

Aiisio

Calidad del exterior, al interior

SISTEMA DE VENTILACIÓN Y PURIFICACIÓN DEL AIRE PARA OPTIMIZAR EL CONFORT AMBIENTAL DE LOS ESTUDIANTES EN LAS AULAS DE CLASE DE LOS COLEGIOS URBANOS DE BOGOTÁ

Presentado por
ANA MARÍA BELTRÁN MORENO

DISEÑO INDUSTRIAL
Facultad de creación y comunicación
Universidad El Bosque

Director proyecto
M- Arq. D.I ANA MARÍA BERNAL

2019 - 2

AGRADECIMIENTOS

Para empezar, quiero dar gracias a **Dios** por darme la oportunidad de llegar hasta tan importante logro, por darme unos **padres** que me brindan la paciencia y total apoyo día a día para culminar todos mis proyectos con **amor** y **sabiduría**, junto con familiares, amigos y cada persona que durante mi carrera ha aportado para llegar hasta aquí.

Gracias a mi **tutora Ana María Bernal por orientarme** en el desarrollo de mi proyecto, ayudándome a comprender de forma sencilla, pero con detalle las diferentes herramientas teóricas y prácticas, para enriquecer finalmente los procesos **investigativos** y **de conceptualización**.

Finalmente, gracias a la Universidad el Bosque y sus docentes que me han guiado en todo este proceso a través de sus enseñanzas académicas y de vida profesional han sido de gran aprendizaje para convertirme en una **DISEÑADORA INDUSTRIAL**.

TABLA DE CONTENIDO

Listas de imágenes

Lista de tablas y graficas

Resumen

Abstracto

1	INTRODUCCIÓN	11
2	PROBLEMÁTICA	11
3	JUSTIFICACIÓN	14
4	PLANTEAMIENTO	14
5	OBJETIVOS	15
	5.1 Objetivo general	15
	5.2 Objetivos específicos	15
6	METODOLOGÍA	16
7	MARCO REFERENCIAL	18
	7.1 Contexto	19
	7.2 Contextualización	22
	7.3 Usuario	23
	7.4 Estado del arte	26
	7.5 Conclusiones estado del arte	28
	7.6 Benchmarking	29
	7.7 Conclusiones benchmarking	31

8	MARCO TEÓRICO	32
8.1	Arquitectura sostenible	33
8.2	Arquitectura bioclimática	33
8.3	Ventilación natural	34
8.4	Viento y arquitectura .	35
8.5	Confort ambiental	35
8.6	Calidad del aire	35
9	TRABAJO DE CAMPO	36
10	SISTEMA DE VENTILACIÓN	47
10.1	Propuesta conceptual	48
10.2	Propuesta formal	49
10.3	Componentes y relación	51
10.4	Relación hombre-objeto -espacio	60
10.5	Impacto medio Ambiental	68
11	PROYECCIÓN	69
12	CONCLUSIONES	76
13	BIBLIOGRAFÍA	77

LISTA DE IMÁGENES

Imágen 1 : Fuente contaminante de aire cerca a un colegio distrital	12
Imágen 2 : Mapa de calidad del aire Bogotá, 2019	13
Imágen 3 : Estudiante con tapabocas	18
Imágen 4 : Estudiantes en colegio distrital	21
Imágen 5 : Colegio construido “REVOLUCIÓN DE LOS COLEGIOS ”	23
Imágen 6 : Institución Educativa Gabriel García Márquez, Valle del Cauca	25
Imágen 7 : Colegio distrital Bogotá	25
Imágen 8 : Colegio distrital Bogotá	25
Imágen 9 : Colegio Bilingüe Rochester, Bogotá	25
Imágen 10 : Población estudiantil	25
Imágen 11 : El aula perfecta, si es posible	25
Imágen 12 : Clase de 2017 : las escuelas con certificación LEED hacen un impacto	26
Imágen 13 : Rejilla efecto chimenea, Colegio en Lima, Peru Villa Per Se Inicial	28
Imágen 14 : Apertura de ventanas	28
Imágen 15 : Ventana automatizada	28
Imágen 16 : Proceso de filtración para aire acondicionado y purificador	28
Imágen 17 : Proceso de filtración . Ladrillo filtrador de material particulado	28
Imágen 18 : Breathe: innovador material para fachadas que limpia el airea	28
Imágen 19 : Fachada de la Torre de Especialidades Médicas, en México, que consume la contaminación	29
Imágen 20 : Detalle de fachada de la Torre de Especialidades Médicas, en México	29
Imágen 21 : Edificios verdes	29
Imágen 22 : Pabellón de Italia – Expo Milán 2015 / Nemesi	29
Imágen 23 : One ocean thematic pavilion	29
Imágen 24 : Colegio Parroquial San Pedro Claver	38

Imágen 25: Comportamiento del viento Bogotá	39
Imágen 26: Contaminación móvil Fontibón, Bogotá	40
Imágen 27: Salón de clases, Colegio Parroquial San Pedro Claver	41
Imágen 28: Salón de clases, Colegio Parroquial San Pedro Claver	43
Imágen 29: Salón de clases, Colegio Parroquial San Pedro Claver	44
Imágen 30: Ventilación actual salón de clases	45
Imágen 31: Comportamiento del aire con sistema Alisio	47
Imágen 32: Comportamiento efecto chimenea	48
Imágen 33: Vista exterior sistema Alisio	49
Imágen 34: Vista exterior sistema Alisio, salón de clases	49
Imágen 35: Sistema Alisio, despiece 1	50
Imágen 36: Sistema Alisio, despiece 2	50
Imágen 37: Funcionamiento sistema Alisio	51
Imágen 38: Comprobación software ansys	57
Imágen 39: Comprobación software solidworks	58
Imágen 40: Comprobación en físico	59
Imágen 41: Rangos control de apertura sistemas Alisio	60
Imágen 42: Mecanismo control de apertura sistemas Alisio	61
Imágen 43: Componentes tecnológicos sistemas Alisio	62
Imágen 44: Salón de clases, Colegio Parroquial San Pedro Claver	63
Imágen 45: Secuencia de instalación sistemas Alisio	64
Imágen 46: Secuencia de instalación dos sistemas Alisio	65
Imágen 47: Contexto sistemas Alisio	66
Imágen 48: Contexto sistemas dos Alisio	67
Imágen 49: Cambio de filtro sistemas Alisio	67
Imágen 50: Salón de clases, colegio distrital Bogotá	70

LISTA DE TABLAS Y GRÁFICAS

Gráfica 1: Prevalencia de los síntomas respiratorios	18
Gráfica 2: Zonas con mayor nivel de contaminación del aire	18
Gráfica 3: Relación de población estudiantil en zonas de alta contaminación	21
Gráfica 4: Relación de población promedio en colegios por edad	22
Gráfica 5: Número de colegios distritales y privados por zona	22
Gráfica 6: Grado de actividad metabólica	22
Gráfica 7: Perfil colegios distritales	23
Gráfica 8: Perfil colegios privados	24
Gráfica 9: Estudiantes con síntomas o enfermedades del Colegio Parroquial San Pedro Claver	42
Gráfica 10: Porcentaje de estudiantes por nivel académico que presentan enfermedad o síntomas	42
Gráfica 11: Funcionamiento sistema Alisio, entrada	52
Gráfica 12: Funcionamiento sistema Alisio, pre - filtración	53
Gráfica 13: Funcionamiento sistema Alisio, aceleración	54
Gráfica 14: Funcionamiento sistema Alisio, filtración	55
Gráfica 15: Funcionamiento sistema Alisio, salida	56
Gráfica 16: Impacto ambiental	36
Tabla 1: Parametros material particulado según la OMS	36
Tabla 2: Parametros material particulado según las normativas de Bogotá	43
Tabla 3: Determinantes de confort ambiental en las aulas de clase en Bogotá	46
Tabla 4: Relación de aulas de clase en zonas de contaminación	50
Tabla 5: Información de componentes celdas alisio	51
Tabla 6: Proyección del mercado sistema Alisio	71
Tabla 7: Costo final, sistema Alisio	75

RESUMEN

El proyecto busca desarrollar un **sistema de ventilación pasiva** para colegios urbanos por medio de estrategias bioclimáticas y sostenibles para optimizar el confort ambiental, aprovechando los factores del ambiente característicos del entorno con el fin de **reducir los contaminantes criterio** de **fuentes vehiculares e industriales** del aire entrante para cumplir con las renovaciones del aire requerido en las aulas de clase y brindar una mejor calidad educativa a los estudiantes.

Teniendo como punto de investigación inicial la **relación entre los entornos educativos** en áreas con ALTA/MEDIA contaminación ambiental en zonas occidentales y sur occidentales de Bogotá, como los son las aulas de clase y sus habitantes principales, **estudiantes**; la investigación se realiza bajo metodología cualitativa y cuantitativa, permitiendo llegar a un análisis enmarcado dentro del confort ambiental ideal para el desarrollo de las respectivas actividades frente a un trabajo de campo realizado en un colegio de Fontibón, para conocer la realidad del contexto y las estrategias que actualmente se emplean por medio de la **interacción entre parámetros geográficos, climáticos, personales y del espacio interior**.

Encontrando así las aulas de clase, un espacio interior donde se presentan unas **condiciones específicas vinculadas a la calidad del aire y sus efectos para los estudiantes**; se diseña un sistema de ventilación pasiva, para **generar renovaciones de aire** con mayor calidad, teniendo en cuenta las normativas ASHRAE **62.1** Y RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios), por medio de los principio bioclimáticos de ventilación natural de efecto chimenea y captación directa con lazo convertido, provocando **cambios de presión** en los espacios intervenidos por medio de los módulos diseñados, que son direccionados convenientemente de acuerdo a la dirección del viento para generar **entradas de aire** purificado y **salidas de aire** con mayor temperatura. Utilizando las corrientes de aire y la morfología característica del módulo, para producir una mayor renovación de aire con un porcentaje más limpio de aire entrantes.

Finalmente, el producto se concibe de manera modular para facilitar su fabricación, instalación y aplicabilidad sobre las diferentes características que presentan los muros a intervenir de los colegios. De la misma manera se emplean los **filtros según la clasificación** dada por la normativa ASHRAE **52.2**, la cual es MERV (Minimum Efficiency Reporting Value) para determinar los filtros adecuados según la zona donde se encuentre los colegios. Lo anterior es con el fin de optimizar la calidad del aire interior adecuada según los factores humanos, ambientales y físicos que presenta cada entorno, reduciendo los **contaminantes en estado sólido y gaseoso**, para generar las entradas de aire con mayor calidad y reducir el riesgo de síntomas o enfermedades respiratorias **de los estudiantes**.

Palabras clave : Confort ambiental, calidad del aire interior, contaminantes criterios, ventilación y purificación pasiva.

ABSTRACT

The project seeks to develop a passive ventilation system for urban schools through bioclimatic and sustainable strategies to optimize environmental comfort, taking advantage of environmental factors characteristic of the environment in order to reduce most dangerous contaminants of the incoming air and comply with the renovations of air required in classrooms and provide a better educational quality to students.

Teniendo como punto de investigación inicial la relación entre los entornos educativos en áreas con ALTA/MEDIA contaminación ambiental en zonas occidentales y sur occidentales de Bogotá, como los son las aulas de clase y sus habitantes principales, estudiantes; the research has been carried out under a qualitative and quantitative methodology, a work has been framed within the ideal environmental comfort for the development of the respective activities in front of a fieldwork carried out in a Fontibón school, to know the reality of the context and the strategies that are currently used by means of geographic, climatic, personal and interior environment parameters.

Finding classrooms, an interior space where specific conditions related to air quality and its effects for students are presented; a passive ventilation system is designed to generate air renewal with higher quality, taking into account ASHRAE **62.1** and RITE (Regulation of Thermal Installations in Buildings), this is achieved by means of the bioclimatic principles of natural chimney effect ventilation and direct uptake with converted loop, causing pressure changes in the spaces intervened by means of the designed modules, which are conveniently directed according to the direction of the wind to generate Purified air inlets and air vents with higher temperatures. Using the air currents and the characteristic morphology of the module, to produce a greater renewal of air with a cleaner percentage of incoming air.

Finally, the product is conceived in a modular way to facilitate its manufacture, installation and applicability on the different characteristics that the walls have to intervene in schools. In the same way filters are used according to the classification given by ASHRAE **52.2**, which is MERV (Minimum Efficiency Reporting Value) to determine the appropriate filters according to the area where the schools are located. The above is in order to optimize the quality of indoor air appropriate to the human, environmental and physical factors that each environment presents, reducing pollutants in solid and gaseous state, to generate air inlets with higher quality of the same and lower risk for the health of the students.

Keywords : Environmental comfort, indoor air quality, criteria pollutants, ventilation and passive purification.

I. INTRODUCCIÓN

La arquitectura bioclimática surge como una serie de estrategias para aprovechar los recursos disponibles característicos de las condiciones climáticas donde se edificará, con el fin de reducir los impactos ambientales y la concepción de espacios confortables de acuerdo a las actividades realizadas dentro del mismo. Es en este caso, se presenta un espacio con características específicas para el desarrollo de actividades pedagógicas con condiciones de ventilación en zonas caracterizadas con niveles de contaminación medio – alto por alto flujo vehicular e industrial.

2. PROBLEMÁTICA

En espacios interiores como las aulas de clase se presentan diferentes condiciones y características del espacio para llegar al cumplir con los rangos pedidos por las normas internacionales (ASHRAE **62.1**) y nacionales (Norma Técnica Colombiana NTC **4595**), donde el confort deseable se vuelve fundamental para el desarrollo de este tipo de actividades par aun niño o adolescente colombiano, que pasa en el colegio el **80%** de la jornada estudiantil en aulas de clase, dentro de un promedio de siete horas más lúcidas y activas de su día para un correcto aprendizaje individual y social, durante este tiempo se encuentra dentro del espacio aprox. entre **30- 40** niños, razón por la cual se especifican unas condiciones de ventilación ideales para mitigar la afectaciones en la salud física y del desarrollo individual para el correcto aprendizaje. Teniendo en cuenta que nuestro organismo como fuente principal debe constantemente tomar oxígeno del exterior, y según la OMS “cuanto más bajo sean los niveles de contaminación del aire mejor será la salud cardiovascular y respiratoria de la población” el proyecto busca disminuir el impacto negativo en la salud de los estudiantes causada por la pérdida de confort ambiental a nivel interno de las edificaciones escolares de la ciudad de Bogotá, en relación con las zonas donde se presenta un aire exterior con rangos elevados de contaminación según los parámetros de la OMS, que afecta al entrar y realizar las renovaciones de aire adecuadas para dichos espacios.

PROBLEMA DE SALUD PÚBLICA EN BOGOTÁ CONTAMINACIÓN DEL AIRE

Marzo 23/2018

Declaran alerta amarilla
y naranja por aumento de
material particulado (PM)

MAS ALTO

- 1. Kennedy
- 2. Bosa

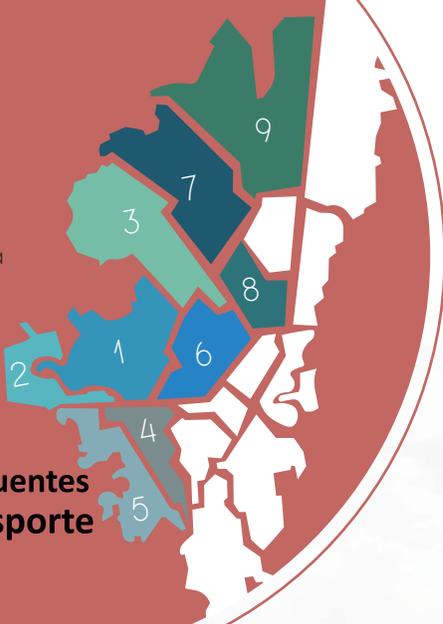
ALTO

- 3. Fontibón
- 4. Tunjuelito
- 5. Ciudad Bolívar
- 6. Puente Aranda

MEDIO

- 7. Engativa
- 8. Teusaquillo
- 9. Suba

Principales fuentes sector transporte e industria



Zonas de Bogotá con niveles de contaminación mas alta, alta y media

Número de colegios en estas zonas

1737

¿Qué está pasando en los colegios de las zonas Sur, Sur-Occidente y Suba de Bogotá en relación con la calidad del aire interior de las aulas de clase que respiran los estudiantes?

Fuentes contaminantes gaseosas y solidas



Imagen | Recuperado de :Fuente propia

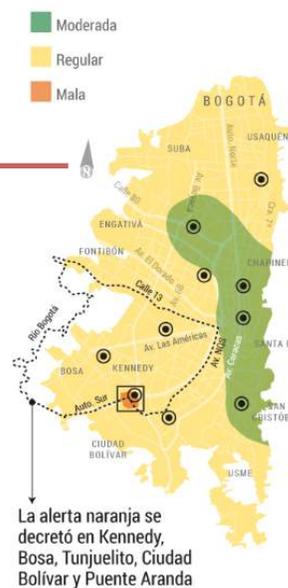
3. JUSTIFICACIÓN

El proyecto plantea contribuir al conjunto de acciones de promoción de la salud, prevención y mitigación de los riesgos o daños en la salud de la población infantil y adolescente planteada por el ministerio de salud. Teniendo en cuenta que en el **2016** los estudios mostraron que los contaminantes ambientales han aumentado el incremento en las consultas de urgencias, hospitalizaciones y mortalidad en “el **33%** (**518.362**) eran menores de cinco años, el **17%** (**278.164**) de **5 a 19 años**” (Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá (RMCAB), **2016**) en comparación con el aumento de contaminación en el año **2019**, llegando a establecerse alerta amarilla en la ciudad y cinco zonas declaradas alerta naranja donde se calcula residen **3,2 millones** de habitantes, que ahora deberán adoptar medidas adicionales para preservar su estado de salud (El Espectador, **2019**)

Por lo anterior, este proyecto contribuye a reducir la exposición de contaminantes de material particulado dentro del interior de las aulas de clase que traen implicaciones a corto, mediano y largo plazo a estudiantes y docentes en su salud física y mental. Con el fin de mejorar condiciones que permitan un desgaste mínimo de su energía para adaptarse al medio y ser más productivos por medio del uso de estrategias bioclimáticas implementadas en un producto diseñado para el beneficio de la población especificada, por medio de sistemas pasivos y el aprovechamiento de las condiciones de corrientes de aires y sus características de la zona.

4. PLANTEAMIENTO

El sistema de ventilación plantea una aperturas inferiores y superiores de las paredes donde se encuentran ubicadas las ventanas de las aulas de clase para realizar las renovaciones de aire, donde se implementará unos módulos purificadores para optimizar el confort ambiental mediante filtros y características morfológicas con el fin de direccionar el viento y aprovechar la velocidad pertinente para generar las entradas y salidas del aire.



Mapa de calidad del aire 2019

Aumento de índices en un **50%** aprox.

Los contaminantes del aire pueden ser inhaladas por los humanos, y llegar hasta sus bronquios, provocando afecciones respiratorias.

Imagen 2

Recuperado de: periódico El Espectador

OBJETIVOS

5.1

OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema pasivo para optimizar la renovación de aire y la reducción de contaminantes criterios de este, con el fin de mitigar los efectos y consecuencias en la salud de la población estudiantil

5.2

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.

Generar una adecuada circulación del aire purificado para optimizar el balance térmico ideal en las aulas de clase por medio de una estrategia pasiva, para reducir la demanda energética.

2.

Especificar las características de las aulas de clase, que contribuyan a la optimización de la calidad del aire en las aulas de clase.

3.

Gestionar el desarrollo de un sistema que se adapte e integre en la infraestructura de los colegios urbanos, con opción de transferibilidad a los diferentes espacios educativos

4.

Enriquecer el entorno educativo como medio para optimizar el aprendizaje del estudiante

METODOLOGÍA

PRIMERA ETAPA

Confort ambiental dentro de las aulas de clase

OBJETIVOS

Definir necesidad

¿Cuál?

DEFINICIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

OPORTUNIDAD DE DISEÑO

Determinar nivel de necesidad de una intervención

¿Qué está pasando?

Confort ambiental - COLEGIOS- BOGOTÁ

Investigación EXPLORATIVA

NACIONAL
Internacional

Certificaciones, informes, investigaciones, noticias, entidades, referentes, materiales, procesos, leyes, noticias, productos, empresas

¿Dónde está pasando?

BOGOTÁ
Aulas de clase

Población, temperatura, zonas, vientos, entidades, características

Marco teórico ANÁLISIS

PESTA - ESPACIO - USUARIO
Actores internos (investigación)

DELIMITACIÓN DEL TEMA

Niveles de aplicabilidad obligatorio - prioritario - deseable

¿Que debo identificar?

Trabajo de campo

Analogía COLEGIO

PRUEBA PILOTO

Información cualitativa y cuantitativa

Actores vs espacio, actores vs artefactos, tipos de exposición, tipos de factores, niveles de sensibilidad, tolerancia, niveles de prevención, corrección, divulgación o formación, consecuencias y efectos

Trabajo de campo
Tabulación

Análisis

¿ Qué piensan, qué ven, qué oyen, cómo se sienten? Alegrias, enfermedades, nivel de ausencia, jornadas, horarios, materiales

¿ Qué obtengo?

¿ Cómo?

Conocer los ACTORES
Técnicas Grupales

Tipología de edificación, materiales, características, usos, mantenimientos, problemas arquitectónicos, entorno, ubicación según colegio, corriente de aire, temperatura interior - exterior, humedad, dimensiones, espacio, calor a disipar, acción del viento, carga, térmica, tipos de ventilación y tipos de aulas.

Infraestructura

¿ Qué hay?

Bio - Psico -
Social - Cultural

Análisis

Actividades, tiempos, # población, cultura, comportamientos, características, tipos de contaminación

Observación

¿Qué hacen?

Metodología CUALITATIVA

Reconocer actores, procesos, actividades y espacios

¿Que debo conocer?

SEGUNDA ETAPA

Aulas de clase
BOGOTÁ

Confort
AMBIENTAL

USUARIO - ESPACIO - SISTEMA

Síntesis de Investigación

Ideación

Creación de alternativas

INTERNAS - EXTERNAS

Requerimientos de diseño

Valoración - viabilidad

Impacto ambiental (variables, factores,
entradas y salidas)

Tipología de sistema, materiales,
procesos , recursos, locales

INNOVACIÓN

NIVELES DE APLICABILIDAD
OBLIGATORIO - PRIORITARIO -
DESEABLE

¿ Cómo solucionarlo?

SOLUCIÓN DE DISEÑO

Función - estética- comunicativa

Definición partes y componentes

EVALUACIÓN

Comprobación

Materiales

Procesos

Tipología

Ergonomía

Escenarios

Metodología

Modelado tridimensional

¿ Cómo solucionarlo?

¿ Qué obtengo?

MARCO REFERENCIAL

Bogotá - Colegios - Aulas de clase

"Entre más industrializado esté el paciente, más expuesto a polución, obviamente las enfermedades respiratorias incrementan",

(Neumólogo Álvaro Morales, **2019**)

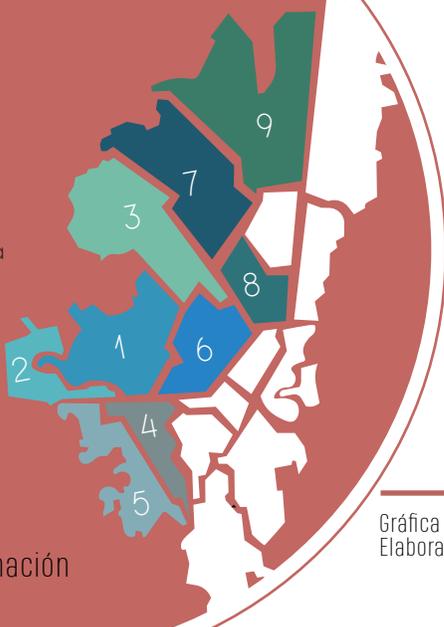
7.1 Contexto

¿POR QUÉ?

RM CAB Red de Monitoreo de Calidad del Aire
INFORME 2016

NIVEL DE CONTAMINACIÓN

- MAS ALTO**
- 1. Kennedy
- 2. Bosa
- ALTO**
- 3. Fontibón
- 4. Tunjuelito
- 5. Ciudad Bolívar
- 6. Puente Aranda
- MEDIO**
- 7. Engativa
- 8. Teusaquillo
- 9. Suba



Zonas con mayor nivel de contaminación del aire

Población Bogotá

8.081
MILLONES

Población en edad escolar

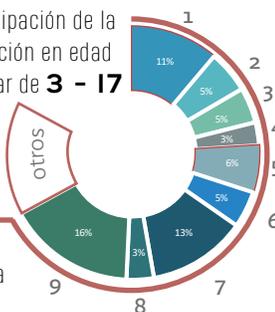
3 - 16 años

25 %

67% de los colegios se encuentran en zonas de riesgo

Por localidad

Participación de la población en edad escolar de **3 - 17** años



Gráfica 1
Elaboración propia

DISTRITALES **431** COLEGIOS
PRIVADOS **1306** COLEGIOS

50% de la población entre **3 - 18** años presentan síntomas o enfermedades respiratorias asociadas a la **calidad del aire**



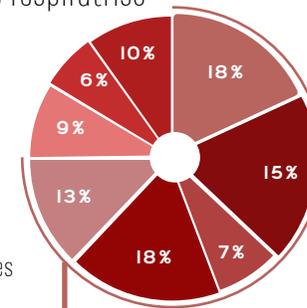
Imagen 3
Recuperado de: Tolimafm.com

Población vulnerable ESTUDIANTIL

80% de la jornada académica, se encuentran en espacios interiores en zonas con más alta, alta y media contaminación ambiental.

Prevalencia de los síntomas respiratorio

- Mocos / nariz tapada ultimo año
- Sibilancias alguna vez
- Sibilancias en el ultimo año
- Ausentismo escolar
- Tos en el ultimo año
- Tos durante eñ ejercicio
- Tos por risa / llanto
- Despierta por tos en el ultimo mes



Gráfica 2
Elaboración propia

INFORME IDEAM 2017

Principales contaminantes

- Particulas menores **PM10** - PM **2.5**

PRINCIPALES FUENTES CONTAMINANTES

- Móviles : sector tranporte
- Fijas : sector industrial

2015

Instituto nacional de salud

15.749

personas murieron en relación a enfermedades respiratorias

2016 AUMENTO

Consulta de urgencias, hospitalizaciones y mortalidad

50% (796.526)

Población entre **3 - 19** años

MACROFACTORES

BOGOTÁ RMCAB 2016

(Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá)

PISO TÉRMICO FRIO
Temperatura que oscilan

13 - 20° C

Funciones diarias de
temperatura son muy
grandes

Humedad aprox
90% - 50%

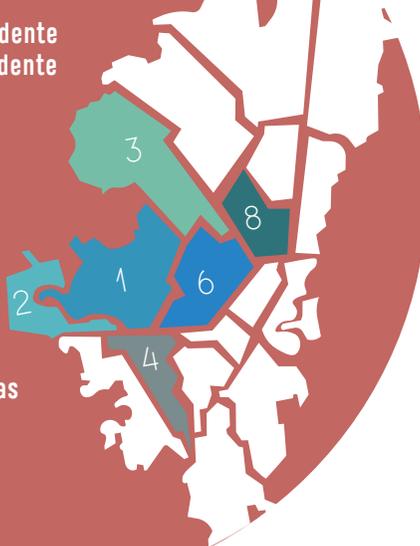
Brillo solar oscila entre
1300 y 2100
horas promedio anual

DISTRIBUCIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL PRECIPITACIÓN

Valores mas altos de precipitación | **Noroccidente**
Suroccidente

Mayor días con precipitación | **Norte**
Noroccidente
237 - 212 días

Menor días con precipitación | **1. Kennedy**
6. Carvajal
156 - 147 días



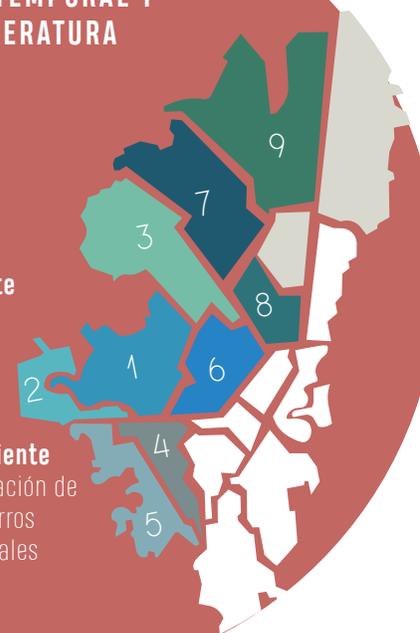
Precipitación máximo de lluvias entre **MAYO - ABRIL** | **Fenomeno de la niña BOGOTÁ**
OCTUBRE - NOVIEMBRE

DISTRIBUCIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL TEMPERATURA

Sensibilidad de Bogotá a los eventos del niño

Niveles mas ALTO de temperatura | **Suroccidente**
Oriente
18° - 15°

Niveles mas BAJO de temperatura | **Suroriente**
vegetación de los cerros orientales
12° - 14.5°



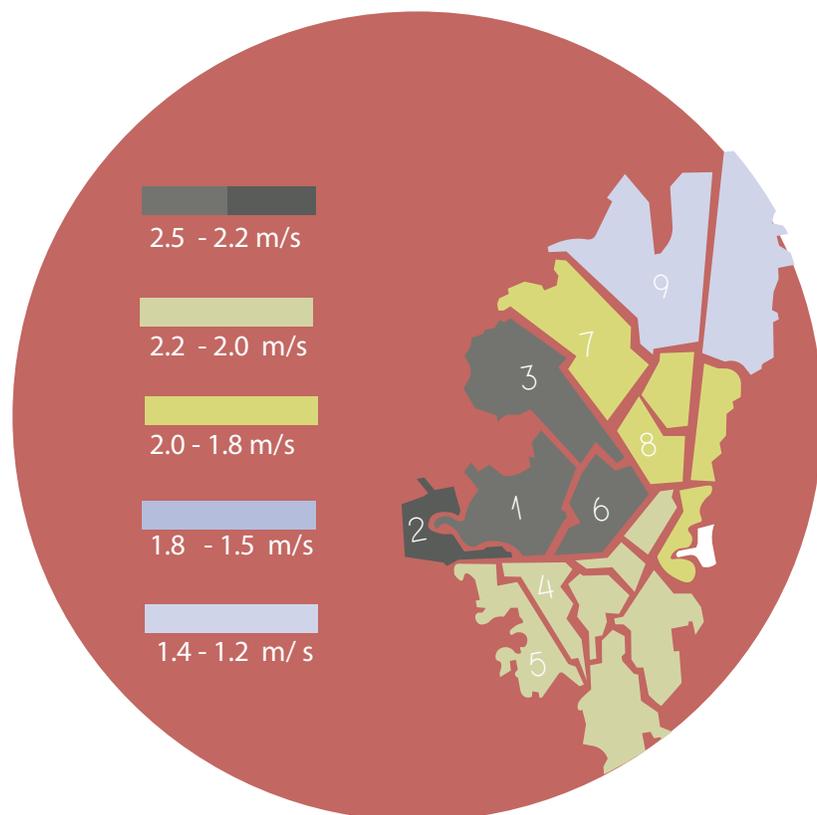
Temperatura máximo entre **FEBRERO - MARZO**
OCTUBRE - NOVIEMBRE
El niño se hizo mas fuerte hacia finales de 2015

Media multianual ha variado entre 13.9°C y 14.6°C

MACROFACTORES

BOGOTÁ RMCAB
2016

(Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá)



Zona de confluencia
intertropical (ZCIT)

Confluencia de corrientes
de aire que entran en los
trópico procedentes del
hemisferio norte sur

Velocidad del viento
MENSUAL

1- semestre

valores más altos

ENERO - MARZO

1.7 m/s

valores más bajos

ABRIL - MAYO

1.4 m/s

2 - semestre

valores más altos

JULIO - AGOSTO

2.0 m/s

valores más bajos

NOVIEMBRE - DICIEMBRE

1.5 m/s

Comportamiento de la dirección predominante

Vientos alisios

ENERO - FEBRERO
DEL NE

JULIO - AGOSTO
DEL SE

7.2 CONTEXTUALIZACIÓN

De acuerdo con la información brindada por la RMCAB “ Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá” se establece las zonas con muy alto, alto y medio nivel de contaminación del aire por fuentes vehiculares e industriales en las zonas sur, sur occidente y suba de Bogotá. Teniendo en cuenta esta información se establece la relación de numero de colegios ubicados en dichas localidades para entender el nivel de población estudiantil que este resultando afectada.

Donde según los informes de la secretaria de educación y medio ambiente se encuentran casos de ausencia escolar y aumento de síntomas/enfermedades principalmente respiratorias, causados por la mala calidad del aire en la Ciudad.

(2017) INFORME SECRETARIA MEDIO AMBIENTE

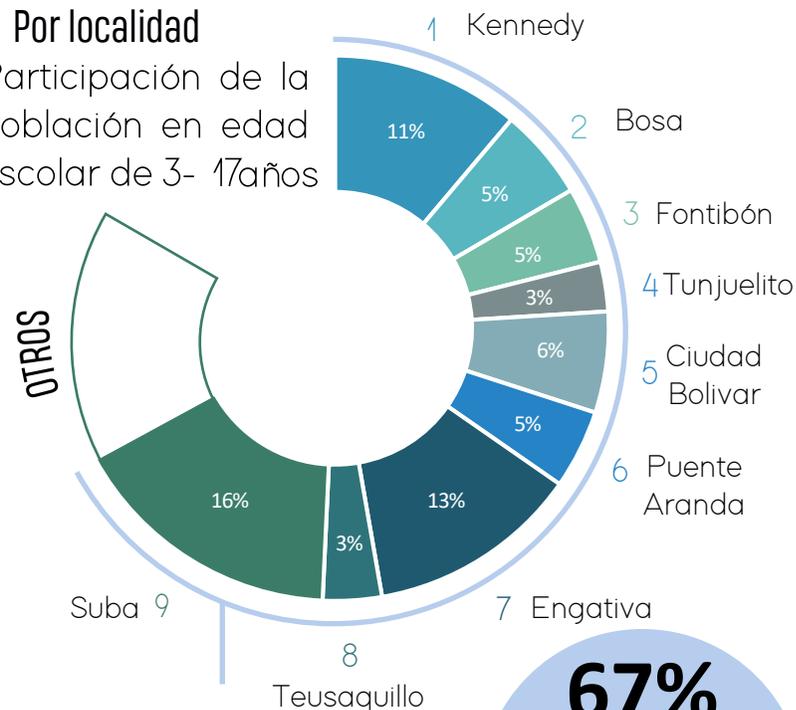
visitas medicas o de urgencias por
**SÍNTOMAS/ENFERMEDADES
RESPIRATORIAS**

**EL 50%
DE LA POBLACIÓN
ESTABAN ENTRE
3-19 AÑOS**



Por localidad

Participación de la población en edad escolar de 3- 17años



DE 2.020 MILLONES
aproximadamente
DE POBLACIÓN ESCOLAR

67%
Se encuentran
en zonas de alta
y media contaminación

7.3 USUARIO

PERFIL DEL USUARIO DIRECTOS INDIRECTO

Estudiantes y docentes

COLEGIOS URBANOS
DISTRITALES - PRIVADOS

30 - 40
estudiantes
x salón

- 3- 5 Primaria infancia
- 5 -11 Primaria
- 11 - 17 Bachillerato
- 24 - 48 Docente

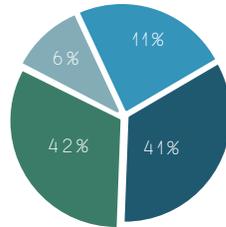


Gráfico 4
Elaboración propia

DE COLEGIOS POR ZONAS

Secretaría de Educación del Distrito (2019)

1. Kennedy
2. Bosa
3. Fontibón
4. Tunjuelito
5. Ciudad Bolívar
6. Puente Aranda
7. Engativá
8. Teusaquillo
9. Suba

Número de colegios distritales y privados por zonas

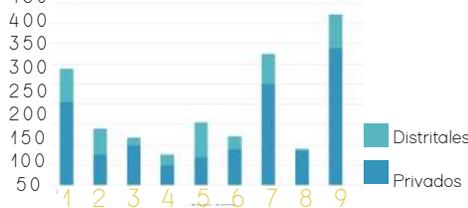
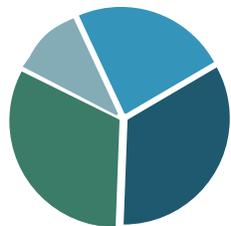


Gráfico 5
Elaboración propia

Zonas con alto flujo vehicular e industrial

Actividad



Grado de actividad metabólica
Neila (2004)

Actividad	met	W/m2	kcal/h-m2
Leer	1.2	69.8	50
Escribir	1.9	110	95
Escuchar	3.14	197	170
Jugar	1.9	110	95

Gráfico 6
Elaboración propia



Administrador

Instituciones educativas privadas y del gobierno
Personas de aseo

Manufactura (obreros Bogotá)

Materia prima
Transformación
Acabados
Ensamble

Producto final

Instalación
Transporte

Pacres de familia

Ausencia escolar

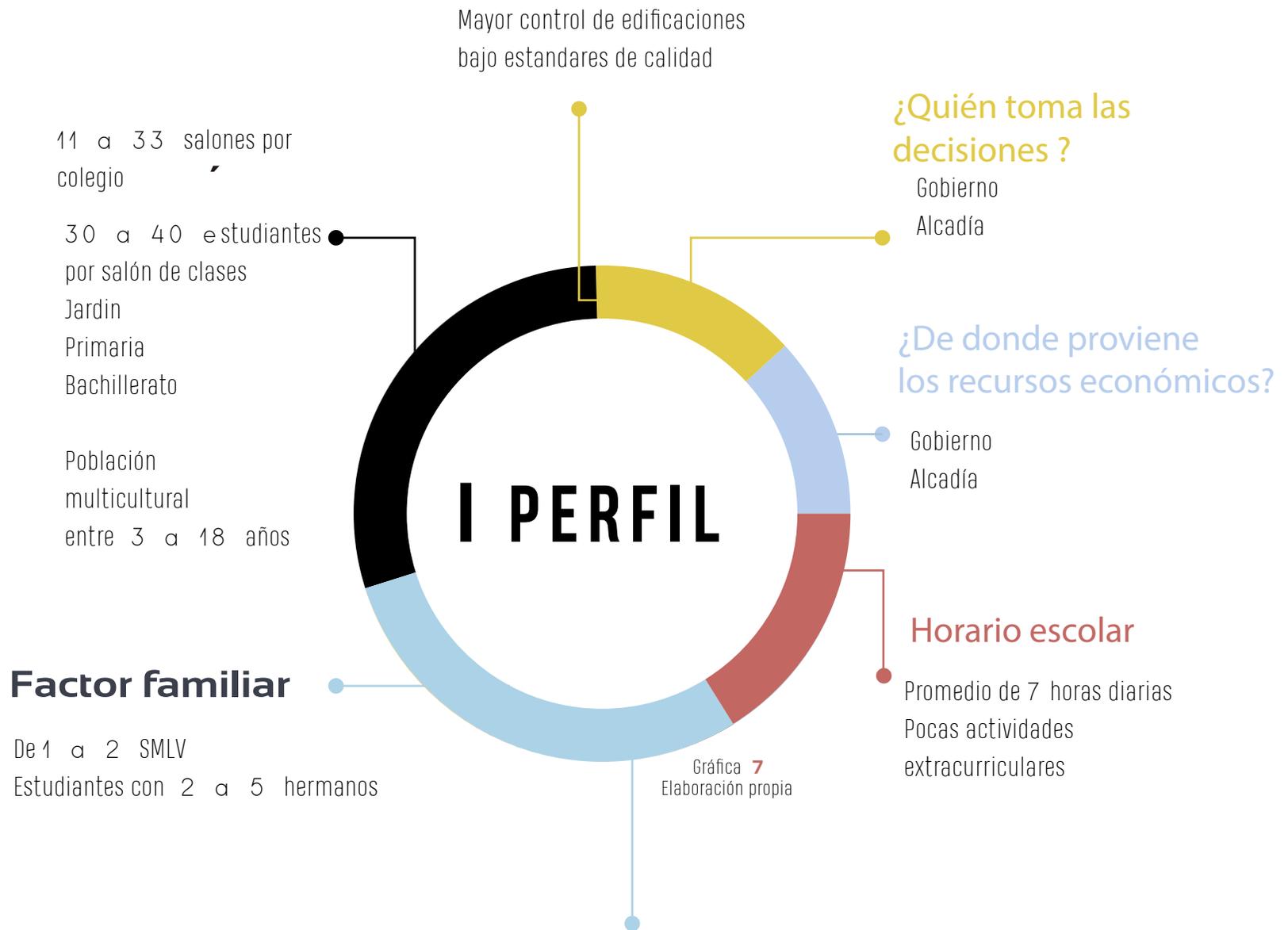
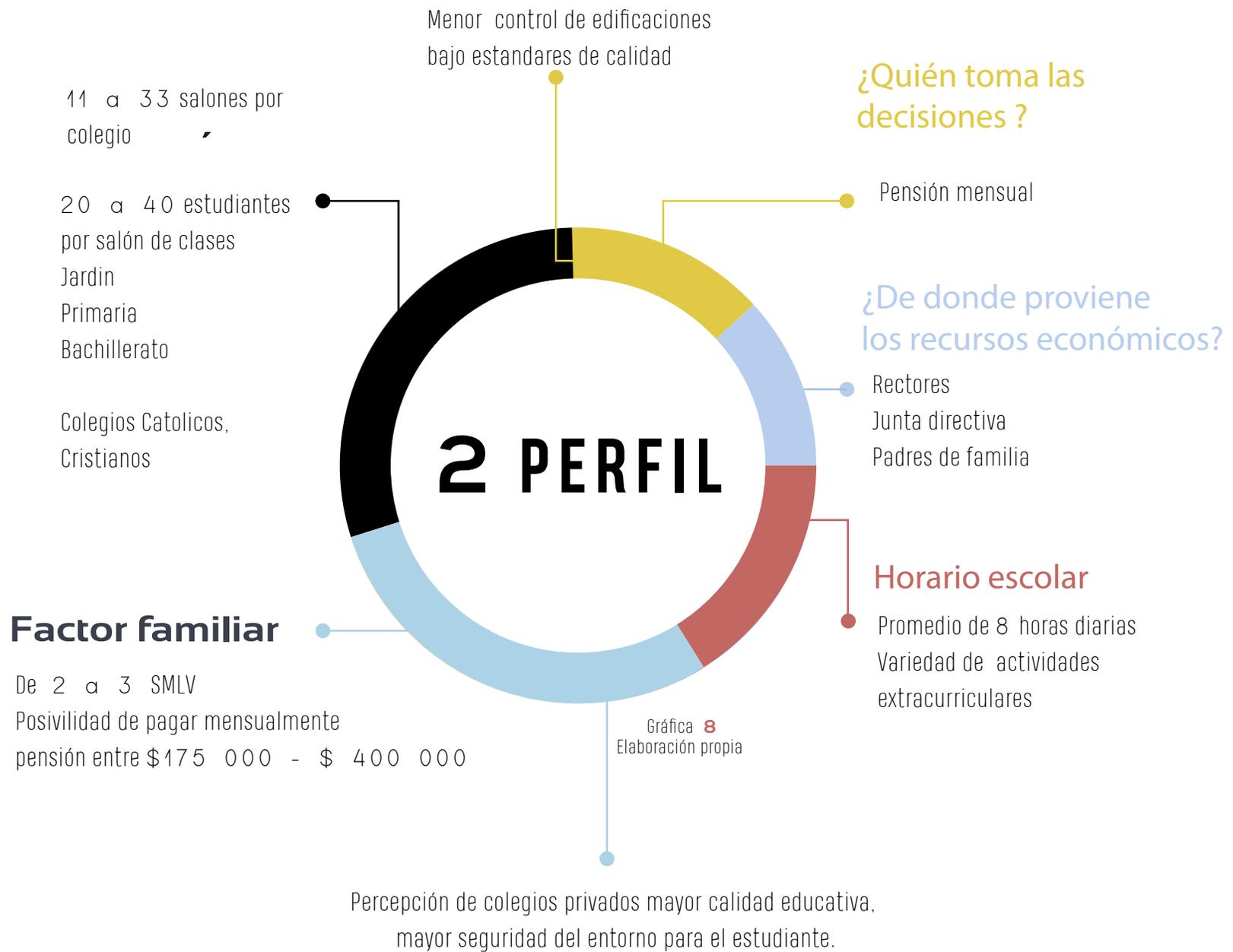


Imagen 5

Recuperado de : Conexióncapital.co

Interés en mejorar la calidad de espacios educativos
Según Conexión Capital, (2019) "Revolución de colegios "
Administración de Enrique Peñalosa esta garantizando que niños y jóvenes reciba educación de alta calidad y en condiciones de bienestar y seguridad.



7.4 ESTADO DEL ARTE

Se analizaron las características de las estrategias de ventilación de los diferentes **colegios a nivel nacional e internacional**, para sintetizar las estrategias más usadas vs el **nivel de purificación del aire entrante** para cumplir las renovaciones y mejorar la calidad del aire

1. Primer colegio público en Colombia LEED en Yumbo, Valle del cauca

-Estrategia de ventilación cruzada y aperturas abatibles en clima cálido, con cumplimiento de **m³** correspondiente por niño para brindar calidad educativa

2. Construcción y modificación de colegios distritales en Bogotá, por iniciativa de la Alcaldía de **62** colegios

-Estrategia de ventilación cruzada, control de aperturas manuales y rejillas superiores fijas, materiales de construcción ladrillo cerámico

3. Colegio Rochester Bogotá, colegio privado

-Único colegio en Bogotá con certificación leed, ubicado en las afueras de Bogotá (Calidad del aire mayor), energía a partir de **4** paneles fotovoltaicos, salones para **24** estudiantes, control de temperatura por sensores, Difusores de aire para renovaciones de aire **24/7** y libre de formaldehidos en mobiliario

4. Uso de tapabocas dentro de los salones de clase para no contaminar el ambiente si tiene síntomas de gripe o relacionado (factor cultural)

5. Kassani comprometidos con la transformación de la educación en Colombia

Junto con el Ministerio de Educación Nacional para la implementación Índice Sintético de Calidad Educativa, una herramienta diseñada para monitorear el progreso de todos los colegios de Colombia dentro de los puntos ambiente escolar (ventilación)



Imagen 6
Recuperado de : Saladeprensa.argos.co



Imagen 7
Recuperado de : bogota.gov.co



Imagen 8
Recuperado de : Colegio Rochester



Imagen 9
Recuperado de : Colegio Rochester



Imagen 10
Recuperado de : www.criteriohidalgo.com



Imagen 11
Recuperado de : www.kassani.com

NACIONALES

INTERNACIONALES

1. Colegio en Lima, Peru Villa Per Se Inicial

-Arquitectura bioclimática, morfología de la edificación hexagonal para permitir mayor distribución de calor o frío, eliminando esquinas y permitiendo ventilación para una mejor experiencia del aprendizaje. Estrategia de ventilación efecto chimenea.

2. Bridges and Briya Campus, Washington. DC

-La conexión con el exterior natural hace parte de su paisaje y el recurso ideal para lograr una escuela sustentable e ingresar aire limpio a las aulas de clase por medio de un sistema integral de ventilación mecánico

3. Sandy Grove Middle School, North Carolina

-Permite áreas de estudio con el control adecuado de renovaciones de aire, por medio de ventilación mecánica **24/7** y libre de formaldehidos en mobiliario

4. Ecole Kenwood Elementary School, Ohio

Permite áreas de estudio con el control adecuado de renovaciones de aire, por medio de ventilación mecánica, Sistema de calefacción y mantenimiento geotérmico, control electrónico

5. University School, Ohio

Estudio de condiciones climatológicas, Uso de HVAC eficiente, Materiales de bajas emisiones toxicas (madera, acero inoxidable), materiales locales, necesarios, agradables, bajo mantenimiento y facilidad de instalación, reciclables o reutilizables



Imagen 12

Recuperado de : US.GREEN BUILDING COUNCIL, LEED

7.5 CONCLUSIONES ESTADO DEL ARTE

Se encuentran diferentes **estrategias en cuanto a ventilación pasiva** por medio de ventilación cruzada, efecto chimenea y control de aperturas, para aplicarlas por medio de aperturas en las ventanas o cerca de ellas, dejando así un **contacto directo con el aire exterior y sus niveles de contaminación.**

Por otro lado se encuentra **sistemas de ventilación mecánicos con control de renovaciones de aire** para mantener los espacios ideales para su aprendizaje, pero implican un **gasto adicional de consumo energético.** Para las instalaciones se deben tener en cuenta durante la construcción del colegio, para una instalación más eficiente o por el contrario al implementar el sistema tiempo después de la construcción del edificio, este generara mayor costo, tiempo y trabajo.

7.6 BENCHMARKING

En el benchmarking se estudiaron los diferentes sistemas o productos en casos, donde se requiere características de ventilación en relación con las actividades a desarrollar en los diferentes espacios interiores y en donde se debería implementar una purificación del aire para optimizar la calidad del aire entrante, se analizan estrategias desde la intervención interior hasta la exterior de la edificación

Ventilación natural

Aberturas

comunicación con el exterior

Monitoreo

Condiciones climatológicas

Filtros HEPA

Automatización



Imagen 13
Recuperado de : US.GREEN BUILDING COUNCIL, LEED

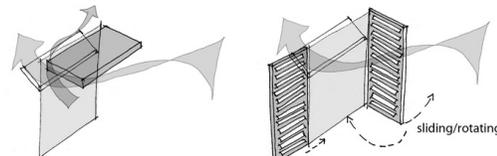


Imagen 14
Recuperado de : Ventanas, energy saver

Elementos de plástico reciclado que tiene como función mantener los ladrillos alineados, pero también sirve para conducir el aire desde el exterior, hacia el hueco ubicado en la parte central

SEPARADOR CICLONICO

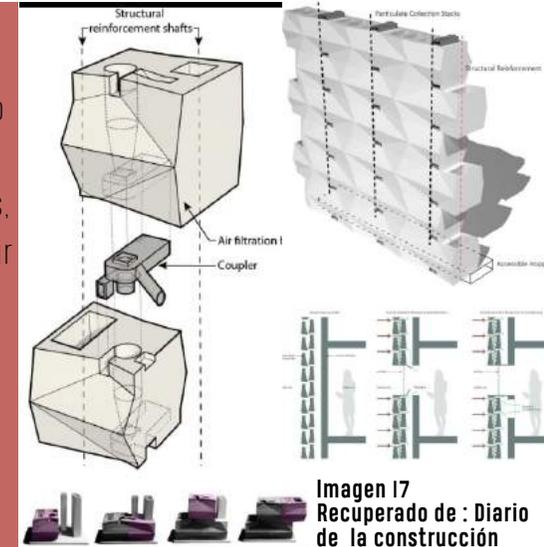


Imagen 17
Recuperado de : Diario de la construcción



Imagen 15
Recuperado de :www.fenercom.com

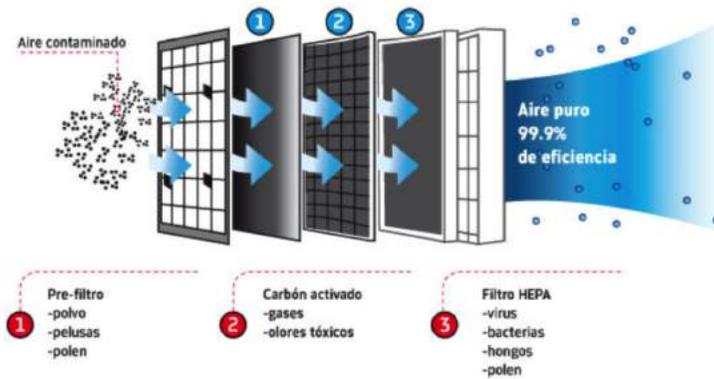


Imagen 16
Recuperado de :/thermomecanicsa.com



Imagen 18
Recuperado de : Diario de la construcción

Envolventes de los edificios

Pintura foto catalizada

Fachadas - Recubrimientos

Fenómeno natural FOTOCATÁLISIS

Barreras verdes

Jardín vertical

Sistemas constructivos

Incremento de espacio verde



Imagen 19
Recuperado de : Prosolve 370e

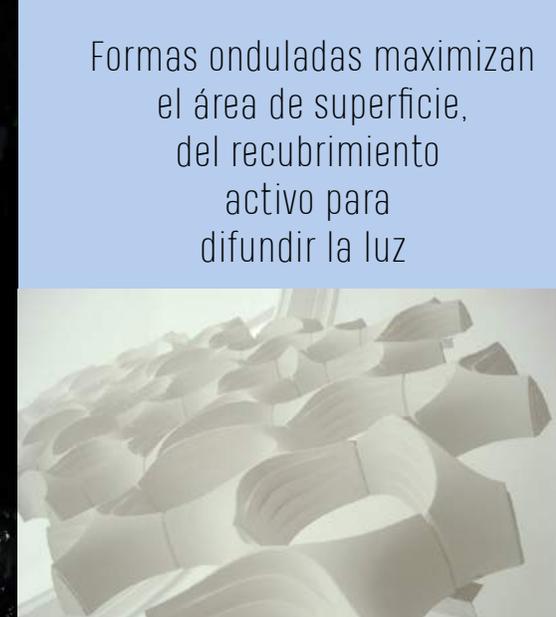


Imagen 20
Recuperado de : Prosolve 370e

Formas onduladas maximizan el área de superficie, del recubrimiento activo para difundir la luz

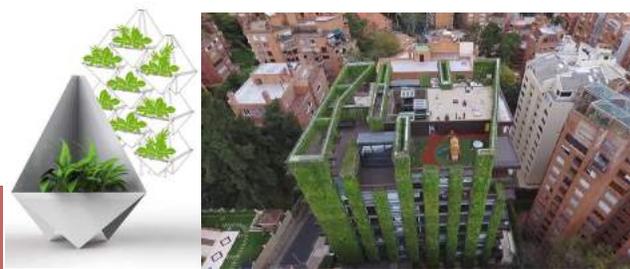


Imagen 21
Recuperado de : Decoracionok.com

Morfología

direccionada al aire interior

La direccionalidad de la geometría recoge los contaminantes desde todas las direcciones



Imagen 23 Recuperado Diario de la construcción

Arquitectura cinética : sensores electrónicos para alcanzar mayor nivel de sostenibilidad / Mayor adaptabilidad

Imagen 22
Recuperado de : Diario de la construcción

7.7 CONCLUSIONES BENCHMARKING

Al observar el benchmarking en los diferentes contextos, los proyectos donde se integran las estrategias bioclimáticas de ventilación pasiva, son por medio **de las características de las condiciones del viento principalmente** (dirección, presión, temperatura, velocidad, sensación humana, actividad) y otros **determinantes del entorno** para adecuar las formas y direcciones de las aperturas de entrada del aire.

Por otro lado existe en el mercado diferentes productos de ventilación que cumplen una necesidades específicas de ventilación pero **al no ser sistemas mecánicos no manejan los filtros correspondientes para la purificación del aire,** excepto la **pintura fotocatalizadora** de las fachadas para la reducción de contaminantes gaseosos.



MARCO

TEÓRICO

Calidad del aire interior - Confort ambiental - Bioclimática

“La experiencia nos indica que un espacio cerrado ocupado por seres vivos, el consumo de oxígeno y sus sutitución definen una necesidad de una adecuada ventilación en los espacios interiores ”,

(Neila, **2004**)

8.1 Arquitectura sostenible

La arquitectura sostenible es aquella manera de diseñar, gestionar y construir espacios de forma integral, teniendo en cuenta un uso racional y consiente de los recursos del lugar de construcción desde la fabricación de sus materiales, insumos, transporte y demás procesos que se requieren para la concepción de los espacios, hasta su operación y su derribo final. Garzón, B. (2015). *Arquitectura bioclimática*. Bogotá. (pp15- 17). Colombia: Ediciones de la U. .

8.2 Arquitectura bioclimática

La arquitectura bioclimática busca generar espacios centrados en el confort y bienestar de los usuarios aprovechando las variantes climáticas como el viento, lluvia, sol y vegetación las que ofrecen un ambiente higrotérmico interior y exterior idóneo, de esta manera se disminuirá el consumo energético de las fuentes convencionales hasta en una tercera parte. Garzón, B. (2015). *Arquitectura bioclimática*. Bogotá. (pp15- 17). Colombia: Ediciones de la U.

8.3 Ventilación natural

El viento tiene su origen en la energía solar ya que el viento es aire en movimiento generado por las diferencias de temperatura y presión causada por el calentamiento de la tierra durante los periodos solares y el enfriamiento durante los periodos de noche, estos movimientos generan patrones de circulación gracias al movimiento de la tierra. Características del movimiento como la velocidad y la dirección del aire están dirigidas por cuatro fuerzas básicas:

- Fuerza de gradiente de presión.
- Fuerza coriolis.
- Fuerza centrífuga.
- Fuerza de fricción

En el ámbito urbano también existen vientos locales dados por los cambios morfológicos el tamaño y textura de las superficies, orientación de materiales de edificaciones expuestos a la radiación solar, la actividad de las personas y los niveles de contaminación generan efectos de domo térmico encapsulando el aire en partículas suspendidas, cambiando la naturaleza del aire.

8.3.1 Causas de la ventilación inadecuada

Una entrada insuficiente de aire fresco debido a un nivel alto de recirculación del aire o a un bajo volumen de entrada;

- La colocación y orientación incorrectas en el edificio de los puntos de entrada del aire exterior;
- Una distribución deficiente y, en consecuencia, una mezcla incompleta con el aire del edificio,
- Filtración incorrecta del aire debida a la falta de mantenimiento o a un diseño inadecuado del sistema de filtrado

(Guardino, s.f, p.44.2)

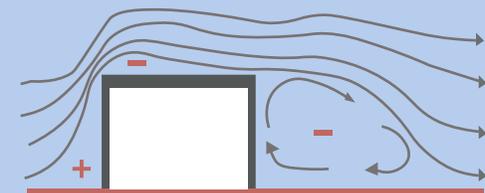
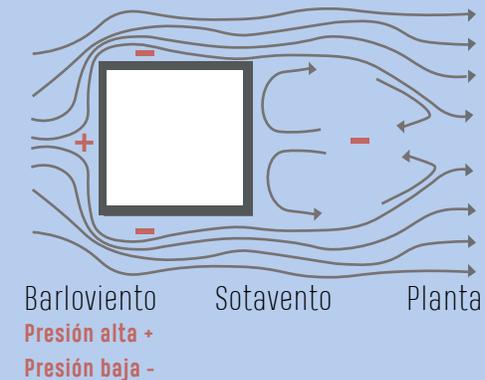
8.4 Viento y arquitectura

El aire El viento al impactar sobre la cara frontal crea una zona de presión alta, rodeando el edificio creando zonas de baja presión en las caras laterales y en la posterior; el aire naturalmente entrará por zonas de alta presión y saldrá por zonas de baja presión. Esto genera efectos sobre las formas mismas de los edificios como se describe ahora:

Olgay, V. (1968) describe los diferentes tipos de efectos de las corrientes de aire.

- ZPN: Zona de presión negativa: está compuesta por una zona de presión por lo menos, de dos zonas cada una generada por la corriente de aire baja que roza con las paredes laterales.

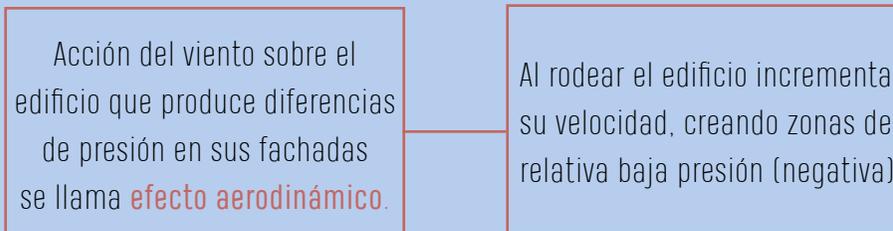
- ZPP: La profundidad de la zona de presión no se ve afectada la corriente de viento esta impacta contra el edificio y sigue su camino.



Gráfica 9

Elaboración propia

Tomada de la Arquitectura bioclimática (pp86), Víctor Fuentes



Caras laterales - Caras posterior del edificio

8.5 Confort ambiental

Es la sensación de completo “bienestar físico y mental con el espacio en el que se desarrolla. El ser humano posee un ritmo que rige el funcionamiento de su cuerpo, algunas condiciones ambientales desfavorables perjudican el proceso de este ciclo básico generando estrés físico y psíquico, pérdida de eficiencia y eventualmente, hasta la pérdida de la salud”. (Rugeles, 2004, p. 3)

Subdivisiones del área de confort ambiental

- Confort térmico: Se refiere principalmente a las condiciones de bienestar en el individuo, pero desde el punto de vista de su relación de equilibrio con las condiciones de temperatura y humedad en un lugar determinado.
- Calidad del aire: Para tener una buena calidad de aire en la edificación, éste debe ser regenerado constantemente, y evitar gérmenes y partículas dañinas para la salud humana, la humedad relativa del ambiente también incide directamente en este factor.
- Confort acústico: El confort acústico se alcanza cuando en un lugar el ruido generado no afecta el desarrollo normal de actividades como la comunicación, el trabajo, etc.

8.6 Calidad del aire

El síndrome del edificio enfermo según La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018) presenta las siguientes características.

1. Casi siempre tienen un sistema de ventilación forzada que generalmente es común a todo el edificio o a amplios sectores y existe recirculación parcial del aire
2. Con frecuencia son de construcción ligera y poco costosas
3. Las superficies interiores están en gran parte recubiertas con material textil, incluyendo paredes, suelos y otros elementos de diseño interior, lo cual favorece una elevada relación entre superficie interior y volumen
4. Consumo diario energético y se mantienen relativamente calientes con un ambiente térmico homogéneo
5. Se caracterizan por ser edificios herméticos en los que las ventanas no pueden abrirse
6. Algunos edificios tienen localización de las tomas de renovación de aire en lugares inadecuados mientras que otros usan intercambiadores de calor que transfieren los contaminantes desde el aire de retorno al aire de suministro” (Dr. Valenzuela, 2007)

PARAMETROS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE

Según el IDEAM (El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales) Bogotá junto con Medellín sigue siendo la ciudad con peor calidad del aire. Este informe evalúa las partículas menores a **2.5** micras (PM **2.5**), las menores a **10** micras (PM **10**), el dióxido de nitrógeno, el ozono, el monóxido de carbono y el dióxido de azufre. Y es que el panorama adquiere mayor relevancia al saber que el **87** por ciento de la población colombiana vive en lugares donde los niveles de calidad del aire son perjudiciales para la salud..

El aire puede ser un bien público o un mal público. Aquí no podemos excluir a nadie de que lo respire, pero lo que sí es cierto es que hay mucha evidencia científica sobre la relación entre la contaminación del aire y la salud, los costos en la atención hospitalaria, la falta de productividad dentro de las empresas e incluso el ausentismo escolar. Según el Instituto Nacional de Salud, en el año **2015, 15.749** personas murieron por causas relacionadas con la contaminación. De ellas, según el Departamento Nacional de Planeación (DNP), **10.527** estarían asociadas a la polución por material particulado y **4.427** a la quema de combustibles sólidos.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD

La contaminación atmosférica en las ciudades y zonas rurales de todo el mundo provoca cada año **4,2** millones de defunciones prematuras; el **91** por ciento se producen en países de bajos y medianos ingreso. (OMS. **2018**)

SEGÚN LA OMS

Contaminante	Nivel maximo permisible (ug/m ³)	Tiempo de esposición
PM 10	20	Anual
	50	24 horas
PM 2.5	10	Anual
	25	24 horas

Tabla 1 GUIA MATERIAL PARTICULADO PERMISIBLE SEGÚN LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD
AUTORIA PROPIA

SEGÚN LA NORMA EN BOGOTÁ

Contaminante	Nivel maximo permisible (ug/m ³)	Tiempo de esposición
PM 10	50	Anual
	100	24 horas
PM 2.5	25	Anual
	50	24 horas

Tabla 2 GUIA MATERIAL PARTICULADO PERMISIBLE SEGÚN LA RESOLUCIÓN 2254 - 2017/ MINISTERIO DE AMBIENTE
AUTORIA PROPIA

TRABAJO DE CAMPO

Enfermedades y síntomas respiratorios - características entorno

Según informe anual Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá (RMCAB ,2016)
Se ha evidenciado el efecto de la contaminación del aire en el **ausentismo escolar**
medido este como impacto del efecto adverso de la contaminación del aire.

COLEGIOS

Proyecciones
de población
362.167

Población en edad escolar de
3 – 16 años
220.143

Demanda efectiva del sector
educativo oficial 90.895

Demanda efectiva del sector
educativo privado
129.248

¿ DÓNDE ?

Para la investigación cualitativa y cuantitativa se desarrolla el trabajo de campo en el **Colegio Parroquial San Pedro Claver**, ubicado en Fontibón.

Durante la investigación se identifica características bioclimáticas de la zona, determinantes de confort, tipologías de salón, materiales y finalmente se realiza una encuesta a **387** estudiantes, para identificar las enfermedades o síntomas respiratorios que presentan con mayor regularidad.

CUALITATIVA



CUANTITATIVA



Imagen 24

Recuperado de :Fuente propia

ECONOMÍA DE FONTIBÓN

Es un importante centro **industrial y comercial**, así como un importante centro de **transportes**

En Fontibón se encuentran el Aeropuerto Internacional El Dorado y la Terminal de Transportes de Bogotá.

Se encuentran importantes **fábricas y bodegas**, incluyendo la **Zona Franca de Bogotá**, el principal centro de **maquinas en Bogotá**.

Localizan **10.678** empresas

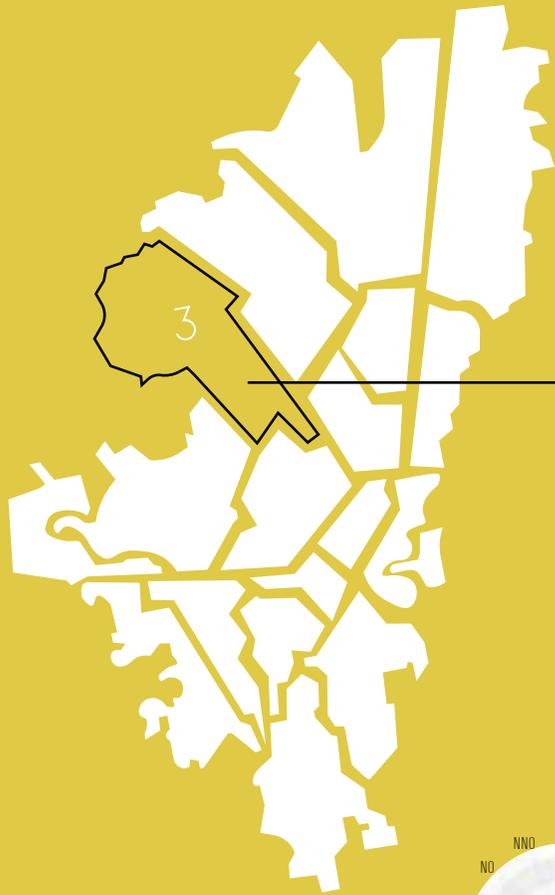
Temperaturas que oscilan
13.6 - 15 °C

Promedio de velocidad del viento para
las estaciones de la RMCAB
2000 - 2016
2.4M/S - 3 M/S

Los vientos mas fuertes
son Kennedy, FONTIBÓN
y Puente Aranda

RADIACIÓN SOLAR
promedio anual
6404

Humedad relativa aprox
54%-64%



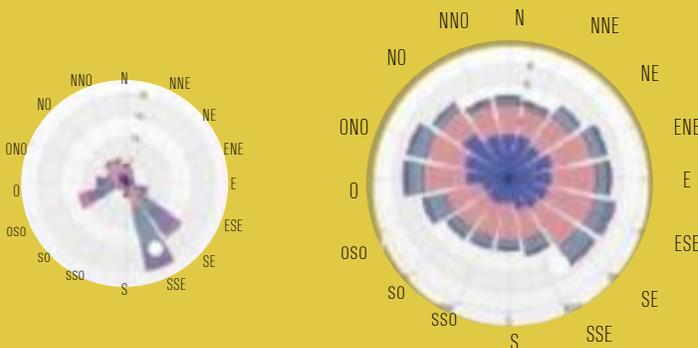
Meses lluviosos: octubre - marzo :
direccionamiento dominante ONO

Meses secos: vientos provienen
del SSE

30 A 40% del tiempo hay calma.

Escaso movimiento del aire:
horario de la mañana

Aumento de vientos:
horario de la tarde



Sector de la ciudad donde se presentó confluencia
de vientos de todas las direcciones, una especie
de sumidero de la ciudad

Predominan los vientos se SSE más
del **20%** de horas anuales

Imagen 25

Recuperado de : Red del aire de Bogotá



UBICACIÓN DEL COLEGIO

Zona industrial - alto flujo vehicular público .



Imagen 26 Recuperado de :Fuente propia

425

usuario DIRECTOS



Gráfica 8
Elaboración propia

Gráfica 8
Elaboración propia



TEMPERATURA TOMADA DURANTE TRES DÍAS

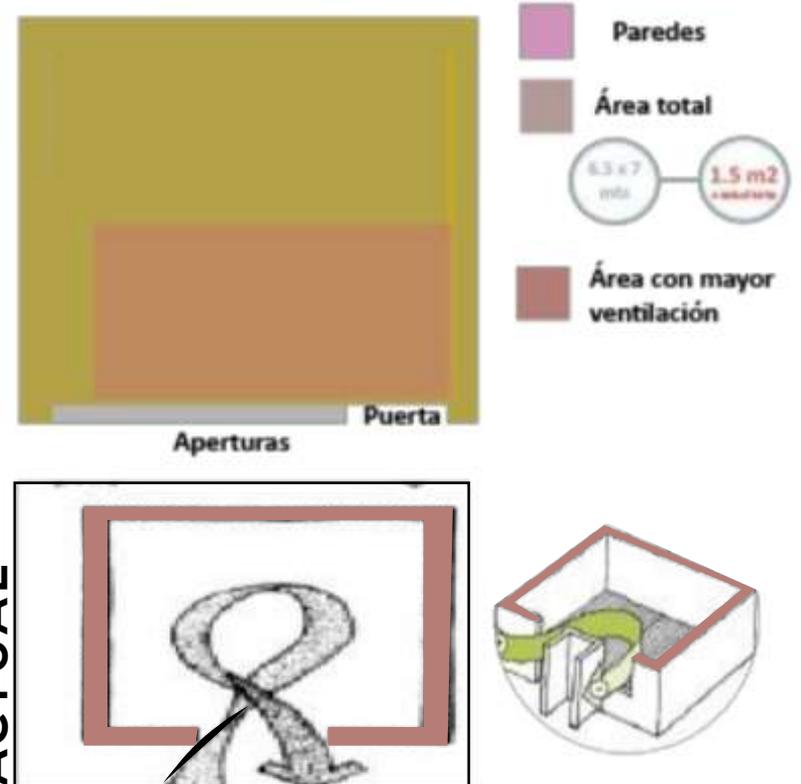
MAÑANA	14° - 23° C
	Tarde 19° 20° C

MAÑANA	17° 16° C
	Tarde 20° 21° C

HUMEDAD
DIA DE VIENTO 76 %
DÍA NUBLOSO 56 %
DIA LLUVIOSO 63% - 67%

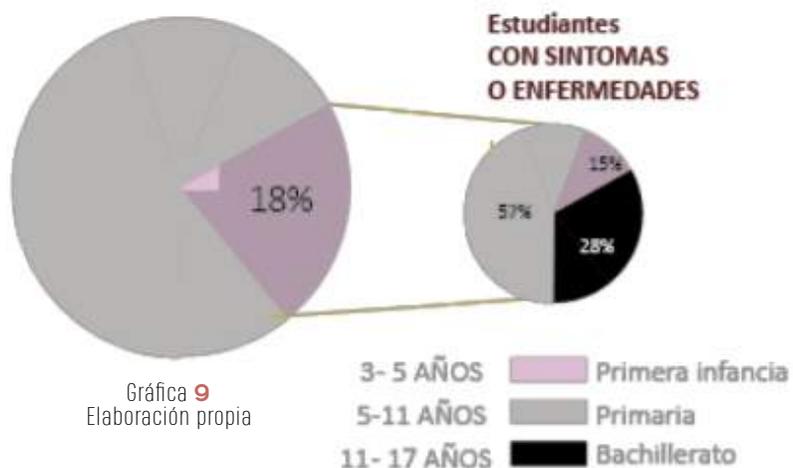
VELOCIDAD DEL VIENTO
EN EL COLEGIO: 0.4 M/S A
1.4 M/S

VENTILACIÓN ACTUAL



ENCUESTA REALIZADA A ESTUDIANTES DEL COLEGIO

387 ESTUDIANTES ENCUESTA DOS



Gráfica 9
Elaboración propia

Síntomas y enfermedades respiratorias

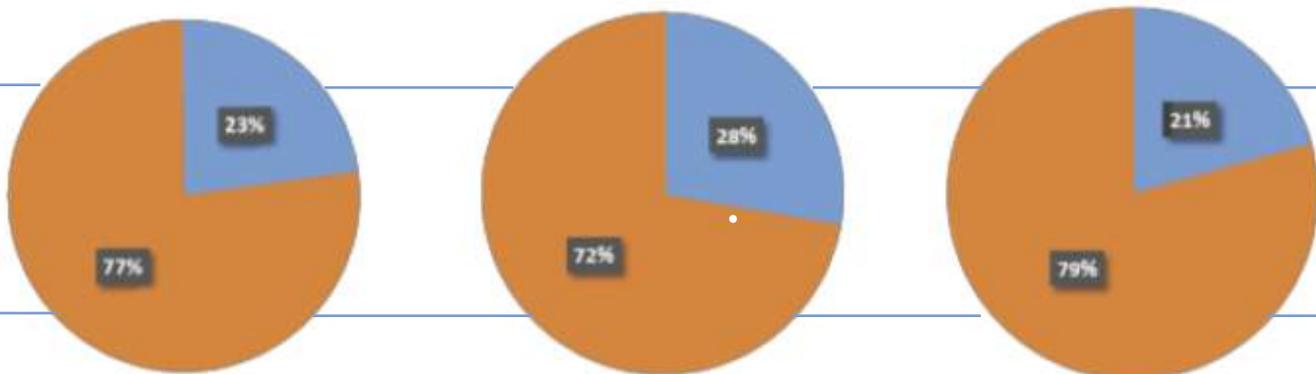


JARDIN

PRIMARIA

SECUNDARIA

Porcentaje de estudiantes por nivel académico que presentan enfermedad o síntomas respiratorios

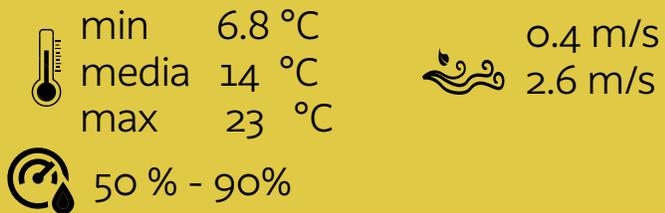


Gráfica 10
Elaboración propia

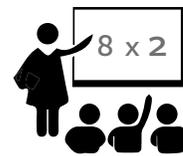


Imagen 28 Recuperado de :Fuente propia

Climáticos



Actividad



Tipo de ropa



1 clo (aislamiento)



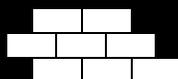
3 - 18 años

Espacio interior

Tiempo de ocupación
7 a 8 horas



0.5 - 1.5 m/s
Escala de Beaufort



Conductividad térmica
0.90 w/(m.K)

Geográficos



2.630 metros
sobre el nivel
del mar.

Tabla 3 DETERMINANTES DE CONFORT AMBIENTAL EN LAS AULAS DE CLASE (NEILA, 2004)
AUTORIA PROPIA

AULAS DE CLASE | 30 -40 ESTUDIANTES

Factores externos

Aire entrante contaminando



Factores internos

Renovaciones de aire

Se debe purificar el aire exterior

BIENESTAR HUMANO

Reducir riesgos en la salud de los estudiantes



CONDICIONES ACTUALES

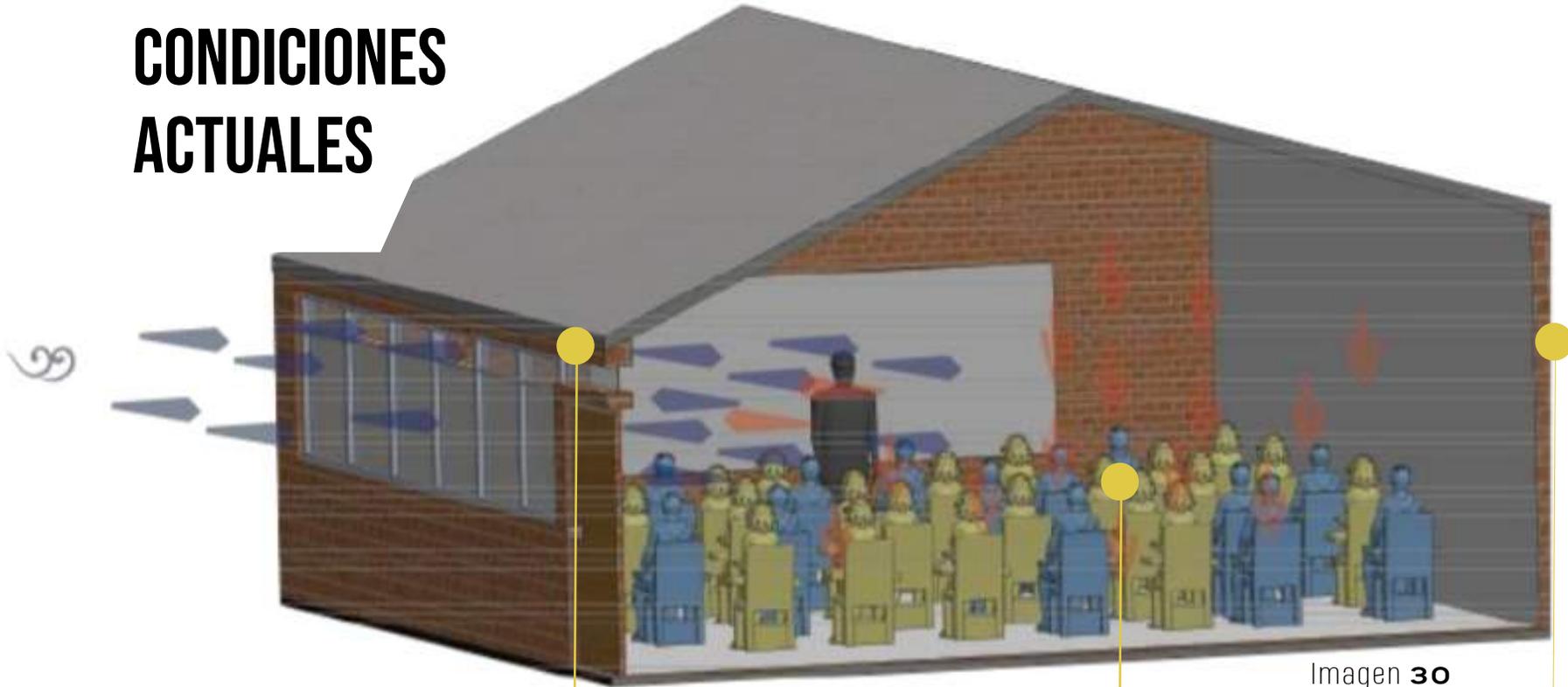


Imagen 30
Recuperado de :Fuente propia

APERTURAS SUPERIORES

Las aperturas son las entradas y salidas de aire

ESTUDIANTES

Espacio reducido para cantidad de estudiantes dentro del salón

FLUJO QUIETO

Circulación del aire con poco flujo

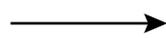
OPORTUNIDAD DE DISEÑO

Aportar oxígeno para la respiración
Renovar el aire
Evitar condensaciones
Eliminar humos de combustión
Eliminar olores
Eliminar el aire sobrecalentado



OPORTUNIDAD

Renovación de aire



DISEÑO SISTEMA DE VENTILACIÓN Y PURIFICACIÓN

OPTIMIZACIÓN CALIDAD DEL AIRE

La ventilación corrige condiciones por medio de la sustitución de aire

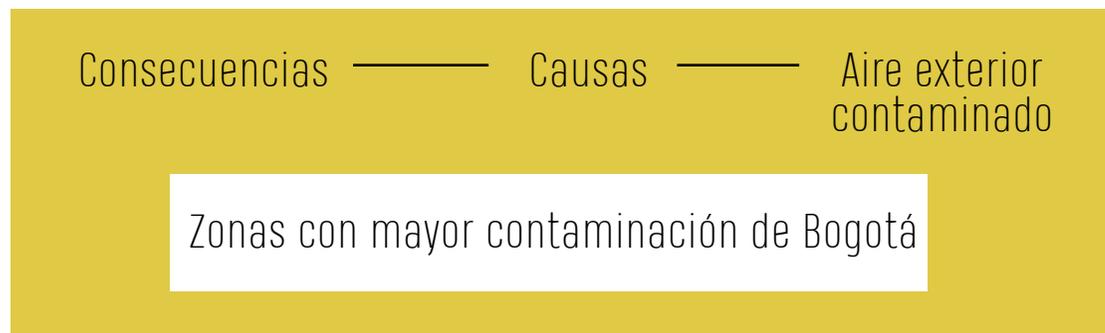


Tabla 4: RELACIÓN DE AULAS DE CLASE EN ZONAS DE CONTAMINACIÓN
AUTORIA PROPIA

SISTEMA DE VENTILACIÓN Y PURIFICACIÓN

del aire para optimizar el confort ambiental de los estudiantes en las aulas de clase de los colegios urbanos de Bogotá



Imagen 31
Recuperado de :Fuente propia

EL PRINCIPIO BIOCLIMÁTICO

EFECTO CHIMENEA / CAPTACIÓN DIRECTA

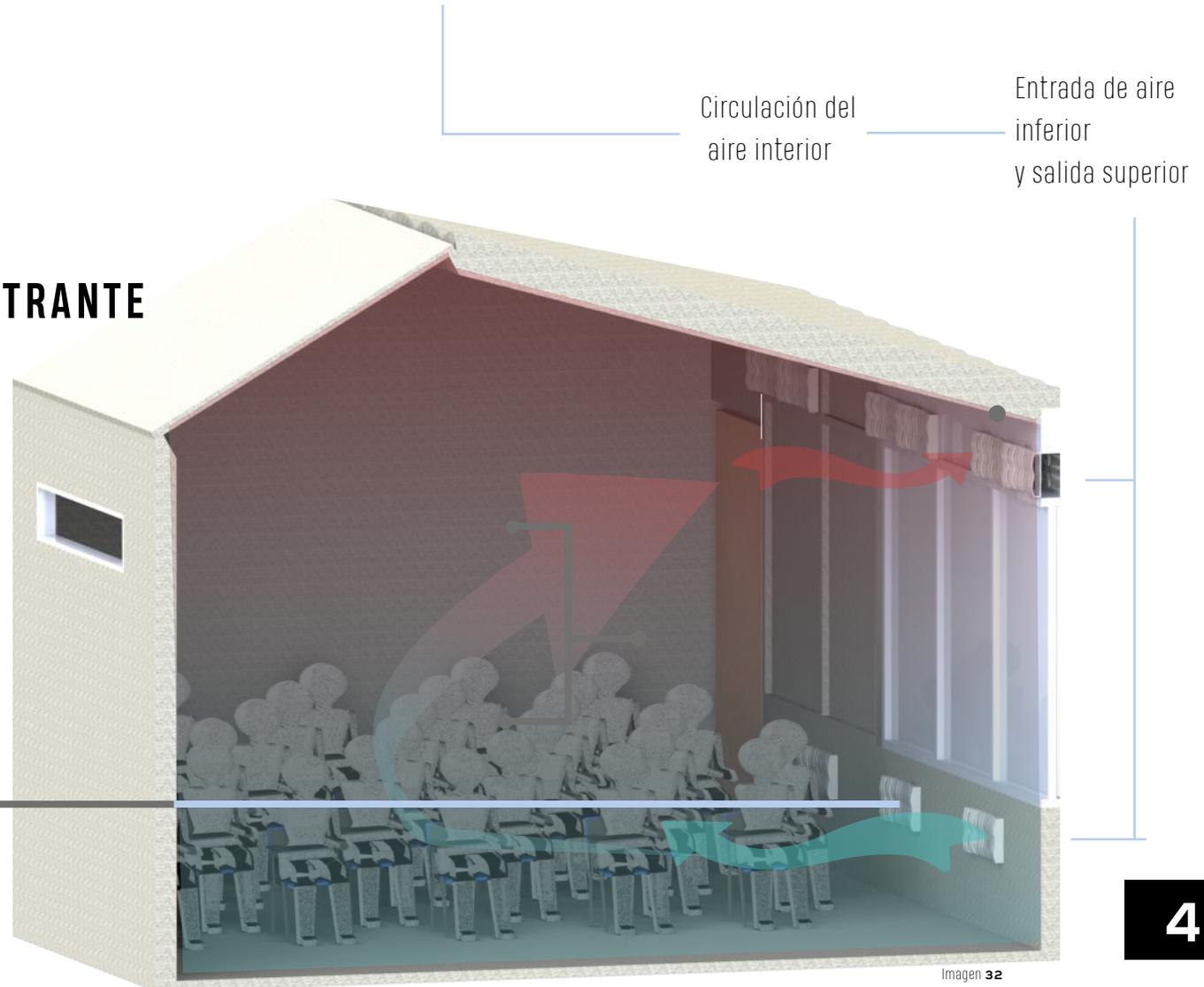
DIFERENCIA DE PRESIÓN Y TEMPERATURA DEL AIRE

El aire frío ejerce presión bajo el aire caliente forzándolo a subir y crear un flujo de aire con ventilación y efectiva

FILTRACIÓN DE AIRE ENTRANTE

Categorías de calidad del aire interior en función del uso de los edificios y filtración de aire según el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE, 2017):

- IDA **2**: aire interior de buena calidad
- ODA**2**: Filtración del aire exterior mínimo .



10.2 PROPUESTA FORMAL

Alisio

Calidad del exterior, al interior

35% . 50%

Reducción de contaminantes criterio
Material particulado pm10- pm 2.5)
Gases tóxicos (NOx)
Principalmente por fuentes contaminantes
móviles e industriales

5.7 /hora

Renovaciones de aire filtrado
Norma DIN 1946

Para optimizar la calidad del aire interior en las **aulas de clase**



Imagen 33

Recuperado de :Fuente propia



Imagen 34

Recuperado de :Fuente propia

10.3 COMPONENTES Y RELACIÓN

COMPONENTES	#	Material	Procesos
1 Celda exterior	1	Lamina abs Perfil aluminio	Doblado Termoformado
2 Efecto venturi	1	Lamina galvanizada	Doblado
3 Filtros	1	Fibras	
4 Celda interior	1	Lamina abs	Doblado
Celda exterior superior	1	Perfil aluminio	Termoformado
5 Rejillas externas	17	ABS granulado	Inyección
6 Rejillas internas y superiores	24	ABS granulado	Inyección

Tabla 5: Información de componentes celdas alisio
Autoria propia

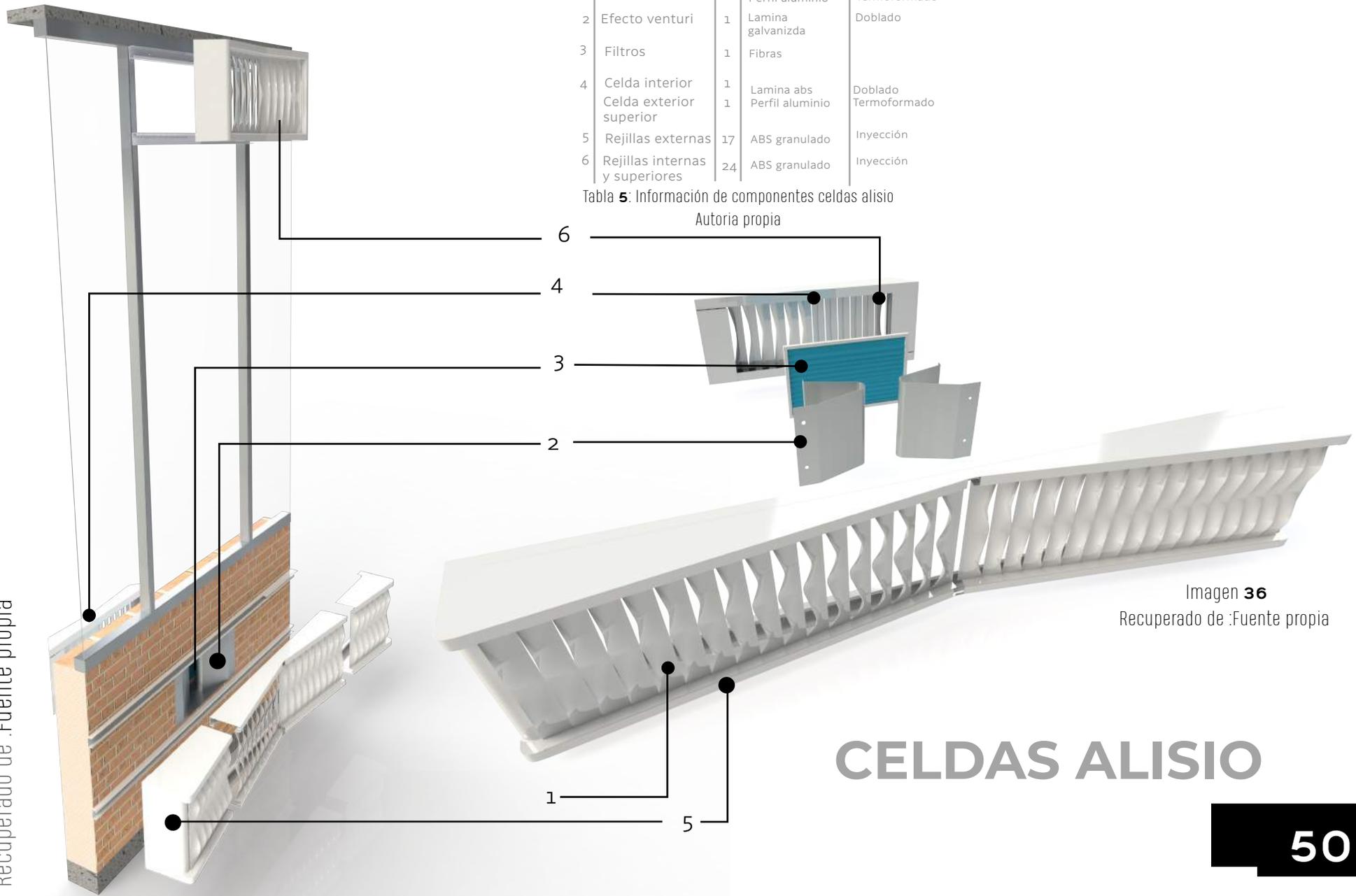


Imagen 35
Recuperado de :Fuente propia

Imagen 36
Recuperado de :Fuente propia

CELDAS ALISIO

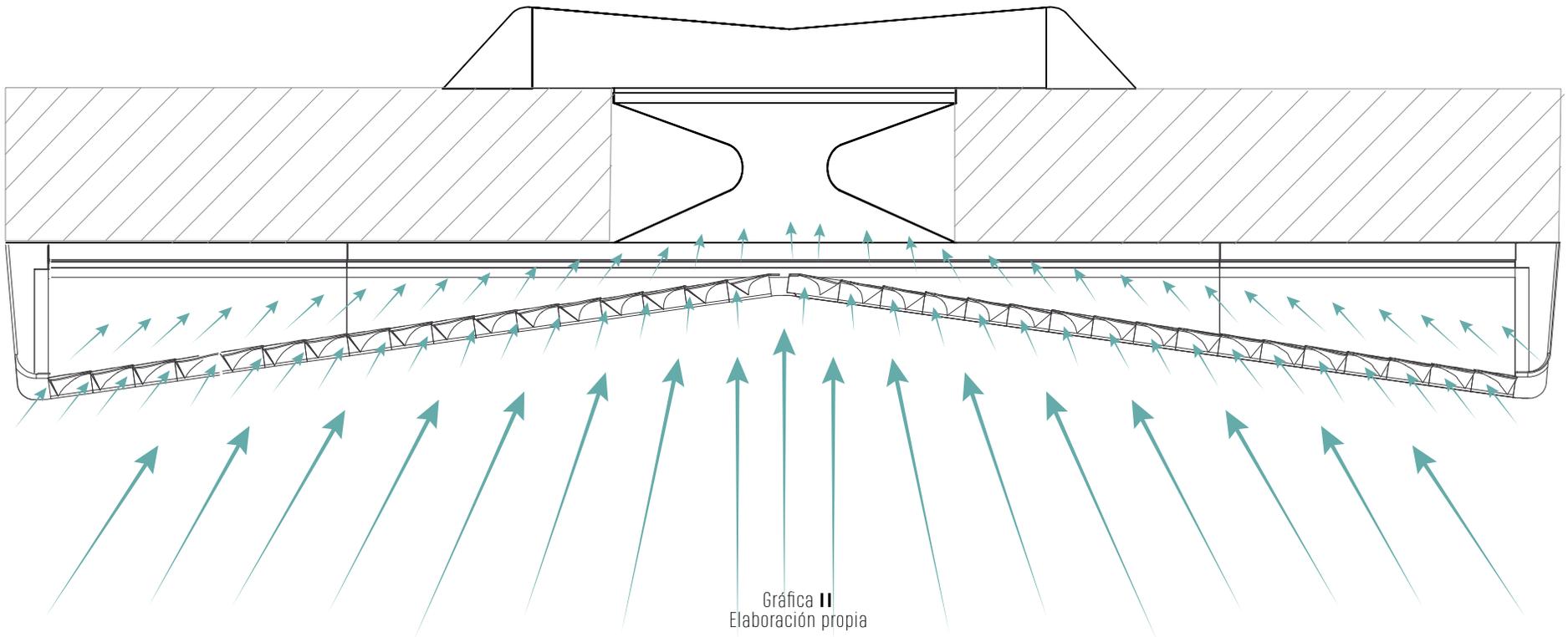


Imagen 37
Recuperado de :Fuente propia

FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

CINCO ETAPAS

I. ENTRADA DIRECCIONAMIENTO

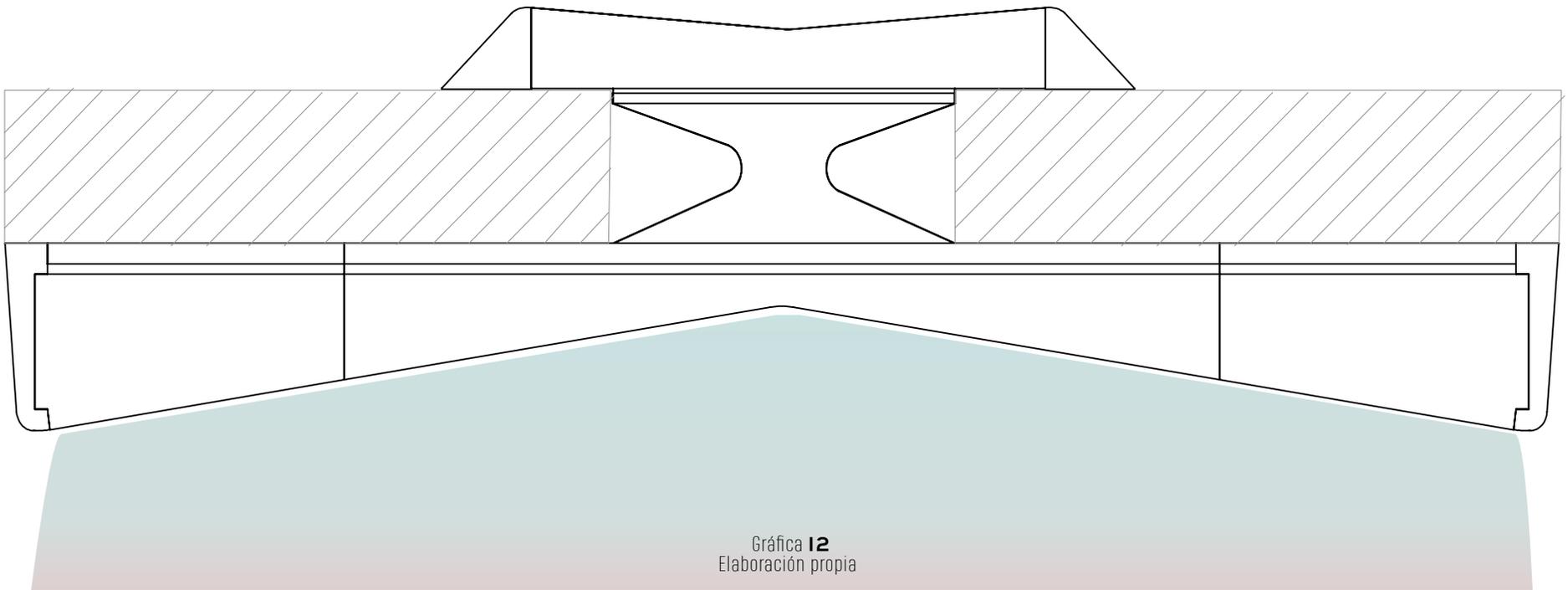


MORFOLOGÍA

direccionamiento del aire contaminado hacía la
apertura central **86275** cm³

2. PRE - FILTRACIÓN

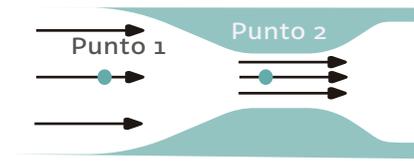
REDUCCIÓN DE GASES CONTAMINANTES



PINTURA FOTOCATALIZADA V

área concava, área efecto dióxido de titanio de la
pintura en las rejillas.

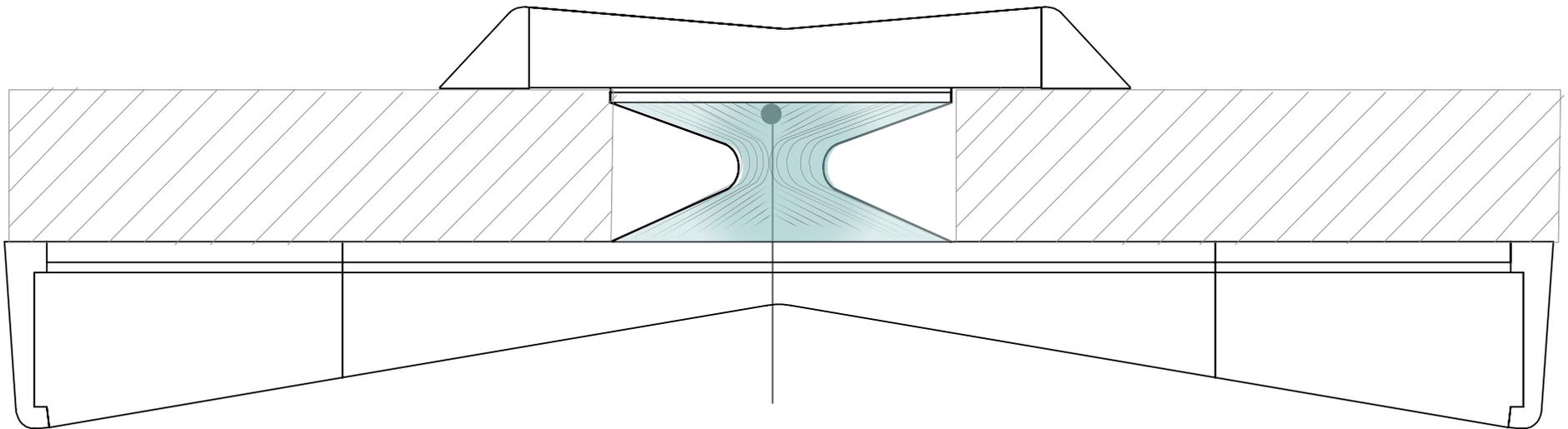
3. ACELERACIÓN EFECTO VENTURI



Principio de Bernoulli

mecánica de fluidos, a mayor velocidad genera menor presión.

$$P_1 + 1/2 \rho v_1^2 = P_2 + 1/2 \rho v_2^2$$



Aceleración alcanzada reduciendo el area **4** veces

1.4m/s - 5.6m/s

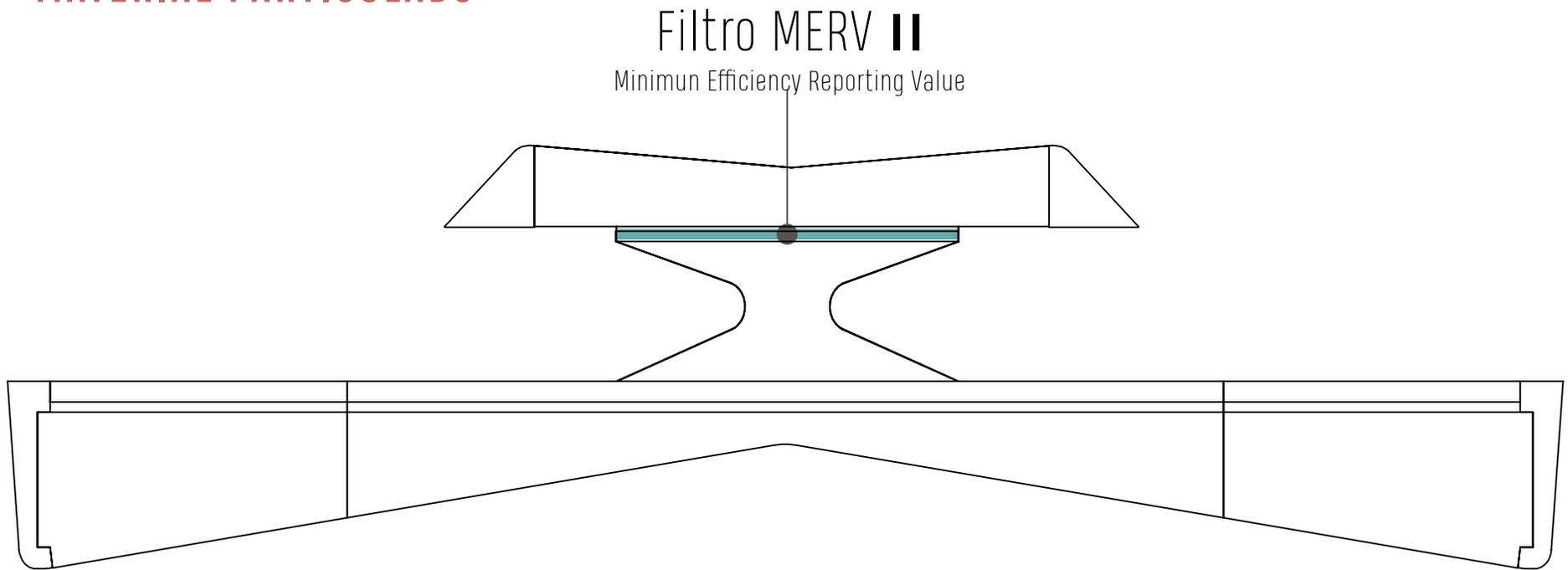
Gráfica I3
Elaboración propia

REDUCCIÓN DEL ÁREA

del paso del aire, genera aumento de velocidad para cumplimiento de las renovaciones.

4. FILTRACIÓN

MATERIAL PARTICULADO

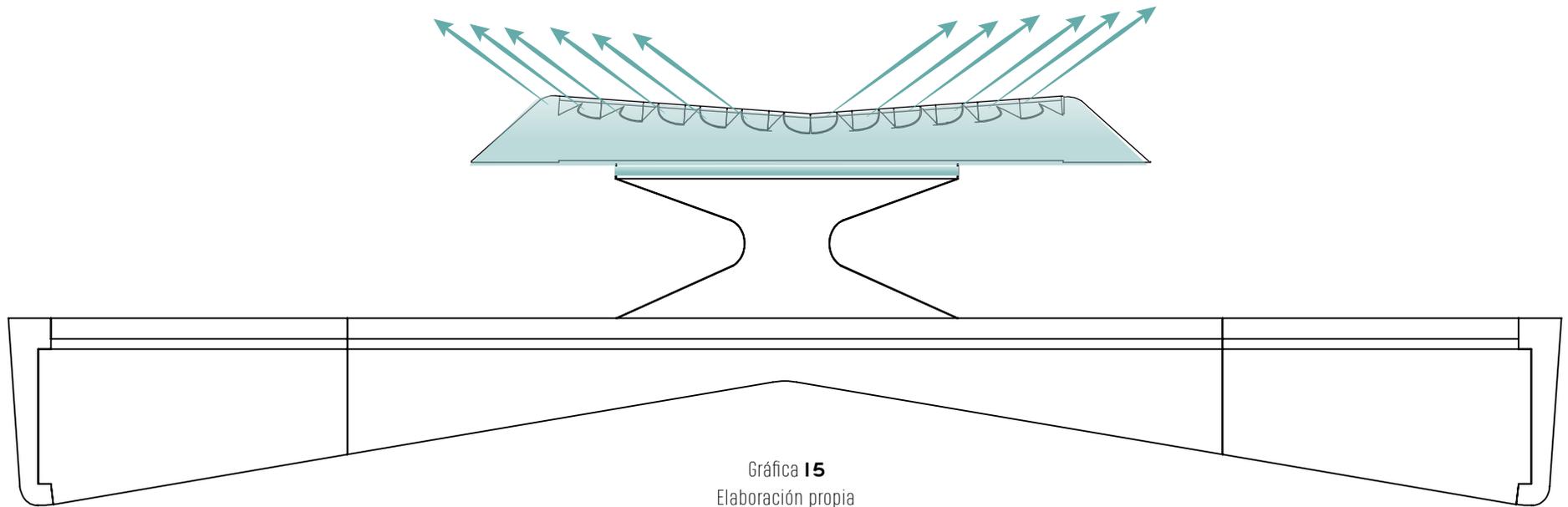


Gráfica 14
Elaboración propia

ESTANDAR ASHRAE 52.2

tasas de fluido velocidad del aire min entre **1.5** m/s a **4** m/s para filtración de un **35%** - **70%** de eficiencia

5. SALIDA DISTRIBUCIÓN DEL AIRE



CONTROL DE APERTURAS

Disminuir el rango de diferencia entre la temperatura mínima y máxima del salón por medio del control de aperturas

1. FACTORES AIRE

Velocidad externa min **0.4** m/s

Velocidad externa max **1.4** m/s

Temperatura interna / externa

2. FACTOR HUMANO

Densidad: **312** kg/m³

Conductividad térmica **0.37** W/m°C

Calor específico: e **3300** J/Kg*K

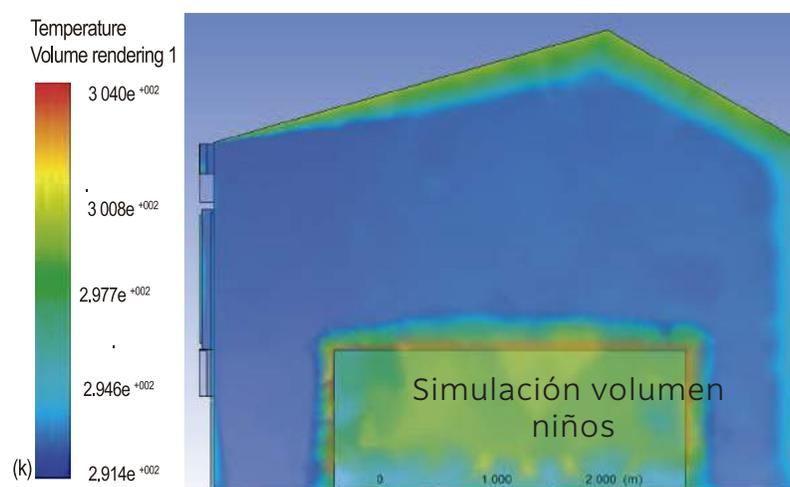
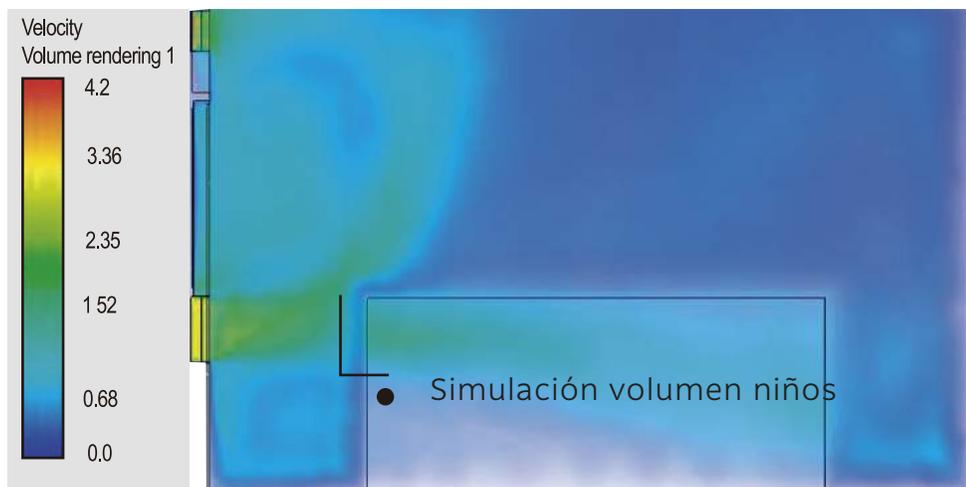
Cuerpo que más emite radiación son los niños puesto que su temperatura es mayor $T_s=37^{\circ}\text{C}$

3. PROPIEDADES MATERIALES

Paredes: ladrillo : (densidad, conductividad térmica y calor específico)

Rejillas y ventanas: aluminio y vidrio

Asbesto



Velocidades iniciales del entorno **0.4** m/s – **1.4** m/s

Imagen 38
Recuperado de :Fuente propia

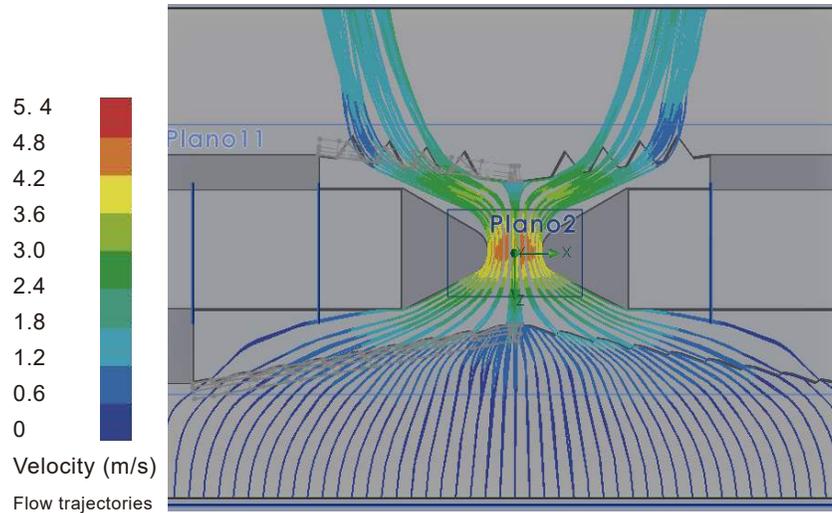
VENTILACIÓN ALISIO:

La temperatura del techo tiene un valor de aproximadamente **27-28** [°C], lo que hace que la densidad baje elevando el aire hacía arriba.....

El análisis permite determinar la necesidad de implementar en el sistema un control de aperturas de entrada y salida del aire, por medio de la variable de temperatura interna para optimizar el sistema bajo el principio bioclimático planteado, para los determinantes de control de caudal de aire.

1. FACTORES AIRE

Velocidad externa min **0.4** m/s
Velocidad externa max **1.4** m/s
Temperatura interna / externa



2. REDUCCIÓN ÁREA

Área **1: 170CM**
ÁRENA **2 : 40CM**
Área **3: 10CM**

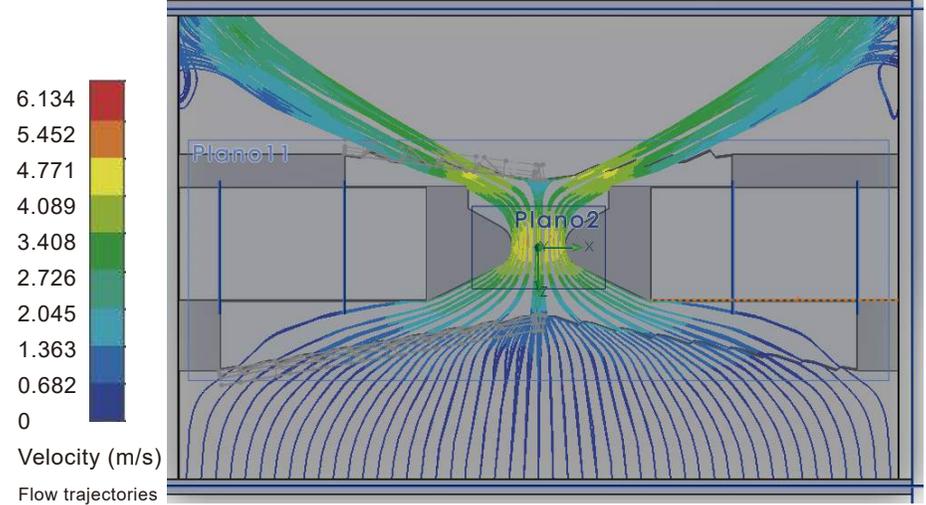
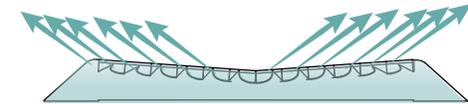


Imagen 39

Recuperado de :Fuente propia

3. ÁNGULO DE APERTURAS



EFFECTO VENTURI ALISIO

Análisis de la relación entre la reducción del área y el aumento de la velocidad en el paso del aire,

Aumento de velocidad en un **400%** aprox máximo nivel.

Velocidad punto de filtración: **3 M/S A 4.6** m/

ÁNGULO DE REJILLAS

Se establece una dirección con los ángulos de apertura de las rejillas ,
Donde según el ángulo direccionado, el fluido en las celdas, luego de 30 cm
después de salir de las rejillas queda finalmente con una velocidad de
0.68m/s a 2 m / s..

El sistema direcciona el aire de salida alateral, con el fin de no afectar a los
estudiantes cerca al sistema con salidas directas de aire

1. FACTORES AIRE

Velocidad externa min **0.4** m/s

Velocidad externa max **1.4** m/s

2. REDUCCIÓN ÁREA

Área **1: 170CM**

ÁREA **2 : 40CM**

Area **3:10CM**

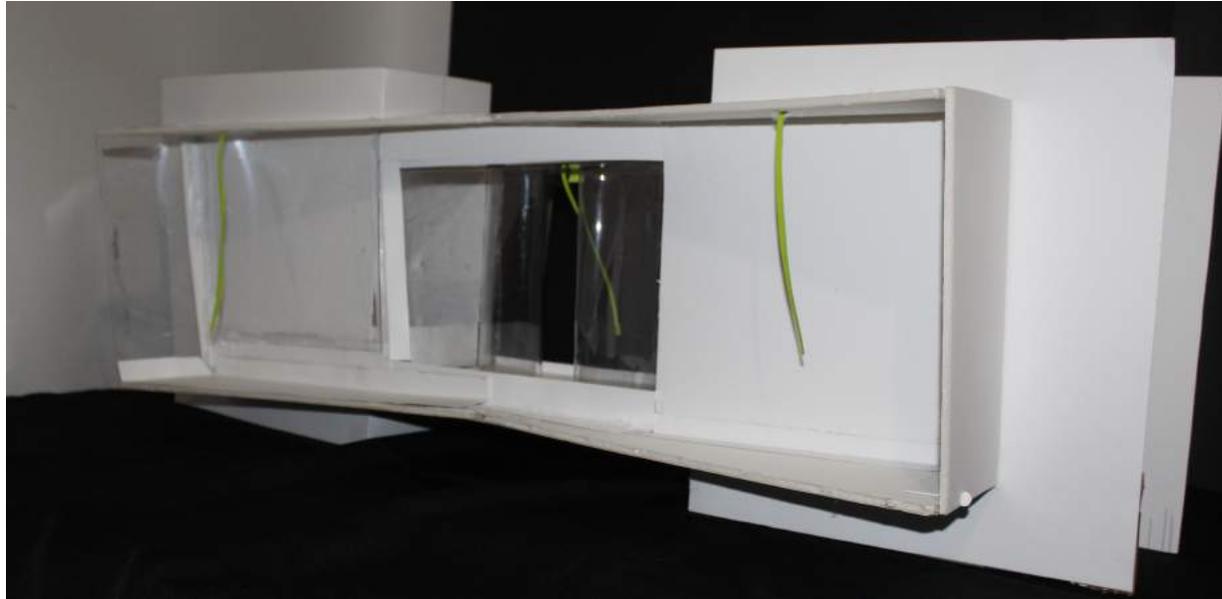


Imagen **40**

Recuperado de :Fuente propia

Video anexo en el documento

EFECTO VENTURI ALISIO

Se realiza una comprobación por medio de un modelo, teniendo en cuenta la escala real, forma y direccionamiento hacía el efecto Venturi, velocidades promedio tomadas en el Colegio y el filtro en la posición correspondiente.

El resultado arrojado, permitió comprobar las características del filtro por pérdida de presión y un **5 – 10%** de pérdida de velocidad del aire al pasar por el mismo y por otro lado la aceleración en el paso del aire al reducir el área.

La comprobación se realiza por medio de un anemómetro digital.

10.4 RELACIÓN HOMBRE - OBJETO - ESPACIO

I . SENSOR DE TEMPERATURA RANGOS DE CONDICIONES INTERIORES DE DISEÑO (Neila Javier, 2004)

Mayor: **25** - o más Aperturas inferiores se cierran un **30%** y las superiores se abren un **100%**

23 - 25 °C Aperturas inferiores se cierran un **50 %** y las superiores se abren un **70%**

20 - 23 °C Aperturas inferiores se cierran un **70%** y las superiores se abren un **50%**

Manor : **17 - 19** °C Aperturas inferiores se cierran un **50 %** y las superiores se abren un **50%**

17 - MENOS °C Aperturas inferiores se cierran un **30%** y las superiores se cierran **100%**

SENSOR UBICADO EN EL TECHO



Volumen salón **130 148 050 CM3**

Max de renovaciones *7 : **911 036 350 CM3**

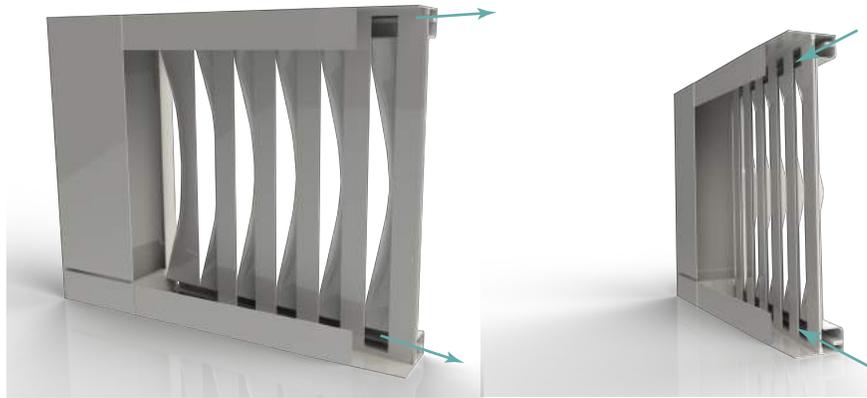
Metro cubico por segundo **253 066 CM3 / S**

Metro cubico por modulo **85 000 CM3 / S**

Imagen 41

Recuperado de :Fuente propia

Control de aperturas inferiores y superiores
 Cierre gradual de aperturas hasta un **70%** , para control de ventilación en Bogotá aperturas inferiores, aperturas superiores **S 100%**



Movimiento de las
rejillas horizontalmente

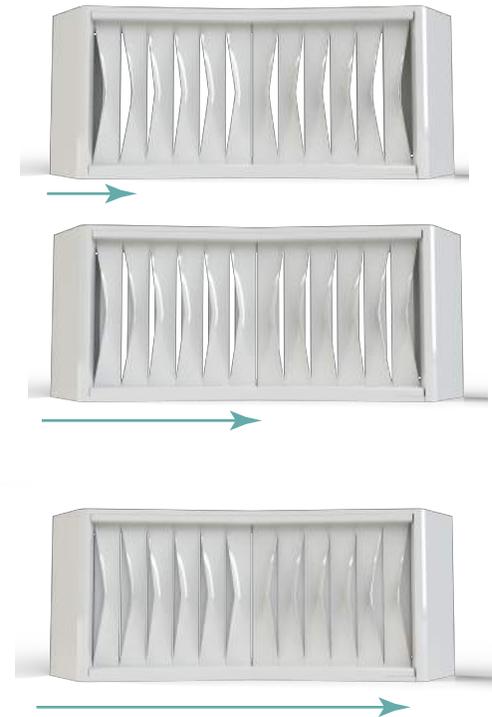
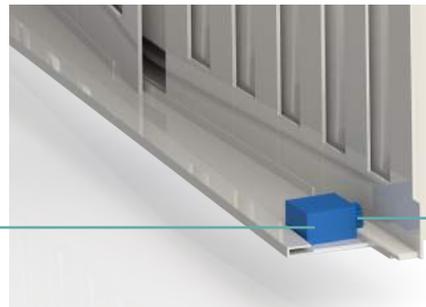


Diagrama de bloque del servomotor



Piñon y cremallera
Mecanismo mecánico accionado por un servomotor

Imagen 42

Recuperado de :Fuente propia

COMPONENTES TECNOLÓGICOS

10.5

El funcionamiento de sistema automatizado permite un control de aperturas por medio del indicador de TEMPERATURA, pero también se puede implementar un selector, de forma de que el docente del salón de clases pueda abrir o cerrar las rejillas inferiores de acuerdo a su percepción.

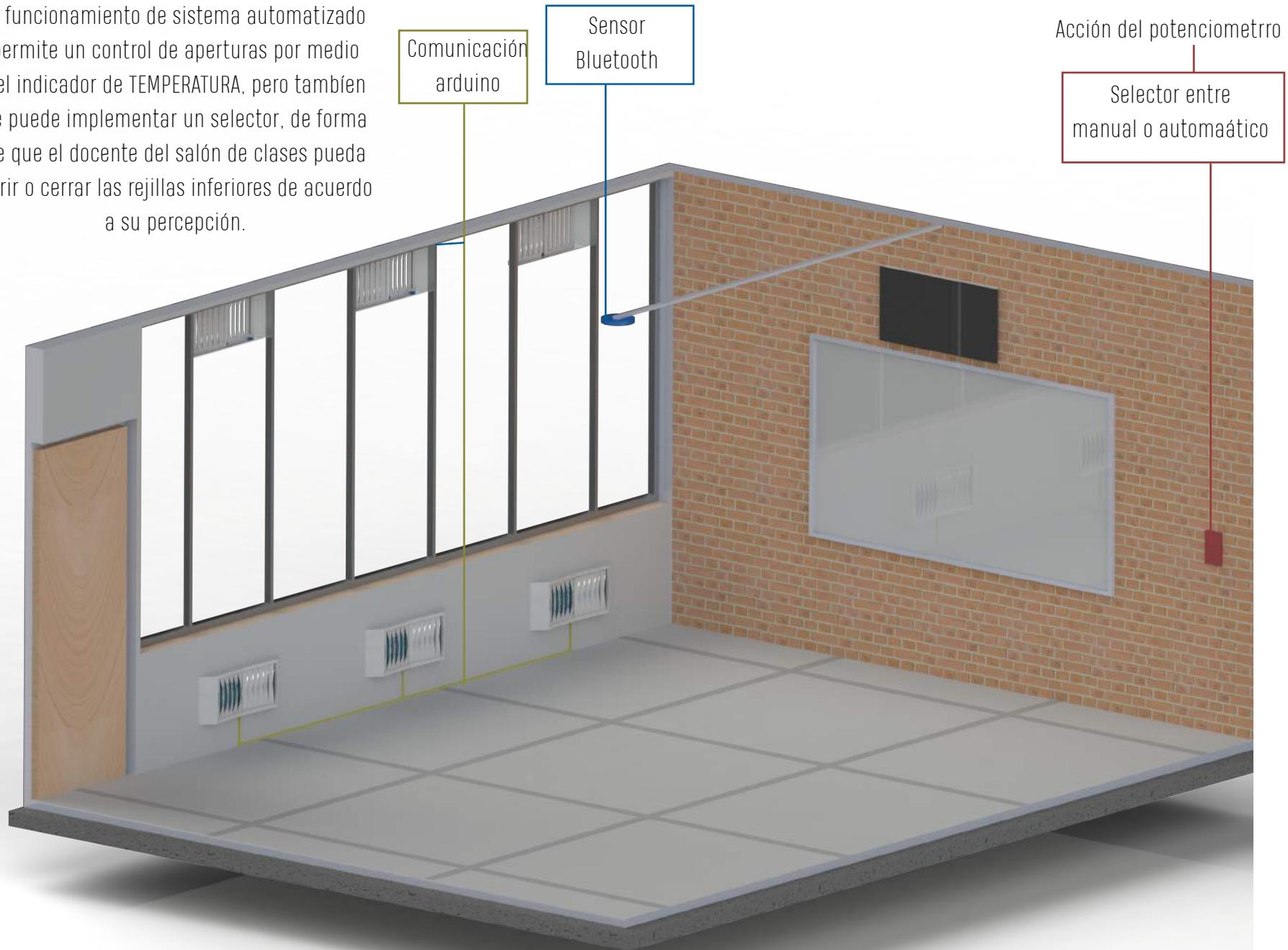


Imagen 43
Recuperado de :Fuente propia

BENEFICIOS FACTOR HUMANO

1 SALUD Y BIENESTAR ESTUDIANTES

Reducción de material particulado, menor riesgo, mayor calidad del aire.

2. RENOVACIÓN DE AIRE

Condensación en la temperatura

3. SISTEMA PASIVO

Reduce los consumos de energía aprovechando el viento y sus características



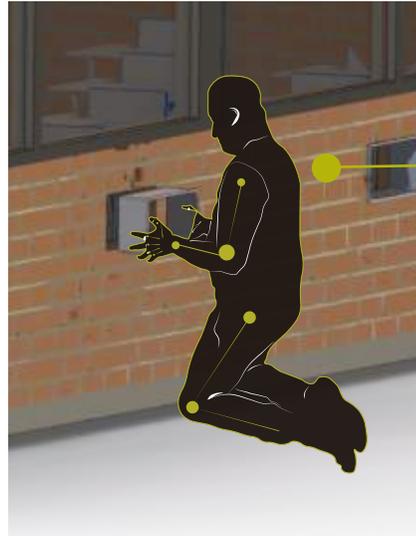
Imagen 44
Recuperado de :Fuente propia

SECUENCIA DE INSTALACIÓN

1. ABRIR HUECO DE 20 *30 CM
HERRAMIENTA: ROTOMARTILLO
MATERIAL: MAMPOSTERIA
ALTURA ANTEPECHO



2. ENSAMBLE SOPORTE DE FILTRACIÓN



Antes de poner el soporte se debe impermeabilizar y después se debe sellar la unión



3. ABRIR HUECO PARA PERFILES
HERRAMIENTA: TALADRO
MATERIAL: BROCA MAMPOSTERIA



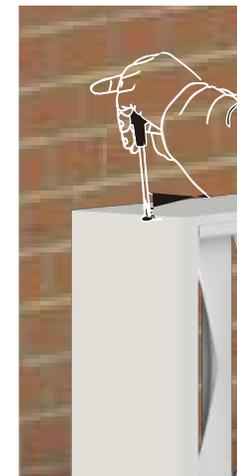
4. ENSAMBLE DE PERFIL (MEDIDAS) EN MAMPOSTERÍA O VENTANERÍA
MATERIAL: CHAZOS EXPANSIVO PARA MAMPOSTERIA 1/4
PLANTILLA: PERFIL PARA RIEL MONORIEL



5. ENCAJES DE CELDAS EN PERFILES



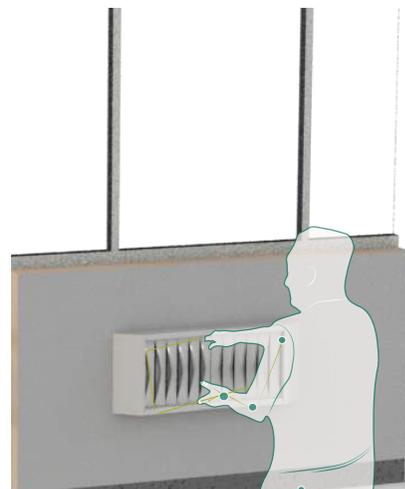
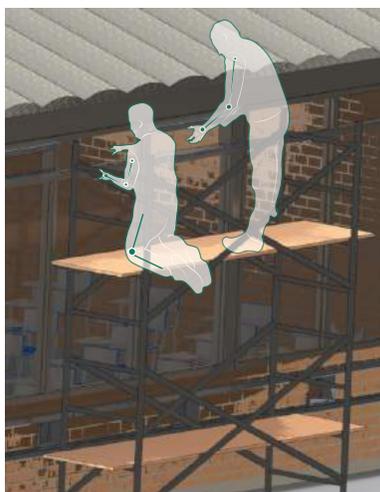
5. ENSAMBLE LATERALES



6. INSTALACIÓN DE PERFILES SUPERIORES



6. ENSAMBLAJE DE CELDAS EXTERNAS SUPERIORES E INTERNAS (PASO3-5)



El diseño de la ventilación corresponde al arquitecto quién da los parametros para las medidas, posición y número de huecos



Imagen 47

Recuperado de :Fuente propia



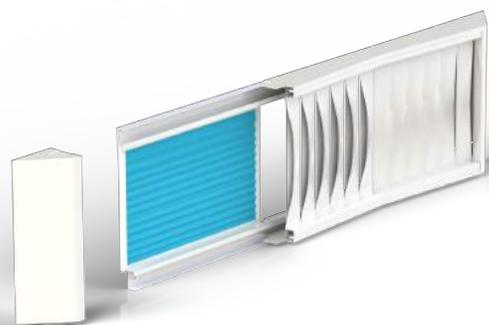
Imagen 48
Recuperado de :Fuente propia

Mantenimiento

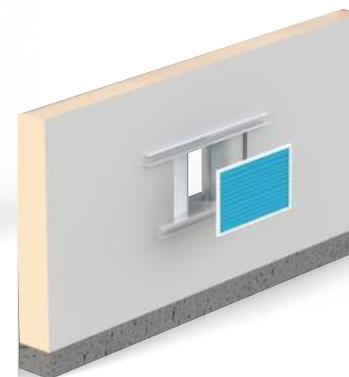
Entre 6 a 8 meses cambio de filtro



Desatornillar módulo lateral



Quitar módulo

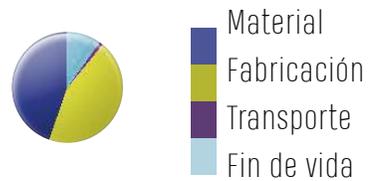


Retirar filtro y cambiar.

Imagen 49
Recuperado de :Fuente propia

AMBIENTAL

Huella de carbono



Energía total consumida



Acidificación atmosférica



Eutrofización del agua



Gracias al modo de fabricación a nivel nacional, ensamblado, material e instalación del producto, se logra generar menor impacto al momento del fin de vida del producto

Las piezas que componen las celdas de ventilación pueden ser reutilizadas, y no cuenta con uniones tóxicas que evite su respectivo reciclaje.

**P R O Y E
C C I Ó N N**

“Revolución de los colegios”

- inversión 20 mil mi

Administración de Enrique Peñalosa para garantizar que niños y jóvenes reciba educación de alta calidad y en condiciones de bienestar y seguridad

30 COLEGIOS NUEVO

32 COLEGIOS RECONSTRUIDOS

Colegios entregados en Fontibón, Kenedy, Bosa, Ciudad Bolívar, Suba



MÁS DE 3 MIL ESTUDIANTES BENEFICIADOS



COLEGIO RECONSTRUIDO

Imagen 50
Recuperado de :Canal Capital

70

11- 33 Salones aprox por COLEGIO

Celdas de Ventilación | 3 sistemas por salón

CORTO PLAZO

“Revolución de los colegios”
62 COLEGIOS

20%

12 COLEGIOS

1188 SISTEMAS
1° PRODUCCIÓN



MEDIANO PLAZO

Colegios con alta y media contaminación en BOGOTÁ
67% del total

DISTRITALES 431 COLEGIOS
PRIVADAS 1306 COLEGIOS

20%

347 COLEGIOS

11451 - 34353 SISTEMAS
2° PRODUCCIÓN

LARGO PLAZO

El producto se puede adaptar para otros ambientes cerrados del mismo tipo de

RITE **IDA2 - ODA2**

Calidad del aire interior

Aire con concentraciones altas de partículas y, o de gases contaminantes

UNIVERSIDADES
RESIDENCIAS - OFICINAS
LOCALES - HOTELES

Tabla 6: Proyección del mercado a corto, mediano y largo tiempo para sistema Alisio
Autoría: propia

SOCIOS CLAVES

Se tiene en cuenta las actividades claves, con el fin de determinar el servicio personalizado que se debe tener en cuenta para la respectiva venta del producto, con el fin de hacer uso del sistema adecuadamente según las características del entorno y los factores humanos.

1. PROVEEDORES

Considerando el modelo de negocio desde el punto de producción tercerizado, mis socios claves en este punto son mis proveedores con capacidad de contar con la materia prima y de procesos de transformación (inyección, termoformado, doblado y mecanizado de ABS Y ALUMINIO) y por otro lado el proveedor del componente tecnológico, donde su participación dentro del proceso de instalación hará parte de la estrategia para optimizar el espacio a intervenir, y finalmente el proveedor de filtros, ya que es una variable posterior a la venta del sistema, el funcionamiento del sistema depende del mismo.

2. ENTIDADES

Alisio quiere contribuir a mejorar la calidad de vida por medio de la intervención de espacios interiores respecto a la efectiva ventilación que se debe tener con la respectiva filtración del aire, por esa razón como socio clave se considera las entidades públicas, como la Secretaria de Ambiente y privadas Concejo Colombiano de Construcción sostenible , quienes tienen capacidad de tener o generar una red de aliados o contactos con interés en el tema, con el fin de permitir a Alisio introducirse en el mercado, bajo unos estándares o normas propuestas por estas entidades.

3. ARQUITECTOS / DISEÑADORES

La posibilidad de buscar alianzas con profesionales de arquitectura y diseñadores de interiores, para hacer de las celdas Alisio parte de la propuestas de sus proyectos, para optimizar el confort ambiental en los diferentes espacios interiores.

ACTIVIDADES CLAVES

Se tiene en cuenta las actividades claves, con el fin de determinar el servicio personalizado que se debe tener en cuenta para la respectiva venta del producto, con el fin de hacer uso del sistema adecuadamente según las características del entorno y los factores humanos.

1. ESTUDIO DE ZONA

Establecer contaminante y determinantes bioclimáticos

2. FACTOR ESPACIO INTERIOR

Establecer rangos de caudales de aire m³ (según espacio y # de personas) para implementar el # de sistemas de ventilación ideal "METODO UTILIZADO POR LA RITE"

3. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA / RELACIÓN CON EL CLIENTE

Control de mantenimiento de filtros, mecanismo y sensor

CANAL DE DISTRIBUCIÓN

Alisio al ser un sistema modular, adaptable a las características de las aulas de clase, maneja un modelo de distribución "Directo", donde se plantea como principal canal las constructoras, con el fin de establecer las celdas Alisio como punto diferenciador en los proyectos.

CONSTRUCTORAS

OIKOS CONSTRUCTORAS

ICR CONSTRUCRORA

Ferias de sostenibilidad

Ferias de bioclimatica

Ferias arquitectua / constructoras

12 CONCLUSIONES

Con el desarrollo, análisis y resultado del proyecto Alisio se puede concluir lo siguiente:

+La implementación de **estratégicas bioclimáticas y modelos confort**, permite la exploración para el desarrollo de productos innovadores de bajo consumo energético, aprovechando las condiciones del entorno para mejorar la **calidad de vida** de las personas en espacios interiores, pero con gran relación a los determinantes externos,

+Como resultado de investigación presentada es posible concluir que, **mediante la morfología y direccionamiento** y de las aperturas para una ventilación efectiva, es posible aprovechar las corrientes de aire presentes en el ambiente para realizar la respectiva filtración, aplicando e integrando en **el producto principios físicos /químicos**, con el fin de brindar **mayor calidad del aire** en espacios como aulas de clases, hoteles, universidades, locales, residencias, oficinas.

BIBLIOGRAFÍA

Olgay, V. (1968). Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana. (2012). Bogotá. Clima y arquitectura en Colombia. [Cali, Colombia]: Universidad del Valle, Facultad de Arquitectura

GONZÁLEZ, F. Javier N. (2004). Arquitectura bioclimática. En un entorno sostenible: buenas prácticas edificatorias. Ed. Munilla-Lería.

Ministerio de ambiente (2011) Atlas climatológico de Colombia, Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial

INFORME ANUAL (2016) Secretaría Distrital de Ambiente, Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá – RMCAB

EL ESPECTADOR, (27 MARZO 2018) GENCIA SINC, “Hasta el 38% del asma infantil se atribuye a la contaminación del aire” ,

Recuperado <https://www.elespectador.com/noticias/salud/hasta-el-38-del-asma-infantil-se-atribuye-la-contaminacion-del-aire-articulo-746747>

Guardino, Xavier. (s.f). Publicaciones página de google Enciclopedia de salud y seguridad de trabajo, calidad de aire interior, Tomo II,

Recuperado el 12 de agosto de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/nciclopediaOIT/tomo2/44.pdf>

Norma Técnica colombiana NTC 4595, Ingeniería Civil arquitectura, planeamiento y diseño de instalaciones y ambientes escolares ,

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL

EL TIEMPO, 18 julio 2018 Medioambiente, “Bogotá y Medellín siguen siendo las ciudades con peor calidad del aire” ,

Recuperado <https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/las-ciudades-mas-contaminadas-de-colombia--244542>

BIBLIOGRAFÍA

EPA. (s.f.). Contaminación cerca de las carreteras en las escuelas. Recuperado **24** febrero, **2019**, de https://espanol.epa.gov/sites/production-es/files/2016-04/documents/contaminacion-cerca_de-las-carreteras-en-las-escuelas.pdfhttps://espanol.epa.gov/sites/production-es/files/2016-04/documents/contaminacion-cerca_de-las-carreteras-en-las-escuelas.pdf

Alcaldía mayor de Bogotá, “PLAN DE DESARROLLO **2016 - 2020** Bases del plan sector educación” Bogotá Mejor para todos
Jhon Jairo Abella, “Calidad del aire y salud urbana”, Alcaldía mayor de Bogotá, Secretaria Distrital de salud **2018**

Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS): Felipe Holguín; Juan Felipe Morales, “Informe final, GUÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS DE SOSTENIBILIDAD EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE COLEGIOS NUEVOS DE JORNADA ÚNICA EN COLOMBIA”, Proyecto de investigación presentado por el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, (CCCS) Septiembre de **2017** (pag **60 - 61**)

Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, Resolución # **2254** del **01** de noviembre del **2015** “ Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones”