

BREATHE EASY
PARADERO ANTI POLUCIÓN

JULIO CESAR DELGADO ROBLES
DISEÑO INDUSTRIAL

FACULTAD DE ARTES
UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

2018

BREATHE EASY
PARADERO ANTI POLUCIÓN

JULIO CESAR DELGADO ROBLES

DISEÑO INDUSTRIAL

juliodelgado@uan.edu

Director: RICARDO FALCHI

ricardofalchi@uan.edu.co

Modalidad: PROYECTO DE DISEÑO

FACULTAD DE ARTES
UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

2018

Contenido

Resumen.....	1
Abstract	3
Método General.....	5
1.1. Justificación	5
1.2. Objetivos.....	9
Objetivo general.....	9
Objetivos Específicos.	9
1.3. Marco Teórico	10
Contaminación atmosférica.	10
Contaminantes criterio y norma de calidad del aire en Colombia.....	12
Norma de la calidad del aire.	15
Fotosíntesis.	16
Procesos de oxidación avanzada.....	17
Fotocatálisis.	18
Destrucción de los NOx:.....	19
Fotocatálisis heterogénea con TiO ₂	20
El diseño industrial en la ciudad.	21
Mobiliario urbano.	21
Normativa para el diseño de mobiliario urbano.....	22

Criterios generales para la ubicación de paraderos.....	27
Criterios para localizar los paraderos.....	29
Tipología de paraderos del SITP.	30
Capítulo 1.....	32
1.4. Caracterización del problema.....	32
Capítulo 2.....	36
1.5. Comportamiento de las partículas contaminantes	36
Capítulo 3.....	42
1.6. Diseño preliminar	42
Requerimientos de uso:.....	43
Requerimientos de función:	44
Requerimientos estructurales:.....	45
Requerimientos técnico productivos:.....	45
Requerimientos formales:	46
1.7. Diseño detallado y concepto.....	47
1.8. Presentación del diseño	54
1.9. Costos de manufactura y producción.....	57
Capítulo 4.....	61
1.10. Protocolo de comprobación para validar el uso del Dióxido de titanio como foto catalizador.	61

Protocolo de validación de prototipos.	61
Capítulo 5.....	65
1.11. Comprobación de los flujos de viento en la propuesta 1	65
Protocolo de comprobación de prototipo.....	67
1.12. Comprobación de los flujos de viento en la propuesta 2	68
Protocolo de comprobación de prototipo.....	68
Capítulo 6.....	72
1.13. Fabricación prototipo físico a escala 1:10	72
Ensamble del prototipo.	75
Conclusiones	76
Recomendaciones.....	77
Referencias.....	78
Anexos	79
Aerodinámica.....	80

Lista De Figuras

Figura 1.Índice de la calidad del aire (ICA).....	15
Figura 2.Comparación entre la fotosíntesis y la foto catálisis.	19
Figura 3.Distancia entre paraderos.....	28
Figura 4.Paradero m-10 del SITP.....	31
Figura 5.Paradero M-160l del SITP.).....	32
Figura 6. Emisión fuentes fijas y fuentes móviles.	33
Figura 7.Sector de Kennedy	35
Figura 8.Sector de Puente Aranda.....	35
Figura 9.Registro fotográfico. Ubicación del exosto en vehículos del SITP.	36
Figura 10.Análisis aerodinámico del vehículo de transporte público.	36
Figura 11.Tipos de mobiliario urbano.....	38
Figura 12.Tipos de mobiliario urbano.....	38
Figura 13.Rangos de exposición a las partículas contaminantes.	39
Figura 14.Disposición de las personas frente al aire contaminado.	40
Figura 15.Circulación del aire en un plano sagital emitido por la fuente móvil.....	40
Figura 16.Circulación del aire en un plano transversal emitido por la fuente móvil.	41
Figura 17.Analisis flujo costado invertido.	41
Figura 18.Corriente posterior de aire contaminado no representa ningún riesgo	42
Figura 19.Mobiliario inteligente como las paradas de bus de Dubái.	43
Figura 20. Trazos iniciales para conceptualizar las especificaciones del producto.	47
Figura 21.Bocetos representación formal de la propuesta.	48

Figura 22.Propuesta tipo cúpula.....	48
Figura 23.Otras propuestas.....	49
Figura 24.Modelado inicial propuesta seleccionada.	49
Figura 25.Detalles específicos propuesta seleccionada.	50
Figura 26. Modificaciones Propuesta seleccionada.	50
Figura 27. Disposición del usuario en la Propuesta seleccionada.....	51
Figura 28. Render propuesta detallada.....	51
Figura 29. Disposición del usuario en la zona de estudio.....	52
Figura 30. Visibilidad optima del vehículo del SITP desde el interior del mobiliario.	53
Figura 31. Llegada del vehículo SITP al paradero.....	54
Figura 32. Componentes específicos para la fabricación del producto.....	55
Figura 33.Instalación en el punto definido.....	56
Figura 34.Análisis estructural del soporte superior del paradero.....	57
Figura 35. Plano general con detalles estructurales del mobiliario a desarrollar.....	57
Figura 36. Plano de despiece con cantidades y especificaciones de materiales.....	58
Figura 37.Cantidad de materia prima.....	58
Figura 38.Costos mano de obra directa	59
Figura 39. Diagrama de procesos.....	59
Figura 40 Precio de venta neto.....	60
Figura 41.Materiales necesarios para el protocolo de comprobación	63
Figura 42.Aplicación del azul de metileno.	63
Figura 43.Aplicación iluminación constante y directa sobre la superficie.	64
Figura 44.Autolimpieza de la superficie tratada	64

Figura 45.Simulación de curvaturas g1 y g2.....	66
Figura 46.Validación final de las dimensiones y curvaturas.....	70
Figura 47. Visualización de la geometría definida.....	71
Figura 48. Modulación para corte de piezas en mdf 5mm.	72
Figura 49. Modulación para corte de piezas en Acrílico 3 mm.	73
Figura 50. Impresión 3d PLA para la superficie frontal.	73
Figura 51. Módulos para representar la silla..	74
Figura 52. Representación del Mupi publicitario.....	74
Figura 53.Ensamble final del prototipo con la iluminación del mupi publicitario.	75

Resumen

Actualmente en Colombia la contaminación atmosférica es una problemática generalizada, a la cual no se le ha prestado la atención pertinente, como muestra de ello observamos que nuestro país solo cuenta con 140 estaciones de monitoreo de la calidad del aire según el Ministerio de Ambiente, las cuales no son suficientes para prevenir y controlar los efectos perjudiciales que se presentan día a día en nuestro país.

En el entorno nacional no se están tomando las medidas necesarias para minimizar el impacto negativo que tiene la contaminación sobre la población, que según la Organización Mundial de la Salud equivale a 8 millones de muertes prematuras en el mundo al año por efectos de la contaminación del aire, debido a que las autoridades no cuentan con el personal necesario ni el presupuesto indicado para poder controlar de manera eficiente esta problemática, este proyecto plantea la posibilidad de generar un espacio libre de contaminantes en las zonas con mayor índice de polución de la ciudad de Bogotá.

Con el propósito de diseñar un ambiente más limpio, ameno y agradable para la población afectada por la contaminación en la ciudad de Bogotá, el proyecto busca en una primera fase identificar aquellos factores que influyen directamente en el elevado número de partículas que se emiten diariamente por las vías de la capital evadiendo los niveles permisibles, los cuales están definidos por el ICA (índice de la calidad del aire).

Al finalizar la primera fase del proyecto se definen las fuentes específicas que proporcionan los niveles elevados de partículas y gases contaminantes, para direccionar las acciones pertinentes y desarrollar las actividades que vinculan el proyecto de diseño.

En este caso se desarrolló un análisis de las fuentes que actúan diariamente de manera negativa sobre la población, generando enfermedades a corto, mediano y largo plazo, que pueden conllevar a una muerte prematura afectando así el desempeño social y económico de la ciudad.

Para minimizar este impacto negativo, el proyecto ha desarrollado una investigación sobre el comportamiento de las partículas contaminantes en las zonas afectadas, definiendo así los lugares en los cuales hay mayor posibilidad de una concentración elevada, dando como resultado los paraderos m-10 del SITP desarrollados por la empresa jcdcaux.

A lo largo del proyecto se ha descubierto que la tecnología foto catalítica además de ser muy económica para desarrollar, puede fácilmente limpiar el aire compuesto de gases y partículas contaminantes por medio de iluminación artificial y natural, degradando así estos elementos y transformándolos en nano partículas neutras que no significan un peligro para la salud.

La idea del estudio propuesto así mismo es la de diseñar un paradero de buses anti polución, que contemple el uso de tecnología foto catalítica para brindar a los usuarios un espacio libre de partículas contaminantes, y que por medio de su estructura morfológica se logre disminuir la exposición directa y prolongada a estos alérgenos para mejorar la calidad de vida de la población en las zonas con mayor riesgo de contaminación.

Abstract

Currently in Colombia air pollution is a widespread problem, which has not been given the relevant attention, as shown by this we note that our country only has 140 monitoring stations of air quality according to the Ministry of Environment, the which are not enough to prevent and control the harmful effects that occur every day in our country. In the national environment, the necessary measures are not being taken to minimize the negative impact that pollution has on the population, which according to the World Health Organization is equivalent to 8 million premature deaths in the world per year due to pollution effects of the air, because the authorities do not have the necessary personnel or the budget indicated to be able to efficiently control this problem, this project raises the possibility of generating a space free of contaminants in the areas with the highest pollution rate in the city of Bogotá With the purpose of designing a cleaner, more pleasant and pleasant environment for the population affected by pollution in the city of Bogotá, the project seeks in a first phase to identify those factors that directly influence the high number of particles that are emitted daily by the roads of the capital evading the permissible levels, which are defined by the ICA (index of air quality). At the end of the first phase of the project, the specific sources that provide the high levels of particulate and polluting gases are defined, to direct the pertinent actions and develop the activities that link the design project. In this case, an analysis was developed of the sources that act negatively on the population on a daily basis, generating diseases in the short, medium and long term, which can lead to premature death, thus affecting the social and economic performance of the city. To minimize this negative impact, the project has developed an investigation on the behavior of the polluting particles in the affected areas, thus defining the places where there is a greater possibility of a high

concentration, resulting in the developed m-10 whereabouts of the SITP by the company jcdcaux.

Throughout the project it has been discovered that photo catalytic technology, despite being very economical to develop, can easily clean the air composed of gases and contaminating particles by means of artificial and natural lighting, thus degrading these elements and transforming them into nano particles. neutral that do not mean a danger to health.

The idea of the proposed study is also to design an anti-pollution bus stop, which includes the use of photo-catalytic technology to provide users with a space free of contaminating particles, and through its morphology to reduce exposure direct and prolonged to these allergens to improve the quality of life of the population in areas with higher risk of contamination.

Método General

1.1. Justificación

El ser humano siempre ha contado con un espacio de interacciones para el desarrollo económico, cultural e industrial de la sociedad, que se muestra siempre como un campo natural para la interacción de los seres que habitan en dicho lugar. Estas interacciones definitivamente dan lugar a una modificación espacial, debido a las acciones y comportamientos que se establecen por diferentes prácticas cotidianas, que se han implementado debido a las necesidades mismas del ser humano para asegurar su supervivencia. De esta forma se puede resaltar que el impacto de nuestro comportamiento en la sociedad va a generar repercusiones en nuestro propio entorno, que pueden llegar a ser positivas o negativas.

La contaminación atmosférica por parte del uso de combustibles fósiles para el transporte urbano es uno de esos impactos negativos que conllevan a un sin número de problemáticas sociales que están afectando en gran medida la salud pública disminuyendo la calidad de vida de la población.

Sin embargo, la ciudad se ha transformado en un elemento de trabajo para los diseñadores industriales, que por medio de objetos, dispositivos y productos embellecen el paisaje urbano, otorgándole un carácter y personalidad propia de sus características culturales. Es así como el diseño urbano busca ante todo hacer la vida urbana más cómoda a los habitantes de los núcleos urbanos y gestionar en espacio público, dónde se lleva a cabo la vida social, aunque se presente como un punto de intersección entre el Planeamiento Urbano, la Arquitectura Urbana y el Urbanismo Paisajístico.

De esta manera el diseño urbano se ocupa de la gestión de los espacios públicos, que son todos aquellos lugares usados de manera libre por los ciudadanos, como son las calles, plazas, parques, e infraestructura de servicios.

Así mismo se debe resaltar la importancia de intervenir el espacio público debido a que es aquí en donde encontramos una interface entre las personas y la ciudad, por medio del mobiliario urbano, ya que a través de éste se dan una serie de relaciones que vinculan el devenir cotidiano de los habitantes con la ciudad, dichas relaciones se dan de manera espontánea y continua y representan un factor definitivo para el desarrollo del proyecto, ya que la mayor concentración de contaminantes se presenta en los espacios públicos, por lo que la configuración de la propuesta conceptual está determinada por un producto de mobiliario urbano, que aplicara un principio científico enfocado en la degradación de contaminantes, para ofrecer al usuario final un espacio libre de contaminación que le ayudara a mejorar su calidad de vida y el bienestar humano.

Para definir el componente de mobiliario urbano que contemple las características idóneas que complementan la solución planteada, es necesario analizar los factores humanos de mayor interés que establecen un vínculo más estrecho en su cotidianidad.

Debemos entender cuál es la función de cada uno de los elementos que se encuentran en el espacio urbano, comenzando por los elementos comerciales, que son los destinados al comercio ambulante, (periódicos, libros, flores, comida, helados, ropa, artesanía, etc.), por ser espacios sumamente reducidos para el almacenamiento de productos, resultan incómodos tanto para el expendedor como para el cliente.

Los elementos de limpieza contribuyen a mantener limpias las ciudades, por medio de depósitos para arrojar desperdicios de productos de consumo, para esto se requiere que no ocupen mucho volumen pero que tengan capacidad suficiente y un adecuado diseño.

Los elementos de descanso (bancos, banquetas y sillas) son el prototipo de mobiliario urbano, y constituyen importantes áreas de reposo y relajación de los ciudadanos, que han llegado muchas veces a convertirse en importantes lugares de encuentro y de interacción social. Los elementos de iluminación resultan indispensables para la vida nocturna de la ciudad, están muy relacionados con la seguridad, ya que las sombras de la noche hacen inseguros muchos lugares para el viandante.

Los elementos de comunicación están destinados a proporcionar información a los ciudadanos sobre servicios, lugares, eventos, comercio y cualquier tipo de actividad o situación de interés para la dinámica urbana, económica, social y cultural de la ciudad. Los elementos de servicio como las paradas de autobuses están destinados a proveer una adecuada definición de las áreas de espera de autobuses de la ciudad, así como de proporcionar protección de los agentes ambientales y en muchos casos descanso a los usuarios durante el tiempo de espera.

Teniendo en cuenta cada uno de los factores que se establecen en los componentes del mobiliario urbano, los elementos de servicio como las paradas de autobuses proveen una interacción más directa, constante, y duradera, con lo cual el enfoque de la propuesta estará direccionado al desarrollo de un componente de servicio, paradero de bus, aplicando de igual forma el principio científico y tecnológico planteado, con la finalidad de contribuir a una solución mucho más idónea y satisfactoria.

Todo esto teniendo en cuenta 3 factores importantes como lo son, el factor contextual en el cual definimos la dimensión visual, la estética, es decir la imagen de la ciudad, el factor funcional, que tiene que ver con las actividades que se desarrollan en el mobiliario para brindar confort y comodidad y el último factor la dimensión espacial es decir la ubicación estratégica para maximizar las cualidades específicas del mobiliario como tal.

1.2. Objetivos

Objetivo general.

Diseñar un paradero de bus anti polución, basado en tecnología foto catalítica, que brinde la posibilidad de degradar las partículas contaminantes de las zonas con mayor afectación en la ciudad de Bogotá, para proteger la salud y el bienestar humano.

Objetivos Específicos.

Identificar las principales fuentes de emisión de los contaminantes y los sectores con mayor índice de polución en la ciudad de Bogotá.

Establecer de qué manera se comporta el aire compuesto de gases y partículas contaminantes en la zona afectada.

Fundamentar la propuesta de diseño, contemplando aspectos técnicos, estéticos, morfológicos y productivos.

Validar el uso de dióxido de titanio como foto catalizador.

Comprobar el desempeño del diseño del paradero frente a los flujos de viento.

Fabricar un prototipo físico integrado a escala 1:10

1.3. Marco Teórico

Contaminación atmosférica.

De acuerdo con el análisis realizado en el año 2005 por el documento Conpes 3344 de 2005, la contaminación del aire en el país estaba causada principalmente por el uso de combustibles fósiles. El 41% del total de las emisiones se generaba en ocho ciudades. Las mayores emisiones de material particulado menor a 10 micras (PM10), óxidos de nitrógeno (NOx) y monóxido de carbono (CO) estaban ocasionadas por las fuentes móviles, mientras que las de partículas suspendidas totales (PST) y óxidos de azufre (SOx) eran generadas por las fuentes fijas. El documento Conpes 3344 mencionó que, en el país, el contaminante monitoreado de mayor interés, dados sus demostrados efectos nocivos sobre la salud humana era el material particulado (PST y PM10) y que con frecuencia las concentraciones de este contaminante superaban los estándares ambientales de la regulación vigente.

Sin embargo, el material particulado menor a 2,5 micras (PM2.5), contaminante que afecta de manera importante la salud de las personas, no era medido ni exigido por la legislación colombiana. El Conpes evidenció que el arreglo institucional vigente resultaba adecuado para el desarrollo de una gestión descentralizada de prevención y control de la contaminación del aire, a la luz de las regulaciones y lineamientos de política definidos por el Gobierno Nacional. Sin embargo, dado que existen enormes diferencias entre las autoridades ambientales en cuanto a su capacidad institucional, el fortalecimiento de las más débiles sería condición necesaria para implementar con éxito políticas de calidad del aire. Se identificó que las autoridades ambientales habían desarrollado instrumentos normativos y de política general. A pesar de ello, estos se habían construido de manera aislada sin obedecer a lineamientos de política explícitos y concertados entre las entidades del orden ambiental y sectorial. A su vez, los sectores habían

diseñado políticas y regulaciones y acometido acciones que no incluían consideraciones ambientales.

Se mencionó que el Consejo Nacional Ambiental, compuesto por diversos y numerosos actores, no había sido un mecanismo efectivo para asegurar la coordinación intersectorial, a la hora de implementar políticas, en parte, porque la discusión y recomendación de las políticas sectoriales de iniciativa de otros Ministerios con impacto en la gestión de calidad de aire, no son de la competencia de este Consejo.

El Conpes 3344 de 2005 evidenció que con frecuencia las acciones emprendidas en materia de control de la contaminación del aire no eran objeto de evaluación, debido a las debilidades técnicas e institucionales de algunas instituciones nacionales y regionales del Sistema Nacional Ambiental, en particular en lo relativo a su capacidad para recolectar, administrar y analizar la información ambiental, económica y de salud requerida para este tipo de evaluaciones. Se mostró que la regulación ambiental para el control de la contaminación no estaba completa y la existente estaba desactualizada porque no tenía en cuenta las nuevas realidades ambientales, demográficas, económicas y tecnológicas del país y de sus regiones.

El documento Conpes identificó que era necesario trabajar en la optimización del diseño de las redes de calidad del aire, teniendo en cuenta la localización y el número requerido de estaciones, la selección de los parámetros a monitorear y el tipo de equipos, entre otros. De igual manera, era necesario trabajar en la estandarización de los procesos de captura, validación y análisis de la información para garantizar su confiabilidad, comparación y agregación a nivel nacional.

Por otro lado, se identificó que el control ambiental ejercido por las autoridades ambientales no era homogéneo y se realizaba con debilidad, entre otras cosas por baja capacidad

técnica y de sus recursos humanos. (Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire. Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2010. p.5,p.7.,p.11)

Contaminantes criterio y norma de calidad del aire en Colombia.

La norma de calidad del aire o nivel de inmisión en Colombia fue establecida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT (actualmente Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS) mediante la Resolución 610 de 2010, la cual modifica la Resolución 601 de 2006 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

Dentro de ésta se consideraron los llamados contaminantes criterio, que se definen como aquellos para los cuales existen criterios basados en la afectación a la salud de la población, como fundamento para establecer niveles máximos permisibles en el aire ambiente (USEPA, 2015); a continuación, se presenta una breve descripción de cada uno de los contaminantes.

Material particulado. Es usualmente llamado PM (particulate matter) seguido por un número que indica el tamaño de las partículas en micrómetros. El material particulado fino, PM2.5, corresponde a todas las partículas que tienen un tamaño menor a 2,5 micrómetros y el PM10 representa las partículas de tamaño menor a 10 micrómetros; esto significa que el PM2.5 está contenido dentro del PM10. A las partículas con tamaño entre 2,5 y 10 micrómetros se les conoce como material particulado grueso (WHO, 2006). Las Partículas Suspendidas Totales (PST) contienen al PM10 y a la fracción inhalable de diámetro mayor, que no sedimentan en periodos cortos, sino que permanecen suspendidas en el aire debido a su tamaño y densidad. Numerosos estudios alrededor del mundo muestran un vínculo entre los niveles de material particulado en el aire ambiente y la morbilidad y mortalidad de la población. Tanto los tiempos

cortos de exposición a PM como los largos están relacionados con índices de mortalidad (NILU, 2015). Las fuentes más importantes de PM₁₀ involucran procesos mecánicos como el desgaste del asfalto y de los neumáticos y frenos de los carros, los fenómenos de re suspensión, actividades de construcción, incendios forestales y las actividades industriales. En cuanto a las fuentes de PM_{2,5} se encuentran los incendios forestales, las emisiones de escape de los vehículos y la industria (WHO - Regional Office for Europe, 2006). En la mayoría de los ambientes urbanos se encuentra presente tanto el material particulado fino como grueso; sin embargo, la proporción relativa de estas dos categorías puede variar, dependiendo de la geografía local, de la meteorología y de las características de las fuentes de emisión (*Europe, 2006*).

Dióxido de azufre (SO₂). Este gas incoloro se forma a partir de la combustión de sustancias que contienen azufre, principalmente petróleo y carbón, así como de numerosos procesos industriales. Las plantas de energía, las refinerías de petróleo y otros grandes complejos industriales son fuentes principales de las emisiones actuales de SO₂ (NILU, 2015). En ciertas regiones, la quema de carbón y el uso de gasolina y diésel con alto contenido de azufre son las mayores fuentes de emisión teniendo en cuenta que en la combustión, el azufre presente en el combustible se convierte casi en su totalidad a SO₂ (WHO - Regional Office for Europe, 2006).

Dióxido de nitrógeno (NO₂). En un proceso paralelo al del SO₂, el nitrógeno en los combustibles se convierte por combustión a altas temperaturas a óxidos de nitrógeno, NO_x, que corresponden a la suma de NO₂ y NO. El monóxido de nitrógeno (NO) se encuentra en mayor proporción entre los NO_x formados por esta ruta; en sí mismo no afecta a la salud en las concentraciones ambiente usuales, pero es oxidado rápidamente por el ozono troposférico disponible para formar una contribución adicional de NO₂, que sí es dañino. Los efectos de la exposición prolongada a NO₂ han sido investigados mediante estudios en la población; muchos

muestran conexión con asma, bronquitis, afectación de la función pulmonar y mortalidad. Las contribuciones más importantes a las emisiones de NOx son las correspondientes a las del tubo de escape de los vehículos y a la generación eléctrica; algunos sitios también pueden ser focos de emisión debido a la actividad industrial. En las ciudades grandes los vehículos diésel emiten la mayor parte de NO₂ (NILU, 2015). Cuando se encuentra en presencia de hidrocarburos y de radiación ultravioleta, el dióxido de nitrógeno es la fuente principal de ozono troposférico y de aerosoles de nitrato; estos últimos forman una contribución importante a la concentración ambiente de PM_{2,5} (WHO, 2006) (USEPA, 2015).

Ozono (O₃). Es un gas que no se emite directamente por fuentes primarias, se encuentra en la estratósfera (donde protege a la Tierra contra la dañina radiación ultravioleta) y cerca del nivel del suelo en la tropósfera. Se produce a partir de las reacciones fotoquímicas en presencia de radiación solar y precursores tales como los óxidos de nitrógeno (NOx) y los compuestos orgánicos volátiles (COV) (USEPA, 2015), y se consume al reaccionar con NO₂ o ser depositado en el suelo (WHO, 2006). En el presente informe se hace referencia al ozono troposférico el cual conduce a efectos adversos para la salud El ozono troposférico puede convertirse en un problema ambiental teniendo en cuenta que afecta la vegetación, la infraestructura y la salud de la población (NILU, 2015). Las medidas encaminadas a controlar sus niveles se enfocan en las emisiones de sus precursores (WHO, 2006)

Monóxido de carbono (CO). Se forma a partir de la combustión incompleta de combustibles que contienen carbono tales como gasolina, diésel y madera. Este es un caso común donde una proporción del carbón se oxida solamente a monóxido de carbono, mientras que la combustión completa conduce a la formación de dióxido de carbono (WHO - Regional Office for Europe,

2006). En Colombia los niveles de CO son usualmente bajos y no representan riesgo a la salud de la población.

Norma de la calidad del aire.

La figura 1 presenta los puntos de corte del Índice de Calidad del Aire (ICA) de acuerdo con el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010). Con excepción de las Partículas Suspensas Totales, las concentraciones de cada uno de los contaminantes criterio establecidos por la Resolución 610 de 2010 fueron evaluadas en función de estos puntos de corte con el objetivo de determinar la afectación potencial de estas a la salud de la población. Para cada SVCA se presenta la contribución porcentual de las categorías contempladas en este índice por estación y año, con respecto al número total de datos. (Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Informe de la calidad del aire en Colombia 2011- 2015. Bogotá D.C. p.41,p.42).

ICA	COLOR	CLASIFICACIÓN	O ₃ 8h ppm	O ₃ 1h ppm (1)	PM ₁₀ 24h µg/m ³	PM _{2.5} 24h µg/m ³	CO 8h ppm	SO ₂ 24h ppm	NO ₂ 1h ppm
0 - 50	Verde	Buena	0,000 - 0,059	-	0 - 54	0,0 - 15,4	0,0 - 4,4	0,000 - 0,034	(2)
51 - 100	Amarillo	Moderada	0,060 - 0,075	-	55 - 154	15,5 - 40,4	4,5 - 9,4	0,035 - 0,144	(2)
101 - 150	Naranja	Dañina a la salud para grupos sensibles	0,076 - 0,095	0,125 - 0,164	155 - 254	40,5 - 65,4	9,5 - 12,4	0,145 - 0,224	(2)
151 - 200	Rojo	Dañina a la salud	0,096 - 0,115	0,165 - 0,204	255 - 354	65,5 - 150,4	12,5 - 15,4	0,225 - 0,304	(2)
201 - 300	Púrpura	Muy dañina a la salud	0,116 - 0,374 (0,155 - 0,404) (4)	0,205 - 0,404	355 - 424	150,5 - 250,4	15,5 - 30,4	0,305 - 0,604	0,65 - 1,24
301 - 400	Marrón	Peligrosa	(3)	0,405 - 0,504	425 - 504	250,5 - 350,4	30,5 - 40,4	0,605 - 0,804	1,25 - 1,64
401 - 500	Marrón	Peligrosa	(3)	0,505 - 0,604	505 - 604	350,5 - 500,4	40,5 - 50,4	0,805 - 1,004	1,65 - 2,04

Figura 1. Índice de la calidad del aire (ICA). Puntos de corte del Índice de Calidad del Aire (ICA) de acuerdo con el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

Fotosíntesis.

Los árboles utilizan la radiación solar incidente para sintetizar compuestos orgánicos a partir del CO₂ atmosférico, agua y nutrientes del suelo o retranslocados (USEPA, 2015) desde otros órganos de la planta, mediante el proceso de la fotosíntesis. Estos compuestos una vez sintetizados se utilizan para mantener los propios tejidos de la planta, para mantener las reservas de carbohidratos o para formar nuevos tejidos y crecer.

La pérdida de agua por transpiración a través de las estomas es la consecuencia inevitable de la apertura estomática para permitir la entrada de CO₂, de ahí que exista una estrecha correlación entre fotosíntesis y transpiración, ambas dependientes de la conductancia estomática. La planta debe regular la apertura de las estomas de tal modo que maximice la entrada de CO₂ a la vez que minimice la pérdida de agua.

La cantidad de carbono fijado en la fotosíntesis es controlada principalmente por la radiación incidente y la temperatura y es limitada por la disponibilidad de agua y de nutrientes. La temperatura controla directamente las tasas de producción bruta y respiración ya que la actividad de las enzimas implicadas en estos procesos depende de la temperatura. Además, determina la tasa de fotosíntesis neta (el balance entre el carbono atmosférico fijado por las plantas, la fotosíntesis bruta, y el carbono retornado por las hojas durante el proceso de la respiración oscura). De toda la radiación incidente sobre una hoja, sólo los fotones cuya longitud de onda está comprendida entre los 400 nm resultan útiles para la fotosíntesis. El flujo de fotones fotosintéticos (PPF) es absorbido por las hojas, constituye la fuente de energía utilizada en la fotosíntesis y determina la tasa de asimilación del CO₂. (C. Gracia , ecología forestal ,2012, p.11).

Procesos de oxidación avanzada.

Los Procesos de Oxidación Avanzada (POAs) son procesos fisicoquímicos capaces de producir cambios fundamentales en la estructura química de los contaminantes. Estos procesos involucran la generación y uso de especies muy energéticas, principalmente el radical hidroxilo ($\text{HO}\cdot$). Éste puede ser generado por medios fotoquímicos (incluida la luz solar) o por otras formas de energía, y es muy efectivo para la oxidación de contaminantes.

Entre los diferentes POAs encontramos la fotocatalisis heterogénea que hace referencia a una reacción catalítica que involucra la absorción directa o indirecta de energía radiante UV por parte de un foto catalizador o sustrato. La fotocatalisis es uno de los sistemas con mayor interés, ya que no necesita de la adición de reactivos químicos y puede emplear la radiación ultravioleta del sol.

A continuación, se listan las ventajas que tienen estas nuevas tecnologías o procesos de oxidación avanzada sobre los métodos convencionales:

Transforman químicamente el contaminante.

Se consigue normalmente la mineralización completa del contaminante, o lo que es lo mismo, su destrucción. En cambio, las tecnologías convencionales, al no emplear especies tan fuertemente oxidantes, no alcanzan a oxidar completamente el contaminante.

No suelen generar barros que posteriormente requieren de un tratamiento y/o disposición.

Muy útiles para tratar contaminantes refractarios que no responden a otros métodos de tratamiento.

Tratan contaminantes a muy baja concentración (por ejemplo, ppb).

Disminuyen la concentración de compuestos formados por otros tratamientos alternativos, como puede ser la desinfección.

A menudo consumen menos energía que otros métodos (que, por ejemplo, la incineración).

Permiten transformar contaminantes refractarios para que no lo sean y que posteriormente puedan ser tratados por métodos más económicos como el tratamiento biológico.

Además de todas estas ventajas, hay que destacar que la eficiencia de estas técnicas viene dada porque los procesos involucrados poseen una velocidad de oxidación muy incrementada por la participación de radicales, principalmente el radical hidroxilo, HO.

Sin embargo, las técnicas de fotocatalisis solar son muy económicas en cuanto a recursos energéticos se refiere, ya que utilizan la energía solar para iniciar el proceso de degradación de los contaminantes. Por lo que son procesos muy interesantes para su comercialización en climas tan soleados como el que se da en nuestro país, que cuenta con altos índices de radiación solar durante todo el año.

Fotocatálisis.

La fotocatalisis parte del principio natural de descontaminación de la propia naturaleza. Al igual que la fotosíntesis, gracias a la luz solar, es capaz de eliminar CO₂ para generar materia orgánica, la fotocatalisis elimina otros contaminantes habituales en la atmósfera, como son los NO_x, SO_x, COs, O₃, y especialmente material particulado de 10 m y 2.5 m, mediante un proceso de oxidación activado por la energía solar.

La fotocatalisis es una reacción fotoquímica que convierte la energía solar en energía química en la superficie de un catalizador o sustrato, consistente en un material semiconductor que acelera la velocidad de reacción. Durante el proceso tienen lugar reacciones tanto de oxidación como de reducción. De esta forma se promueve la eliminación de la mayor parte de los contaminantes en las ciudades.

Por medio de la fotocatalisis se puede eliminar la mayor parte de los contaminantes presentes en las zonas urbanas: NO_x, SO_x, compuestos orgánicos volátiles (VOCs), CO, metil mercaptano, formaldehído, compuestos orgánicos clorados, compuestos poli aromáticos. Los materiales de construcción tratados con un foto catalizador eliminan sobre todo las partículas NO_x que están producidas por los vehículos, la industria y la producción de energía.

El foto catalizador más comúnmente utilizado es el dióxido de Titanio (TiO₂) y productos derivados de él.

Destrucción de los NO_x:

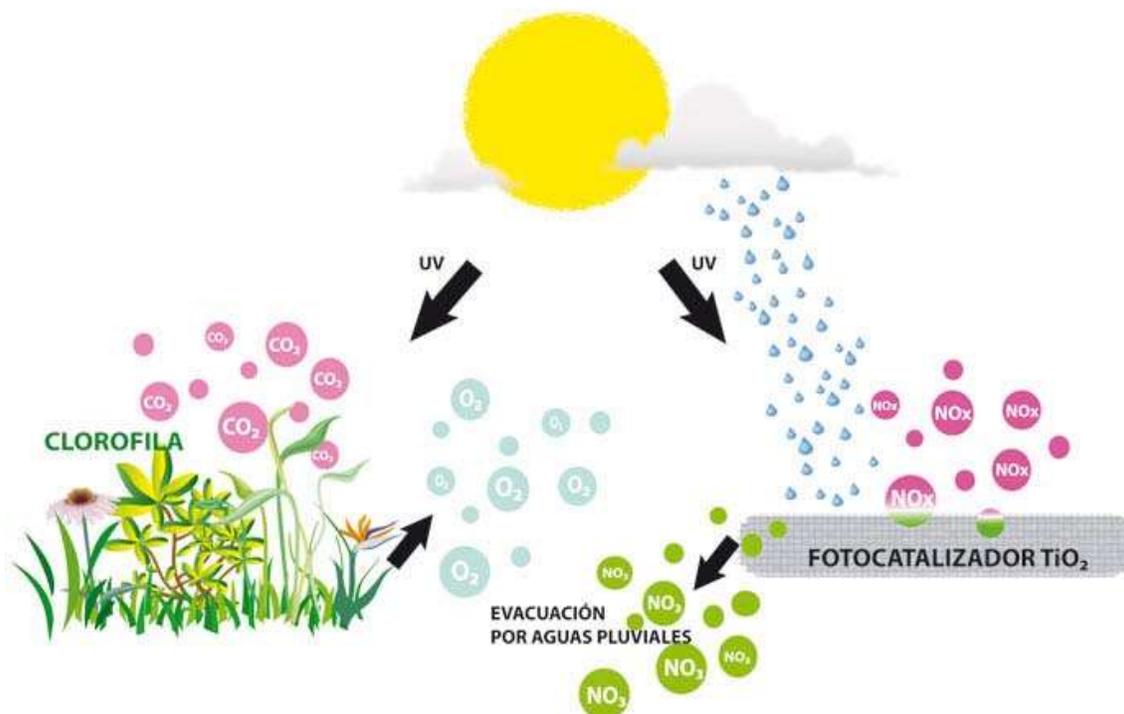


Figura 2. Comparación entre la fotosíntesis y la foto catálisis. La imagen muestra el proceso de oxidación de la fotocatalisis, comparado con el de la fotosíntesis.

Fuente: <http://www.newwayssustainability.org/en/2015/11/17/applications-and-advantages-of-photocatalysis>.

- El contaminante se absorbe en la superficie del material.
- El contaminante absorbido es oxidado en dos etapas a un compuesto inerte, los nitratos (NO₃).
- El compuesto inerte es eliminado de la superficie del material por efecto de la lluvia.

Fotocatálisis heterogénea con TiO₂.

El Dióxido de titanio es un mineral natural también conocido como Titania o TiO₂. Este elemento es de gran importancia y muy utilizado en muchos sectores por sus propiedades de dispersión, su estabilidad biológica y química, su no toxicidad, su coste reducido y por ser apto para trabajar en un amplio rango de PH. De hecho, es el pigmento inorgánico más importante en términos de producción mundial. Además, también es utilizado como bloqueador solar, en cosmética, como relleno en comprimidos vitamínicos, etc.

El TiO₂ Se presenta en tres formas cristalinas: anatasa (estructura octaédrica), rutilo (estructura tetragonal) y brookita (estructura ortorrómbica), siendo las dos primeras las más comunes y la anatasa la más abierta y más efectiva en el proceso de fotocatalisis para el tratamiento de aire contaminado.

Por otro lado, el rutilo es la estructura más común y densa, la cual refleja muy bien la luz y se utiliza como pigmento; y la brookita es extremadamente rara e inestable, por lo que no se utiliza comercialmente. (Lucía Espiga Lisbona García, 2016,p.26,p27,p28)

De esta manera la selección del TiO₂ en presentación cristalina anatasa , se basa principalmente en sus cualidades para potenciar el proceso foto catalítico en función del tratamiento de aire contaminado , con lo cual el desarrollo del proyecto pretende validar el uso de este elemento en el contexto urbano , mediante un recubrimiento compuesto de una fina capa de dióxido de titanio , aplicado a un elemento de descanso ,que al estar en contacto con la luz

solar y con el oxígeno presente en el aire convertirá cualquier partícula contaminante en compuestos que no presenten ningún tipo de peligro para la población vulnerable .

El diseño industrial en la ciudad.

En estos momentos la idea de ciudad, como espacio legítimo de la civilización, ha tomado un nuevo aliento, en un tiempo donde los países utilizan, como variables de crecimiento, el desarrollo de sus ciudades. Podemos ver una competencia global del avance de esta tendencia cuando las inversiones públicas y privadas apuntan al engorde de esta dirección. Una competencia de los territorios en busca de proporcionar a residentes y visitantes un nuevo sentido de pertenencia, como ocurre en las grandes ciudades como Berlín, Barcelona, Londres, New York, Dubái, etc.

El concepto de la sustentabilidad, que ha producido cambios importantes en términos de movilidad, confort, comunicación y accesibilidad para los espacios públicos y privados de las zonas urbanas, continúa inundando los discursos en torno al diseño y la ciudad.

En Latinoamérica también hay ejemplos de esta tendencia, como el caso de Curitiba en el estado de Paraná al sur de Brasil, considerada en los años 90 como una de las 5 ciudades mejores para vivir por sus propuestas de transporte de superficie, reciclaje de basura, bibliotecas públicas, etc. Más reciente el caso de Medellín en Colombia y en muchas otras ciudades con políticas públicas menos integradas pero ciertamente muy efectivas.(Prados Cuervo & Paramo, 2008)

Mobiliario urbano.

El mobiliario urbano, también llamado equipamiento urbano o elementos urbanos, “es el conjunto de objetos y piezas de equipamiento instalados y dispuestos en la vía pública para varios propósitos”. En este conjunto se incluyen bancos, refugios, papeleras, bebederos, postes de luz, barreras de tráfico, buzones, paradas de autobús, cabinas telefónicas, entre otros. Las

variables más importantes consideradas en el diseño del mobiliario urbano son: la seguridad de la calle, la accesibilidad y el vandalismo. Los elementos urbanos identifican la ciudad y a través de ellos podemos conocer y reconocer las ciudades. (Luengo & Arreaza Rubín, 2005)

Se entiende como mobiliario urbano a todo tipo de muebles que integran a una ciudad; son de uso público y de materiales durables que resisten los cambios de temperatura y el desgaste del exterior.

Algunos muebles pueden integrarse a determinado equipamiento o a la estructura vial existente. El mobiliario urbano es el elemento que se integra al paisaje urbano exterior, también se considera como mobiliario urbano a las señalizaciones de las vialidades y a los semáforos. “En la medida en que algunos muebles urbanos ‘crecen’ de dimensión por las necesidades que se presentan, se convierten en equipamiento urbano, por ejemplo, paradero de autobús a estación de autobús, de caseta de policía a comandancia de policía, o bien, de puesto de periódicos a tienda de revistas y periódicos”. (Luis Alfonso Peniche Camacho)

En el desarrollo de productos de mobiliario para la ciudad se utilizan las mismas herramientas metodológicas que para el diseño industrial, esto es: análisis de las variables, conceptualizaciones volumétricas, funcionales y estéticas, selección de materiales y procesos, elaboración de modelos de estudio, desarrollo y presentación, construcción de prototipos, etc.

Normativa para el diseño de mobiliario urbano.

El decreto 1538 de 2005 reglamentado por la ley 361 de 1997, hace referencia a las disposiciones generales entorno a la intervención del espacio público mediante el diseño, construcción, ampliación, modificación y en general, cualquier intervención y/u ocupación de vías públicas, mobiliario urbano y demás espacios de uso público. Teniendo en cuenta el capítulo

segundo de este decreto, para el diseño de elementos del espacio público se deben cumplir los siguientes parámetros:

1. Los andenes deben ser continuos y a nivel, sin generar obstáculos con los predios colindantes y deben ser tratados con materiales duros y antideslizantes en seco y en mojado.
2. Para permitir la continuidad entre los andenes y/o senderos peatonales se dispondrán los elementos necesarios que superen los cambios de nivel en los cruces de calzadas, ciclo rutas y otros. En estos casos se utilizarán vados, rampas, senderos escalonados, puentes y túneles.
3. En los cruces peatonales los vados deben conectar directamente con la cebra o zona demarcada para el tránsito de peatones.
4. Sobre la superficie correspondiente a la franja de circulación peatonal se debe diseñar y construir una guía de diferente textura al material de la superficie de la vía de circulación peatonal que oriente el desplazamiento de las personas invidentes o de baja visión.
5. Para garantizar la continuidad de la circulación peatonal sobre la cebra, en los separadores viales se salvarán los desniveles existentes con vados o nivelando el separador con la calzada.
6. Cuando se integre el andén con la calzada, se debe prever el diseño y la construcción de una franja de textura diferente y la instalación de elementos de protección para los peatones, para delimitar la circulación peatonal de la vehicular.
7. Las rampas de acceso a los sótanos de las edificaciones deberán iniciarse a partir del paramento de construcción y en ningún caso sobre la franja de circulación peatonal del andén.
8. Se deberán eliminar todos los elementos y estructuras que obstaculicen la continuidad de la franja de circulación peatonal.
9. Los espacios públicos peatonales no se podrán cerrar ni obstaculizar con ningún tipo de elemento que impida el libre tránsito peatonal.

B. Mobiliario urbano

1. El mobiliario se debe localizar única y exclusivamente en la franja de amueblamiento, garantizando que la franja de circulación peatonal permanezca libre y continua.

2. Los elementos del mobiliario urbano instalados a lo largo de las vías peatonales, deben ser fácilmente detectables por todas las personas, en especial por las personas invidentes o de baja visión, para ello se instalará una franja sobre la superficie del piso, de diferente textura al material de la superficie del andén.

C. Cruces a desnivel: Puentes y túneles peatonales

1. Los recorridos del tráfico de la franja de circulación peatonal deben conducir hacia las escaleras y rampas de estos elementos.

2. Los puentes peatonales deberán contar con un sistema de acceso de rampas. Si en el espacio en el que está prevista la construcción de un puente peatonal no se puede desarrollar las soluciones de acceso peatonal mediante rampas, se deberá instalar un sistema alternativo eficiente que cumpla la misma función y que garantice el acceso autónomo de las personas con movilidad reducida.

3. Los puentes peatonales deberán contar con un bordillo contenedor a lo largo de toda su extensión para prevenir que las ruedas de los coches, sillas de ruedas, entre otras, se salgan de los límites de este. Además, deben contar con elementos de protección como barandas y pasamanos que garanticen la circulación segura de los usuarios.

4. El pavimento y las superficies de los cruces a desnivel deben ser antideslizantes en seco y en mojado.

5. Al inicio de los cruces a desnivel se debe diseñar y construir un cambio de textura en el piso que permita la detección de los mismos por parte de los invidentes o de las personas de baja visión.

D. Parques, plazas y plazoletas

1. Los espejos de agua, estanques, depresiones y otros componentes del ambiente y del paisaje que impliquen un cambio entre el sendero peatonal y el entorno, deberán contar con elementos de protección que garanticen la seguridad de las personas.

2. Los elementos de protección y de delimitación en parques, zonas verdes, jardines y espacios de circulación en general, no deben tener aristas vivas, ni elementos sobresalientes o proyectados peligrosamente sobre la franja de circulación peatonal.

Parágrafo 1°. En ningún caso las normas municipales o distritales podrán permitir la ocupación, uso temporal o reducción de la franja de circulación peatonal para localizar elementos de mobiliario urbano, tales como quioscos, casetas, carpas o construcciones móviles, temporales o con anclajes, los cuales solo podrán ubicarse dentro de la franja de amueblamiento.

Parágrafo 2°. Además de lo dispuesto en el presente artículo, serán de obligatoria aplicación, en lo pertinente, las siguientes Normas Técnicas Colombianas para el diseño y construcción de los elementos del espacio público:

a) NTC 4279: "Accesibilidad de las personas al medio físico. Espacios urbanos y rurales. Vías de circulación peatonales planas";

b) NTC 4774: "Accesibilidad de las personas al medio físico. Espacios urbanos y rurales. Cruces peatonales a nivel y elevados o puentes peatonales".

Sistema de paraderos

El Diseño Operacional del Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) busca la racionalización del sistema de transporte. La búsqueda de esa racionalización incluyó el análisis de la accesibilidad de los pasajeros de los servicios de rutas alimentadoras, complementarias, urbanas y rutas.

El análisis estableció la necesidad de generar un sistema de paraderos ordenado que permita la vinculación de las paradas con el espacio público y el ambiente urbano que se encuentra en su entorno.

Es así, como se definieron puntos de parada fijos donde los vehículos del Sistema (SITP) deben parar para recoger y dejar pasajeros; éstos podrán tener diferente tratamiento físico dependiendo del corredor y de su demanda. El paradero además de ser un elemento de amueblamiento e infraestructura urbana, cumple una función de seguridad vial al establecer un ordenamiento en la operación de los vehículos de transporte público de pasajeros y constituye un elemento indispensable para el control de operación del nuevo Sistema de Transporte.

En ese sentido, a través del Manual de Operación del SITP se establecieron algunas condiciones generales que marcan las pautas de operación y control en relación con el subsistema de paraderos del SITP. Los puntos de parada o paraderos son los puntos localizados sobre los corredores de tráfico mixto utilizados para la operación no troncal de los vehículos del SITP. Estos puntos son los únicos autorizados para recoger y dejar pasajeros; éstos podrán tener diferentes tratamientos físicos dependiendo del corredor y de su demanda. Cada servicio tiene completamente detallado su itinerario.

Este corresponde al recorrido, incluyendo las estaciones o puntos de parada para cada franja horaria predefinida. Las rutas urbanas, complementarias, especiales contarán con puntos de

parada ubicados en los andenes y definidos en las vías mediante áreas de paradero debidamente señalizadas.

Los buses que prestan las rutas se detienen en estos puntos de parada para alimentar o desalimentar, si la demanda así lo solicita. Por fuera de estos puntos no se puede recoger ni dejar pasajeros. Los Sistemas de Control de la operación incluirán dispositivos que permiten monitorear la omisión no autorizada de un punto de parada en el que debía detenerse determinado servicio o bus, la realización de paradas no autorizadas y paradas no contempladas dentro del itinerario programado para un servicio específico.

Los operadores están en la obligación de utilizar la infraestructura que TRANSMILENIO S.A. estipule en el momento que así le sea indicado. En el momento en que se implementen paraderos, o cualquier tipo de infraestructura equivalente, el operador debe utilizarlos, bajo las condiciones definidas por el Ente Gestor. TRANSMILENIO S.A. establece, en concordancia con el esquema de desincentivos, estándares que estimulan el cumplimiento de las condiciones del servicio. Entre estos estándares se encuentran variables como el cumplimiento de las paradas establecidas para cada ruta. (Manual de operaciones del SITP.2016.P91-92)

Criterios generales para la ubicación de paraderos.

En el contexto del SITP, la accesibilidad de los usuarios al sistema de transporte se realiza a través de puntos de parada fijos, localizados a lo largo de los corredores. Los puntos de parada fijos cumplirán una función triple, es decir, servirán como puntos de acceso físico al sistema de transporte, brindarán información importante para los usuarios, tanto relacionada con el sistema, como de índoles diferentes; y además se convertirán en un equipamiento que contribuirá al ordenamiento del componente espacial en el ámbito urbanístico de la ciudad.

Este tipo de facilidades variará en función de las características físicas y operacionales de los corredores de transporte, entendiendo que éstas, a su vez están ligadas a las condiciones de la demanda. Así, se tiene estimado que los puntos de parada ubicados sobre corredores de malla vial arterial e intermedia con alta y media demanda, serán multimodulares y contarán con mobiliario urbano M-10 según lo definido en la Cartilla de Espacio Público.

El número de módulos o sitios específicos de parada, que tendrá cada punto fijo estará determinado por el número de buses horas que pasa por el corredor. La distancia mínima entre módulos que garantiza un adecuado funcionamiento del Sistema es de 27.2 m (Ver Figura 4).



Figura 3. Distancia entre paraderos. Fuente. (Manual de operaciones del SITP.P.84.)

De igual forma, para corredores de malla vial intermedia y local con baja demanda se contará con infraestructura especializada que permita su identificación, tal como demarcación y señalización vertical. En este caso cada punto de parada contará con único módulo o sitio específico de parada. La interdistancia promedio, establecida para ambos casos, es de 400 metros. No obstante, esta distancia puede variar teniendo en cuenta las condiciones de accesibilidad y entorno urbano (uso del suelo) propias de cada corredor.

Esto significa que, en un mismo corredor, las distancias entre paraderos pueden ser variables dependiendo de la cantidad de pasajeros que requieran usar el transporte público y de las condiciones particulares con las que cuente el corredor específico.

Criterios para localizar los paraderos.

La localización de paraderos debe realizarse siguiendo parámetros técnicos bien definidos, dentro de los que se puede enunciarse los siguientes:

- Estar ubicados preferiblemente en lugares donde existan condiciones de cruce seguro para los usuarios.
- El sitio seleccionado debe permitir una adecuada visibilidad de los módulos, independiente que cuenten con paneles publicitarios o no.
- El espacio debe estar libre de obstáculos como cajas o pozos de inspección, bolardos, etc. Si existen, estos obstáculos, deberán ser retirados al momento de instalar el módulo.
- En relación con cruces viales semaforizados, los módulos deben ubicarse preferiblemente a una distancia de 30 metros del cruce.
- En cruces no semaforizados, los módulos deben ubicarse preferiblemente a una distancia de 20 metros.
- En el caso de tener que ubicar un módulo en un sitio que colinda con una salida de parqueadero o garaje, el lugar debe preferiblemente escogerse después de la salida, logrando así, no obstruir la visual respecto a otro u otros vehículos que puedan estar circulando en la vía.
- Los andenes deben tener anchos preferiblemente de cuatro (4) metros, logrando mantener por lo menos 1 metro atrás, para el paso peatonal.
- Se debe evitar seleccionar sitios ubicados frente a entidades bancarias, o instituciones financieras, por cuestiones de seguridad.
- Se debe evitar escoger sitios ubicados al lado de tapas de empresas de servicios públicos, porque la parada continua de los buses sobre dichas tapas causa daños prematuros y problemas en la operación, considerando los tiempos que puede demorar la reposición de la misma.

- Los sitios seleccionados deben preferiblemente contar con un poste cercano de alumbrado público o caja de Codensa, por efectos de tener el suministro de energía eléctrica para los paneles publicitarios.

- Debe tenerse en cuenta la pendiente de las vías, que, entre más alta, disminuye la interdistancia entre paraderos.

- Debe verificarse la accesibilidad al sitio, la seguridad y estado general del sitio.

- Los sitios seleccionados deben estar ubicados fuera de curvas horizontales y verticales de la vía, de tal forma que la parada de los buses no se convierta en un obstáculo que impida la adecuada visibilidad de los usuarios de la vía y por tanto en un problema de seguridad vial.

(Manual de operaciones del SITP.p88-93)

Tipología de paraderos del SITP.

Los paraderos del SITP variarán en función de las características físicas y operacionales de los corredores de transporte, entendiendo que éstas, a su vez están ligadas a las condiciones de la demanda. Así, se tiene estimado que los puntos de parada ubicados sobre corredores de malla vial arterial e intermedia con alta y media demanda, serán multimodulares y contarán con mobiliario urbano M-10 según lo definido en la Cartilla de Espacio Público y el Contrato de Consultoría adelantado para Diseñar el sistema de información y señalética del SITP.

El número de módulos o sitios específicos de parada, que tendrá cada punto fijo estará determinado por el número de buses hora que pasa por cada corredor. En la siguiente Figura 4 se muestra un fotomontaje de un módulo M-10 propuesto para SITP.



Figura 4. Paradero m-10 del SITP. Fuente. (Manual de operaciones del SITP.P.94.)

De igual forma, para corredores de malla vial intermedia y local con baja demanda se contará con infraestructura especializada que permita su identificación, tal como demarcación y señalización vertical. En este caso cada punto de parada contará con único módulo o sitio específico de parada.

En la Figura 5 se muestra un fotomontaje de lo que se espera sea la infraestructura para esta tipología de paraderos.

La ubicación de los paraderos de un sistema de transporte debe contemplar múltiples criterios que están asociados no solamente a los diseños operacionales del sistema como tal, sino también a todas las características físicas, urbanísticas, de infraestructura, sociales y culturales de la ciudad en donde serán implantados los paraderos.



Figura 5. Paradero M-160 del SITP. Fuente. (Manual de operaciones del SITP.P.94.)

Capítulo 1

1.4. Caracterización del problema

Actualmente Bogotá cuenta con más de 8 millones de habitantes, 2 millones más que en 2005 teniendo así un crecimiento de población del 25 % en 12 años, con lo cual el número de habitantes se ha incrementado considerablemente y con esto las actividades cotidianas como el trabajo y el transporte hacia diferentes puntos de la capital, generando así tráfico lento que aumenta las concentraciones de partículas contaminantes y tiempos de desplazamiento prolongados, teniendo en cuenta que se ha presentado un aumento del parque automotor para el SITP, el sobrecupo de vehículos particulares y de transporte público tiene gran responsabilidad en el aporte a la contaminación atmosférica en la ciudad de Bogotá.

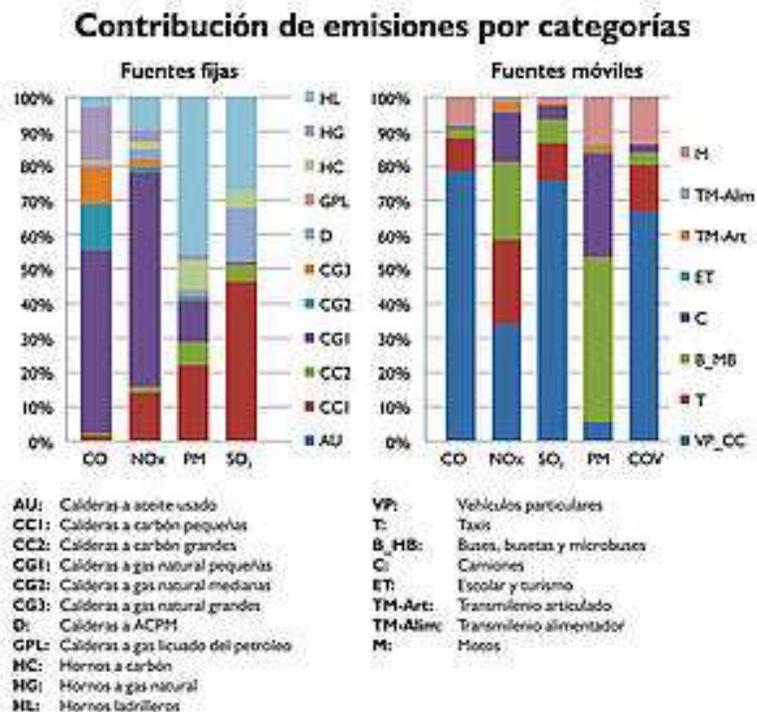


Figura 6. Emisión fuentes fijas y fuentes móviles.

Según estudios del Ministerio de Ambiente en los cuales se dividió la capital en 4 módulos (energía, establecimientos que usan combustibles), establecimientos con procesos sin combustión, agricultura y residuos, rellenos sanitarios, el de energía es el que más aporta toneladas de CO_2 , con el 72.46% del total de las emisiones en el cual el transporte público y particular emite el 60.15% (más de 4 millones de toneladas), le siguen el comercio (15,9%), las industrias manufactureras y de construcción (14,2%), las zonas residenciales (6,7%) y el transporte aéreo (2,8%).

Para la prevención de las emisiones contaminantes generadas por fuentes fijas y móviles este ministerio ha adoptado estándares de emisión admisibles de contaminantes al aire y establecido procedimientos y especificaciones técnicas requeridas para su monitoreo, pero en gran medida no han contribuido a una solución eficiente ya que no se aplican los procedimientos establecidos directamente sobre los principales culpables como el transporte público y particular, esto como

resultado de políticas que interfieren en la coordinación y cooperación para la gestión en temas como vigilancia epidemiológica, renovación del parque automotor, calidad de combustibles, producción más limpia y consumo sostenible.

En Bogotá 15532 vehículos públicos transitan a diario por las vías, emitiendo gases contaminantes y material articulado, teniendo en cuenta la producción de estos contaminantes por parte del Diésel con respecto a los de gasolina, estos últimos son irrelevantes ya que la mayoría de las emisiones vienen del diésel que son los vehículos de carga pesada, los Transmilenio y el transporte público, estos tienen gran responsabilidad en la calidad del aire actual de la ciudad de Bogotá.

Las actividades prolongadas al aire libre, como el ejercicio, los trabajos de esfuerzo, el recreo en la escuela y las caminatas largas pueden ser dañinas para la población vulnerable, ya que debido a los niveles de contaminación registrados en la plataforma *Bogotá air pollution real time*, se han detectado niveles alarmantes en horas específicas como los rangos de 06:00 am a 10:00 am y de 04:pm a 06:30 pm, en zonas como Bosa, Kenedy, Fontibon y Puente Aranda, con lo cual pueden haber efectos en la salud humana a corto plazo como irritación de garganta y nariz, problemas para respirar, tos, malestar general, debilidad, náuseas y dolor de cabeza y a largo plazo enfermedades respiratorias crónicas, enfermedades crónicas cardiovasculares y muerte prematura, afectando tanto a niños como adultos mayores y enfermos.

Tomando un registro detallado en la plataforma mencionada se definen los sectores con mayor índice de contaminación:

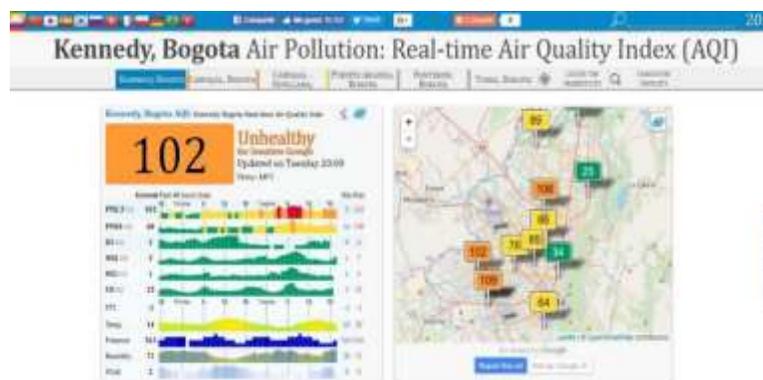


Figura 7. La figura muestra el sector de Kennedy en donde las emisiones de partículas contaminantes sobrepasan los niveles permitidos por el (AQI). Fuente. <http://aqicn.org/city/colombia/bogota/carvajal/>

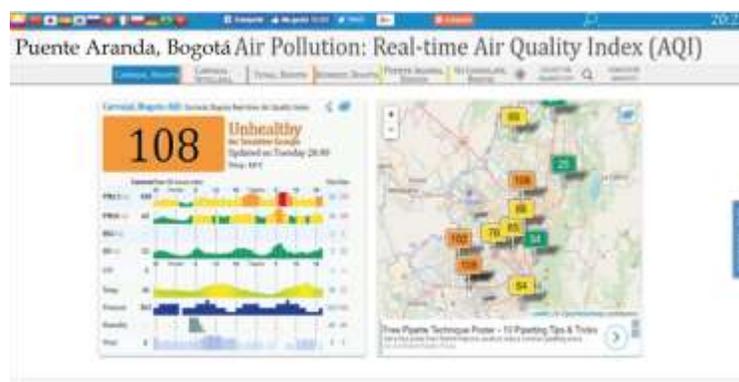


Figura 8. La figura muestra el sector de Puente Aranda en donde las emisiones de partículas contaminantes sobrepasan los niveles permitidos por el (AQI). Fuente. <http://aqicn.org/city/colombia/bogota/carvajal/>.

El análisis desarrollado para el proyecto, define que el tipo de fuente móvil, representada principalmente por los vehículos diésel de carga pesada y transporte público, es la que influye directamente en la mala calidad del aire de la ciudad de Bogotá, y específicamente el sector de puente Aranda es uno de los más afectados por este tipo de fuentes debido al tránsito diario por la zona delimitada entre la calle 13, entre carreras 60 y 65, con lo cual el proyecto se enfoca específicamente en determinar cómo incide el aire contaminado en la zona pública afectada, para ofrecer una solución factible determinada por una oportunidad de diseño.

Capítulo 2

1.5. Comportamiento de las partículas contaminantes

Para entender cómo se comporta el aire contaminado emitido por los buses de transporte público y vehículos de carga pesada en la zona afectada, se realiza un registro fotográfico del parque automotor para analizar la ubicación específica del exosto, y así determinar en qué dirección se emiten los gases y partículas estudiadas.



Figura 9. Registro fotográfico. Ubicación del exosto en vehículos del SITP.

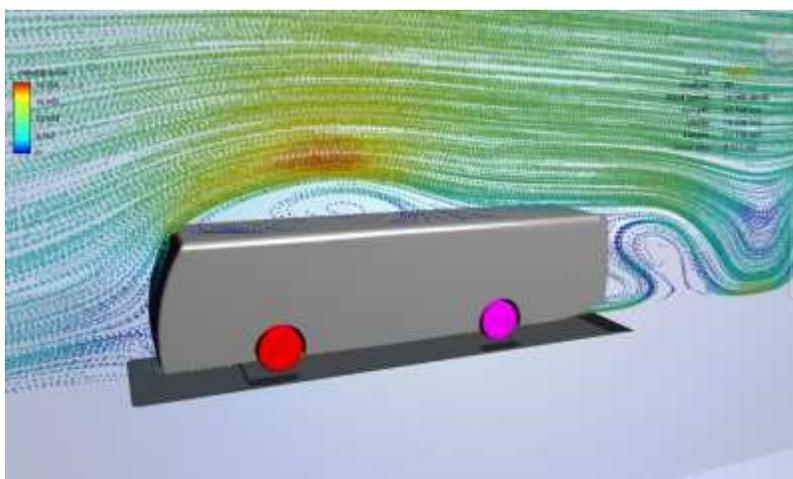


Figura 10. La figura muestran el análisis aerodinámico del vehículo de transporte público, en el cual se determinan las zonas de aire con mayor índice de succión resaltadas en color azul.

Figura 9. La figura 5. muestran el análisis aerodinámico del vehículo de transporte público, en el cual se determinan las zonas de aire con mayor índice de succión resaltadas en color azul.

A partir del análisis del registro fotográfico de algunos buses del SITP, se descubrió que un 70 % del parque automotor tiene ubicado el exosto en la parte inferior derecha del vehículo, emitiendo así los gases y partículas contaminantes hacia los andenes y calles del sector estudiado, generando una exposición directa para las personas que se encuentran transitando diariamente o esperando su transporte público.

Además, los resultados del análisis aerodinámico, muestran específicamente que el aire emitido por los buses de transporte público avanzan en la misma dirección en la que se dirige el vehículo. Esto sucede debido al comportamiento natural del aire cuando se desplaza a través del cuerpo del automóvil, ya que en la parte frontal se adquiere una resistencia del aire por la forma del objeto, generando una capa límite en todo su contorno, esta capa límite succiona el aire que va quedando en la parte posterior del automotor, provocando así un desplazamiento continuo de los gases y partículas que este mismo emite hacia adelante y al costado derecho, aumentando de esta manera la exposición directa en las personas que se encuentran en las vías del sector .

Ahora bien, teniendo en cuenta que los niveles de contaminación en la zona estudiada varían en el día, debido a que en las horas pico hay un aumento exagerado de partículas que son peligrosas para la salud pública, hay que establecer qué tipo de elementos de la zona podrían generar además de una exposición directa, una exposición prolongada que aumente el riesgo de afectación en la salud pública. Para ello se debe analizar el mobiliario urbano existente en la zona, con el fin de determinar las interacciones más directas y duraderas de las personas que conllevan a maximizar ese tiempo de exposición peligrosa.



Figura 11. La imagen muestra diversos tipos de mobiliario urbano desarrollado por la empresa jcdcaux existentes en la zona de estudio. Fuente. <http://www.jcdcaux.com.co/>.

En la zona estudiada se encuentran diversos tipos de mobiliario urbano, como lo son los elementos de aseo, los elementos de descanso, los elementos de comunicación y los elementos de servicio que son esencialmente los paraderos de bus denominados M-10.

Mobiliario	Función	Materiales usados	Relación Forma – Lectura de uso	Accesibilidad	Densidad	Deterioro	Vandalismo
Comercial	Comercializar productos	Hierro	Clara	Baja adaptación a distintos tipos de usuario	Baja en relación a necesidad	Alto: Afecta la imagen de la ciudad	Alto
Limpieza	Mantener la limpieza de la ciudad	Hierro	En algunos casos no es clara	Baja adaptación a distintos tipos de usuario	Baja en relación a necesidad	Alto: Dificulta el uso adecuado	Medio
Descanso	Proveer descanso	Madera Hierro	Se presta a usos indebidos	Baja adaptación a distintos tipos de usuario	Baja en relación a necesidad	Alto: Dificulta el uso adecuado	Medio
Iluminación	Iluminar	Hierro	Clara	Insuficiente	Baja en relación a necesidad	Alto: No cumple cabalmente su función	Bajo
Comunicación	Informar y orientar	Vallas metálicas	Arbitrario	Baja adaptación a distintos tipos de usuario	Alta: Afecta la función	Alto: Afecta la imagen de la ciudad	Medio
Paradas	Definición de áreas de espera de transporte público	Hierro	Se presta a usos indebidos	Baja adaptación a distintos tipos de usuario	Inferior a la demanda	Alto: Afecta la imagen de la ciudad	Medio
Telefonía	Servicio de comunicación	Hierro	Clara	Baja adaptación a distintos tipos de usuario	Media	Alto: Dificulta el uso adecuado	Alto

Figura 12. Tipos de mobiliario urbano.

Los resultados del análisis se generan por medio de interacciones, con las cuales podemos entender que los paraderos de buses denominados M-10 brindan un mayor tiempo de exposición a las partículas contaminantes del sector. Esto ocurre debido a los horarios laborales de la población, es decir los horarios de trabajo habitual concuerdan esencialmente con las horas pico en las que se presentan los mayores índices de polución en la ciudad

Esto quiere decir que una persona del común que se encuentra esperando su transporte cotidiano, está expuesta a estas partículas de una manera más directa y además prolongada si entendemos que al esperar su transporte en promedio tendría que estar entre 30 y 40 minutos diarios en el paradero M-10.

Los índices de la calidad del aire especifican especialmente la exposición normal a cierta cantidad de partículas. Si la exposición a esa cantidad de partículas se pasa de la norma empiezan a desarrollarse en la persona problemas serios de salud.

ATRIBUTOS DEL IBOCA			RANGOS DE CONCENTRACIÓN Y TIEMPO DE EXPOSICIÓN PARA CADA CONTAMINANTE					
A	B	C	PM10, 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM2.5, 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	O ₃ , 8h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO, 8h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SO ₂ , 1h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO ₂ , 1h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
0-10	FAVORABLE	Prevención	(0 -54)	(0 -12)	(0 -116) [0-59]	(0 -5038) [0.0-4.4]	(0 -93) [0-35]	(0 -100)
10,1 - 20	MODERADA	Prevención	(55 -154)	(12.1 -35.4)	(117 -148) [60-75]	(5039 -10762) [4.5-9.4]	(94 -198) [36-75]	(101 -188)
20,1 - 30	REGULAR	Alerta Amarilla	(155 -254)	(35.5 -55.4)	(149 -187) [76-95]	(10763 -14197) [9.5-12.4]	(199 -486) [76-185]	(189 -67) [101-360]
30,1 - 40	MALA	Alerta Naranja	(255 -354)	(55.5 -150.4)	(188 -226) [96-115]	(14198 -17631) [12.5-15.4]	(487 -797) [186-304]	(678 -1221) [361-649]
40,1 - 60	MUY MALA	Alerta Roja	(355 -424)	(150.5 -250.4)	(227 -734) [116-374]	(17632 -34805) [15.5-30.4]	(798 -1538) [305-604]	(1221 -2349) [650-12491]
60,1 - 100	PELIGROSA	Emergencia	(425 -604)	(250.5 -500.4)	(734 -938) [374-938]	(34806 -57703) [30.5-50.4]	(1584 -2630) [605-1004]	(2350 -3853) [1250-2049]

Figura 13. La imagen muestra los índices de calidad del aire permisibles junto con los rangos de exposición a las partículas contaminantes. fuente. https://governanzadelaide.uniandes.edu.co/?page_id=164.

Definiendo el enfoque del proyecto hacia una oportunidad de planteamiento de diseño, en este punto se establece la posibilidad de desarrollar una propuesta conceptual, direccionada especialmente al diseño de un paradero de bus que mejore las condiciones actuales del paradero

M-10, ya que este no ofrece las cualidades óptimas frente a la problemática que se ha venido investigando.

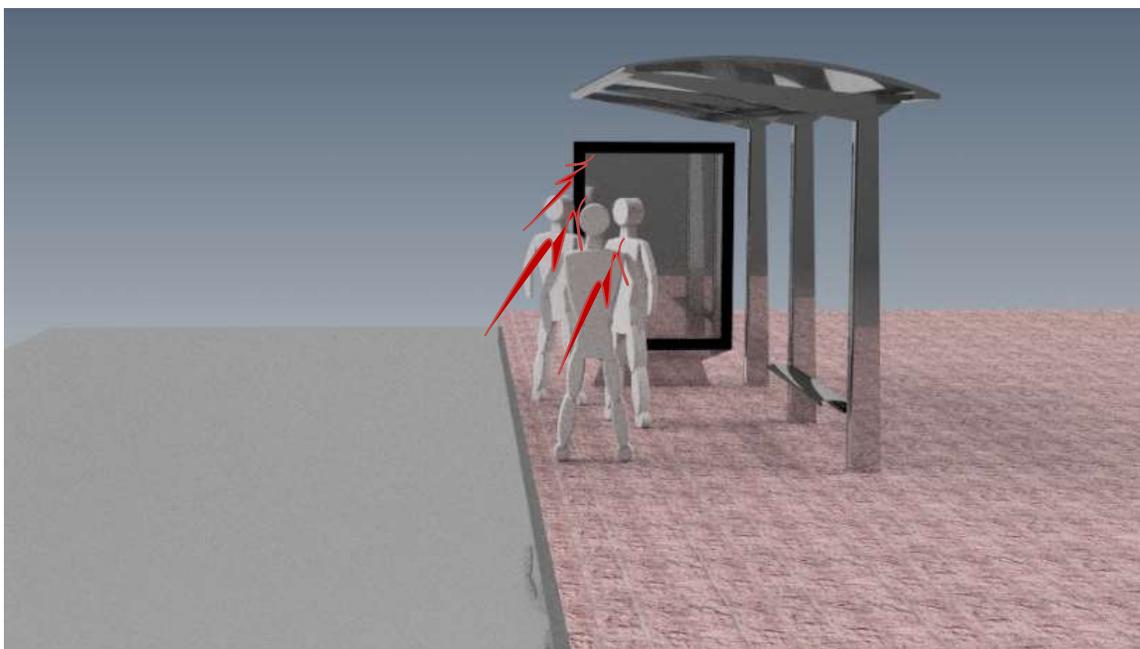


Figura 14. En la imagen podemos observar la disposición de las personas frente a lo que sería la estela de aire contaminado emitido por el vehículo de transporte público.

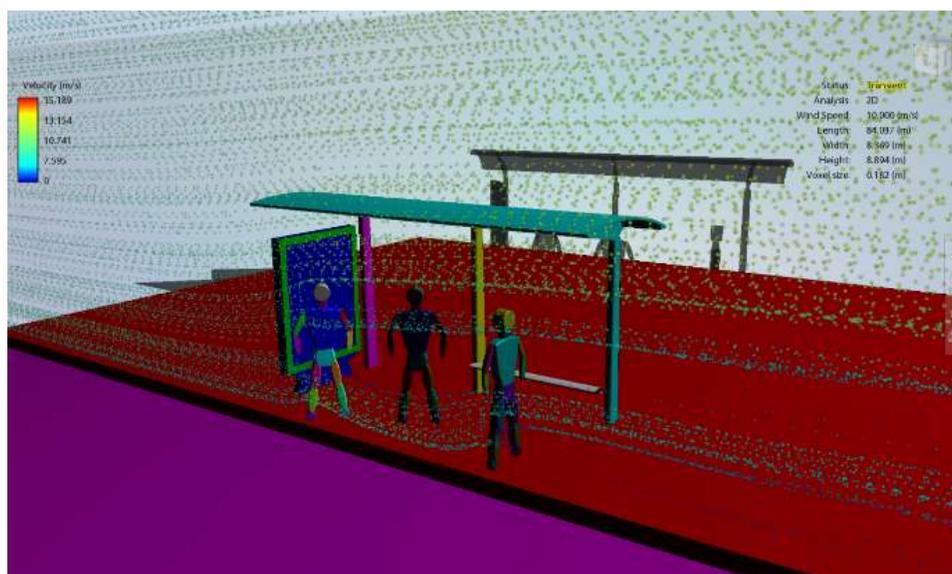


Figura 15. Observamos la circulación del aire en un plano sagital emitido por la fuente móvil hacia el costado derecho sobre el andén y hacia adelante, directamente sobre la persona. Los colores azules del flujo representan estancamientos del aire, que pueden aumentar drásticamente la exposición a las partículas contaminantes.

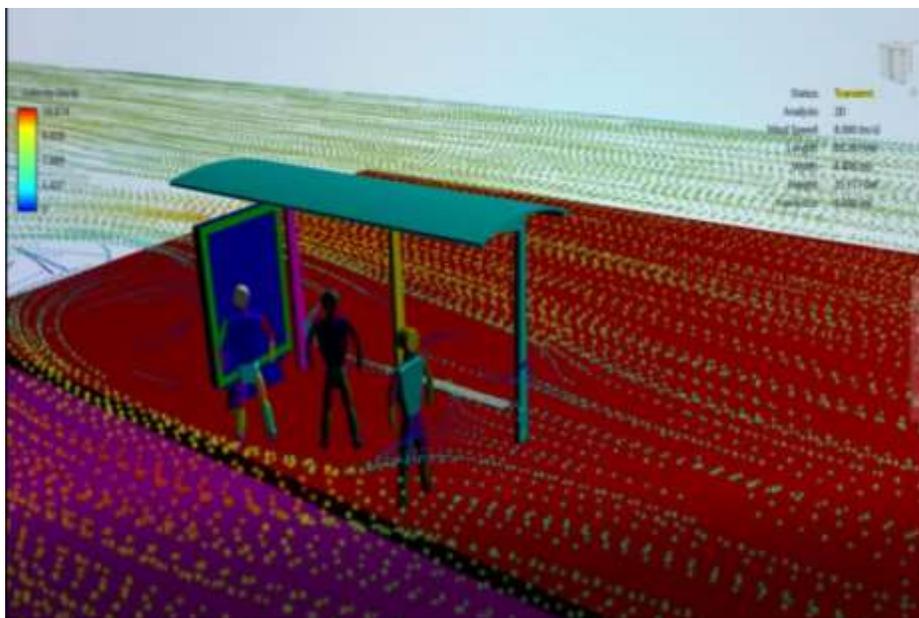


Figura 16. Observamos la circulación del aire en un plano transversal emitido por la fuente móvil hacia el costado derecho sobre el andén y hacia adelante, directamente sobre la persona. Los colores azules del flujo representan estancamientos del aire, que pueden aumentar drásticamente la exposición a las partículas contaminantes.

El comportamiento del aire contaminado se analiza teniendo en cuenta las condiciones de la zona estudiada, para verificar si una corriente de aire que proviene del otro costado de la acera incide directamente en los usuarios del paradero, se toman una serie de medias para diagramar la zona con ayuda del software Google Earth.



Figura 17. Analisis flujo costado invertido.

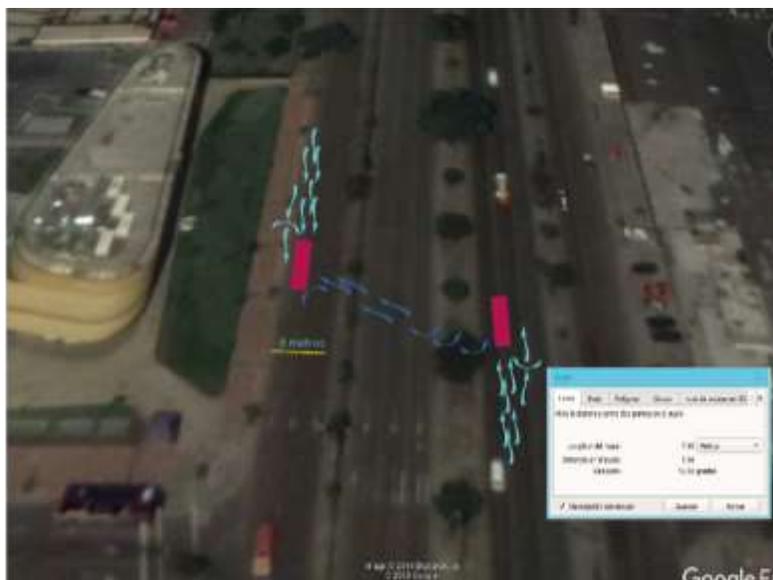


Figura 18. Podemos observar que la corriente proveniente del otro costado de la acera, no incide directamente en el usuario del paradero, ya que en primer lugar existe una distancia de 30 m, con lo cual esa corriente de aire contaminado no representa ningún riesgo

Capítulo 3

1.6. Diseño preliminar

Para dar inicio al proceso de diseño fue necesario establecer una oportunidad de trabajo relacionada con el análisis de la problemática. Dicha oportunidad conforma el punto de partida del proyecto estructurando todo el desarrollo de las actividades por medio de la transformación de esta en determinantes y requerimientos importantes para el proyecto y así establecer las especificaciones finales del producto a diseñar.

La oportunidad de diseño a trabajar se enfocó principalmente en generar un elemento de servicio que ofrezca a la población un área limpia y libre de aire contaminado para mejorar la calidad de vida de la población y así garantizar la salud y el bienestar humano.

En la siguiente imagen observamos un ejemplo de mobiliario urbano inteligente, que ofrece al usuario un entorno seguro y agradable totalmente climatizado y que brinda valores agregados como la carga de la batería y el pago de transacciones bancarias.



Figura 19. Observamos un ejemplo de mobiliario inteligente como las paradas de bus de Dubái.

Este concepto de parada de bus fue estudiado para analizar principalmente la morfología del mobiliario y entender que otras posibilidades existen actualmente en el mercado que brinden un ambiente protegido de los factores externos que inciden negativamente en la población.

A continuación, se mencionan los requerimientos del proyecto transformados en especificaciones del producto.

Requerimientos de uso:

Practicidad: El mobiliario desarrollado debe presentar las condiciones óptimas en cuanto a protección y descanso moderado en el punto específico para el usuario.

Conveniencia: El usuario debe distinguir de manera clara los elementos de descanso que estarán a su disposición y entender cuáles son los cuidados que debe tener.

Seguridad: La forma del elemento de descanso debe considerar bordes redondeados con el fin de evitar algún tipo de lesión en el usuario. El material usado para la zona frontal del elemento debe ser transparente para que el usuario tenga buena visibilidad de los vehículos del SITP que llegan al paradero.

Mantenimiento: Se debe realizar una inspección al mobiliario cada 6 meses, para verificar el estado de la superficie translúcida y así evitar fallas en la visibilidad de esta misma. De igual forma se debe revisar los ensamblajes de la estructura metálica para validar un excelente estado.

Reparaciones: En caso de encontrar la superficie frontal del paradero en mal estado se debe cambiar dicha pieza para asegurar la visibilidad y el buen funcionamiento del mobiliario. Si al realizar la inspección programada se encuentran fallencias en la estructura metálica se debe proceder a la reparación inmediata para asegurar la vida útil del mobiliario.

Antropometría: Las dimensiones finales del elemento de descanso deben tener en cuenta un percentil 50 y así asegurar una buena disposición para los diferentes tipos de usuario.

Ergonomía: La adecuación del mobiliario debe proveer condiciones óptimas en cuanto a iluminación en las horas de la noche. La estructura metálica y el policarbonato instalado debe estar totalmente compacto para evitar ruidos y oscilaciones que generen ruidos molestos en el paradero.

Percepción: El elemento de servicio debe transmitir seguridad, confort, afinidad, modernidad y una estética agradable para el usuario y la ciudad.

Transporte: El mobiliario debe estar compuesto de 2 módulos, el techo superior y la estructura inferior para facilitar su transporte en camiones npr 2000 sin sobrepasar una dimensión de 6 m, para trasladar al punto de instalación sin inconvenientes.

Requerimientos de función:

Mecanismos: no aplica.

Confiabledad: El mobiliario debe prevenir la exposición directa y prologada a las partículas contaminantes para evitar una afectación directa en el usuario. La función foto catalítica debe darse constantemente para limpiar el aire contaminado que entra en contacto con la superficie externa e interna del paradero.

Versatilidad: no aplica.

Resistencia: La estructura superior debe soportar el peso del panel en policarbonato alveolar que es de 2kg. La estructura inferior debe soportar el peso de la estructura superior más el panel que es de 70, 9kg. Acabado: La estructura en acero inoxidable debe lijarse completamente para limpiar imperfecciones y así tener un acabado brillante. Los paneles en policarbonato deben ir recubiertos de una fina capa de resina epoxica mezclada con dióxido de titanio para generar la actividad foto catalítica.

Requerimientos estructurales:

Número de componentes: El diseño final del mobiliario debe estar compuesto por el panel superior, el panel inferior, el policarbonato del techo, el policarbonato de los costados laterales y finalmente la superficie frontal transparente, son 7 componentes que integran todo el diseño final.

Carcasa: no aplica.

Uniones: El ensamble de los módulos estructurales debe realizarse con tornillería hexagonal de 5/16" x 2 1/2" y tuerca de seguridad. El ensamble del policarbonato se debe hacer con remaches de 1/8" y adicional colocar eles en aluminio para proteger la zona inferior de alguna filtración de agua. El ensamble de la superficie transparente se debe realizar con tornillería hexagonal de 1/4" x 1/2".

Centro de gravedad: La estabilidad del elemento de servicio estará condicionada principalmente por el soporte de las zapatas, las cuales van anclando la base de la estructura inferior. El soporte al panel publicitario dará la estabilidad funcional final para que el mobiliario cumpla con los parámetros establecidos.

Requerimientos técnico productivos:

Bienes de capital: Para el desarrollo de la producción del diseño final del mobiliario, se debe tener una roladora de tubos para generar las curvas de la estructura superior e inferior. Se debe contar con un equipo de soldadura especial para soldar las piezas de tubería en acero inoxidable. Se debe tener una sierra para cortar el policarbonato alveolar a las dimensiones específicas. Para el remachado e instalación del policarbonato en la estructura metálica se debe contar con un taladro y tornillería auto perforante.

Mano de obra: El corte y rolado de tubería se debe realizar con 3 soldadores calificados en soldaduras especiales para garantizar la calidad y la resistencia de la estructura metálica. Así mismo el personal de ensamble debe ser de mínimo 5 personas capacitadas para la instalación de la estructura en el espacio público y la instalación del policarbonato alveolar.

Modo de producción: Para la organización del trabajo se requiere generar la manufactura de las piezas de manera industrial para garantizar las dimensiones específicas y los ensambles adecuados para el desarrollo del producto. Normalización: Para el desarrollo del diseño final se requiere 11 tubos de acero inoxidable de 2" x 6 metros y 2 láminas de policarbonato alveolar cal 8 mm de 5,90m x 2,10 m.

Requerimientos formales:

Estilo: La morfología del mobiliario debe transmitir sensaciones positivas generando afinidad, ligereza, teniendo un carácter amigable para el usuario con rasgos estilísticos dinámicos poco estáticos, para ofrecer una percepción de fluidez y movimiento.

Unidad y ritmo: La forma del mobiliario debe ser lo más simple posible para garantizar la fluidez del aire sin inconvenientes a través de su superficie. Se debe implementar elementos repetitivos para darle una resistencia optima a la estructura en acero inoxidable.

Equilibrio: El producto diseñado debe brindar una estabilidad visual geoméricamente definida, no debe presentar deformaciones o figuras asimétricas en su morfología.

Superficies: Se deben implementar superficies de continuidad g1 y g2 con tangencia y curvatura para maximizar la funcionalidad respecto a la exposición que tiene el usuario con el aire contaminado.

1.7. Diseño detallado y concepto

En base a los requerimientos y especificaciones definidas para el proyecto se empieza a sintetizar toda esta información para convertirla en formas funcionales para el producto, con el fin de realizar propuestas conceptuales útiles y destacables.

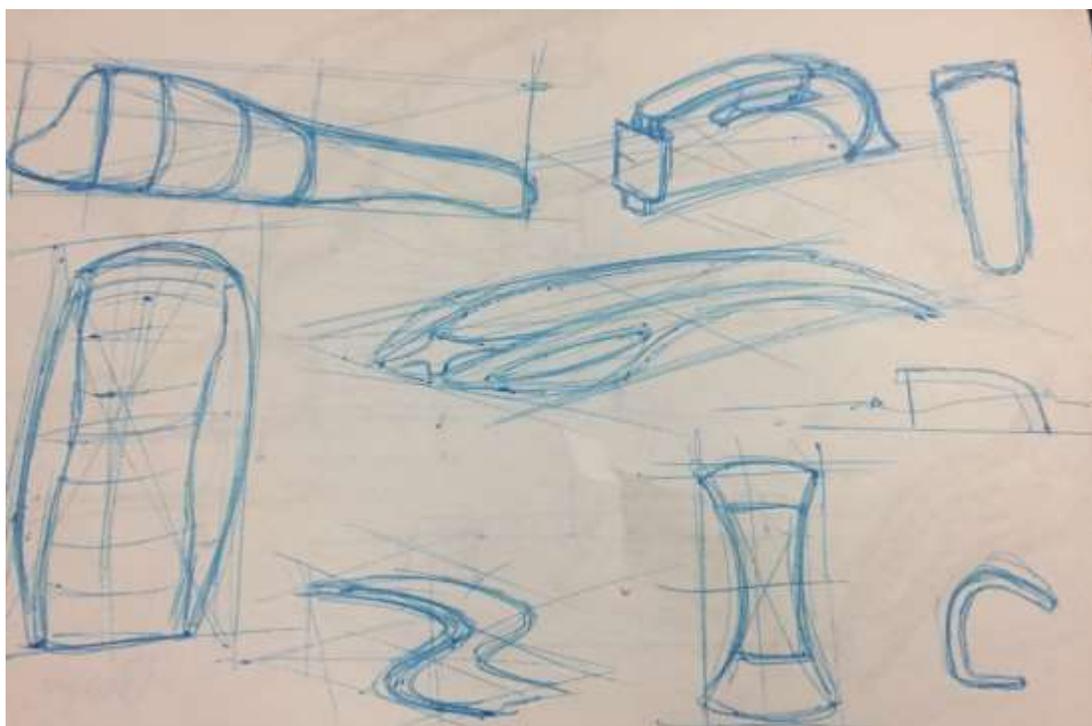


Figura 20. Trazos iniciales para conceptualizar las especificaciones del producto.

Teniendo en cuenta que la investigación está enfocada principalmente en el análisis de aire contaminado, las formas establecidas deben presentar rasgos fluidos, dinámicos con movimiento para que las propuestas tengan un parámetro fundamentado.

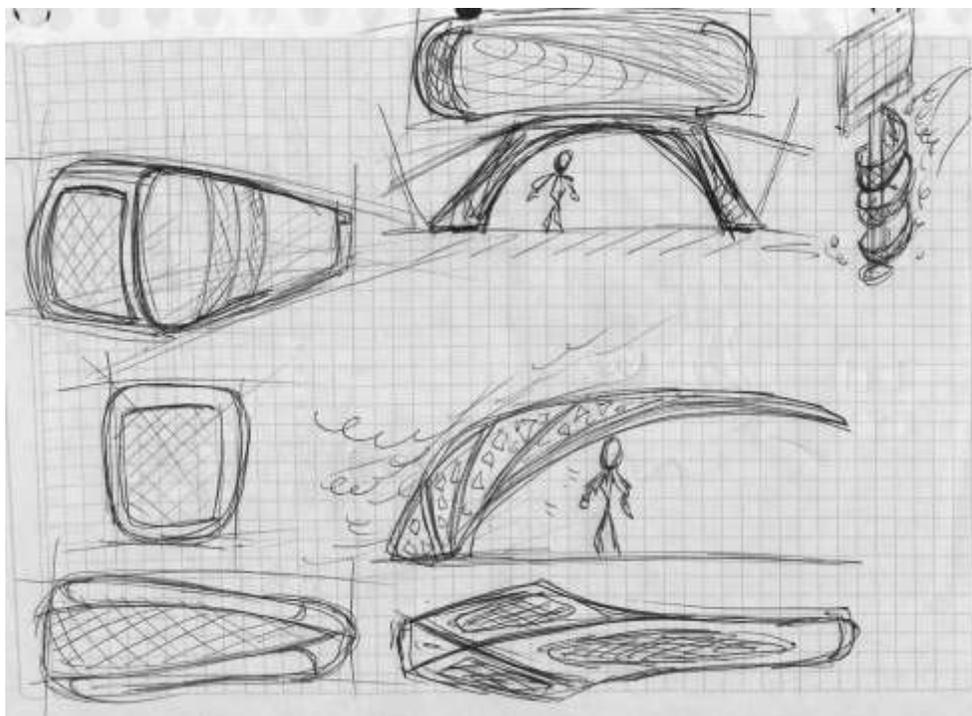


Figura 23. Otras propuestas.



Figura 24. Modelado inicial propuesta seleccionada.



Figura 25. Detalles específicos propuesta seleccionada.

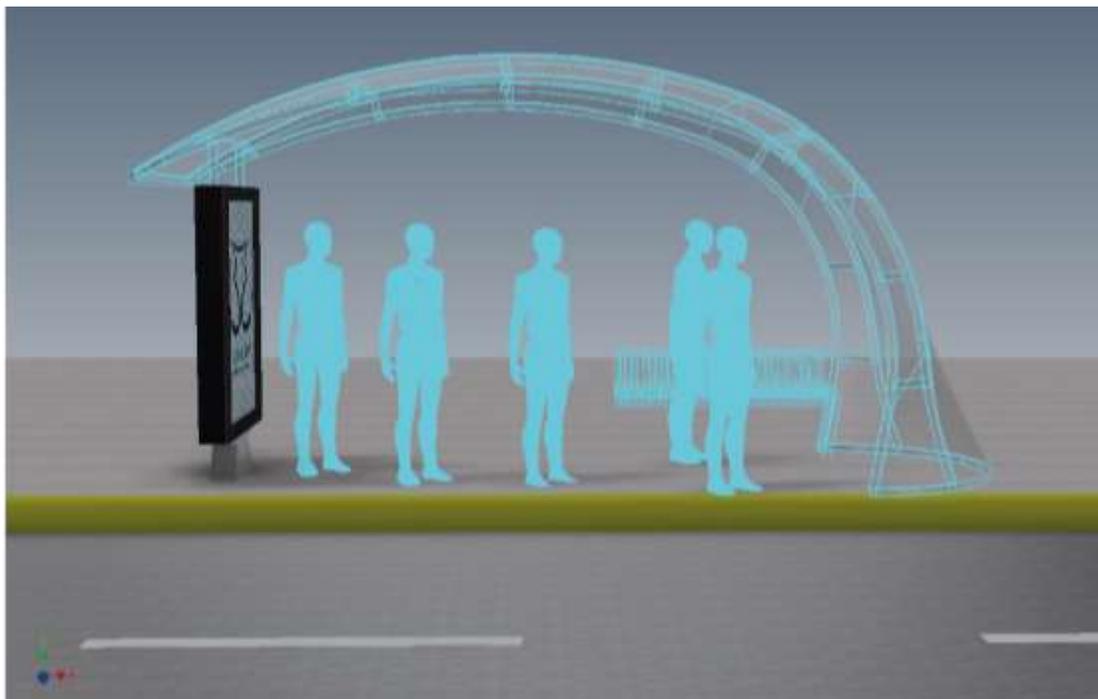


Figura 26. Modificaciones Propuesta seleccionada.

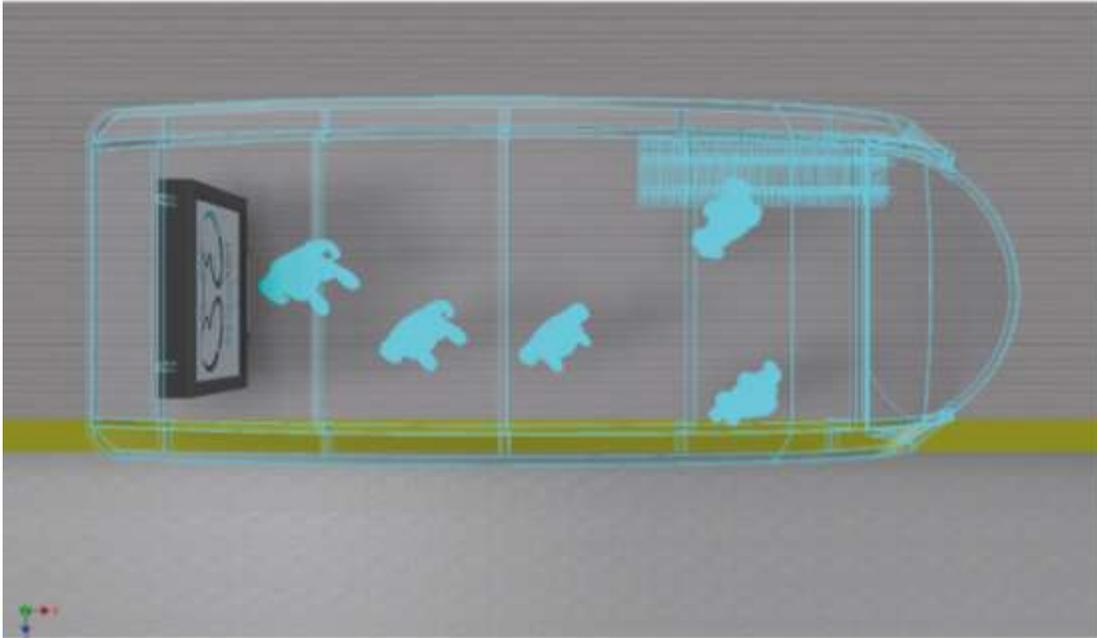


Figura 27. Disposición del usuario en la Propuesta seleccionada.



Figura 28. Render propuesta detallada.

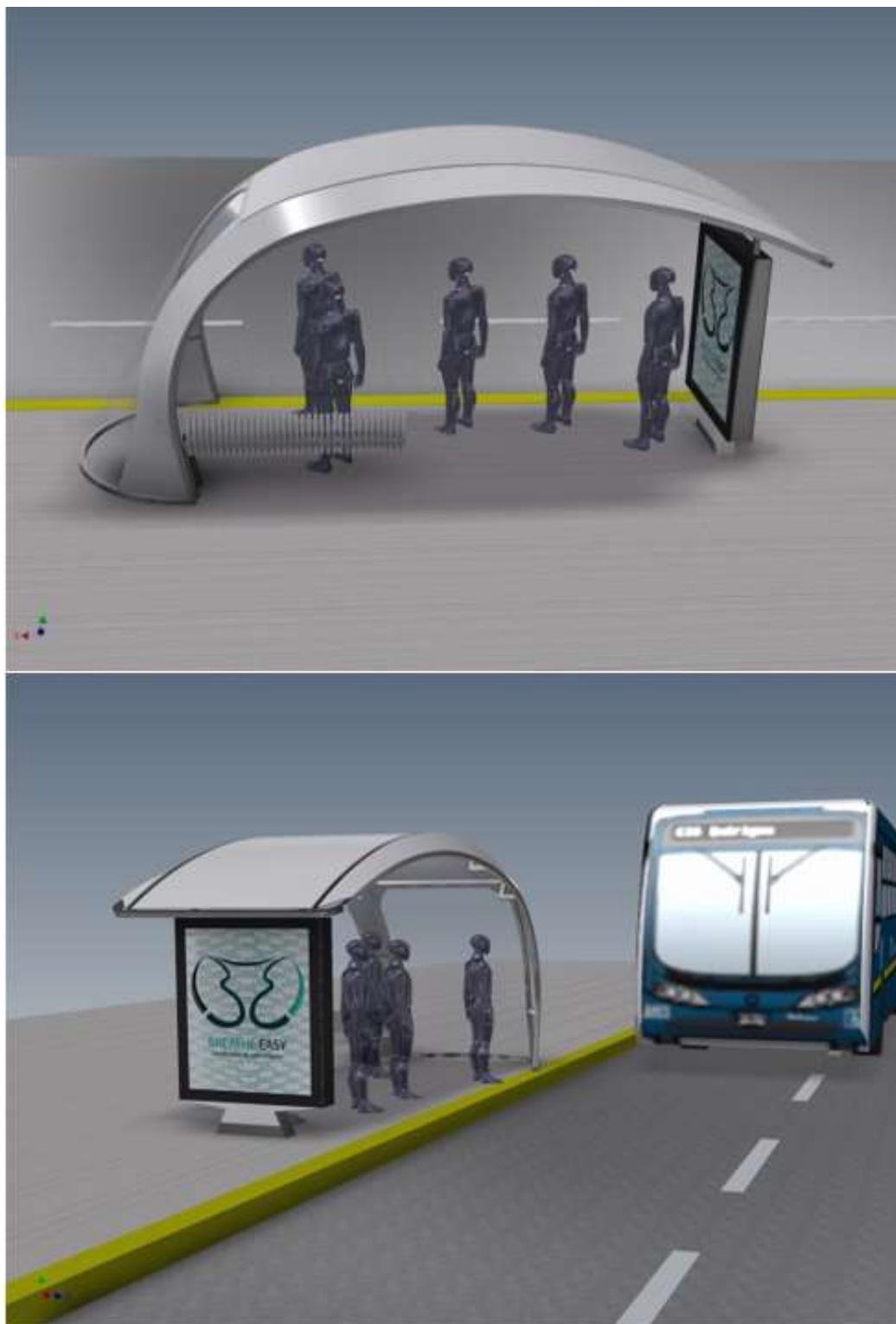


Figura 29. Disposición del usuario en la zona de estudio.

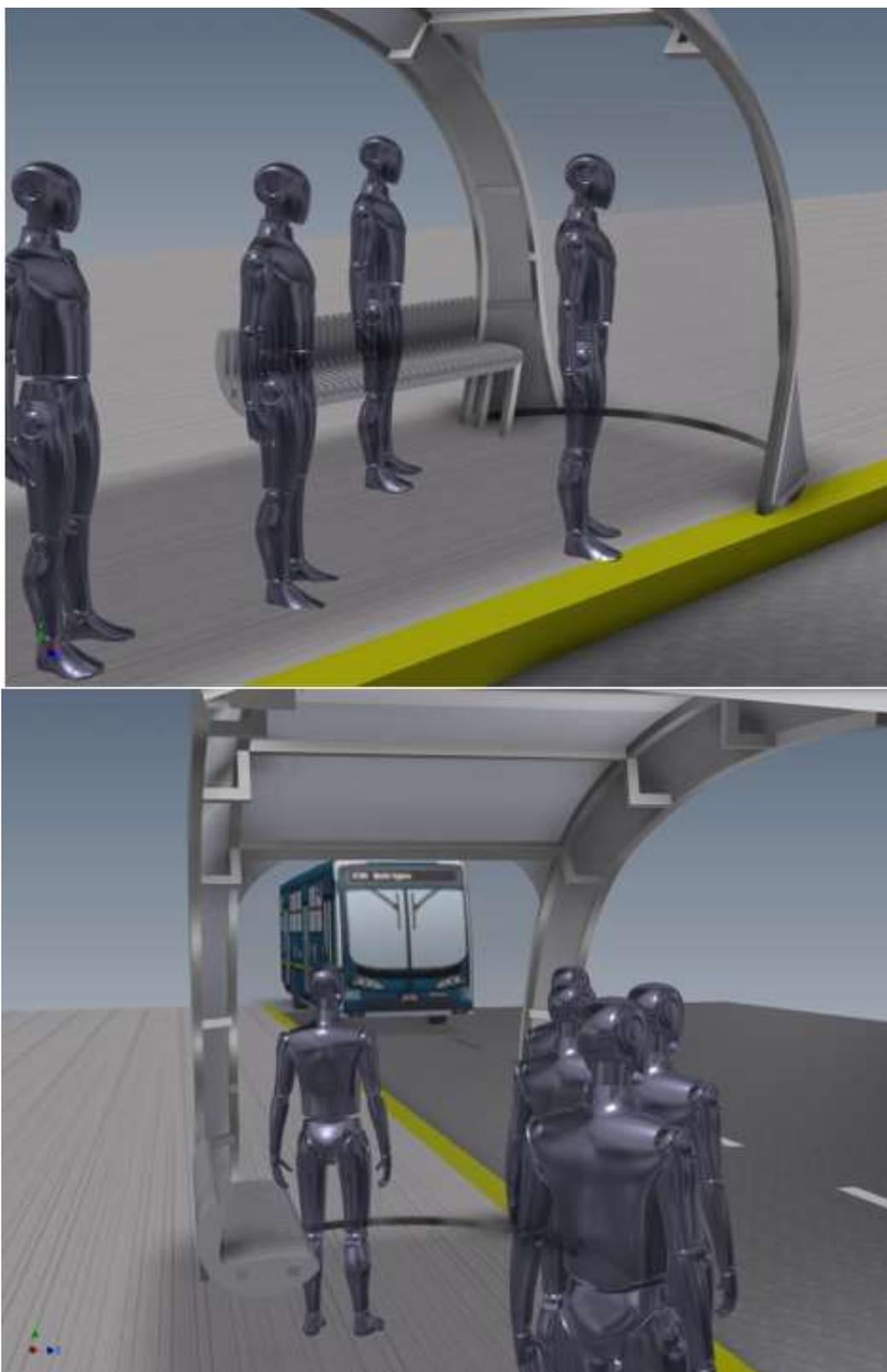


Figura 30. Visibilidad optima del vehículo del SITP desde el interior del mobiliario.

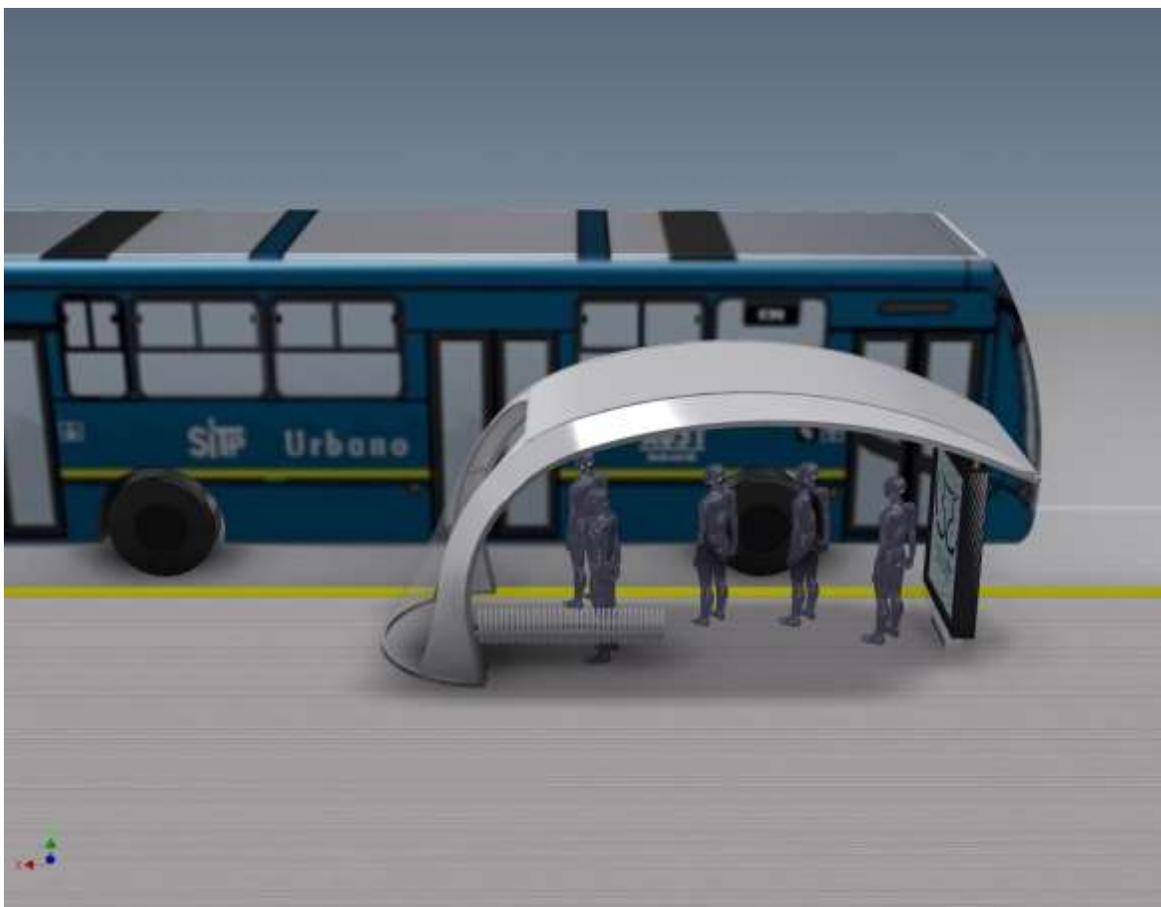


Figura 31. Llegada del vehículo SITP al paradero.

1.8. Presentación del diseño

Breathe easy es un nuevo concepto en el desarrollo de mobiliario urbano, que se presenta como una alternativa diferente y practica a la hora de desarrollar diseño sostenible y amigable con el medio ambiente.

Implementando una tecnología vanguardista por medio del uso de Dióxido de Titanio, se puede lograr degradar contaminantes como el Dióxido de azufre, Dióxido de nitrógeno, Ozono, material particulado de 10 micras y material particulado de 2.5 micras, que difícilmente pueden ser absorbidos por los arboles de la ciudad, ya que la reacción foto catalítica en presencia de iluminación natural o artificial es mucho más eficiente que la fotosíntesis frente a este tipo de elementos. De esta manera al aplicar un recubrimiento compuesto por resina epoxica y Dióxido

de Titanio en toda la superficie expuesta del paradero diseñado, estamos estableciendo una diferenciación respecto a otro tipo de productos, ya que obtendremos una superficie que además de auto limpiarse y degradar las partículas contaminantes del medio ambiente no necesitara mantenimiento regular por desgaste o acumulación de suciedad.

Además, el uso de materiales como el acero inoxidable para la estructura general y el policarbonato alveolar cal 9 mm que va a estar recubierto por la capa de resina y Dióxido de titanio, no representa costos significativos para la producción del producto final, al contrario, desde un principio el proyecto siempre ha buscado la economía frente a la producción e instalación mejorando así la utilidad frente al paradero existente denominado M-10 desarrollado por la empresa jcdcaux.

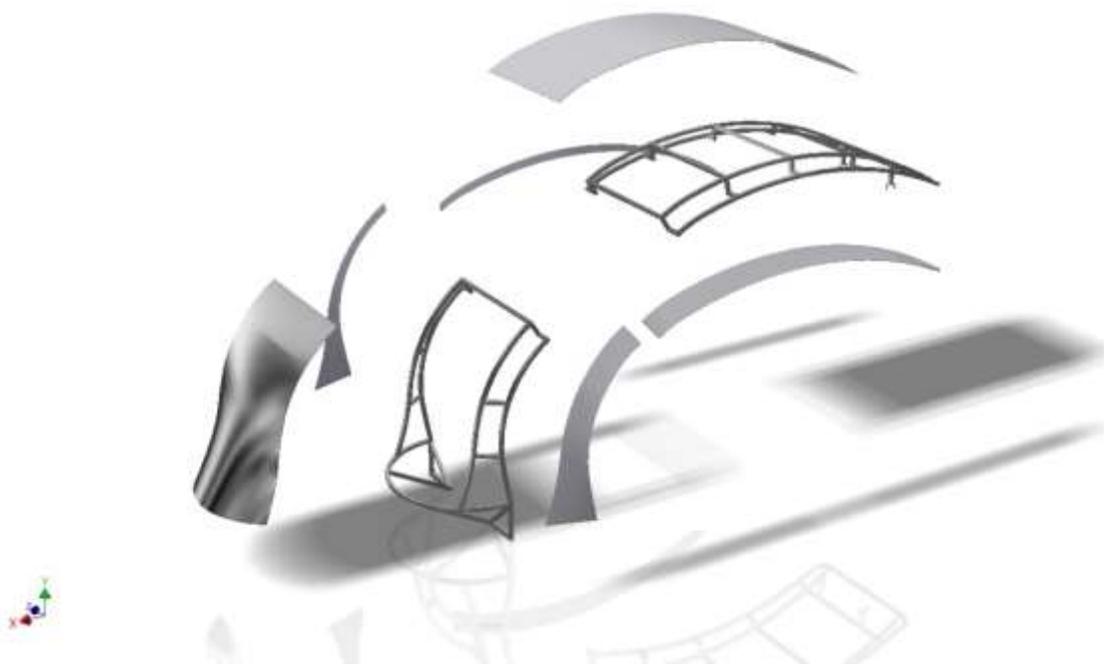


Figura 32. Componentes específicos para la fabricación del producto.

Para incrementar los beneficios económicos de producción, también se estableció desarrollar la propuesta teniendo en cuenta la estructura publicitaria existente, con la finalidad de producir dos módulos simples y así facilitar el proceso de ensamble soportando la estructura base en el suelo y luego soportar el techo al módulo uno y la sección publicitaria minimizando así los tiempos de montaje y entrega final. Así mismo las zapatas ubicadas con una profundidad de 60 cm y dimensiones de 80 x50 cm economizan la cantidad de concreto a usar y facilita la instalación.

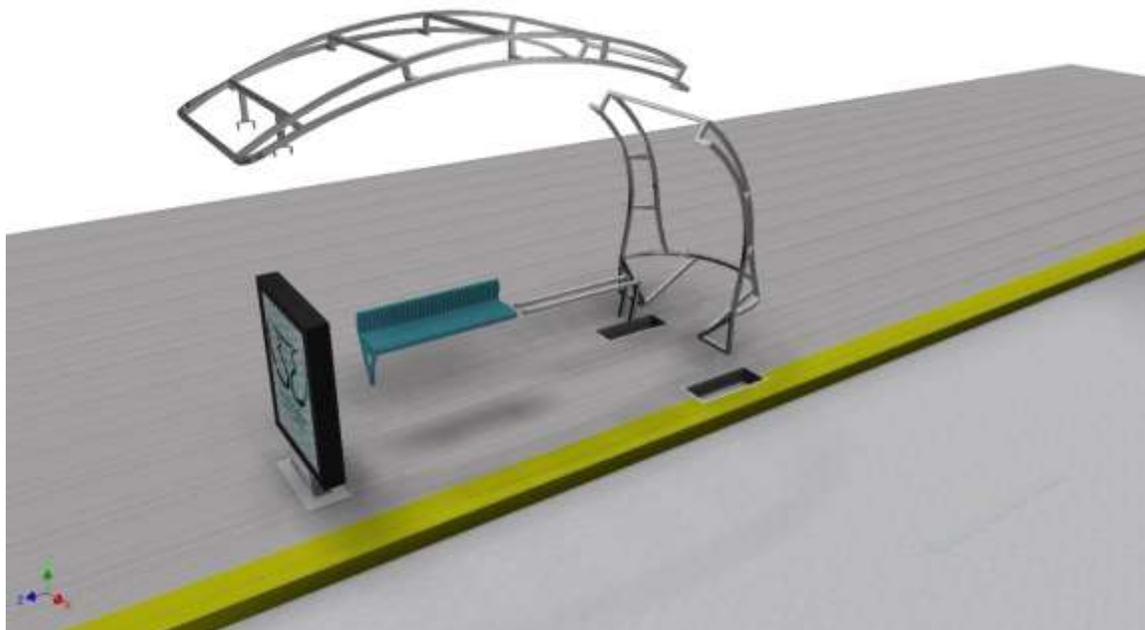


Figura 33..Instalación en el punto definido.

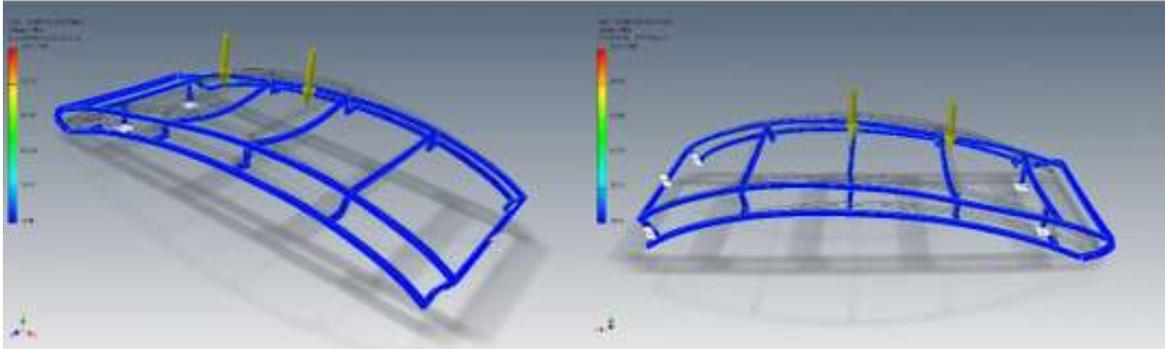


Figura 34. Análisis estructural del soporte superior del paradero para validar la tubería en acero inoxidable indicada para el diseño de la propuesta final.

1.9. Costos de manufactura y producción

Para la producción final del producto se desarrollan los planos estructurales y de despiece con el fin de detallar cada componente del diseño y así especificar cantidades de materia prima directa.

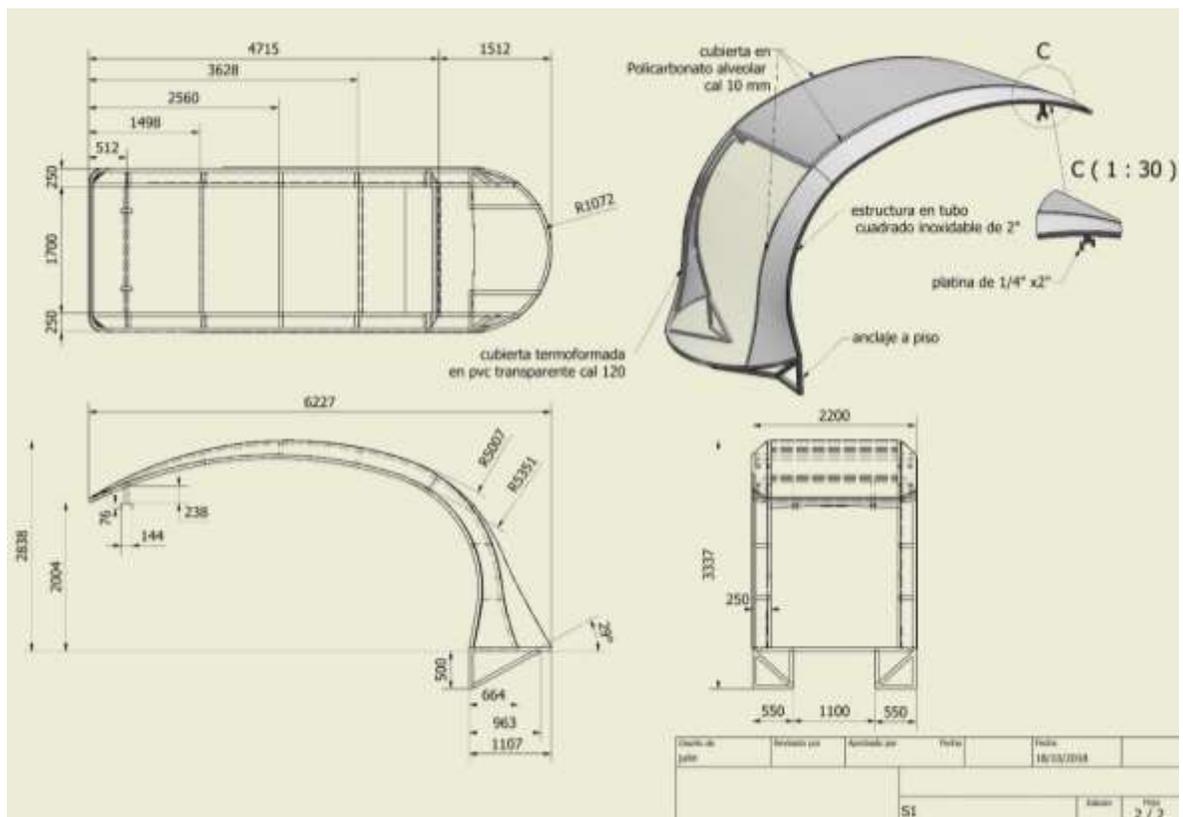


Figura 35. Plano general con detalles estructurales del mobiliario a desarrollar.

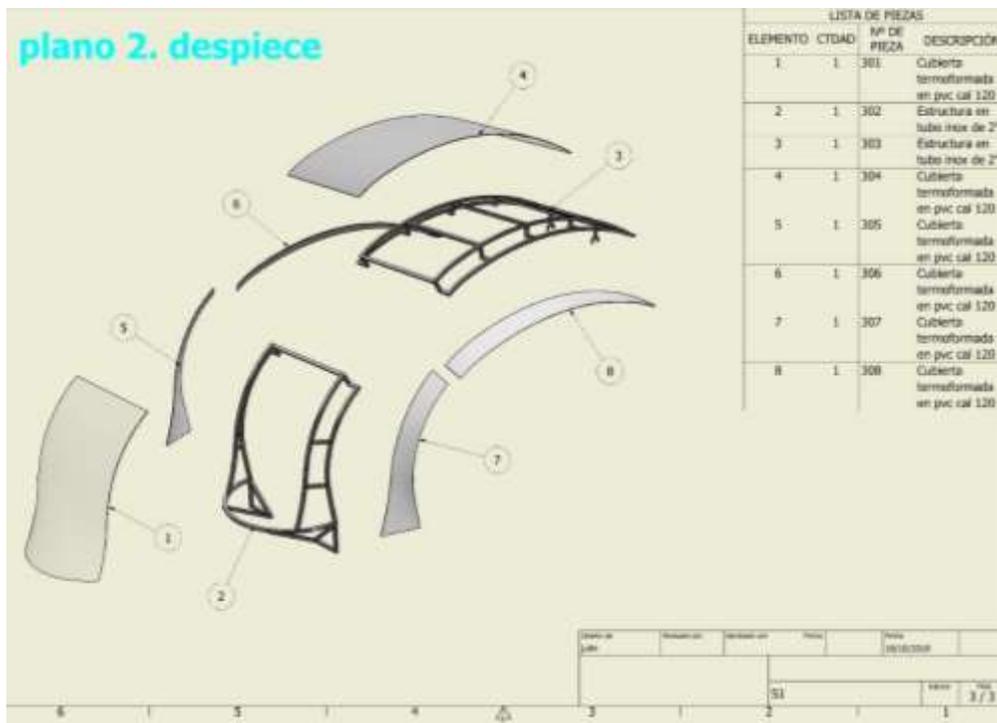


Figura 36. Plano de despiece con cantidades y especificaciones de materiales.

MPD	CANTIDAD	VALOR UND	TOTAL
Tubo cuadrado en acero inox sae 304	65.4m	6m=\$125.300	\$1.365.770
Policarbonato alveolar cal 8 mm	15m2	1lam=12.4m2=\$482.900	\$584.153
Resina epoxica	2 galones	1=\$130.000	\$260.000
Catalizador	2 galones	1=\$115.000	\$230.000
Dióxido de titanio (TIO 2)	2Kg	1Kg=\$13.200	\$39.600
Tornilleria de 5/16"x 2 1/2"	50	1=\$600	\$26.400
Tuerca hexagonal de 5/16"	50	1=\$400	\$20.000
Tornilleria de 1/4"x 1 1/2"	40	1=\$500	\$20.000
Tuerca hexagonal de 1/4"	40	1=\$350	\$14.000
Lamina de corian	1.5m2	1lam=2.8m2=\$1.500.000	\$803.571
			\$3.363.494

Figura 37. Cantidad de materia prima con valores por unidad y valores totales. (Cotización empresa Wesco. Bogotá Colombia).

CARGO	SALARIO MENSUAL	SALARIO POR DIA	SALARIO POR HORA	SALARIO POR MIN
Soldador(2)	\$ 1.800.000	\$ 114.000	\$14.250	\$ 237.5
operario de montaje (3)	\$ 1.216.000	\$ 48.640	\$ 6.080	\$101.3
Cortador router(1)	\$ 1.300.000	\$ 82.300	\$ 10.287	\$171.5
conductor (1)	\$ 950.000	\$ 60.166	\$ 7.520	\$125.3
CONCEPTO	VALOR	CIF		
BODEGA TALLER	70m2= \$7.000.000	2m2= \$233.333	9m2= \$1.050.000	10m2= \$1.166.666
SERVICIOS	MES=\$2.280.000	DIA=\$91.200	HORA=\$11.400	MIN=\$190

Figura 38. Mano de obra directa con los costos específicos, y los costos indirectos de fabricación.

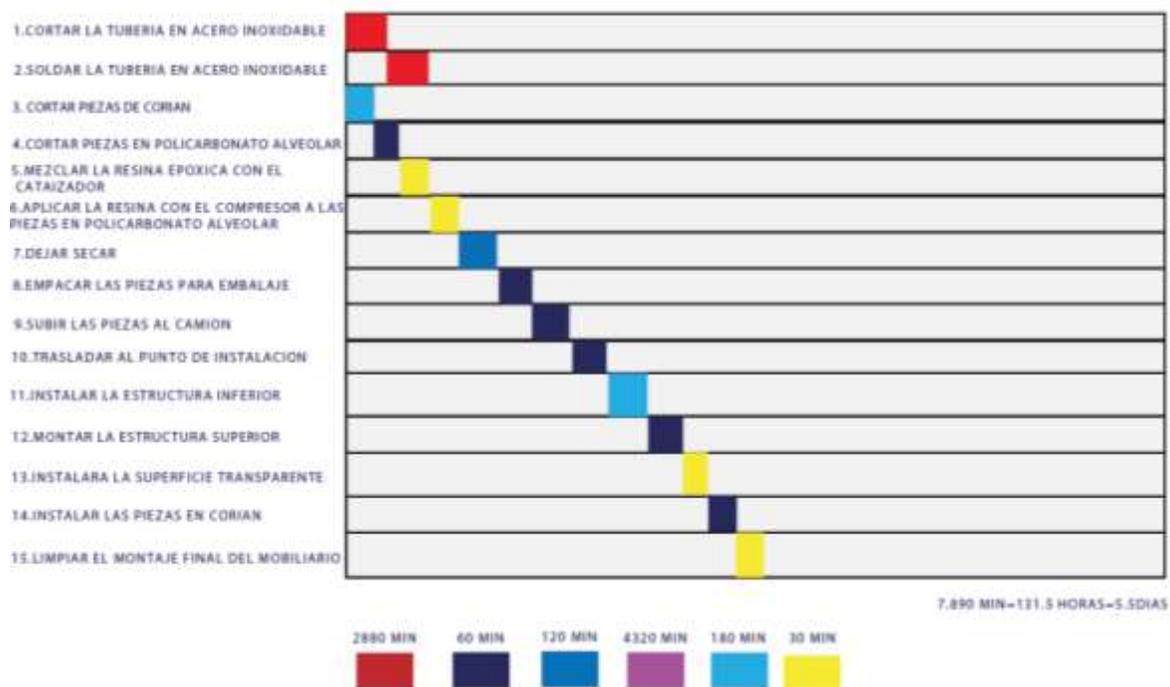


Figura 39. Diagrama de procesos con los tiempos estipulados para el desarrollo de cada una de las actividades necesarias para la producción.

Definiendo los costos de mano de obra junto con los costos indirectos de fabricación y teniendo los datos específicos por minuto, se desarrolla todo el costo de producción en relación

con el diagrama de procesos estableciendo los tiempos de cada una de las fases del proceso para calcular la utilidad del proyecto y precisar el precio de venta.

	MPD	MOD	CIF	TOTAL
1.	\$1.365.770	\$136.512	\$547.465	\$2.049.741
2.	\$0	\$136.512	\$547.465	\$683.977
3.	\$803.700	\$30.780	\$236.183	\$1.070.660
4.	\$584.153	\$30.780	\$236.183	\$851.116
5.	\$490.000	\$4.110	\$45.000	\$539.110
6.	\$0	\$7.500	\$65.000	\$72.500
7.	\$0	\$0	\$45.000	\$45.000
8.	\$0	\$12.000	\$0	\$12.000
9.	\$0	\$30.780	\$0	\$30.780
10.	\$0	\$7.500	\$0	\$7.500
11.	\$400.000	\$36.000	\$0	\$436.000
12.	\$40.000	\$12.000	\$0	\$52.000
13.	\$65.000	\$12.000	\$0	\$77.000
14.	\$0	\$91.200	\$0	\$91.200
15.	\$30.000	\$50.000	\$0	\$80.000
COSTO = \$5.633.984 X 0.42 % = \$8.000.527				\$5.633.984
PRECIO = \$8.000.527				

Figura 40. Costos de materia prima directa, mano de obra, costos indirectos de fabricación en relación con el diagrama de procesos, definiendo el costo total de producción: El precio de venta estipulado se da multiplicando el costo por el 42 % de utilidad.

Capítulo 4

1.10. Protocolo de comprobación para validar el uso del Dióxido de titanio como foto catalizador

En la investigación se ha mencionado la tecnología foto catalítica como un proceso de innovación para el desarrollo de mobiliario urbano amigable con el medio ambiente, teniendo en cuenta sus características específicas entorno a la degradación de partículas contaminantes a través de una reacción química generada por la incidencia de luz artificial o natural, ya que la superficie tratada con el dióxido de titanio al estar en contacto con los fotones, se produce un salto de los electores de la banda de valencia a la banda de conducción, con lo cual la partícula contaminante se transforma en nano partículas de polvo neutras que no representan ningún riesgo para la salud humana.

En este capítulo se validará el uso del Dióxido de titanio como foto catalizador por medio de protocolos de comprobación que permitan definir tiempos de degradación de contaminantes y optimización de la mezcla básica entre resina epoxica y TIO 2.

Protocolo de validación de prototipos.

Descripción del prototipo: ¿Qué tipo de prototipo es?

Es un prototipo físico enfocado, usado principalmente en el análisis del uso adecuado del dióxido de titanio mezclado con resina epoxica, para determinar su capacidad foto catalítica con el fin de comprobar la degradación de los contaminantes como el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, ozono, material particulado y monóxido de carbono mediante la simulación de estos por medio de azul de metileno que es un colorante orgánico con propiedades químicas similares.

Objetivos de la prueba.

¿Qué datos espero recoger?

Verificar y validar la acción foto catalítica del dióxido de titanio en presencia de la luz.

Analizar las proporciones idóneas para la mezcla compuesta de resina y TIO 2.

Determinar el espesor adecuado para el uso en la superficie estudiada.

Determinar el tiempo mínimo para la degradación de los contaminantes mediante la acción foto catalítica.

Ficha técnica del prototipo

Fecha en la que se llevó a cabo el prototipo: 16/09/2018.

Participantes: Julio Cesar Delgado

Tiempo / Duración de la prueba: _1 hora

Recursos necesarios (materiales, locaciones, elementos...)

Plastilina industrial para moldes, recipiente para mezclar, dióxido de titanio de anatasa, resina epoxica, mezclador, bombilla Led, azul de metileno, mesa de trabajo, cámara fotográfica.

Cómo se va a documentar:

Registro fotográfico.



Figura 41. En la imagen podemos observar los materiales necesarios para el protocolo de comprobación. De izquierda a derecha (Dióxido de titanio de anatasa, azul de metileno, recipiente para mezclar resina y catalizador, molde en plastilina industrial).



Figura 42. Aplicación del azul de metileno a la muestra desarrollada simulando el contaminante, para aplicar iluminación y determinar el tiempo de degradación total.

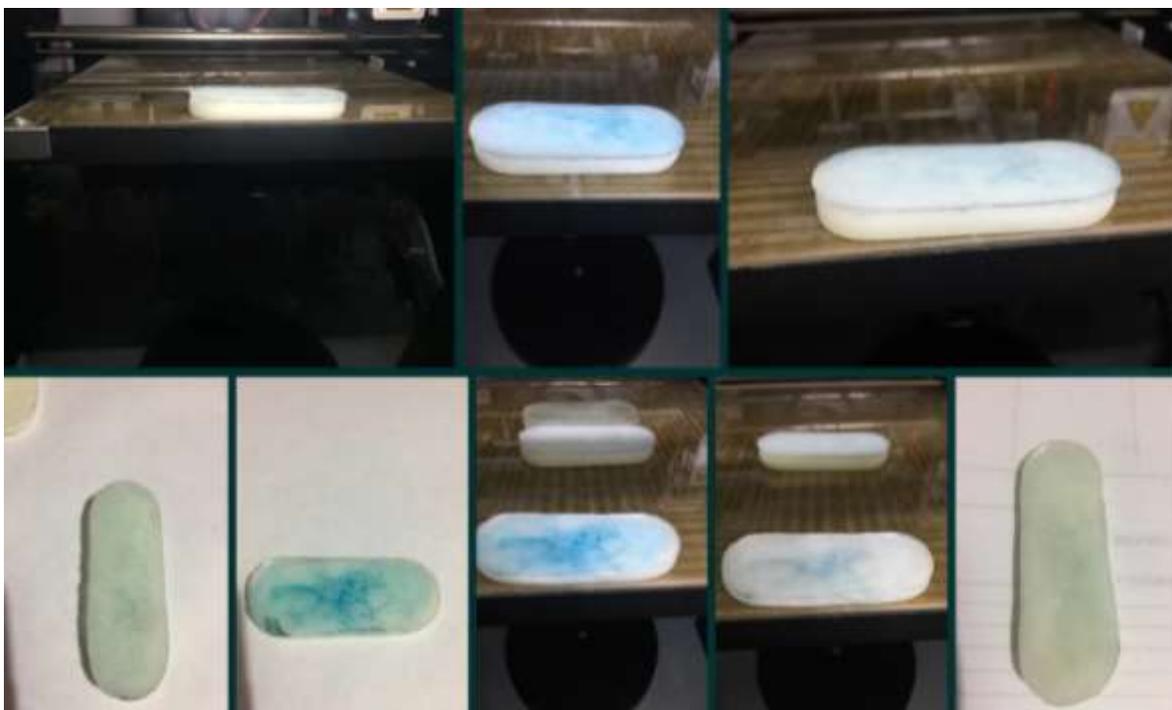


Figura 43. Aplicamos iluminación constante y directa sobre la superficie.

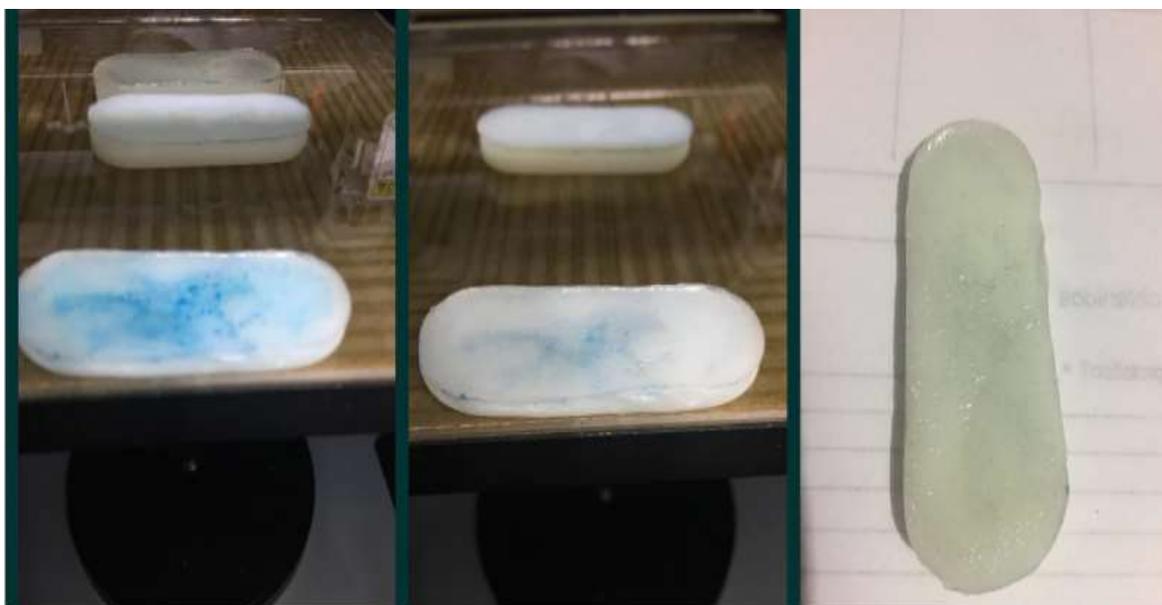


Figura 44. Después de 30 segundos la superficie se auto limpia degradando el azul de metileno.

Resultados obtenidos.

¿Qué datos arrojó el prototipo?

La cantidad idónea en la proporción de dióxido de titanio vs. resina epoxica es 1:5

La acción foto catalítica es muy eficiente en presencia de la luz artificial, degradando el componente orgánico en menos de 30 segundos.

El espesor adecuado para la superficie estudiada es de 1.2mm, ya que la acción foto catalítica se maximiza en este espesor

El tiempo mínimo para la degradación de colorante orgánico que simula los componentes contaminantes es de 20 segundos.

Al validar el uso del Dióxido de titanio como foto catalizador le damos un aval a la tecnología aplicada para ofrecer una solución viable y poco costosa que será amigable con el medio ambiente.

Capítulo 5

1.11. Comprobación de los flujos de viento en la propuesta 1

Definiendo las dimensiones y morfología específica de la propuesta final, se validaron las superficies aplicadas al diseño con la finalidad de optimizar al máximo la funcionalidad y así obtener indicadores que fundamenten las condiciones de los radios de curvatura y angulaciones que minimizan la exposición directa a partículas contaminantes.

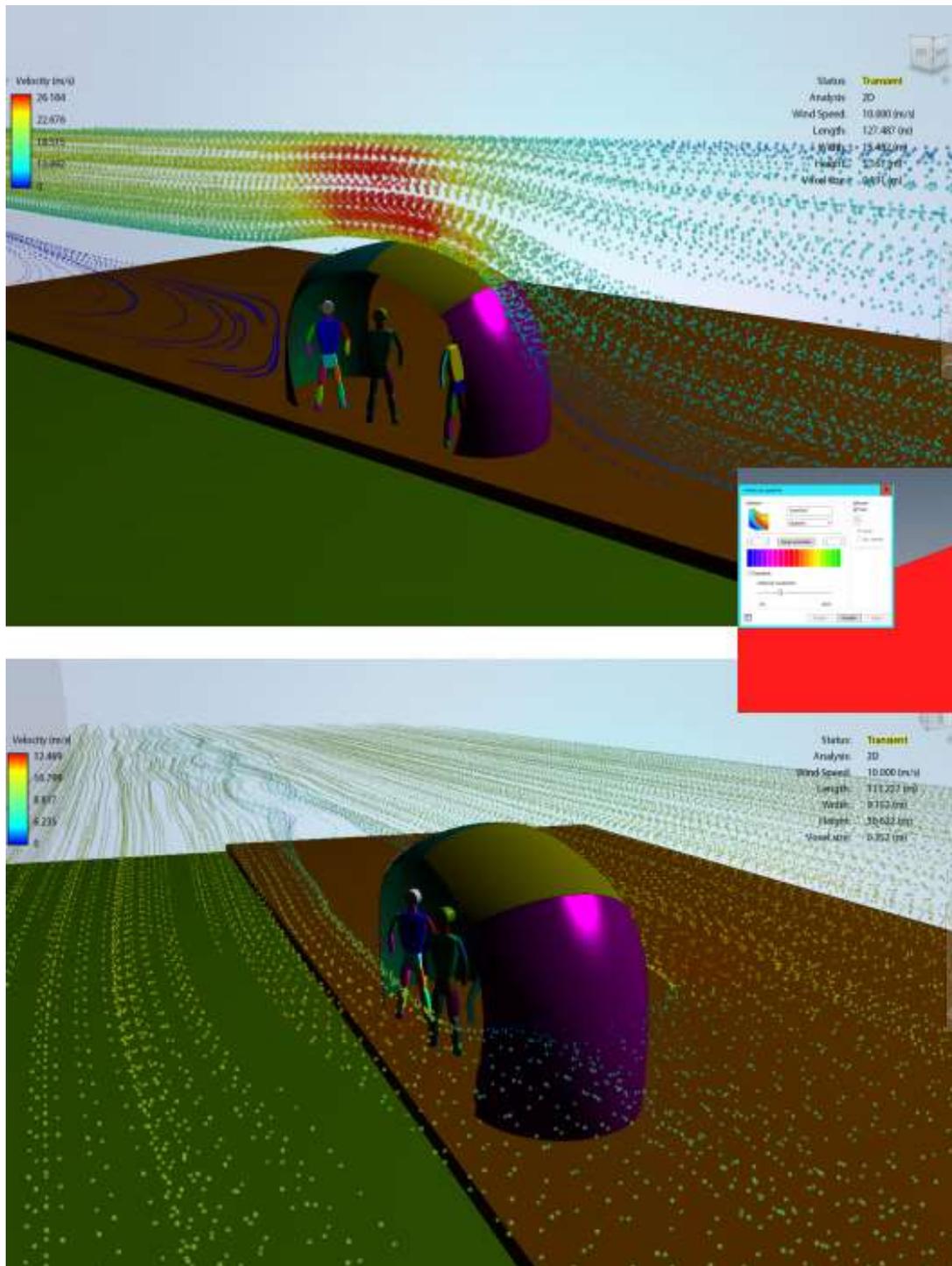


Figura 45. Simulación de curvaturas g1 y g2.

Esta simulación muestra resultados que identifican las zonas donde es más eficiente aplicar superficies con tangencia y curvatura que eviten estancamientos en la zona de estudio del mobiliario.

Protocolo de comprobación de prototipo.

Descripción del prototipo

¿Qué tipo de prototipo es?

Es un prototipo analítico enfocado, usado principalmente en el análisis de la superficie optima a usar en el desarrollo del proyecto, para entender el comportamiento del aire a través de la geometría específica y generar un movimiento continuo para no tener estancamientos en las corrientes de aire contaminado que hay en el sector.

Objetivos de la prueba.

¿Qué datos espero recoger?

Verificar y estudiar el comportamiento del aire que fluye a través de la superficie definida para el diseño.

Analizar las condiciones de continuidad de la superficie óptimas para la funcionalidad respecto al flujo de aire definido.

Validar las dimensiones finales del elemento desarrollado.

Definir los radios de curvatura óptimos para la superficie analizada.

Ficha técnica del prototipo

Fecha en la que se llevó a cabo el prototipo: 30/09/2018

Participantes: Julio Cesar Delgado

Tiempo / Duración de la prueba: 2 horas

Recursos necesarios (materiales, locaciones, elementos...)

Computador, Software flow design, inventor.

Cómo se va a documentar:

Registro mediante render e imágenes con los datos obtenidos

Resultados obtenidos.

¿Qué datos arrojó el prototipo?

El aire fluye a través de la superficie de forma continua evitando velocidades 0 que puedan llegar a generar estancamientos en la zona estudiada

Se debe evitar una doble curvatura en la parte superior y en los costados laterales, ya que el comportamiento del aire generaría turbulencias que lo direccionan hacia la zona estudiada.

Se deben usar condiciones de continuidad de superficie g_1 y g_2 con tangencia y curvatura para que el aire salga de la zona estudiada con mayor velocidad y evitar los estancamientos

El radio del arco superior debe ampliarse para disminuir la altura inicial de la estructura con el fin de generar una salida del aire, mucho más lejana de la zona estudiada

Debe aplicarse una angulación en las salidas del aire del mobiliario para aumentar la eficiencia del foto catalizador y alejar lo más posible el aire contaminado.

De acuerdo a los resultados obtenidos se aplican las especificaciones finales al diseño detallado para mejorar las condiciones que presenta la propuesta actual.

A continuación, validamos los ajustes realizados al diseño tridimensional y procedemos a validar mediante protocolo de comprobación de prototipo.

1.12. Comprobación de los flujos de viento en la propuesta 2

Protocolo de comprobación de prototipo.

Descripción del prototipo

¿Qué tipo de prototipo es?

Es un prototipo analítico enfocado, usado principalmente en el análisis de la superficie optima a usar en el desarrollo del proyecto, para entender el comportamiento del aire a través de la geometría específica y generar un movimiento continuo para no tener estancamientos en las corrientes de aire contaminado que hay en el sector.

Objetivos de la prueba

¿Qué datos espero recoger?

Verificar y estudiar el comportamiento del aire que fluye a través de la superficie definida para el diseño.

Analizar las condiciones de continuidad de la superficie óptimas para la funcionalidad respecto al flujo de aire definido.

Validar las dimensiones finales del elemento desarrollado. Definir los radios de curvatura óptimos para la superficie analizada

Ficha técnica del prototipo

Fecha en la que se llevó a cabo el prototipo: 30/09/2018

Participantes: Julio Cesar Delgado

Tiempo / Duración de la prueba: _2 horas

Recursos necesarios (materiales, locaciones, elementos...)

Computador, Software, Flow design, Inventor

Cómo se va a documentar:

Registro mediante render e imágenes con los datos obtenidos

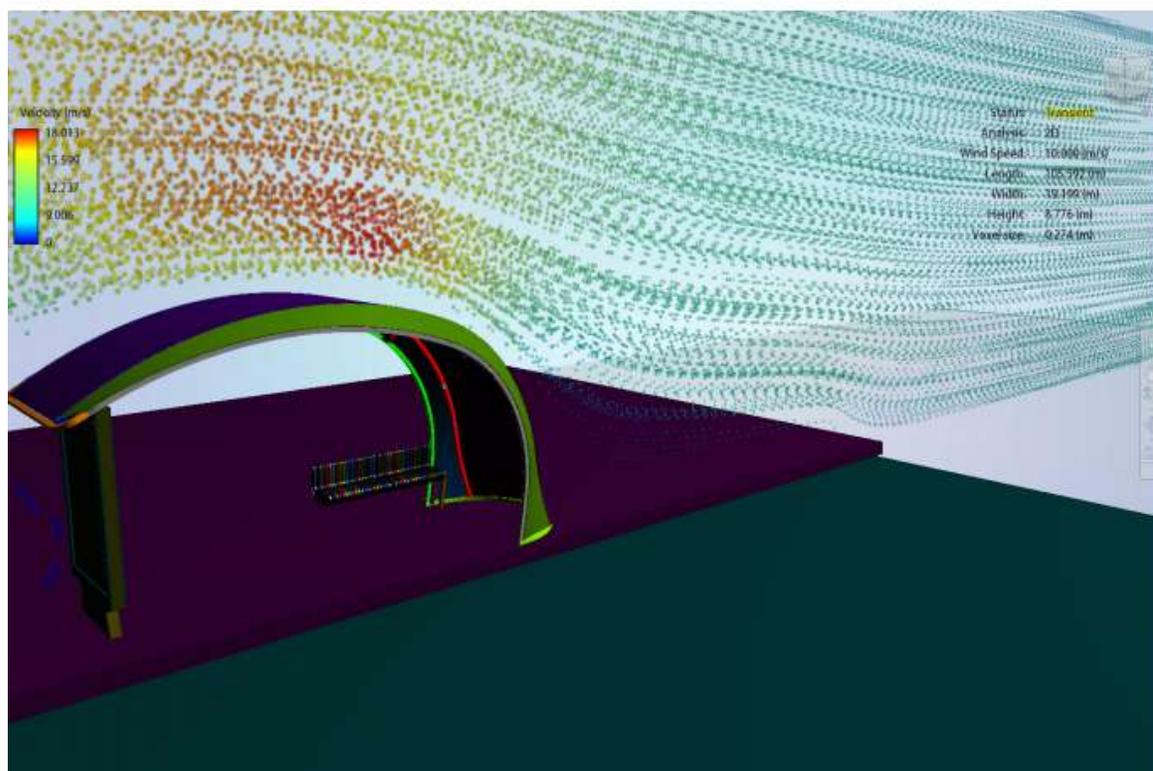
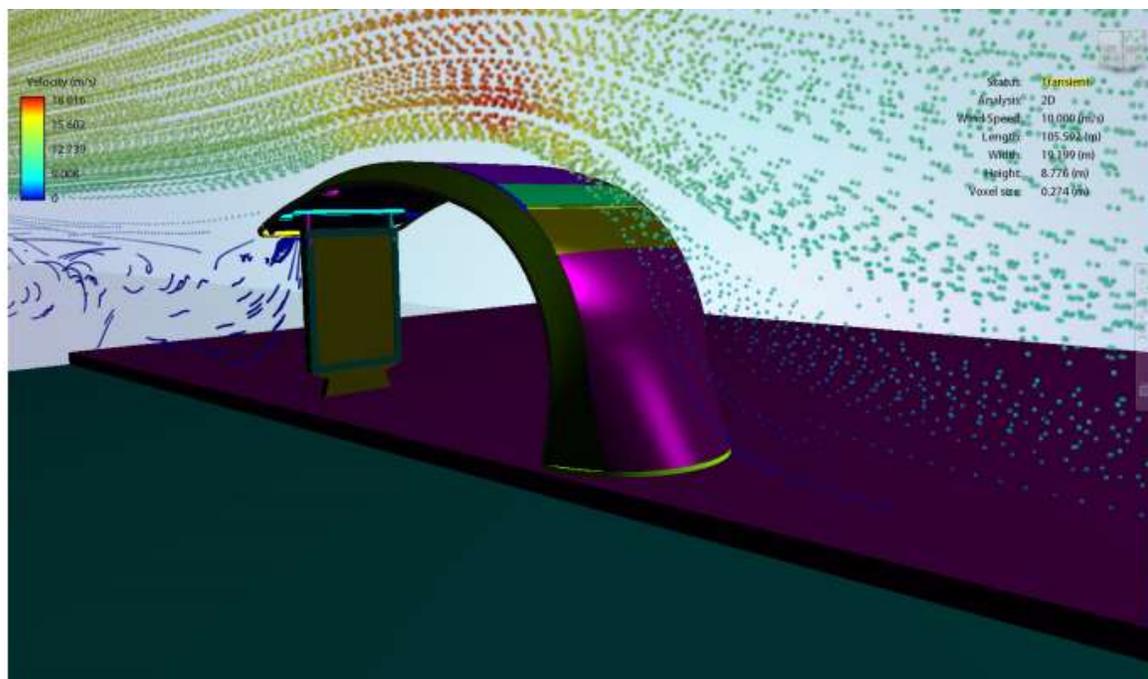


Figura 46. Validación final de las dimensiones y curvaturas específicas para la propuesta seleccionada.

Resultados obtenidos.

¿Qué datos arrojó el prototipo?

El aire fluye a través de la superficie de forma continua evitando velocidades 0 que puedan llegar a generar estancamientos en la zona estudiada

La curvatura en la parte superior y en los costados laterales es la adecuada, ya que el comportamiento del aire no generaría turbulencias que lo direccionan hacia la zona estudiada.

El uso de superficies g_1 y g_2 con tangencia y curvatura ayudan a que el aire salga de la zona estudiada con mayor velocidad y evita los estancamientos.

El radio del arco superior es el ideal para generar una salida del aire, mucho más lejana de la zona estudiada

La angulación aplicada a las zonas laterales ayuda satisfactoriamente a mantener la zona estudiada con menor cantidad de aire contaminado direccionándolo a zonas menos riesgosas para la población.

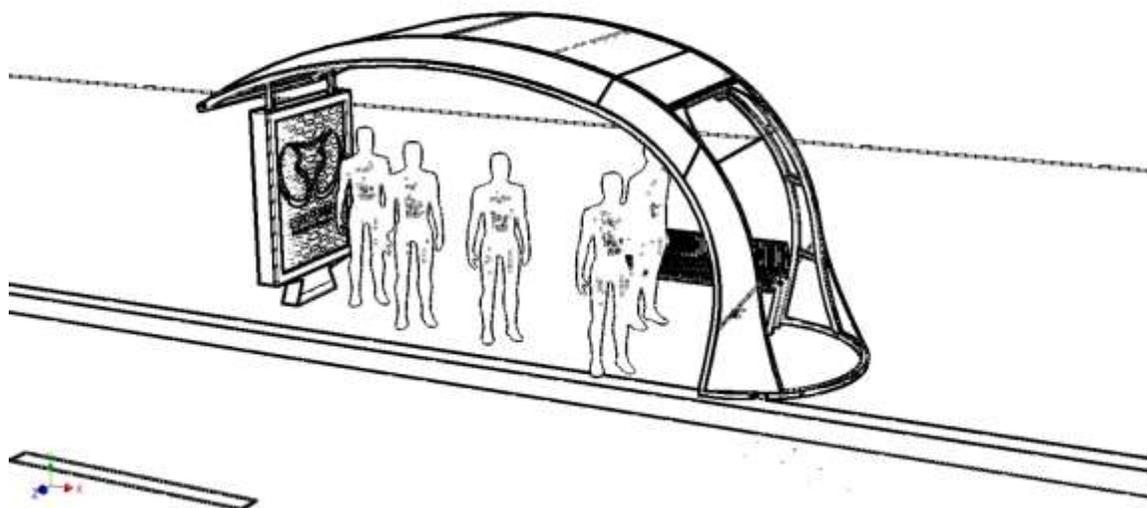


Figura 47. Visualización de la geometría definida.

Capítulo 6

1.13. Fabricación prototipo físico a escala 1:10

Para la fabricación del prototipo se desarrolla un modelado escalado definiendo los espesores adecuados para la fabricación, optimizando los ensamblajes y proceso de corte.

Los materiales en los que se fabrica el prototipo son:

Mdf 5 mm para simular la estructura metálica y los asientos del usuario.

Acrílico 3 mm para desarrollar la piel que cubre la estructura curvada.

Acrílico 3 mm para las siluetas de los usuarios

Tira de leds para iluminar el mupi publicitario

Lamina de balsa

Pla translucido para simular la superficie frontal del mobiliario.

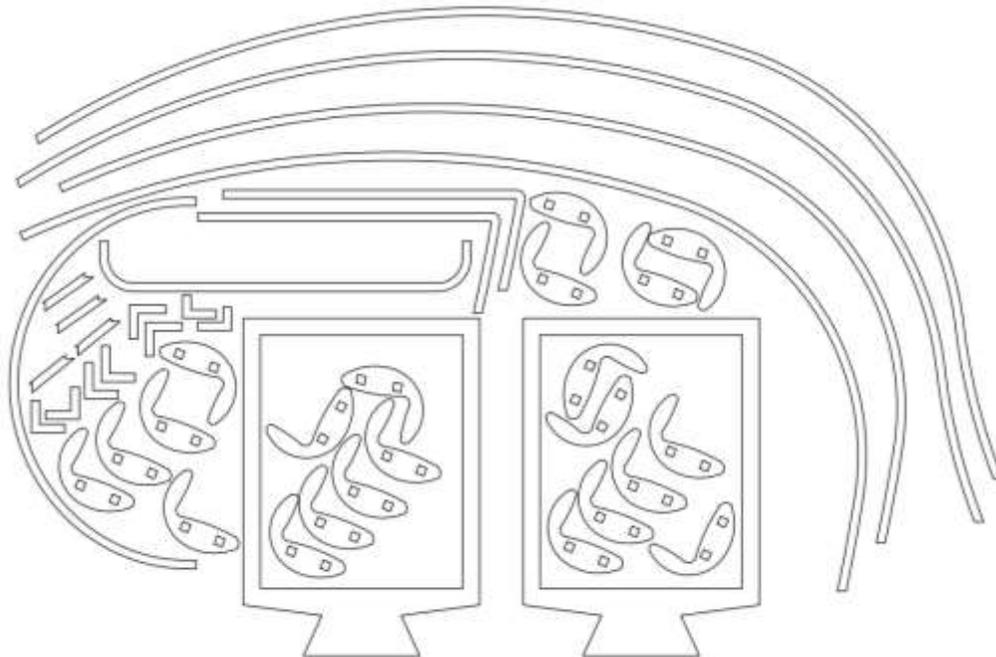


Figura 48. Modulación para corte de piezas en mdf 5mm.



Figura 49. Modulación para corte de piezas en Acrílico 3 mm.

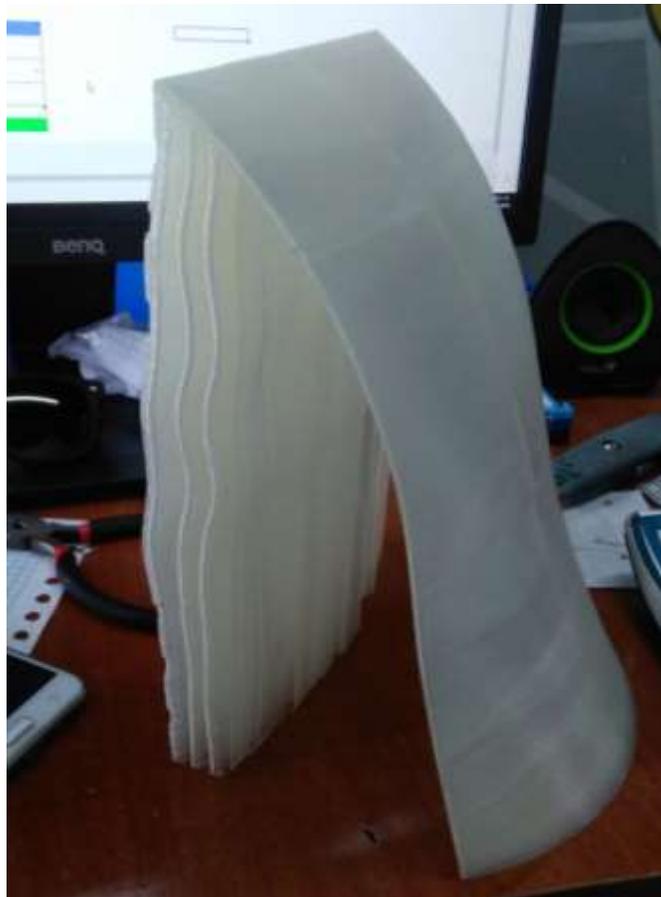


Figura 50. Impresión 3d PLA para la superficie frontal.



Figura 51. Módulos para representar la silla..



Figura 52. Representación del Mupi publicitario.

Ensamble del prototipo.

El ensamble del prototipo se realiza con encastrados en los cortes desarrollados y se pegan con silicona líquida para garantizar el soporte de las uniones. El recubrimiento superior en acrílico 3 mm se hace calentando la lámina para darle el arco correspondiente.



Figura 53. Ensamble final del prototipo con la iluminación del mupi publicitario.

Conclusiones

El proceso de diseño es una actividad que demanda conocimientos específicos en diversas áreas de trabajo para generar soluciones satisfactorias a cualquier problemática que se nos pueda plantear. Es nuestra responsabilidad ofrecer todo ese conocimiento para contribuir al desarrollo de un mundo más sostenible y amigable con el medio ambiente.

En el trabajo desarrollado fue fundamental entender que un principio científico como la fotocatalisis puede ser aprovechado por medio del diseño industrial para generar una solución innovadora en cuanto a tecnología de vanguardia, con el fin de garantizar salud y bienestar en la población afectada por la problemática investigada como lo es la contaminación atmosférica.

Al identificar las zonas con mayor nivel de contaminación en la ciudad nos damos cuenta que los indicadores de mala calidad del aire concuerdan con las actividades desarrolladas en horas pico, esto quiere decir que cuando nos encontramos esperando algún tipo de transporte urbano en un paradero m-10 del SITP, también estamos respirando la mayor concentración de partículas contaminantes.

Por esta razón la solución planteada tiene un potencial enorme con el cual se puede llegar a mejorar la calidad de vida de la población afectada de manera considerable, impactando fuertemente en el bienestar humano y así mismo en el sector económico de la ciudad ya que al instalar un paradero Brethe Easy estaríamos limpiando hasta 185 cfm (pies cúbicos por minuto), con lo cual si se llega a replicar en varios puntos de la ciudad por ejemplo 500 puntos, se llegaría a una cantidad de 92.500 cfm disminuyendo drásticamente los niveles alarmantes en los que se encuentra la ciudad actualmente.

Recomendaciones

Aplicar el uso de tecnología foto catalítica es un proceso innovador que brinda resultados concretos y eficientes para degradar partículas contaminantes en el aire.

Diseñar productos sostenibles con el medio ambiente es una alternativa interesante para los diseñadores industriales, en donde se pueden encontrar retos verdaderos para aplicar al máximo nuestro conocimiento en el área.

El estudio desarrollado abre un área de oportunidad para trabajar de manera interdisciplinar con otros profesionales especializados en nanotecnología, con lo cual el proceso de diseño puede llegar a otros límites.

Se recomienda realizar un análisis socio ambiental, frente a la influencia del TIO₂ en la salud de las personas que habitan en lugares con revestimientos que contienen TIO₂.

Se recomienda realizar un estudio y análisis en personas que laboran estando expuestas con TIO₂.

Referencias

- Agencia nacional de infraestructura. (2015). *Informe paisajismo y urbanismo accenorte*. Bogotá.
- Alcaldía mayor de Bogotá. (2014). *MANUAL DE OPERACIONES DEL COMPONENTE ZONAL DEL SITP*. Bogotá.
- Alcaldía mayor de Bogota. (2016). *Resolución 265 de 2016*. Bogotá.
- Cancino. (2006). *Validación y Análisis de la Información de la Red de Calidad del Aire de Bogotá*. Bogotá, colombia.
- Europe, W. R. (2006).
- Gracia, C. (2012). *Ecología forestal*.
- GTM. (2017). *Dioxido de Titanio ficha de datos de seguridad*.
- IDEAM. (2012). *Estado de la calidad del aire en colombia 2007-2010*. Bogotá.
- IDEAM. (2016). *Informe del estado de la calidad del aire en colombia 2011-2015*. Bogotá.
- Korc. (1999). *Monitoreo de la calidad del Aire en America Latina*. Lima.
- Lisbona, L. E. (2016). *EL DIÓXIDO DE TITANIO COMO MATERIAL FOTOCATALITICO*.
- Ministerio de ambiente. (2010). *Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire*. Bogotá.Colombia.
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Resolución 610 de 2010*. Bogotá,Colombia.
- Salud, O. M. (2006). *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, El dioxido de nitrogeno y el dioxido de azufre*.
- Secretaria Distrital de planeacion. (2016). *Cartilla de mobiliario urbano*. Bogotá.
- USEPA. (2015).

Anexos

Colección de Colores DuPont™ Corian® es una superficie avanzada nacida de la imaginación y capacidad de investigación científica de DuPont, empresa que ha sido sinónimo de innovación por más de 200 años. DuPont™ Corian® es la combinación perfecta de minerales naturales y polímero acrílico puro. Marca mundialmente reconocida por los profesionales de arquitectura y decoración, Corian® combina funcionalidad y estética. En una palabra: diseño. Corian® ofrece aplicaciones ilimitadas, pues sus placas pueden ser unidas de manera imperceptible, creando la apariencia de una pieza única y continua. Por ser un material macizo, no poroso, su superficie 100% higiénica evita la proliferación de hongos o bacterias. Corian® puede ser termo formado, lo que permite la creación de formas curvas para diferentes proyectos: mesas y otros muebles, lavaplatos, lavamanos y revestimientos, entre otros. Fabricado bajo principios ambientalmente correctos, no contamina el aire, el agua o el suelo, y evita la extracción natural de mármoles y granitos. Corian® es un producto inerte, no tóxico e incluye materia prima reciclada en parte de su composición. Altamente resistente, no se descascarará y es difícil de romper; al no ser poroso es resistente a manchas; y, en caso de daño, puede ser reparado, volviendo a estar como nuevo.

¿Qué es Corian®? DuPont™ Corian® es una superficie sólida, no porosa, homogénea, se compone de 2/3 de minerales naturales, derivados de bauxita, 1/3 de acrílico y pigmentos. Solo DuPont produce Corian®. n ¿Cómo se fabrica Corian®? Todas las piezas de Corian® son hechas a la medida, mediante un proceso de fabricación semiartesanal realizado por nuestros transformadores certificados en el cual las placas de Corian® se cortan, moldean y pegan para formar el producto final con la apariencia de una pieza única y continua. n ¿Corian® se mancha?

Corian® es resistente a manchas, ya que no es poroso. ¡Cualquier suciedad, incluso las más difíciles como salsa de tomate, esmalte, remolacha, café, y vino tinto, pueden ser completamente removidas! n ¿Cómo limpiar? Con jabón, detergente, limpiador multiuso o jabón cremoso y una esponja común de cocina, frotando con un movimiento circular. En los colores claros de Corian®, use el lado áspero de la esponja; y en colores oscuros, utilice el lado suave. n ¿Corian® se quema con ollas calientes? Corian® es muy resistente al calor. Apoyar ocasionalmente ollas calientes no causa daños a la superficie. Para preservar las áreas de apoyo frecuente, recomendamos la instalación de un descanso, que podrá ser en acero inoxidable, incorporado a la cubierta. n ¿Corian® se raya? Puede rayar. Sin embargo, los colores claros de Corian®, que son los más adecuados para las cubiertas de cocina, reciben acabado mate, lo que minimiza la percepción del rayado y permite que raspaduras superficiales se eliminen con el lado áspero de una esponja común de cocina.

Aerodinámica

Definición: Es la rama de la mecánica de fluidos que se ocupa del movimiento del aire y otros fluidos gaseosos, y de las fuerzas que actúan sobre los cuerpos que se mueven en dichos fluidos. Como ejemplo del ámbito de la aerodinámica podemos mencionar el movimiento de un avión a través del aire entre otros. La presencia de un objeto en un fluido gaseoso modifica la repartición de presiones y velocidades de las partículas del fluido, originando fuerzas de sustentación y resistencia. La modificación de unos de los valores (presión o velocidad) modifica automáticamente en forma opuesta el otro. Teorema de Bernoulli Fue formulado en 1738 por el matemático y físico Daniel Bernoulli y enuncia que se produce una disminución de la presión de un fluido (líquido o gas) en movimiento cuando aumenta su velocidad. El teorema afirma que la energía total de un sistema de fluidos con flujo uniforme permanece constante a lo largo de la

trayectoria de flujo. Puede demostrarse que, como consecuencia de ello, el aumento de velocidad del fluido debe verse compensado por una disminución de su presión. El teorema se aplica al flujo sobre superficies, como las alas de un avión o las Hélices de un barco. Se desprende de aquí que: $PRESION + VELOCIDAD = CONSTANTE$ Puede demostrarse fácilmente este teorema si tomamos una tira fina de papel, la colocamos junto a los labios y soplamos. En el momento que se produce el movimiento del aire, la presión sobre este flujo disminuye y por debajo de este aumenta, levantando la tira de papel. Efecto Venturi Las partículas de un fluido que pasan a través de un estrechamiento aumentan su velocidad, con lo cual disminuye su presión.