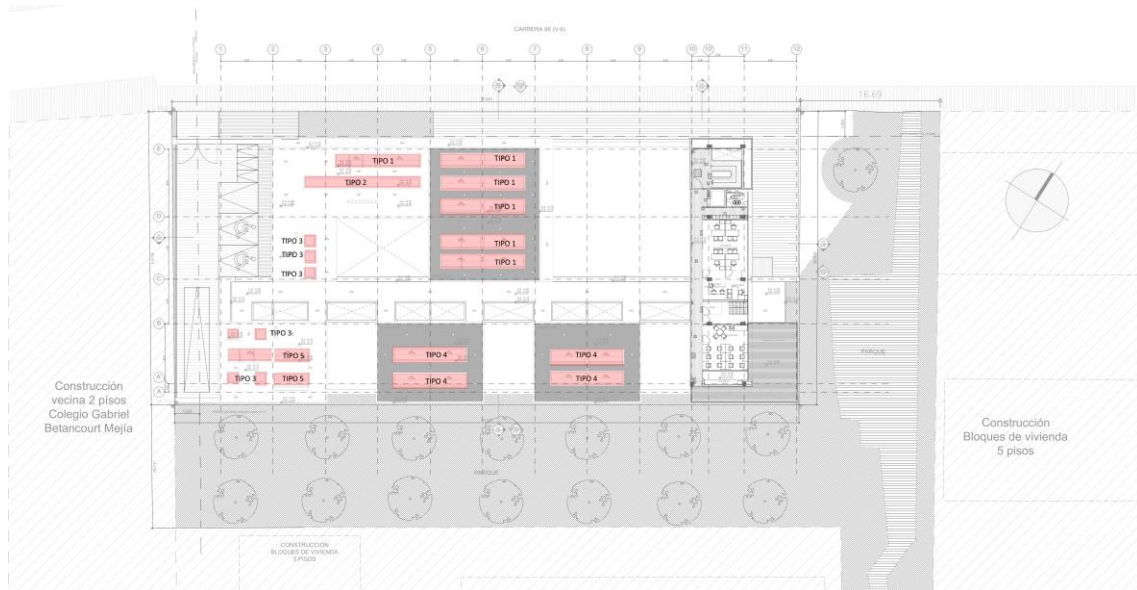
- **Tablas de resultados de renovaciones de aire:**

RESULTADOS INICIALES										
	Centro crecer	SISTEMA METRICO		NORMA						
		AREA	VOLUMEN		L/s*Persona	L/s*m2	LTS Espacio sumatoria	m3/h	ASHRAE ACH	
		m2	m3	Número de Personas						Max
Piso 1										
1	aula 1	50,52	146,51	30,00	8,48	1,02	305,92	1.101,33	7,52	90,95
2	aula 2	50,52	146,51	30,00	8,48	1,02	305,92	1.101,33	7,52	28.53
3	aula 3	50,52	146,51	30,00	8,48	1,02	305,92	1.101,33	7,52	23,37
4	aula 4	50,52	146,51	30,00	8,48	1,02	305,92	1.101,33	7,52	28,64
5	aula 5	50,52	146,51	30,00	8,48	1,02	305,92	1.101,33	7,52	21,39
6	casa vida	19,86	57,59	10,00	7,19	0,43	80,50	289,81	5,03	0,32
7	cocina	36,06	104,57	15,00	2,26	0,53	53,16	191,37	1,83	66,94
8	comedor	108,36	314,24	56,00	1,96	0,47	160,37	577,35	1,84	77,4
9	estimulacion fisica	32,30	93,67	15,00	11,61	0,35	185,40	667,43	7,13	32,96
10	gimnasio	70,79	205,29	35,00	49,44	1,48	1.835,47	6.607,69	32,19	49,56
11	lavado	8,64	25,06	4,00	11,57	2,78	70,30	253,07	10,10	0,49
12	lavanderia	5,47	15,86	2,00	9,14	2,19	30,28	109,01	6,87	7,19
13	menaje	6,38	18,50	3,00	11,76	0,35	37,52	135,06	7,30	68,37
14	primeros auxilios	6,77	19,63	2,00	14,77	1,77	41,54	149,55	7,62	0,79
15	ludoteca	62,85	182,27	30,00	9,55	1,15	358,40	1.290,23	7,08	7,94
Piso 2										
10	auxiliares administrati	9,44	27,38	4,00	21,19	2,54	108,75	391,48	14,30	32,85
11	cocineta	8,29	24,04	2,00	1,31	0,31	5,19	18,69	0,78	14,74
12	direccion	9,54	27,67	3,00	15,72	1,89	65,17	234,61	8,48	89,10
13	oficinas interdisciplina	32,17	93,29	15,00	23,31	2,80	439,70	1.582,94	16,97	83,70
14	sala de profesores	28,56	82,82	14,00	24,51	2,94	427,14	1.537,69	18,57	64,31

- **Tablas de áreas de ventilación:**

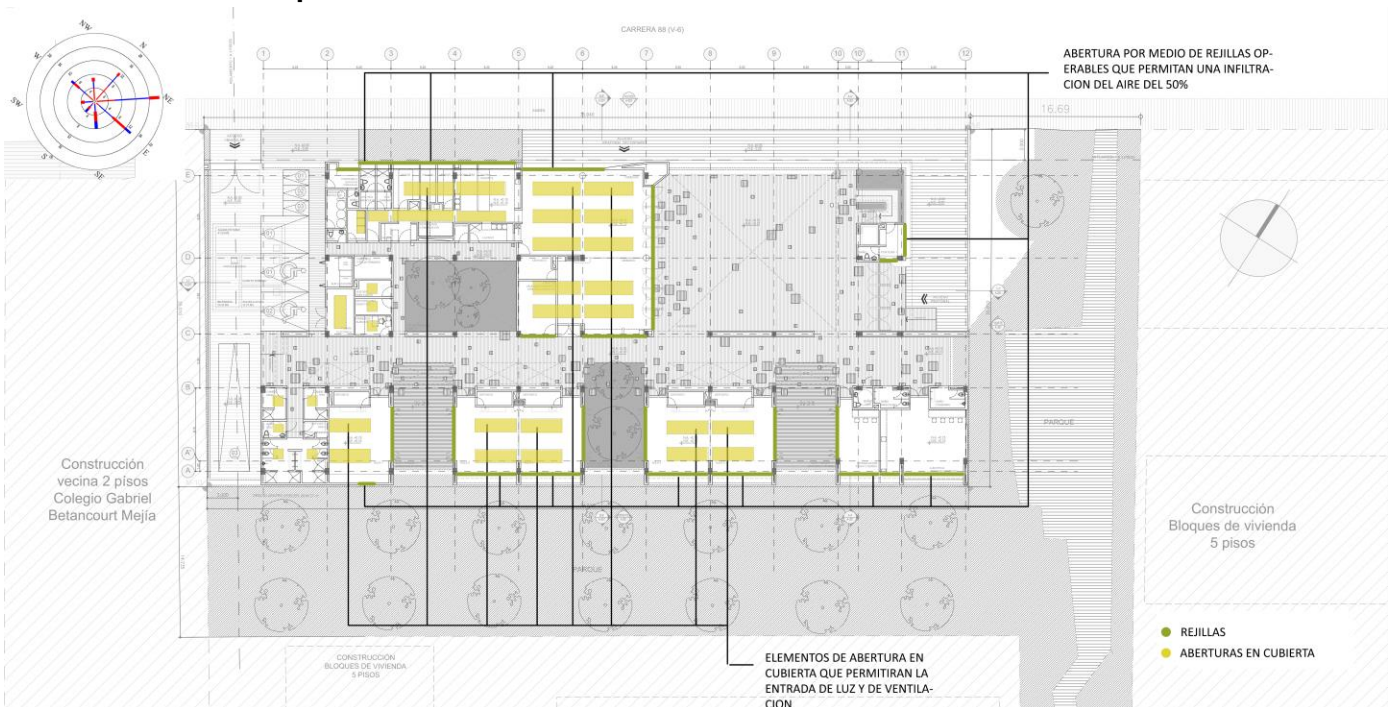
CUADRO AREAS				
ESPACIO	% ABERTURA	LARGO	ALTO	AREA
<b>piso 1</b>				
aula 1	50%	8,85	0,25	2,2125
aula 2	50%	5,85	0,25	1,4625
aula 3	50%	5,85	0,25	1,4625
aula 4	50%	5,85	0,25	1,4625
aula 5	50%	5,85	0,25	1,4625
baño discapacitados 2	50%	2,00	0,25	0,5
baño femenino	50%	2,75	0,25	0,6875
baño masculino	50%	2,75	0,25	0,6875
baño porteria	50%	1,10	0,25	0,275
baño unisex	50%	5,85	0,25	1,4625
cambio femenino	50%	2,05	0,25	0,5125
cambio masculino	50%	2,05	0,25	0,5125
casa vida	50%	2,25	0,25	0,5625
cocina	50%	6,35	0,25	1,5875
comedor	50%	13	0,25	3,25
estimulacion fisica	50%	3,82	0,25	0,955
fruver	50%	1,5	0,25	0,375
gimnasio	50%	6,25	0,25	1,5625
lavado	50%	4,25	0,25	1,0625
porteria 2	50%	2,05	0,25	0,5125
porteria	50%	1,2	0,25	0,3
primeros auxilios	50%	2,5	0,25	0,625
recibo	50%	1,85	0,25	0,4625
secos	50%	2	0,25	0,5
ludoteca	50%	7,72	0,25	1,93
vestier empleados	50%	0,9	0,25	0,225
vestier femenino	50%	1,45	0,25	0,3625
vestier masculino	50%	1,45	0,25	0,3625
<b>Piso 2</b>				
auxiliares administrativos	50%	3,5	0,25	0,875
cocineta	50%	2,5	0,25	0,625
direccion	50%	3,6	0,25	0,9
oficinas interdisciplinares	50%	11,8	0,25	2,95
sala de profesores	50%	10,7	0,25	2,675

LUCARNAS	LARGO	ANCHO	ALTURA
tipo 1	10,2	1,75	0,45
tipo 2	10,45	1,75	0,45
tipo 3	1,6	1,6	0,45
tipo 4	8,8	1,75	0,45
tipo 5	4,35	1,75	0,45



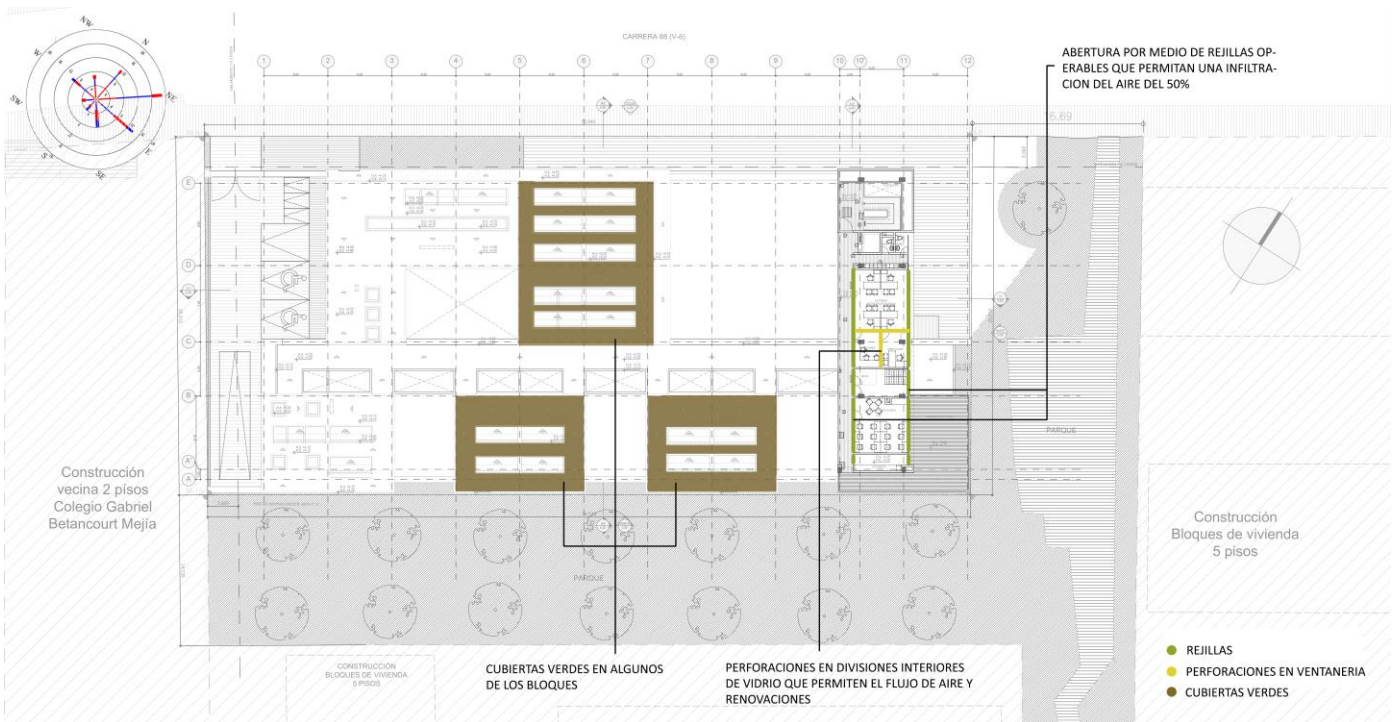
**Imagen No. 17. Ubicación de Lucarnas**

- **Localización de las aperturas:**

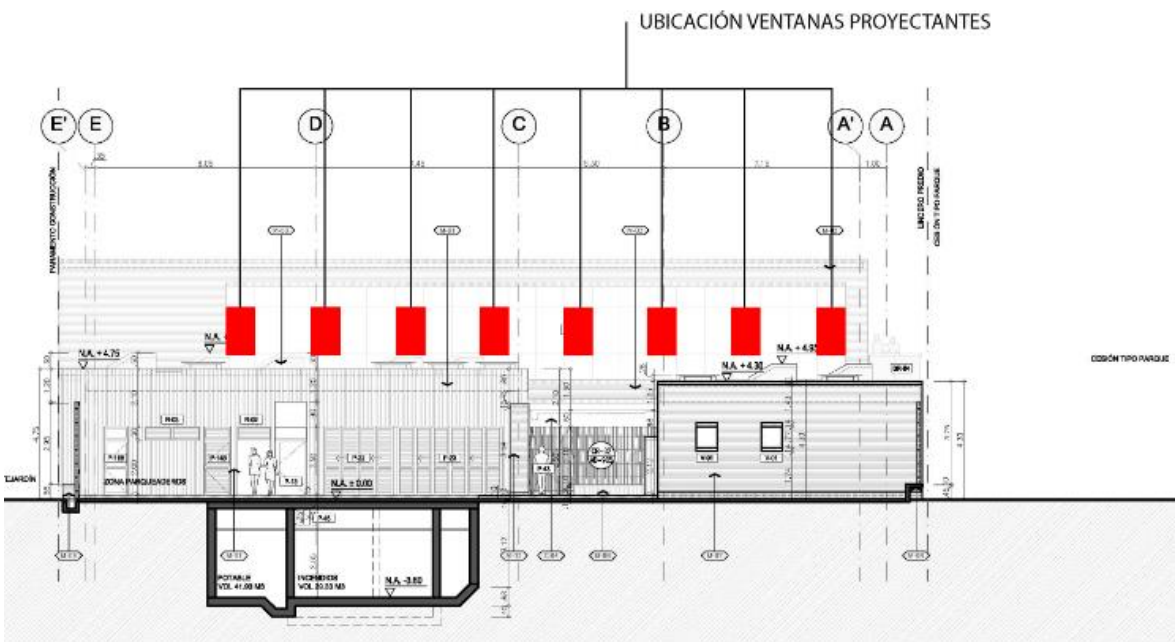


**Imagen No.18. Localización aperturas en primer piso**

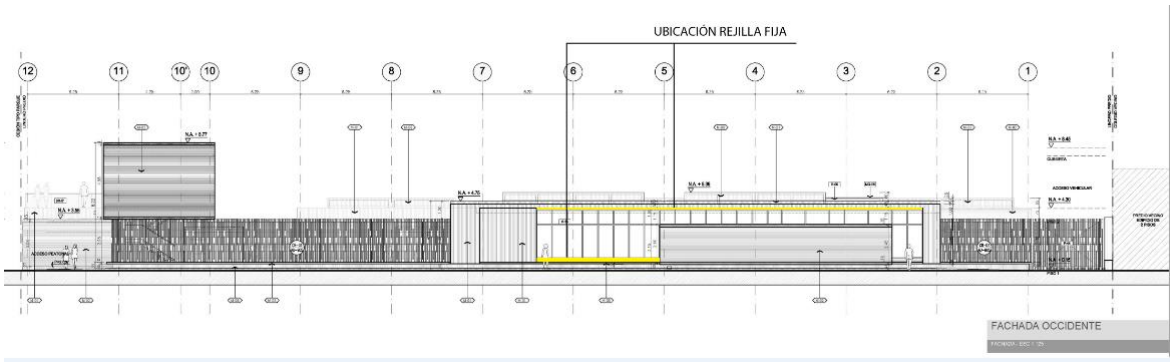




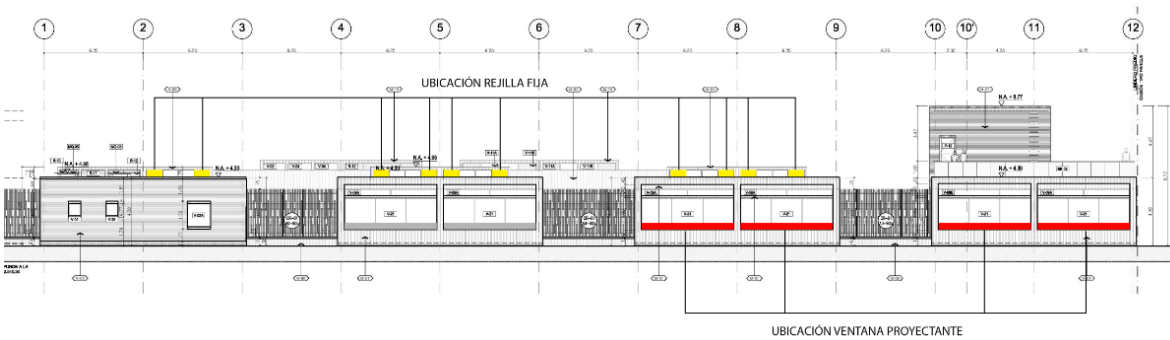
**Imagen No.19. Localización aperturas en segundo piso-zona administrativa**



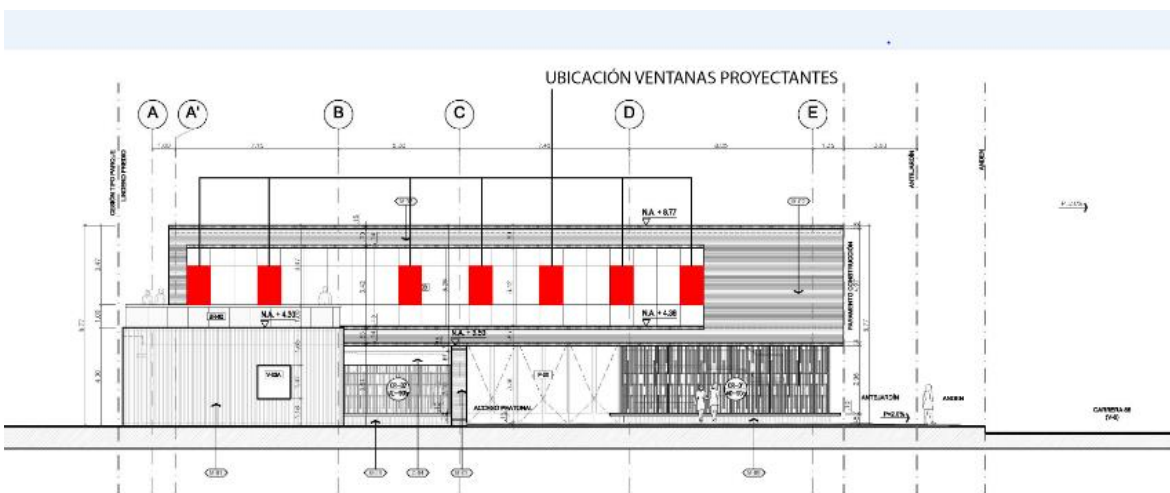
**Imagen No.20. Localización aperturas en segundo piso- fachada norte A-302 Anexos**



**Imagen No. 21. Localización aperturas en fachada occidente A-301 Anexos**



**Imagen No. 22. Localización aperturas en fachada oriente A-301 Anexos**

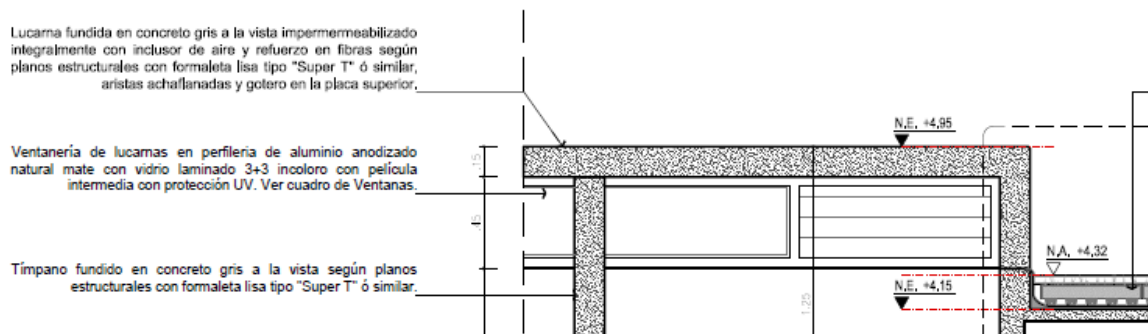


**Imagen No. 23. Localización aperturas en fachada sur A-302 Anexos**

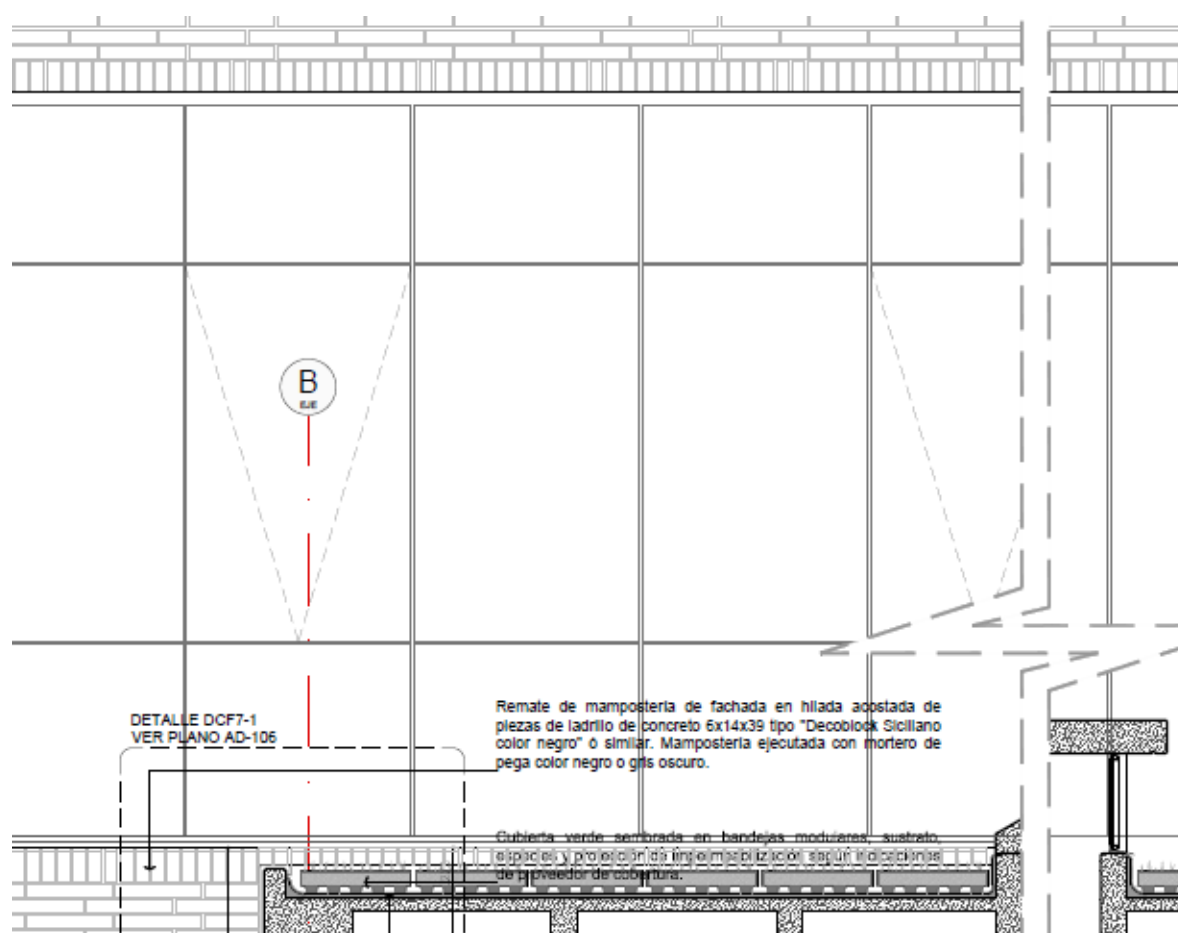


Technical cross-section drawing of a roof structure. The drawing shows a sloped roof slab on the left and a horizontal slab on the right. Dimensions are given in feet: .91 for the total horizontal span, .57 for the horizontal distance from the slope to the edge, .12 for the vertical height of the parapet, and .18 for the horizontal distance from the parapet to the edge. The roof slab is labeled "Lucarna fundida en concreto gris a la vista impermeabilizado integralmente con inclusor de aire y refuerzo en fibras según planos estructurales con formaleta lisa tipo "Super T" ó similar, aristas achaflanadas y gotero en la placa superior." The parapet is labeled "Poyo fundido integralmente con placa de concreto, refuerzo y anclajes según planos estructurales." The drawing also shows a cross-section of the parapet wall and a cross-section of the roof edge with a drainage channel.

59



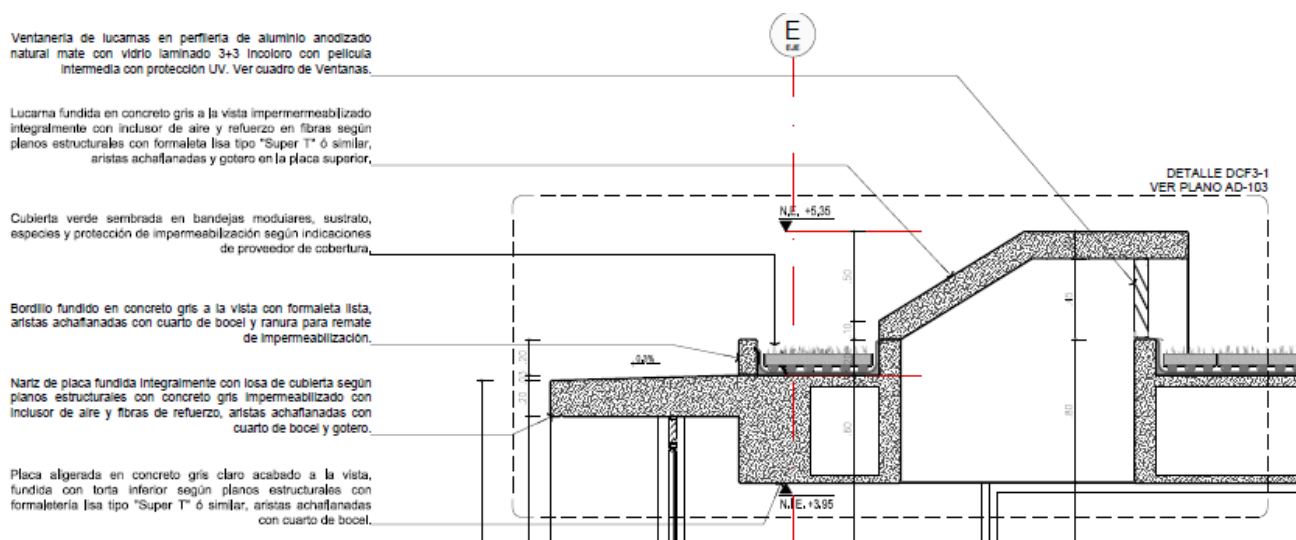
### ***Alzado de rejillas de ventilación en lucarnas y tipo ventanas- fuente planos detalles arquitectónicos***



### ***Alzado ventanería zona administrativa con basculantes- fuente planos detalles arquitectónicos***

El cambio de ventanería en la zona administrativa se debe a que al llegar a la etapa de desarrollo de detalles arquitectónicos, específicamente los detalles de carpinterías, se evidencio que para la estética del edificio la alternativa que mejor funcionaba era ventanería de piso a techo sin rejillas. Sin embargo, para garantizar las condiciones de

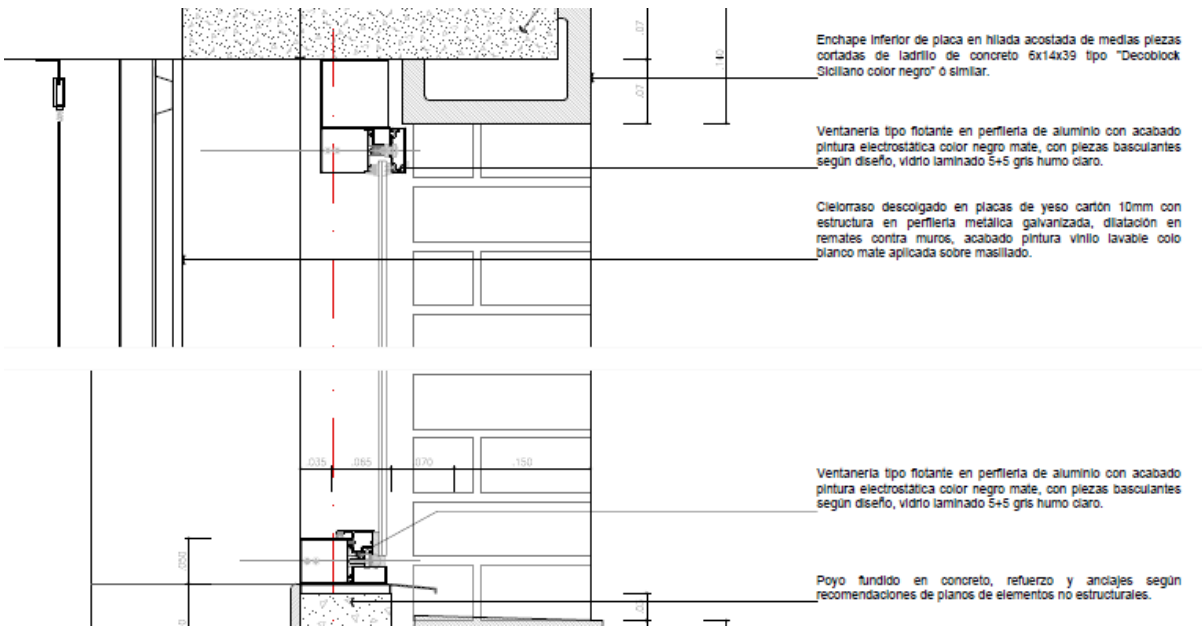
renovación de aire al interior de los espacios se dispusieron unos módulos de ventanería proyectante (1.05 m de ancho X 1.85 m de altura) a una distancia de 3.00 m de distancia, que permiten una operación manual de las personas que habitan los espacios de acuerdo a las condiciones particulares de cada día. La implementación de estos módulos y sus dimensiones se realizaron en coordinación constante entre Arquitecto Diseñador y Especialista Bioclimática de la Consultoría.



**Corte rejillas de ventilación- fuente planos detalles arquitectónicos**

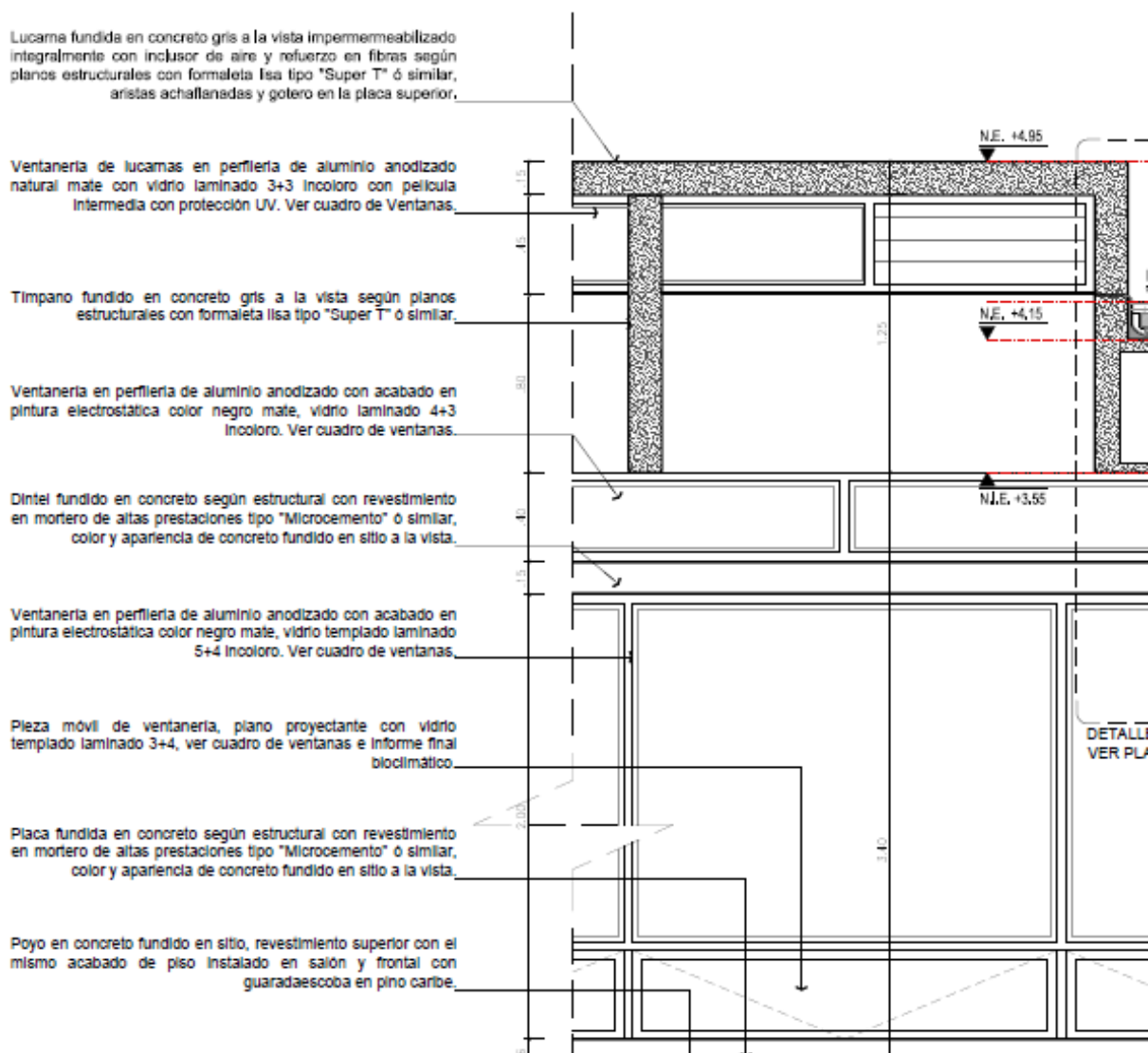
Las rejillas de ventilación que se encuentran en las lucarnas están a una altura de más 3.80 m (comedor, gimnasio, cocina) y 3.40 m (aulas) desde el nivel del piso acabado es casi nula la posibilidad de cerrar o abrir de manera manual se decidió dejarlas fijas, y se verifico que no se presentara un enfriamiento excesivo en las simulaciones térmicas. La única manera de instalar rejillas operables a esa altura es que su operación de cierre o abertura sea de manera mecánica a través de un dispositivo. El costo de este tipo de rejilla es muy alto para ser un proyecto de carácter institucional y rebasa cualquier estándar de la Secretaría Distrital de Integración Social, y además su mantenimiento también se vuelve muy costoso.





### ***Tipología ventanas- fuente planos detalles arquitectónicos***

En vista de lo anterior se optó por diseñar un tipo de ventanería especial para las lucarnas, el cual se divide en 4 módulos de distancias iguales: 2 de estos módulos son un panel en vidrio fijo y los otros dos módulos son en rejilla de vidrio fija. De esta manera se garantiza la iluminación al interior de los espacios a través de las lucarnas y al mismo tiempo se permite la abertura de casi el 50 % de cada módulo para ventilación natural.



**Localización de rejillas de ventilación en lucarnas y basculantes aulas- fuente planos detalles arquitectónicos**

Los sistemas de ventilación a través de sus diferentes elementos especificados en los planos de detalles se verificaron con el equipo de diseño arquitectónico, y responden a las áreas obtenidas en las simulaciones.

## 11. ILUMINACION NATURAL

El objetivo del diseño del sistema de iluminación natural es el lograr que la mayoría los espacios interiores ocupados tengan conexión con el espacio exterior llevando la mayor cantidad de luz natural y visuales agradables.

El uso de la luz natural combinada con sistemas de iluminación de alta eficiencia permite ahorrar fácilmente un 30 – 50% y en algunos casos hasta un 60 – 70%.

Los requisitos de luz natural dependen de la función del edificio, las horas de uso, el tipo de usuario y las necesidades de visuales.

Una mala iluminación puede producir fatiga visual, dolores de cabeza, irritabilidad, errores y accidentes. La iluminación confortable de un espacio depende de la cantidad, distribución y la calidad de la luz.

Para el proyecto las simulaciones de luz natural se realizaron en condiciones de cielo despejado, para el 21 de septiembre de 9 am a 3 pm.

### 11.1. Parámetros de diseño

Como base de partida para la consideración de un correcto diseño de iluminación de un edificio, deben resolverse una serie de premisas, de entre las que pueden destacarse las siguientes:

- El haz directo procedente del sol.
- La iluminación debe facilitar la orientación y definición de la situación de las personas en el espacio y en el tiempo.
- La iluminación debe integrarse en el diseño arquitectónico y de interior; es decir, planificarse desde el principio y no agregarse en una fase posterior.
- Las diversas opciones de forma, color y materiales de la iluminación deben reforzar los objetivos del diseño arquitectónico y de interior en vez de actuar independientemente.
- La iluminación debe crear una sensación y atmósfera adaptadas a las necesidades y expectativas de las personas (formal, íntima, oficial, sobria, económica, brillante, atenuada, hogareña, valiosa, amplia, acogedora, hostil, etc).
- La iluminación debe facilitar y promover la comunicación entre las personas.
- La iluminación debe definir principios y transmitir mensajes que vayan más allá de la simple claridad; debe expresar algo.

La iluminación debe ser original en sus formas básicas de expresión; no debe ser un producto de masas que simplemente reproduzca lo ya existente.

- La iluminación debe facilitar la percepción y reconocimiento del entorno de las personas.

Sobre la base de estas premisas, a fin de controlar la calidad de la luz ambiental, se deben manejar un conjunto de parámetros relevantes, que incluyen:

- La elección del lugar, orientación, forma y dimensiones del edificio, para aprovechar las ventajas de la aportación de luz natural e impedir sus inconvenientes inherentes a la presencia del sol y de su trayectoria.
- La selección de la abertura de penetración de la luz natural y su orientación, factor esencial para el control de la calidad de iluminación; por ejemplo, la luz norte, rica en azules procedente de la parte de cielo sin sol, está relacionada con la sensación de “frío”, por el hecho de que la temperatura de color es mayor que la del haz solar directo.
- Las superficies exteriores de los edificios actúan entre ellas. Los parámetros superficiales, que son una variable de diseño para un edificio, resultan restrictivos para los edificios contiguos; esto es debido al hecho de que el color de la luz reflejada desde las superficies de un edificio está influenciado por el color de las otras superficies reflectantes.
- Las superficies del suelo que rodean al edificio, cuya contribución es importante en días de cielos descubiertos, sin nubes, porque la luz incidente sobre las fachadas es reflejada desde el suelo<sup>3</sup>.

## **11.2. Estrategias para el manejo de luz natural**

Para lograr un buen nivel de iluminación natural se deben tener en cuenta las siguientes estrategias:

- Teniendo en cuenta la orientación del proyecto, donde las fachadas más largas son las este y oeste, se proponen dispositivos de control de la luz natural, y como elementos de control del deslumbramiento para garantizar la eficiencia de la luz natural.
- Se recomienda la utilización de vidrios de control solar en este caso son serigrafiados con control solar y buena transmisión luminica.
- El control de deslumbramiento se requiere para los salones de clases y la biblioteca.

## **11.3. Control del deslumbramiento**

El deslumbramiento significa un contraste excesivo, causado normalmente por la introducción de una fuente de luz muy intensa en el campo visual que crea una sensación incomoda y fatigante. Para el ocupante, el efecto puede ser desde levemente molesto hasta absolutamente cegador. El deslumbramiento puede ser directo, indirecto o reflejado.

---

<sup>3 3</sup> Guía técnica para el aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios. Página 35.

Es importante limitar el deslumbramiento para evitar errores, fatiga y accidentes, prestando un cuidado especial para evitar el deslumbramiento si la dirección de visión está por encima de la horizontal.

- En puestos de trabajo en interiores, el deslumbramiento molesto puede producirse a partir de la visión directa de luminarias o ventanas brillantes.
- Si se satisfacen los límites de control del deslumbramiento molesto, el deslumbramiento perturbador no representa un problema importante<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Guía técnica para el aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios.



#### 11.4. Valores de iluminancia en interior.

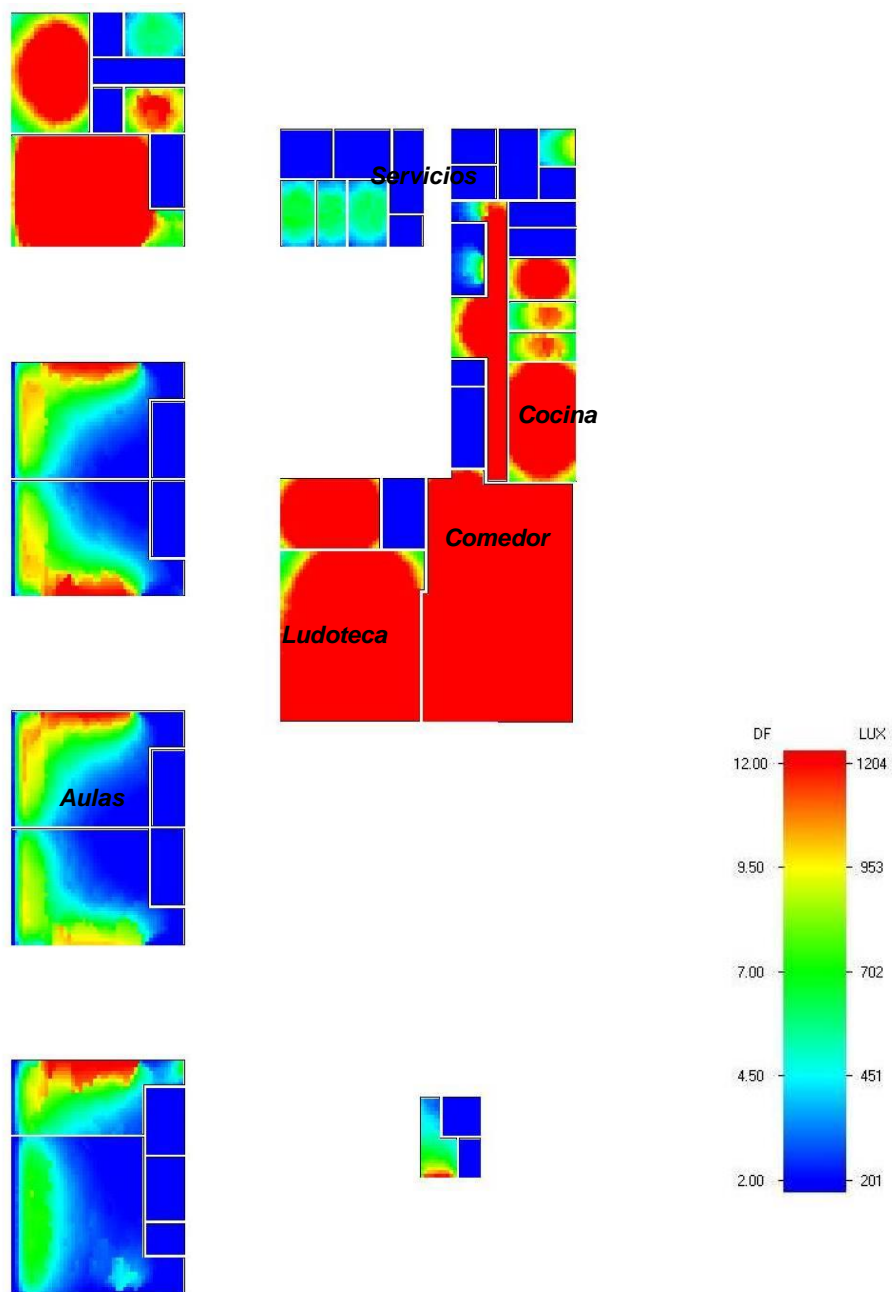
En la siguiente tabla se tienen en cuenta los valores de iluminancia mínima para los diferentes espacios ocupados en el proyecto.

Oficinas				
Lugar o Actividad	Em (lux) <sup>1)</sup>	UGR <sub>L</sub> <sup>2)</sup>	Ra <sup>3)</sup>	Observaciones
Archivos, copiadoras, áreas de circulación	300	19	80	
Lectura, escritura, mecanografía, proceso de datos	500	19	80	Acondicionar las pantallas de visualización
Dibujo Técnico	750	16	80	
Diseño asistido (CAD)	500	19	80	Acondicionar las pantallas de visualización
Salas de conferencias y reuniones	500	19	80	
Puestos de recepción	300	22	80	
Almacenes	200	25	80	
Pasillos y vías de circulación	100	28	40	
Servicios y aseos	100	25	80	
Salas de descanso	100	22	80	

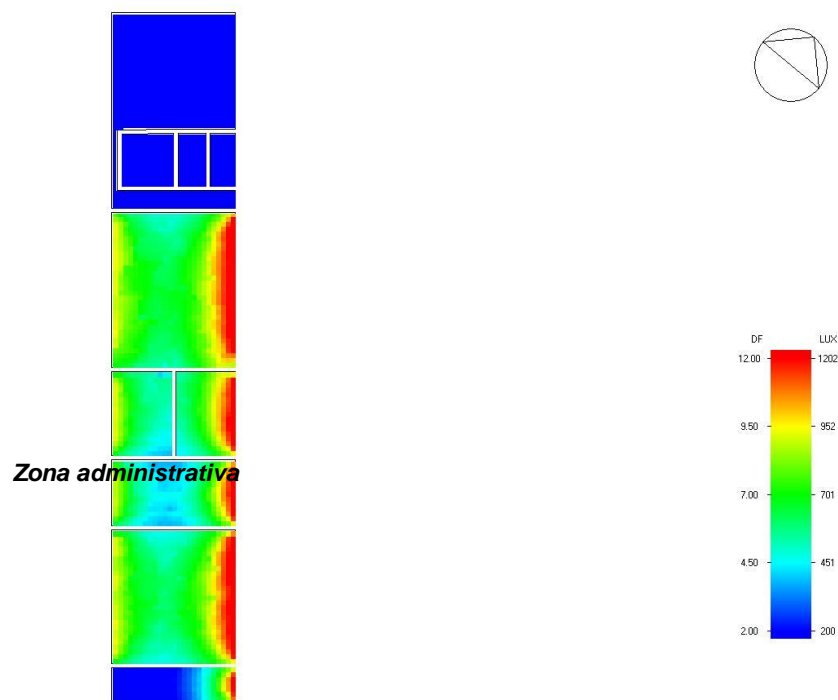
Restaurantes y Hoteles				
Lugar o Actividad	Em (lux) <sup>1)</sup>	UGR <sub>L</sub> <sup>2)</sup>	Ra <sup>3)</sup>	Observaciones
Recepción, caja, conserjería, buffet	300	22	80	
Cocinas	500	22	80	Debería haber una zona de transición entre cocina y restaurante
Restaurante, comedor, salas de reuniones, etc.	—	—	80	El alumbrado debería ser diseñado para crear la atmósfera apropiada
Restaurante Autoservicio	200	22	80	
Sala de conferencias	500	19	80	El alumbrado debería ser controlable
Pasillos	100	25	80	Niveles inferiores aceptables durante la noche

- **Piso 1**



**Resultados de las simulación Luz Natural – Planta general 1er piso**

- **Piso 2**



**Resultados de las simulación Luz Natural – Planta general 2do piso**

Los resultados de simulación de luz natural en los diferentes espacios cumplen con los valores establecidos en las normas.

## 12. CUMPLIMIENTO DE LAS OBLIGACIONES AMBIENTALES

Según el alcance del contrato se incluyen los siguientes aspectos para dar cumplimiento al diseño sostenible exigido:

<b>OBLIGACIONES AMBIENTALES</b>	<b>SOPORTE CUMPLIMIENTO</b>
<b>Generales</b>	
PIGA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acta de Socialización. SDIS + Consorcio Crecer DSB Taller (Anexo1).</li> </ul>
25% Superficies Verdes (Jardines Verticales, Techos o Terrazas Verdes)	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Terrazas Verdes</b> en Diseño Arquitectónico: Planos de Segundo Piso (A-103) y de Cubiertas Generales (A-104). Ubicado en la cubierta de las aulas y el bloque de servicios.</li> <li>El área exigida de cubiertas correspondiente al 25% es de 327 m<sup>2</sup>.</li> <li>El área propuesta es de 411 m<sup>2</sup> y corresponde al 31.4% de la superficie de cubierta.</li> </ul>
Ciclo parqueaderos	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Ciclo parqueaderos</b> en Diseño Arquitectónico: Plano de Primer Piso (A-102). Ubicado en la zona de acceso peatonal desde la Carrera 88.</li> <li>El número de cupos exigido para la escala del proyecto es de 3 cupos.</li> <li>El número de cupos propuesto de acuerdo al diseño arquitectónico es de 10 cupos.</li> </ul>
Afectaciones de Especies Arbóreas	<ul style="list-style-type: none"> <li>El predio no cuenta con especies arbóreas dentro de sus linderos, adicionalmente no se afectaron las especies cercanas en el predio durante los levantamientos topográficos y Estudio de Suelos.</li> </ul>
<b>Gestión Integral de Residuos</b>	
Cuarto de almacenamiento de residuos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Cuarto de Almacenamiento de Residuos Sólidos</b> en Diseño Arquitectónico: Plano de Primer Piso (A-102). Ubicado en el bloque de servicios sobre el acceso vehicular.</li> <li>Se da cumplimiento a la normatividad vigente con la implementación de acabados de fácil limpieza y que no facilitan la aparición de</li> </ul>

OBLIGACIONES AMBIENTALES	SOPORTE CUMPLIMIENTO
	<p>microorganismos al especificar pisos en baldosa de granito pulido, pintura anti bacterial en techos y paredes para evitar la implementación de enchapes con juntas que impidan la correcta limpieza de los espacios.</p>
<p>Sistemas de ventilación, suministro y drenaje de agua</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Cuarto de Almacenamiento de Residuos Sólidos</b> en Diseño Arquitectónico: Plano de Primer Piso (A-102) y Fachada Sur (A-302). Ubicado en el bloque de servicios sobre el acceso vehicular.</li> <li>▪ También se puede evidenciar en los planos de detalle de cocina a escala 1:25 (AD-401 Y AD-402).</li> <li>▪ Se da cumplimiento con la utilización de puertas metálicas con rejillas de ventilación y aberturas altas de ventilación también en rejilla metálica. También se implementaron en el espacio 2 sifones de desagües y una llave de servicio para la limpieza de los implementos y el mismo espacio. Por otra parte todo el piso se encuentra pendiente a 0.5 % para facilitar el desagüe de las aguas residuales.</li> </ul>
<p>Evitar Acceso y Proliferación de Insectos, Roedores y otros animales</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>El Cuarto de Almacenamiento de Residuos Sólidos</b> cuenta con ventanas altas de ventilación y puertas completas de piso a techo que sellan el espacio e impiden el acceso de vectores externos.</li> </ul>
<p>Disposición de espacio suficiente para realizar el almacenamiento de los materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Cuarto de Almacenamiento de Residuos Sólidos</b> en Diseño Arquitectónico: Plano de Primer Piso (A-102) y Fachada Sur (A-302). Ubicado en el bloque de servicios sobre el acceso vehicular.</li> <li>▪ También se puede evidenciar en los planos de detalle de cocina a escala 1:25 (AD-401 Y AD-402).</li> <li>▪ Se da cumplimiento con el diseño de un espacio suficiente para la implementación del espacio de 3 canecas (más de 200 litros c/u) para basuras y reciclaje. Además 1 caneca para residuos peligros de manera independiente dentro del espacio.</li> </ul>



<b>OBLIGACIONES AMBIENTALES</b>	<b>SOPORTE CUMPLIMIENTO</b>
Accesibilidad y facilidad para el manejo y la recolección de los residuos sólidos por parte del prestador	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Cuarto de Almacenamiento de Residuos Sólidos</b> en Diseño Arquitectónico: Plano de Primer Piso (A-102) y Fachada Sur (A-302). Ubicado en el bloque de servicios sobre el acceso vehicular.</li> <li>▪ Se da cumplimiento con la ubicación de dicho cuarto de manera directa sobre los parqueaderos y el acceso vehicular del proyecto.</li> </ul>
El cuarto de almacenamiento debe ser acorde con la proyección de generación de residuos, siendo este un espacio de uso independiente (canecas).	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Cuarto de Almacenamiento de Residuos Sólidos</b> en Diseño Arquitectónico: Plano de Primer Piso (A-102) y Fachada Sur (A-302). Ubicado en el bloque de servicios sobre el acceso vehicular.</li> <li>▪ Se da cumplimiento con el diseño de un espacio suficiente para la implementación del espacio de 3 canecas (más de 200 litros c/u) para basuras y reciclaje. Además 1 caneca para residuos peligros de manera independiente dentro del espacio.</li> </ul>
Garantizar movilización de residuos al interior del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Distribución de corredores</b> en Diseño Arquitectónico: Plano de Primer Piso (A-102) y Plano de Segundo Piso (A-103).</li> <li>▪ Se da cumplimiento mediante la circulación próxima de dos corredores principales. El primero conecta la cocina con el comedor que es el espacio de mayor generación de residuos y el segundo corredor conecta el cuarto de residuos con los espacios pedagógicos del proyecto.</li> </ul>
Dentro de los espacios fijar la ubicación de canecas	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Ubicación de Canecas</b> en Diseño Arquitectónico: Plano de Primer Piso (A-102).</li> <li>▪ Se da cumplimiento con la implementación y demarcación en el cuarto de residuos 3 canecas (más de 200 litros c/u) para basuras y reciclaje. Además 1 caneca para residuos peligros de manera independiente dentro del espacio.</li> </ul>
<b>Uso Eficiente del Agua</b>	

<b>OBLIGACIONES AMBIENTALES</b>	<b>SOPORTE CUMPLIMIENTO</b>
Instalación de válvulas de cierre (registros) en cada área donde existan puntos hidráulicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Ubicación de registros en cada área</b> en Diseño Hidrosanitario: Plano de Primer y Segundo Piso de la red de Suministro</li> <li>▪ Informe Ambiental de Cumplimiento.</li> </ul>
Garantizar en el diseño la instalación en un 100% de sistemas ahorradores de agua de alta eficiencia en cada uno de los puntos hidráulicos (excepto en pocetas, lavaderos y lava traperos), de los cuales un 5% sea tecnología tipo sensor y el restante tipo push,	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Cálculos y planos hidrosanitarios</b> en donde se evidencia la implementación de equipos ahorradores.</li> <li>▪ <b>Especificaciones Constructivas Hidrosanitarias y Arquitectónicas</b> en donde se demarca los equipos a utilizar el proyecto y los cuales son sistemas ahorradores de alta eficiencia. (Diseño Final Hidrosanitario).</li> <li>▪ <b>Solo los lavamanos de la zona administrativa en segundo piso cuentan con tecnología tipo sensor, el resto es en tipo push.</b></li> </ul>
Diseñar un sistema de recolección, almacenamiento y aprovechamiento de aguas lluvias con el fin de reutilizarlas	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Cálculos y planos hidrosanitarios</b> en donde se evidencia la implementación de una red paralela para la captación y recirculación de aguas lluvias para el riego de zonas y patios verdes como la huerta y patio temático.</li> <li>▪ De acuerdo a reunión con SDIS, Interventoría y Consultoría se estableció el aprovechamiento de aguas lluvias seria solo para el riego de jardines y patios ya que la utilización de dicho sistema en cisternas tendría un alto impacto en el presupuesto del proyecto por los sistemas de tratamiento necesarios del agua.</li> </ul>
Garantizar en el diseño la instalación del 100% sistemas sanitarios ahorradores de agua de alta eficiencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Cálculos y planos hidrosanitarios</b> en donde se evidencia la implementación de equipos ahorradores. (Diseño Final Hidrosanitario).</li> <li>▪ <b>Especificaciones Constructivas Hidrosanitarias y Arquitectónicas</b> en donde se demarca los equipos a utilizar el proyecto y los cuales son sistemas ahorradores de alta eficiencia. (Diseño Final</li> </ul>

OBLIGACIONES AMBIENTALES	SOPORTE CUMPLIMIENTO
	Hidrosanitario).
Diseñar la instalación de tanque(s) de almacenamiento de agua potable que garantice(n) el cubrimiento de la demanda del recurso cuando sea necesario	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Tanque de almacenamiento</b> en Diseño Arquitectónico: Plano de Sótano (A-101) y Plano de Primer Piso (A-102). Ubicado de manera subterránea en la zona de parqueaderos vehiculares.</li> <li>▪ El tanque cuenta con la capacidad de almacenamiento <b>de 43.93 m3 para cubrir la demanda necesaria del proyecto en cuanto a agua potable.</b></li> <li>▪ Para prevenir contaminación del tanque al estar debajo de la zona de parqueaderos <b>se dispuso el acceso al tanque de forma lateral desde el cuarto de bombas con el aval del especialista de la Interventoría.</b></li> </ul>
<b>Uso Eficiente de la Energía</b>	
Establecer en los diseños que los muros internos y techos deben ser de colores claros preferiblemente blancos y aprovechamiento de luz natural	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Utilización de paredes y techos blancos en todos los espacios internos a excepción de acceso peatonal y cuartos técnicos</b> en Diseño Arquitectónico según plantas de Cielo Rasos de Primer y Segundo Piso (A-601 y A-6-602) y listado de especificaciones constructivas.</li> <li>▪ <b>Implementación de Lucarnas de Iluminación Natural en corredores, aulas, baños, comedor, Gimnasio, Casa de Vida Independiente, cocina y área de cambio</b> en diseño arquitectónico y estructural según Planos Generales (Plantas, Cortes y Fachadas), Planos de Detalles (Cortes de Fachada y Detalles de Cubierta) y en planos y despieces estructurales.</li> <li>▪ Informe Ambiental de Cumplimiento.</li> </ul>
Aprovechamiento de luz natural	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Implementación de Lucarnas de Iluminación Natural en corredores, aulas, baños, comedor, Gimnasio, Casa de Vida Independiente, cocina y área de cambio</b> en diseño arquitectónico y estructural según Planos Generales (Plantas, Cortes y Fachadas), Planos de Detalles (Cortes de Fachada y Detalles de Cubierta) y en planos y despieces estructurales.</li> </ul>

OBLIGACIONES AMBIENTALES	SOPORTE CUMPLIMIENTO
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Diseño y distribución de espacios altos para garantizar la entrada de mayor luz y ventilación natural (espacios con altura libre mayor o igual a 3.50 m).</i></li> <li>▪ <i>Informe Ambiental de Cumplimiento.</i></li> </ul>
Diseñar el sistema eléctrico para realizar la instalación al 100% de bombillos ahorradores de la más alta eficacia y luminarias con tecnología LED	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Sistema eléctrico diseñado y calculado en su totalidad con luminarias tipo LED</b> según planos y cálculos del diseño eléctrico.</li> <li>▪ <i>Análisis de fotometrías (DIALux) con la implementación de Curvas Fotométricas de Luminarias tipo LED.</i></li> <li>▪ <i>Informe de Especificaciones Constructivas del Diseño de Iluminación con las fichas técnicas utilizadas de las Luminarias. (Diseño Final Eléctrico).</i></li> <li>▪ <i>Informe Ambiental de Cumplimiento.</i></li> </ul>
Garantizar en el diseño circuitos de iluminación independientes y sectorizados	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Sistema eléctrico diseñado y calculado con circuitos de iluminación independientes y sectorizados</b> según planos y cálculos del diseño eléctrico. (Diseño Final Eléctrico).</li> <li>▪ <i>Informe Ambiental de Cumplimiento.</i></li> </ul>
Se debe diseñar un sistema de energía solar fotovoltaico (o similar) como un método alternativo de suministro de energía que sea eficiente y amigable con el medio ambiente; el cual deberá incorporarse a ciertas áreas de la infraestructura eléctrica proyectada en la edificación en donde se pueda evidenciar el uso de energías alternas sostenible.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Paneles Solares en Diseño Eléctrico y Diseño Arquitectónico en Cubierta del Bloque Administrativo:</b> Planos y Cálculos del Sistema Fotovoltaico. Y en plano Arquitectónico de Cubiertas (A-104). De manera preliminar para el análisis de viabilidad se dispusieron sobre la placa de concreto de cubierta del segundo piso (Zona Administrativa) alrededor de 38 paneles solares en algo más de 160 m<sup>2</sup> para este uso que dan alrededor de 13 kVA.</li> <li>▪ <i>De manera paralela al avance del diseño del sistema se está realizando un análisis de viabilidad en relación de costo, tiempo de recuperación de la inversión y ahorro energético y de consumo para la entidad. Para que la SDIS decida si es válido el diseño a nivel de ingeniería de detalle de dicho sistema.</i></li> <li>▪ <i>El área exigida de cubiertas correspondiente al 25% es de 327 m<sup>2</sup>.</i></li> </ul>

<b>OBLIGACIONES AMBIENTALES</b>	<b>SOPORTE CUMPLIMIENTO</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>El área propuesta es de 411 m2 y corresponde al 31.4% de la superficie de cubierta.</i></li> </ul>
<b>Otros</b>	
<b>RCD</b> se debe garantizar el 30% de aprovechamiento de los RCD o materiales aprovechables justificación: si se puede describir cómo? Si no se puede justificarlo...	
<b>Muros verdes:</b> Fachada, terraza tipo enredadera se deben especificar los metros cuadrados, lugar de ubicación y diseño.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Terrazas Verdes</b> en Diseño Arquitectónico: Planos de Segundo Piso (A-103) y de Cubiertas Generales (A-104). Ubicado en la cubierta de las aulas y el bloque de servicios.</li> <li>▪ <i>El área exigida de cubiertas correspondiente al 25% es de 327 m2.</i></li> <li>▪ <i>El área propuesta es de 411 m2 y corresponde al 31.4% de la superficie de cubierta.</i></li> </ul>
<b>Ciclo parqueaderos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Ciclo parqueaderos</b> en Diseño Arquitectónico: Plano de Primer Piso (A-102). Ubicado en la zona de acceso peatonal desde la Carrera 88.</li> <li>▪ <i>El número de cupos exigido para la escala del proyecto es de 3 cupos.</i></li> <li>▪ <i>El número de cupos propuesto de acuerdo al diseño arquitectónico es de 10 cupos.</i></li> </ul>
<b>Silvicultura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>El proyecto no cuenta con especies arbóreas al interior del predio, por lo tanto no es necesario un tratamiento silvicultural.</i></li> </ul>

### 13. CONCLUSIONES.

Se verifican las estrategias bioclimáticas planteadas y se concluye:

- El sistema de ventilación natural está diseñado principalmente para cumplir las renovaciones exigidas por la norma ASHREA 62.1, y a su vez para lograr las temperaturas de confort térmico. El sistema está diseñado por un sistema de rejillas en las zonas de comedor, cocina y gimnasio, y en los otros espacios como los salones un sistema de batientes que deben ser operables evitar el enfriamiento nocturno. Las áreas requeridas se encuentran en las tablas en resultados de simulaciones.
- Las simulaciones de CFD verifican el funcionamiento del sistema de ventilación el cual se evidencia en las imágenes. La fachada norte se encuentra en presión positiva y la fachada sur en el patio posterior se encuentran en presión negativa facilitando la ventilación cruzada.
- Se logran temperaturas de confort en casi todos los espacios. Se evidencian temperaturas por debajo de los rangos de confort en las simulaciones de la semana fría, y se alcanzan temperaturas de confort una hora después de estar ocupados y funcionando los espacios, lo que da un cumplimiento del 90% del tiempo de ocupación. El resto del año los edificios se encuentran en temperaturas de confort. Este proyecto se diseño bajo los conceptos de confort adaptativo que permite a los usuarios adaptarse a las condiciones internas ya sea operando los sistemas de ventilación natural en caso de temperaturas altas en el exterior, y de cerrarlo y abrigarse en caso de temperaturas más frescas.
- Las condiciones de confort dadas en las simulaciones, responden al balance correcto entre los vanos, los llenos y el tipo de materiales presentados en el capítulo correspondiente.
- Los resultados de las simulaciones de luz natural dan resultados comprendido dentro del rango de valores exigidos en los distintos espacios según la norma. Se recomienda para la zona administrativa el uso de solars screens para control de deslumbramiento.



## BIBLIOGRAFÍA

- Bioclimatisme en Zone Tropicale. Gret. Groupe de recherches et d'échanges Technologiques. Olivier Huet, Robert Cellaire. Manual of Tropical Housing and Building. Koenigsberger, Ingersoll, Mayhew, Szokolay.
- IDEAM, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- ASHRAE, American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers.
- Ventilación Natural de Edificios. Fundamentos y Métodos de Cálculo para aplicación de Ingenieros y Arquitectos. Editorial Nobuko. Buenos Aires, 2005.
- Natural Ventilation in Buildings. A design Handbook. European Commission Directorate General for Energy and Transport Program. Published by James y James. London, 2002.
- <http://sol-arq.com>

## **ANEXO 1**

MEMORIA DE SIMULACIONES- SE ANEXA COPIA EN CD

## **ANEXO 2**

### **PLANOS ARQUITECTONICOS**

A-102 Planta primer piso

A-103 Planta segundo piso

A-104 Planta cubiertas.

A-201 Cortes 1 y 2

A-202 Cortes 3 y 4

A-203 Cortes B y C

A-301 Fachada oriente y occidente

A-302 Fachada Sur y norte









