

**SISTEMA PARA TRATAMIENTO DE RUIDOS EN ZONAS CRÍTICAS DE
CONTAMINACIÓN AUDITIVA, ESPECIFICAMENTE EN ESPACIOS PUBLICOS
PEATONALES**

MARIANA DOMÍNGUEZ PARDO

**UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE INGENIERÍA, DEPARTAMENTO DE DISEÑO
DISEÑO INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI**

2011

**SISTEMA PARA TRATAMIENTO DE RUIDOS EN ZONAS CRÍTICAS DE
CONTAMINACIÓN AUDITIVA, ESPECIFICAMENTE EN ESPACIOS PUBLICOS
PEATONALES**

MARIANA DOMÍNGUEZ PARDO

PROYECTO DE GRADO

TUTOR

HUGO DARIO ARANGO

DISEÑADOR INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD ICESI

FACULTAD DE INGENIERÍA, DEPARTAMENTO DE DISEÑO

DISEÑO INDUSTRIAL

SANTIAGO DE CALI

2011

INDICE

| | |
|---|----|
| 1. Introducción..... | 1 |
| 2. Objetivos..... | 2 |
| 2.1 Objetivo General..... | 2 |
| 2.2 Objetivos Específicos..... | 2 |
| 2.3 Alcances..... | 2 |
| 3. Justificación..... | 2 |
| 4. Marco de Referencia..... | 4 |
| 5. Información..... | 5 |
| 5.1 Urbanización..... | 5 |
| 5.2 Teoría del Sonido..... | 7 |
| 5.2.1 Contaminación Auditiva..... | 10 |
| 5.2.2 Como combatir la Contaminación Auditiva con el uso adecuado de Materiales..... | 12 |
| 5.2.3 Las Plantas y la Contaminación Auditiva..... | 14 |
| 5.3 Reforestación Urbana..... | 15 |
| 5.4 Zonas de impacto acústico en Cali..... | 16 |
| 5.4.1 Las Megaobras..... | 16 |
| 5.5 Estado del Arte..... | 18 |
| 6. Marco Conceptual..... | 20 |
| 6.1 Definición del Proyecto..... | 20 |
| 6.2 Hipótesis..... | 21 |
| 6.3 Parámetros..... | 21 |
| 6.4 Determinantes..... | 21 |
| 6.5 Requerimientos..... | 22 |
| 6.6 Concepto..... | 22 |
| 7. Sitac..... | 22 |
| 7.1 Instalación..... | 23 |
| 7.2 Zapatas..... | 23 |
| 7.3 Estructura Metálica..... | 24 |
| 7.4 Laminas de Policarbonato..... | 25 |
| 7.4.1 Policarbonato..... | 25 |
| 7.5 Módulos Plantas..... | 27 |
| 7.5.1 Tillandsia Ionantha..... | 28 |
| 7.6 Tapas..... | 28 |
| 7.7 Ensamble..... | 29 |
| 8. Bibliografía..... | 31 |
| 9. Anexos..... | 32 |

INTRODUCCIÓN

Diariamente, gracias a la creciente urbanización que se viene dando y que ha traído consigo el desarrollo de diferentes elementos que facilitan el desenvolvimiento de la vida de los habitantes urbanos, tales como el comercio, la industria y los medios de transporte, entre otros. Estos tres factores son como tal gran fuente de contaminación, pero sobre todo de contaminación auditiva.

Este tipo de contaminación no ha sido muy bien tratada ni tomada en cuenta, aun sabiendo que trae consigo varios problemas significativos, no solo en la salud mental de las personas, sino también en su salud física.

Se han desarrollado campañas tratando de hacer entender a la gente las consecuencias negativas que trae la exposición a ruidos fuertes, buscando concientizar de cierta forma a los ciudadanos para que dejen de emitir ruido si no es necesario, cosa que no ha funcionado como debería, primero porque no se le ha dado la fuerza y el impacto suficiente para generar recordación y segundo porque la vida actual de las personas se ha acostumbrado a estar inmersos en ruidos, siendo muy difícil cambiar de un momento a otro la forma de pensar y actuar de ellas.

Sin embargo, se puede influenciar positivamente en el comportamiento de las personas, al disminuir los daños que podría causar éste tipo de contaminación, evitando que las ondas sonoras lleguen a los peatones con la misma intensidad que son generadas, esto se logra a través de la absorción y la reflexión de las mismas brindando la posibilidad de poder disfrutar de un espacio menos contaminado auditivamente, que los incite a disfrutar de la tranquilidad, y así mismo a propiciarla.

Así nace SITÁC, un sistema para el tratamiento de ruidos en zonas públicas peatonales que va a repercutir de forma positiva en el comportamiento de las personas incentivándolas a hacer un uso adecuado de los espacios a través de la atracción, brindando un sendero cómodo, agradable y con un índice de contaminación auditiva menor, que genere en los peatones la iniciativa de transitar por ahí.

A lo largo de este documento se hablara del ruido, su definición, como ha impactado sobre las personas, así como también las formas de disminuirlo en cuanto a materiales y formas, se hablara del caso específico de la ciudad de Cali y como se va a dar la implementación del proyecto para lograr cumplir los objetivos planeados, finalmente se dará paso a la solución de diseño, como resultado de la investigación recopilada aquí mismo.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Desarrollar, a través del diseño industrial, desarrollar un sistema que reduzca la polución sonora en la ciudad de Cali en las Megaobras relacionadas con espacio público que superen los 60dB en las horas del día y los 45 dB en las horas de la noche (niveles permitidos por el DAGMA para mantener la salud pública y ambiental).

2.2 Objetivos Específicos

- Generar un sistema que permita crear en los espacios abiertos en las Megaobras relacionadas con espacios públicos, zonas de forestación auto sostenible que funcionen como disipadoras de las ondas sonoras para disminuir la contaminación auditiva.
- Brindar a los habitantes urbanos la posibilidad de contar con zonas naturales estéticamente agradables y funcionales, acordes al contexto donde van a estar, es decir a las zonas públicas peatonales.
- Proporcionar a través de las formas y materiales un sistema multifuncional adaptable a los diferentes espacios que van a requerir de áreas verdes en las Megaobras.

2.3 Alcances

- Brindarle a los habitantes urbanos de Cali, la oportunidad de contar con espacios menos contaminados a través de la implementación de sistemas que disminuyan la contaminación auditiva.
- El sistema debe ser económicamente autosostenible y requerir del menor mantenimiento posible, aprovechando al máximo los recursos naturales que estén a su alcance sin desperdiciarlos, ayudando así al medio ambiente.

3. JUSTIFICACIÓN

Cada vez la concentración de la población crece más en las áreas urbanas, esto se debe a que las personas buscan en ellas más oportunidades laborales y de desarrollo. La contaminación acústica tiene directa relación con la expansión de las ciudades, donde las grandes concentraciones poblacionales, el transporte, las industrias y el comercio constituyen las principales fuentes de ruido.

Es en éstos momentos que nos damos cuenta que cada vez se disminuyen más los espacios, cada vez las estructuras de cemento se van regando hacia las afueras, acabando con las áreas que quedan de espacios verdes, naturales y puros, generando un reto para los planificadores urbanos que deben satisfacer esa demanda de infraestructura de la población. Según el plan de ordenamiento territorial, en Cali *“La distribución espacial de las zonas verdes en la ciudad presenta una fuerte desarticulación como elemento estructurante del espacio público”*(Plan de ordenamiento territorial de Cali).

La naturaleza, como parte esencial de nuestro desarrollo, se ha ido dejando a un lado, ignorando así los grandes problemas que estamos causando con esto, no solo por las consecuencias ambientales, sino también por la salud misma de cada persona que vive ahora rodeada, en su mayoría de concreto.

Entre los beneficios de mejorar y aumentar las zonas verdes se encuentran; la disminución de la contaminación en el aire, la atemperación en macro y microclimas, la facilitación para la formación de pequeños ecosistemas y la reducción de contaminación auditiva, entre otros. Este último problema, aunque es bastante común, no es muy tenido en cuenta y como todas las contaminaciones, el ruido puede causar daños importantes no solo en la calidad de vida sino también en la salud de las personas si no es tratado de la forma adecuada.

Es importante entonces entender la definición de ruido; se conoce como un sonido indeseado que puede interrumpir el desarrollo de alguna actividad. La intensidad de los diferentes ruidos se mide en decibeles (dB) unidad de medida de la presión sonora. La contaminación auditiva puede provenir, en una ciudad como Cali, de diferentes fuentes: Equipos de sonido de viviendas y autos, flujos peatonales concentrados, vendedores ambulantes, establecimientos nocturnos, caninos, iglesias y flujo vehicular (según el P.O.T). Según medidas tomadas en la ciudad, las fuentes más importantes de contaminación son, el flujo vehicular (85 dB), vendedores ambulantes, está el caso de aquellos que venden CD's, películas y los muestran con altos volúmenes para llamar la atención del cliente, en la zona del centro sobre todo aquellos que con micrófonos promocionan sus productos respaldados con música que se oye muy fuerte, los vendedores de los semáforos de las calles altamente transitadas que constantemente están ofreciendo sus productos con un tono repetitivo (75 dB específicamente en el centro), construcciones y establecimientos nocturnos, que en algunas ocasiones sobrepasan los 90 dB. La OMS estableció que de 60 a 65 dB se ubica el umbral de ruido DIURNO que empieza a ser molesto. La capacidad auditiva se deteriora en la banda comprendida entre 75 dB y 125 dB que pasa a ser nivel doloroso cuando se sobrepasan los 120 dB, llegando al umbral de dolor a los 140 dB.

Un ruido excesivo puede producir efectos desfavorables, fisiológicos y psicológicos, como efectos sobre el sueño, la conducta, la memoria, problemas en el embarazo y sobre los niños, estrés y pérdida del sentido auditivo.

Lo anterior se puede relacionar con las campañas que seguidamente se han venido desarrollando por parte de la alcaldía para concientizar a las personas de los daños causados por la contaminación auditiva, y la falta de civismo en general, sin mostrar resultados efectivos en su totalidad, lo que demuestra que es difícil en este punto concientizar definitivamente a los ciudadanos y sobre todo cambiar su forma de pensar de un momento a otro, lo que sí es posible es disminuir los daños causados por este tipo de contaminación al combatirla directamente y matizarla con el diseño.

Los beneficios de reverdecer la ciudad considerando y disminuyendo la contaminación auditiva, lograrían repercutir de forma positiva en la salud de los ciudadanos, así mismo como podrían cambiar poco a poco la forma de actuar y pensar respecto a su ciudad, al desarrollar un sistema estéticamente agradable que genere en las personas sentido de apropiación, un espíritu cívico que los lleve a cuidar lo suyo, a cuidar lo que les está transformando el entorno en algo saludable y muy agradable para vivir.

Una buena opción para llevar a cabo esta propuesta, es ir de la mano con el desarrollo de la ciudad, incluyendo las propuestas de reforestación en los planes que han sido planteados por el Plan de Ordenamiento Territorial y la Alcaldía de Cali, para lograr así maximizar el valor de los proyectos verdes y disminuir también los costos, al ser ya incluidos como una parte importante de un gran proyecto de urbanización. En Cali, éste sería el caso de las Megaobras dirigidas a mejorar el espacio público peatonal, específicamente las ubicadas en las áreas de alta contaminación auditiva como lo son el hundimiento de la avenida Colombia (por su cercanía al centro), y las áreas aledañas a calles con alto flujo vehicular (la plazoleta de la caleñidad y parque longitudinal en aguablanca) , que se están realizando a lo largo de la ciudad, para continuar con el desarrollo de ésta, y donde se podría aprovechar para realizar el reverdecimiento urbano y abarcar entonces un área más amplia realizando un solo esfuerzo.

Es importante aclarar que el proyecto se va a desarrollar con las Megaobras para estar listo cuando las mismas estén concluidas, ya que se facilita en el proceso de construcción tener en cuenta los detalles y especificaciones para ir desarrollando el proceso paralelamente, incluyendo en la planeación de las Megaobras los canales para el riego por ejemplo y evitar así posteriores rompimientos o modificaciones de infraestructuras ya desarrolladas por completo.

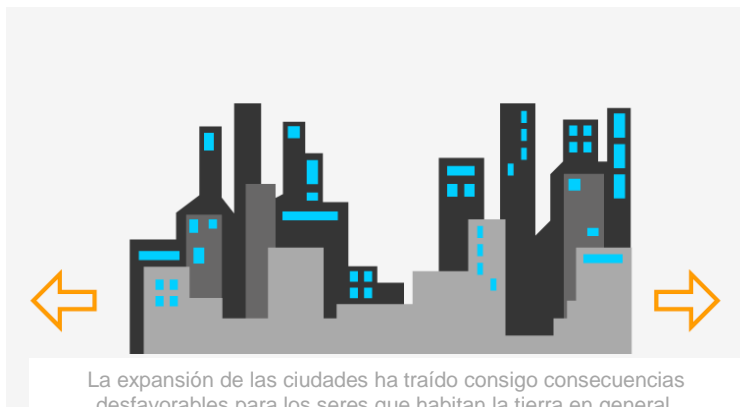
4. MARCO DE REFERENCIA ●●●

El proyecto va a influenciar directamente en diferentes ámbitos durante su proceso de desarrollo, a continuación se explicara puntualmente cada uno de ellos.

- Humanos: Cómo el sistema puede contrarrestar el avanzado proceso de urbanización que trae consigo un entorno poco sano para los habitantes de la ciudad, combatiendo directamente la contaminación auditiva?
- Económicos: Cómo puede ser desarrollado el sistema de forma que se contrarreste el problema de las inversiones inestables? Cómo puede llegar el sistema a ser económicamente autosostenible?
- Técnicos: Cual será la capacidad de producción de éste sistema? Qué mecanismos y que materiales se deben usar para que el sistema sea resistente a la intemperie y combata de forma adecuada la contaminación auditiva directamente? Cuál debe ser la ubicación estratégica para que el sistema combata efectiva y eficientemente los problemas de contaminación auditiva en las zonas que mas lo requieran?
- Diseño: Cómo el diseño puede facilitar la producción de un sistema gracias a la implementación creativa de diferentes materiales? Cómo con la optimización de materiales y piezas se logra producir un sistema innovador de alta resistencia e impacto para la salud de los habitantes urbanos?

5. INFORMACIÓN

5.1 URBANIZACIÓN



Con el transcurso del tiempo han incrementado las migraciones del campo a la ciudad, aumentando la concentración de la población en las zonas centrales y generando grandes desafíos para los planificadores del desarrollo urbano, pues cada vez hay menos espacios que

ocupar y de esta manera se recurre a acabar con las zonas verdes que son tan necesarias para la salud de los ciudadanos, es así, cuando a medida que se va desplazando la gente de los espacios rurales para llegar a habitar un entorno citadino construido con cemento y otros materiales fríos, que emerge la importancia que tiene contar en esos espacios grises con áreas verdes y naturales.

Casi tres cuartas partes de la población de América Latina vive en ciudades, nuestro país Colombia específicamente ha sufrido un grande y acelerado proceso de urbanización desde mediados del siglo XX, en donde paso de ser un país de concentración poblacional rural a uno en donde ya el 75% de la población habita en las urbes. En el Valle del Cauca, como en algunos de los departamentos más importantes ya el 90% de la población habita en las ciudades.

En este caso, hay varias razones por las que se da este desplazamiento poblacional, la más importante tal vez es que la productividad de las actividades rurales es baja, acompañada de la ausencia de servicios públicos en buenas condiciones y de los desplazamientos forzados que se dan por los grupos violentos que habitan las zonas rurales que obligan a los campesinos a trasladarse a las ciudades.

Es por esto que cada vez el medio ambiente urbano es menos apto para el desarrollo adecuado de la vida de los ciudadanos, pues las crecientes poblaciones requieren del crecimiento de las industrias, medios de transporte, construcciones para vivienda, que permanentemente contaminan el entorno (agua, aire, suelo y ruido) y afectan negativamente la salud de todos, sin discriminación de estratos socioeconómicos. Ahí se evidencia la importancia de combatir estas problemáticas, que van creciendo exponencialmente y que pueden causar finalmente catástrofes ambientales irreparables para el futuro del mundo entero.



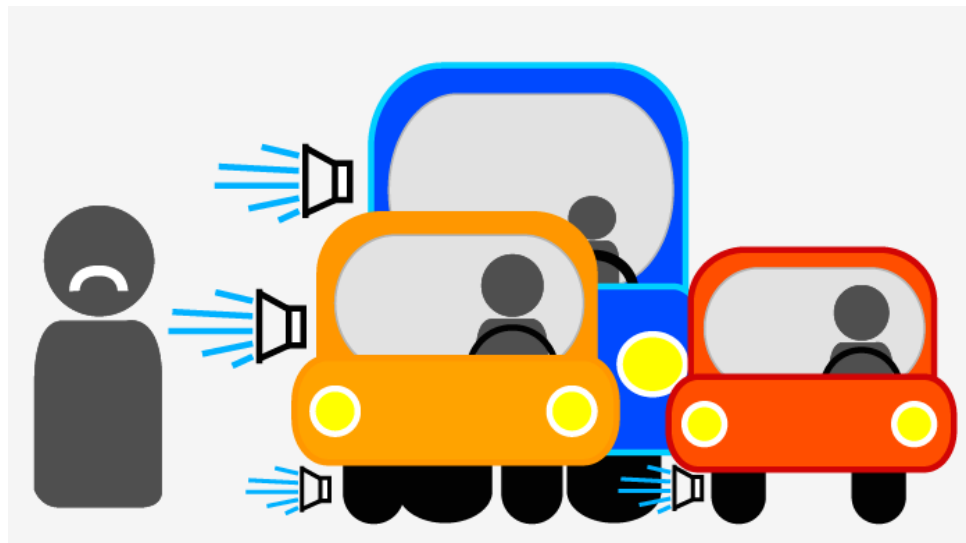
Cada vez es mayor la exposición a diferentes agentes contaminantes.

La contaminación del agua es una de las principales consecuencias de la acelerada urbanización sin una planeación a conciencia para aprovechar y proteger el recurso vital para todos. Es evidente que entre más personas habiten un espacio determinado, mas son los residuos que estos van a generar y por lo general todos esos desechos van a parar al agua, a las costas, dispersando enfermedades producidas por este tipo de contaminación y reduciendo la cantidad de este liquido preciado y vital en el planeta.

Por otro lado, la contaminación del aire que es tan fácil de generar, solo hay que pensar que al respirar, cada persona libera CO₂, que es contaminante si no es tratado adecuadamente por las plantas, que en el planeta tierra son las encargadas de purificar el aire convirtiendo el CO₂ en oxigeno, apto para la respiración de todos. Si a eso se le suma el aumento en los medios de transporte, la liberación de gases de la industria, se evidencia un problema bastante grande, pero si a esto se le suma también la disminución de espacios verdes, cual es el aire que se está dejando para la propia respiración de los seres vivientes de la tierra?

Las áreas verdes, naturales, frescas se están cambiando por plataformas solidas de cemento y se están reduciendo así las zonas permeables que evitan de gran forma las inundaciones tan comunes en estos tiempos, además en algunos casos las pocas áreas verdes que quedan se bombardean con desechos que desmejoran la calidad de los suelos causando la infertilización de los mismos y reduciendo la posibilidad de tener una área verde.

Finalmente el ruido, que como las anteriores contaminaciones es supremamente importante pero inexplicablemente no ha sido muy tenido en cuenta en el momento de actuar para combatirlo.



Una de las principales fuentes de contaminación auditiva es el alto flujo vehicular, llegando a veces hasta los 90 dB.

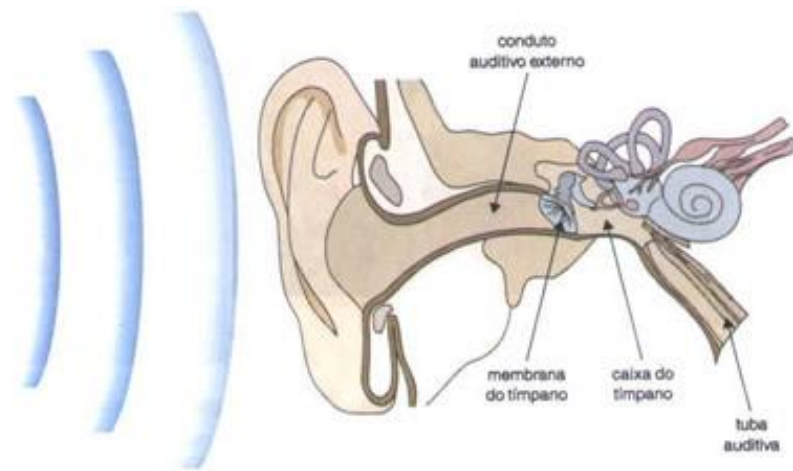
5.2 TEORIA DEL SONIDO

El sonido está compuesto por ondas sonoras, estas ondas tienen la virtud de convertirse en ondas mecánicas al estimular el oído por medio de vibraciones que activan el sentido auditivo en el cerebro. Solo se puede desplazar a través de un medio conductor (puede ser gaseoso, líquido o sólido), pues las vibraciones son causadas por el movimiento de las moléculas del medio, generado por la activación a través de las ondas. Debido a esto el sonido no se puede dar en el vacío.

Estos desplazamientos, generan una cadena que finalmente llega a estimular el oído y generar la captación del sonido. La velocidad del sonido es de 331,5 metros por segundo dependiendo de las condiciones climáticas y atmosféricas, una velocidad bastante alta. Esta velocidad puede variar dependiendo del material donde se desplace la onda, el desplazamiento más rápido se hace en los sólidos, después en los líquidos y finalmente en los gases, esto se debe a que las

partículas que componen los sólidos se encuentran más cercanas, lo que facilita su desplazamiento.

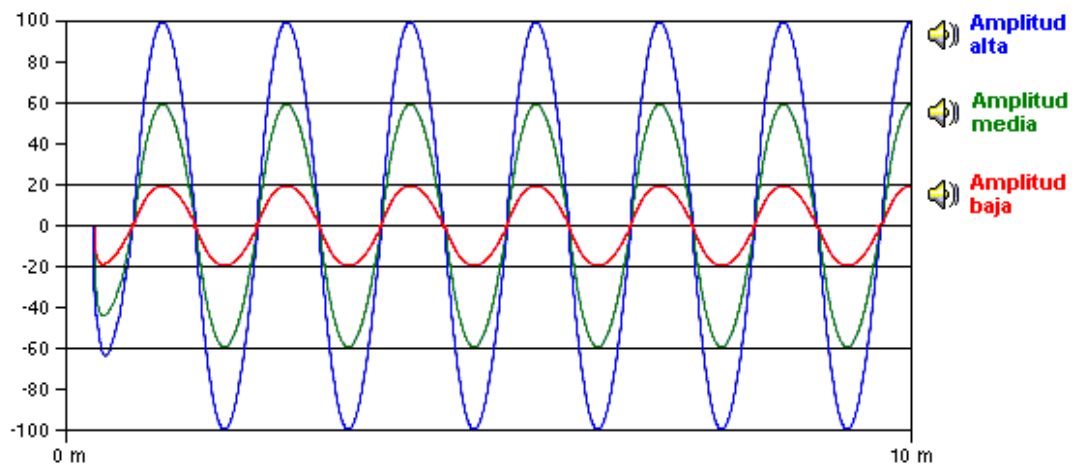
Sin embargo los seres humanos no perciben todas las ondas ya que el oído solo capta aquellas cuya frecuencia (frecuencia se define como número de ciclos que efectúa una onda por unidad de tiempo) oscila entre los 20 y los 20.000 Hz, rango que se conoce como espectro audible. Cuando la frecuencia es menor a los 20 Hz se denomina infrasonido y cuando excede los 20.000 Hz se define como ultrasonido. El oído funciona como un receptor de las ondas sonoras al percibir en el oído medio las vibraciones, que van a estimular posteriormente el sistema nervioso generando un envío de señal al cerebro que se manifiesta al permitir captar el sonido. Esta habilidad la tienen los humanos desde antes de nacer, por lo que es importante siempre tener los cuidados adecuados para no exponer al feto a ruidos indeseados.



Funcionamiento del oído al recibir las ondas sonoras

Todo sonido está caracterizado por tres cualidades que son: la intensidad, el tono y el timbre.

La **INTENSIDAD** se define como la propiedad que hace que el sonido se capte como débil o fuerte. La intensidad fisiológica se mide en decibelios (dB). Esta cualidad se mide con un elemento llamado Sonómetro, que funciona recibiendo las ondas generadas por el sonido (presión) a través de un micrófono y transformándolas a través de impulsos eléctricos en un indicador de sonido en dB. El **TONO** es la cualidad del sonido que permite distinguir entre agudo y grave, físicamente se representa con la frecuencia de onda, entre más baja la frecuencia es más grave y entre más alta es más agudo, es en esta cualidad que entra en umbral audible y el no audible, según lo dicho anteriormente. Finalmente el **TIMBRE** es la cualidad del sonido que permite identificar de donde proviene, cual es la fuente emisora, sin importar si el tono y la intensidad son iguales.



Comportamiento de las ondas que definen las cualidades del sonido: intensidad, tono y timbre.

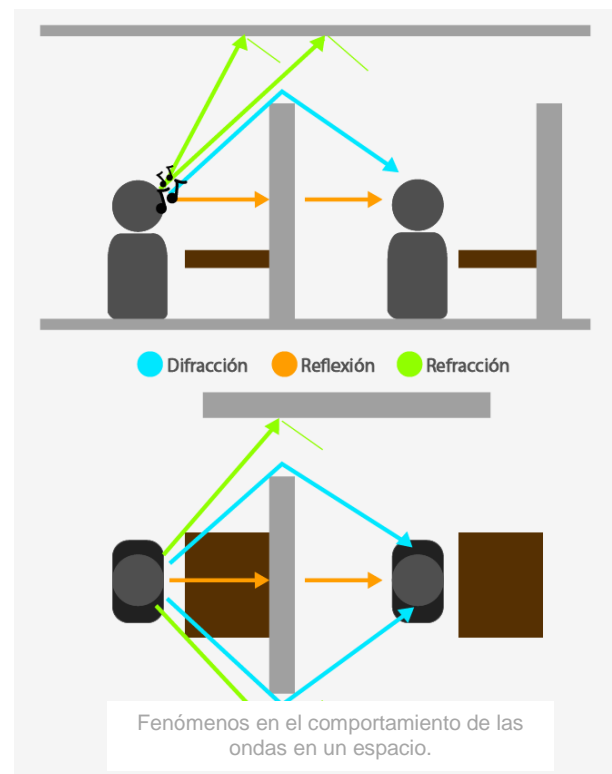
© 1940 Disney Enterprises, Inc. S: The Walt Disney Company/Ilustración de Microsoft

Las ondas sonoras tienen comportamientos variados en el momento de hacer contacto con materiales y formas diferentes.

La difracción es el fenómeno que como su nombre lo indica habla de la división o del partimiento de las ondas que al chocar con un elemento determinado con la forma adecuada, puede dividirse en dos rodeando el objeto y disminuyendo el impacto directo de la misma.

La reflexión es un fenómeno físico que explica la incidencia de la onda con un material y la dirección posterior que la misma tome, esto si el material no la absorbe. La ley de reflexión dice que el ángulo con el que la onda choca con el material es el mismo ángulo con el que se refleja. En este caso, el sonido no se elimina sino que se desvía hacia otro lado.

La refracción explica como la onda al incidir con un material absorbente se comporta para desaparecer casi por completo, dependiendo del material. Si un material es esponoso y su estructura es fibrosa, es muy probable que la onda sonora desaparezca pues va a ser subdividida en muchas partes perdiendo contantemente energía hasta desvanecerse.



Este último fenómeno, es el que más debería utilizarse en el manejo de la contaminación auditiva urbana, pues se le da el tratamiento a las ondas sonoras para que reaccionen y permanezcan en el material absorbente, Esto evita que al ser desviadas perjudiquen a otras personas que se encuentren en el camino de la dirección que pueda tomar el sonido.

Se podría definir un sonido como aquel que suena agradable al oído, es descifrable, entendible y se encuentra dentro de los niveles adecuados de intensidad, tono y timbre, así mismo se definiría entonces el ruido como la versión contaminante del sonido cuando este se vuelve molesto pues no es agradable al oído por la fuente que lo genera o por los niveles de intensidad y tono, incluso se podría definir como ruido aquel sonido que no es identificable o entendible, por ejemplo el murmullo de una multitud. Cualquier sonido que distraiga, incomode o perjudique el buen funcionamiento del receptor auditivo es considerado ruido.

Los sonidos de origen natural, como los que pueden proveer micro ecosistemas, son considerados agradables al oído a diferencia de aquellos causados por la mecanización y como consecuencia de los procesos de urbanización del hombre.

5.2.1 Contaminación Auditiva

Se entiende como contaminación auditiva la acumulación de un sonido desagradable o ruido en un espacio determinado, es decir cuando un sonido interrumpe el rumbo normal de las actividades de una persona, debido a su nivel de molestia se denomina contaminación auditiva.

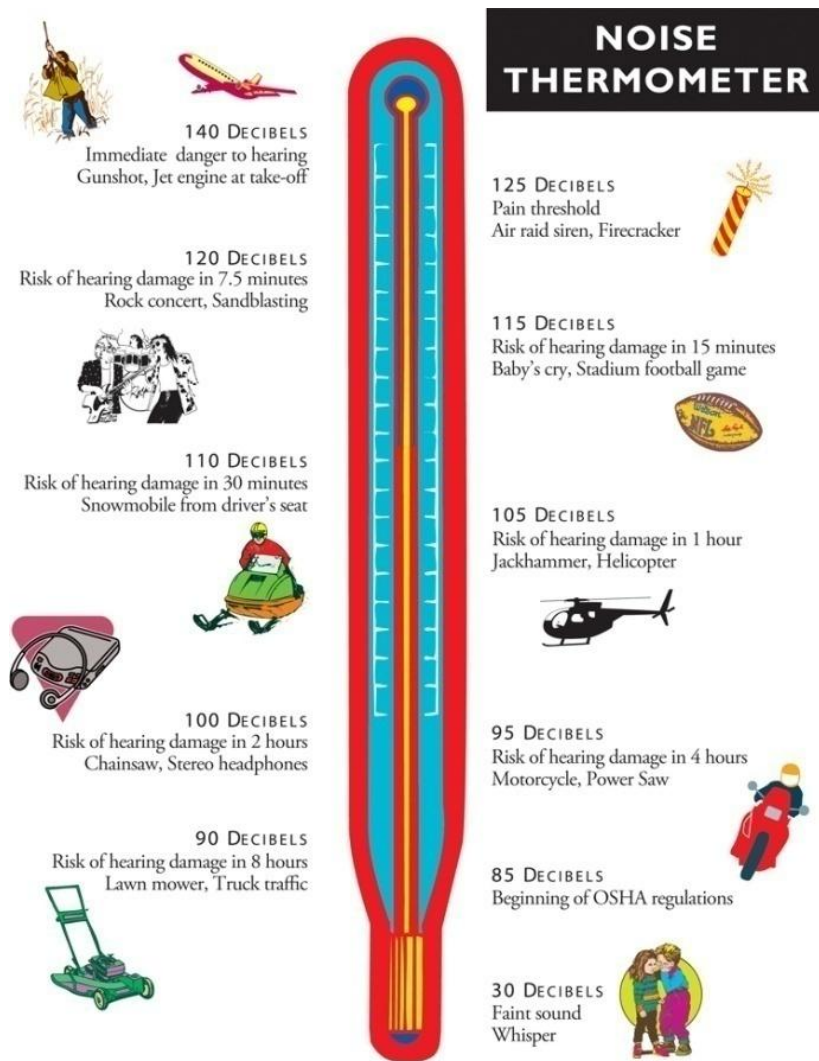
Actualmente, debido a las grandes concentraciones de gente ha ido incrementando el nivel de contaminación por ruido en las ciudades, lo que hace que cada vez la salud de las personas se vea más afectada.

La contaminación auditiva por su parte no ha sido valorada como se debe, pues no se le ha dado la importancia que esta requiere, aun sabiendo los daños tan importantes que puede causar en una persona, sin embargo en Colombia, según el artículo 79 de la Constitución Nacional, se debe favorecer la tranquilidad, acatar las disposiciones ambientales no sólo en materia auditiva, sino en lo que concierne a la contaminación visual, respaldando las normas sobre control de ruido con la Ley 99 de 1993, el Decreto 948 de 1995 que aunque se han hecho campañas para mostrar a las personas la importancia de dejar de hacer ruidos innecesarios, estas no se han dado a conocer adecuadamente y la mayoría de as veces se ha quedado solo en proyectos propuestos, mas no desarrollados seriamente.

Específicamente en la ciudad, el ruido puede provenir de varias fuentes, las más importantes son: equipos de sonido de carros y viviendas, establecimientos

nocturnos, congregaciones de gente, vías de alta transitividad y vendedores ambulantes.

Las últimas dos fuentes nombradas anteriormente, son las que pueden afectar de forma radical a la sociedad caleña en ciertos sectores, pues tienen una exposición durante todo el día a ellas incrementando el problema en algunas áreas específicas de la ciudad. En el caso de las vías con alta transitividad, que se encuentran a lo largo de todo el desarrollo urbano de Cali, se presenta un gran problema que repercute de manera indirecta en los habitantes urbanos de ésta ciudad, pues los ruidos de los motores, sumados con los pitos de algunos conductores imprudentes influyen de manera negativa en el desarrollo de las actividades de cada persona que deba pasar por esos lugares, incrementando los niveles de estrés a un punto que no es saludable.



©1997, 2004 Sight & Hearing Association. All Rights Reserved.
 Sight & Hearing Association: 1-800-992-0424 * 674 Transfer Road, St. Paul, MN 55114 * www.sightandhearing.org
 Fuentes de contaminación auditiva más importantes y su equivalente en decibeles.

Por otro lado se encuentran los vendedores ambulantes, en este grupo se incluyen también aquellos almacenes que con el fin de incrementar sus ventas y llamar la atención de posibles clientes, recurren a la utilización de parlantes con volúmenes bastante altos ubicados a las afueras de los locales, con música y personas encargadas de hablar repetitivamente de las promociones vigentes e incitando a las personas a entrar a los almacenes. También a lo largo de toda la ciudad se pueden ver los vendedores de películas y CD de música, que reproducen sus productos con volúmenes muy altos y además los promocionan de persona en persona tratando de incitarlos a comprar.

Estos casos de contaminación auditiva son importantes en cuanto al daño que pueden causar en la salud de las personas que deban soportarlo, no solo psicológico sino también fisiológico, pues como se sabe, este tipo de contaminación puede afectar la capacidad auditiva de forma temporal o permanente, cuando la persona se expone un tiempo relativamente breve a una emisión de ruido fuerte, el umbral de audición se desplaza temporalmente, causando la pérdida de la agudeza acústica por un tiempo determinado. En el caso que una persona se exponga por un tiempo prolongado a un ruido fuerte, podría haber como consecuencia una pérdida irreversible de la capacidad auditiva, pues se daría un desplazamiento permanente del umbral auditivo.

Así, según el nivel de intensidad se podrían generar diferentes tipos de daños en la salud de las personas que se ven afectadas por esa causa. Cuando una persona se expone a un *ruido superior a los 70 dB (tráfico normal de pasajeros) puede presentar nerviosismo en los receptores, indisposición, fatiga auditiva, indigestión y problemas circulatorios. Sobre los 85dB (motores fuera de borda, escapes abiertos, etc.), induce a un serio deterioro del estado de salud de la persona y bajo una larga exposición, hasta la pérdida temporal o definitiva del oído. El ruido en exceso puede causar desórdenes de tipo cardíaco, hipertensión y hasta úlceras estomacales. (Doelle, Leslie L., Op. Cit.).*

Se evidencia entonces, la trascendencia de un problema tan común como lo es la contaminación por ruido, al mostrar las consecuencias acumulativas que podría traer estar expuesto a este tipo de problema como se da actualmente, por lo que se deben tomar medidas que disminuyan este tipo de riesgos y beneficien a cada uno de los habitantes urbanos que pueden verse afectados.

5.2.2 Como Combatir la Contaminación Auditiva a través del uso adecuado de Materiales

Los materiales utilizados para disminuir las ondas sonoras se pueden clasificar según su coeficiente de absorción (cantidad del sonido incidente que absorbe una superficie) en dos grupos:

Materiales Resonantes, son aquellos que presentan su máxima absorción a una frecuencia determinada (frecuencia propia del material). generalmente se usan en forma de placas separadas por un colchón de aire o en algunos casos rellenos de materiales absorbentes para aumentar la capacidad de absorción, para tratamientos de sonidos de baja frecuencia (graves) y en espacios limitados.

Materiales Porosos, estos materiales se caracterizan por presentar una estructura que forma diversas cavidades de aire unidas entre ellas mismas. Estos materiales funcionan de tal manera que las ondas al hacer contacto con las fibras se descompongan al hacer vibrar las fibras estructurales del material convirtiéndolas en energía cinética.

Un ejemplo de un material poroso es la **LANA DE ROCA**, proviene originalmente de la roca volcánica, aunque actualmente se fabrica artificialmente emulando la acción natural de un volcán.

Por sus cualidades físicas de estructura fibrosa multidireccional forma una barrera para el calor, manteniendo fresca la temperatura de donde se ubique y según su disposición gracias a sus bajos niveles de conductividad térmica, así mismo su estructura permite absorber las ondas sonoras frenando el movimiento de las partículas de aire y disipando la energía acústica.

Otra cualidad importante de la lana de roca es su comportamiento ante el fuego, pues debido al material base de su desarrollo es incombustible y conserva sus propiedades mecánicas hasta en casos de exposición a temperaturas mayores a 1000 grados centígrados.

Este material generalmente se usa combinado con materiales rígidos que le proporcionan la estabilidad estructural manteniéndolo en la posición deseada.

Por otro lado se encuentra la aplicación del diseño industrial para permitir la disminución de la contaminación auditiva en los espacios públicos, específicamente en las zonas peatonales, para brindarle a los habitantes urbanos un ambiente más adecuado y sobre todo agradable que conserve la buena calidad de la salud de todos.

Para esto es necesario tener en cuenta que formas favorecen o desfavorecen el movimiento de las ondas sonoras y como estas van a desplazarse después de incidir con el elemento diseñado. De esta manera se pretende visualizar como se va a desplazar el sonido en el espacio y así mismo planear estratégicamente para que no afecte a otros en el caso que sea reflejado.

Sin embargo, es importante optar por diseñar pensando en absorber el sonido, de tal forma que llegue a su fin al incidir con el elemento y así mantener la seguridad de que va a reducir la contaminación acústica del lugar y no a trasladarla a otro lado como pasa en la mayoría de casos actualmente.

5.2.3 Las Plantas y la Contaminación Auditiva

Según las propiedades del sonido y lo explicado antes, es adecuado tratarlo en el caso que se quiera disminuir la contaminación acústica a través de la utilización de materiales absorbentes o de estructuras con desarrollo estructural multidireccional y desordenado que permitan disipar las ondas sonoras convirtiéndolas en energía cinética, para lograr así la mayor disminución posible del mismo.

Algunas plantas poseen estas características, sobre todo aquellas que se desarrollan en forma de arbusto con múltiples ramificaciones y que por la misma razón crecen en todas las direcciones, creando una malla natural que funciona como material absorbente para las ondas acústicas.

Para este tema en particular, es importante tener en cuenta el contexto donde se va a desarrollar la planta y las circunstancias que la van a rodear, para establecer así que tipo de planta sería más beneficioso plantar asegurando su apto crecimiento y el mantenimiento adecuado.

En Cali, específicamente, hay que tener en cuenta el clima de sabana tropical con una temperatura media de 26 grados centígrados y con un promedio de precipitación anual de 1000mm sobre el área central urbanizada de Cali.

Debido a que el proyecto se va a desarrollar en espacios públicos peatonales, es decir a la intemperie es importante escoger plantas que no requieran de un mantenimiento constante y que puedan adaptarse fácilmente a los cambios de temperatura. Este es el caso de los arbustos de porte reducido, rústicos y de crecimiento lento, pues es necesario que no deban necesitar poda constantemente y de esta manera crecerán de manera controlada, además es vital tener presente que si se van a utilizar diferentes clases de arbusto hay que escoger aquellos que tengan las mismas necesidades hídricas, para que no se vaya a dar el caso en el que se sobre hidratan unas y se deshidratan otras.

La estructura que caracteriza a los arbustos es importante al tratar las ondas sonoras, pues el crecimiento de sus ramas crea una malla natural que recibe estas ondas manteniéndolas en el interior del arbusto en constante movimiento debido a la reflexión, hasta que se disipa el total de la energía y desaparece. Esto es conocido como absorción, cuando un material determinado, en este caso la misma planta, tiene la capacidad de absorber el sonido hasta desintegrarlo.

Otro ejemplo interesante de plantas que pueden ser útiles para este tipo de sistemas puede ser las Tillandsias o plantas del aire (también conocidas como Bromelias). Estas plantas son epifitas, es decir que crecen sobre otra planta, la mayoría de veces sobre arboles, pero no como parásitos, sino porque necesitan tener un soporte que les permita abrazarse a él. También has especies litófitas, que son aquellas que pueden crecer sobre rocas, cables, elementos macizos y artificiales pues no tienen una raíz a través de la cual extraigan los nutrientes del elemento sobre el que crecen, sino que a través de las mismas hojas absorben el

agua y los nutrientes que necesitan de las partículas de polvo que les llegan en el viento.

Una característica importante de este tipo de plantas es que tienen la capacidad de neutralizar o eliminar las ondas eléctricas, según estudios de universidades suecas y suizas, además de tener la facultad de eliminar gases nocivos o tóxicos.

Por otro lado la disposición desordenada de sus hojas y flores, en algunos tipos de esa especie, contribuye con la absorción del sonido gracias a la fragmentación de las ondas que se genera.

Algunas de estas plantas que son de muy poco mantenimiento, resisten climas extremos, o muy fríos o muy calientes, aunque también hay otras que pueden vivir en un clima normal templado sin ninguna dificultad. La reproducción se puede realizar de dos maneras, una por polinización y producción de semillas, como lo hacen las plantas comúnmente o por la producción de hijuelos que crecen en la planta, por lo general después de la floración. Esos hijuelos pueden ser quitados para desarrollarlos aparte o si se dejan ahí se forma una colonia de plantas.

Este punto es importante para tenerlo en cuenta, sobre todo si se van a utilizar en zonas públicas, en donde no pueden tener un cuidado constante, pues este tipo de plantas, específicamente la *Tillandsia lonan* y algunas parecidas, permiten en algunos casos estar constantemente bajo el sol brillante y requerir de agua tan solo dos días a la semana, que en el caso de Cali sería lo ideal, pues concuerda con las características climáticas de la ciudad.

5.3 REFORESTACIÓN URBANA

Como se ha venido hablando anteriormente, los procesos acelerados de urbanización han arrasado consigo los espacios naturales con los que se supone deberían contar las personas que habitan en la tierra para proporcionar un ambiente adecuado y desarrollarse saludablemente durante su vida.

Las grandes estructuras de concreto, ladrillo y materiales inertes no solo ha reducido los espacios saludables, sino que también han generado contaminación visual, al enfriar los ambientes que rodean a los ciudadanos.

Para contrarrestar un poco los efectos negativos de la urbanización, se puede pensar en combatir las contaminaciones que llegan como consecuencia inmediata con ésta, como lo son, la contaminación visual, del aire, del agua, de la tierra y la auditiva. Tal vez la solución que llega a abarcar la mayoría, para solucionarlas es la reforestación urbana, que busca crear en las ciudades espacios puros que proporcionen a las personas oasis de frescura y resguardos saludables.

5.4 Zonas de Impacto Acústico Negativo en Cali

Cali, es una ciudad que actualmente pasa por una crisis de contaminación auditiva proveniente de diferentes fuentes, pero en su mayoría causada por las vías de alta transitividad, los vendedores y mercados ambulantes, las congregaciones de personas en lugares determinados, los establecimientos nocturnos y las obras en construcción tan comunes a lo largo de toda la ciudad.

Según mediciones hechas por el DAGMA, las fuentes que más afectan la salud de las personas por la constante exposición a la polución sonora son las tres primeras de las nombradas anteriormente pues son aquellas que son constantes, se han ido aumentando con el transcurso del tiempo y así mismo seguirán afectando a la población en general.

5.4.1 Las Megaobras

Para este proyecto es de vital importancia facilitar su desarrollo e implementación para llegar a la satisfacción de beneficiar a los ciudadanos caleños. Es por esto que como estrategia se pretende incluir el planteamiento del proyecto dentro de un proyecto ya establecido y a desarrollar por parte de la alcaldía, que tenga gran importancia en infraestructura y mejoramiento ciudadano.

De esta forma se va a lograr incluir dentro del presupuesto de un mega proyecto el presupuesto de un proyecto que se ha desarrollado para el beneficio común y así mismo se planteara en la planeación la forma para su formación paralela disminuyendo así los costos en tiempo de trabajo, evaluación y sobre todo facilita el hecho de no tener que aplicarlo a algo que ya esté completamente terminado, pues eso implicaría procesos adicionales que requieren de tiempo y dinero.

Es entonces cuando se piensa en la implementación del proyecto en las Megaobras de Cali, proyectos que actualmente están en desarrollo y que carecen de este tipo de beneficios que hacen falta en la planeación de la ciudad en general.

El enfoque se encuentra en las Megaobras relacionadas con el espacio público peatonal, pues son las que se relacionan directamente con las personas y pueden proporcionarles unos espacios óptimos en cuanto a salubridad se refiere.

Es así como se identificaron las Megaobras que cumplieran con esas características y que además de todo estuvieran ubicadas en zonas de alta contaminación auditiva.

Hay específicamente 2 que cumplen con esas características: El hundimiento de la Avenida Colombia y La Plazoleta de la Caleñidad.

El Hundimiento de la Avenida Colombia, localizada en el centro de la ciudad sobre la Av. Colombia entre calles 7 y 13, presenta altas mediciones de ruido (75 dB) causadas por los vendedores ambulantes que provienen del centro y se han desplazado a lo largo del espacio continuo a la iglesia La Ermita promocionando sus productos con parlantes a volúmenes altos, con frases repetitivas que incomodan a los transeúntes que deben cruzar por este lugar. A esto se le adiciona el hecho de que la avenida Colombia quedara a un acceso inmediato por parte de los peatones, por lo que están expuestos a los ruidos emitidos por motores de los vehículos que transitan por ahí, al contacto de los neumáticos con el pido, a las vibraciones y sobre todo a sus pitos.



Hundimiento de la Avenida Colombia.

La Plazoleta de la caleñidad localizada en la manzana T frente al CAM, en las avenidas 9 N y 9 AN entre las calles 9 N y 21 N presenta también altas mediciones de contaminación acústica (85 dB) como consecuencia de estar ubicado entre dos avenidas de alta transitividad, sobre todo de transporte público que son los que proporcionan mas contaminación en general y específicamente ruido. Si a esto se le agrega el hecho de que la plazoleta pretende congregar grupos grandes de personas gracias a los puestos de comidas típicas que se van a localizar en este

punto, y a puntos estratégicos que describen y hacen alusión a la cultura caleña, generando con esto la acumulación de personas que emiten sonidos con el habla

y que en un punto de alta concentración pueden identificarse como contaminante acústico, vemos la importancia de intervenir con el diseño industrial para mejorar los espacios y la calidad del ambiente a ofrecer.



Plazoleta de la Caleñidad.

5.5 Estado del Arte

En Cali hasta ahora, la alcaldía ha tratado de implementar campañas para el control del ruido en la ciudad, esas campañas no han dado muy buenos resultados, pues por un lado se debe tener en cuenta que ya hay una cultura de ruido muy arraigada en los caleños, cada vez se han ido acostumbrando a estar expuestos a volúmenes altos de sonido y al mismo tiempo a producir ruidos innecesarios de manera descontrolada. Por otro lado está la falta de señalización y de conocimiento de la campaña entre los ciudadanos pues no se les ha hecho la publicidad apropiada y tampoco se ha hecho un esfuerzo meritorio por dar a conocer la importancia de ese tipo de tratamientos ni por explicar efectivamente cuál o cuáles son los fines de las mismas.



Paneles de madera aglomerada, utilizados para manejar la acústica de espacios cerrados.

Sin embargo en algunos casos se ha empezado a hacer tratamientos contra el ruido, como en los casos de espacios cerrados que necesitan tratamientos acústicos para mejorar la capacidad auditiva de los que se encuentren ahí, esos ajustes se hacen dependiendo de las necesidades de los sitios (auditorios, salas de cine, de conferencias, salones de clase, etc.)

En otras ciudades, se ha empezado ya a tratar el ruido en espacios abiertos, sobre todo en aquellos lugares que hay un alto índice de contaminación auditiva como lo son las carreteras de alto flujo vehicular, zonas aledañas a pistas de aeropuertos... En donde se utilizan barreras acústicas que reciben las ondas sonoras y las devuelven a su misma fuente generadora a través de la reflexión de la misma. En estos casos lo que se hace es evitar el paso de ese ruido para no afectar a los que se encuentran detrás de la barrera, pero afectando todavía a los que se encuentran del lado generador de la contaminación sonora.



Barreras acústicas en acrílico utilizadas para aislar el ruido de las grandes avenidas de las zonas aledañas a través de la reflexión.

Ya los desarrollos más avanzados contra ese problema están implementando el uso de plantas, que ayudan a la desintegración del sonido gracias a su estructura formal que permite a su vez absorberlo, disminuyendo considerablemente el ruido sin afectar a ninguna de las dos partes, la generadora o la receptora.



Barreras acústicas desarrolladas con plantas y sustratos, utilizadas para aislar el ruido de las calles altamente transitadas de las zonas aledañas a través de la absorción.

6. MARCO CONCEPTUAL

6.1 Definición del proyecto

A partir de la información obtenida de la investigación que se realizó para evaluar los efectos de la contaminación auditiva que se han incrementado a causa de la creciente urbanización y de la concentración de las personas en las ciudades, se ha evidenciado la importancia de contrarrestar los efectos negativos y disminuir en lo posible el ruido percibido por los habitantes urbanos, para mejorar así su calidad de vida.

Se ha visto que la mejor forma de disminuir la contaminación sonora es con la absorción del ruido, pues de esa manera las ondas se van a quedar en el sistema y no se van a reflejar hacia otros lados afectando de pronto a personas que se encuentren en diferentes ubicaciones, teniendo en cuenta que va a estar en el contexto urbano rodeado de edificaciones a las que no debería llegar nada del ruido tratado.

Así mismo se ha concluido que la combinación de métodos, hablando de materiales, formas y texturas, podría ayudar a reducir en mayor cantidad el ruido, a través de la absorción. Por otro lado, la implementación de plantas ayuda en gran medida a que se dé la eliminación de ruido, gracias a su estructura formal de crecimiento desordenado que genera una malla natural que no solo absorbe las ondas sonoras sino que también las desintegra gracias a las vibraciones que se generan con el paso de las ondas, transformándolas y desapareciéndolas.

6.2 Hipótesis

El sistema para tratamiento de ruidos debe disminuir la contaminación auditiva hasta una intensidad que sea poco molesta, a través de la absorción de las ondas sonoras.

6.3 Parámetros

Usuario:

Los usuarios del sistema van a ser los transeúntes urbanos en general, pero directamente serán aquellos peatones que pasen por los espacios públicos de las Megaobras de zonas peatonales. Pueden ser de todas las edades, clases socioeconómicas, cualquier sexo, no hay una descripción específica para ellos.

Contexto:

En este caso serán dos Megaobras de espacio público con alta concurrencia peatonal ubicadas en el norte de Cali; el hundimiento de la avenida Colombia y la plazoleta de la caleñidad.

6.4 Determinantes



6.5 Requerimientos



6.6 Concepto

DISMINUCIÓN de la CONTAMINACIÓN AUDITIVA por medio de la INTERVENCIÓN DEL ESPACIO, a través de TRATAMIENTOS que den las condiciones para la ABSORCIÓN del RUIDO en ESPACIOS PÚBLICOS PEATONALES.

7. SITAC



Al observar el entorno urbano, se puede ver que hay una necesidad de romper con los patrones de formas y colores para pasar a incluir elementos que tengan apariencia más fresca y que preferiblemente rompan con el concreto.

Se ha desarrollado un sistema que incluye en su desarrollo algo de vida vegetal, para lograr dar calidez a los espacios y frescura visual.

El sistema completo está formado por 4 partes diferenciadas, la zapata, que es el anclaje que va a mantener firme cada modulo, la estructura metálica que es la que va a sostener todas las laminas de policarbonato, las laminas onduladas de policarbonato que básicamente cumplen dos funciones que son disminución de la contaminación auditiva y formación de elementos luminosos del sistema; y por último los módulos de las plantas que además de darle el toque verde al elemento se encargan de dar estructura y de absorber las ondas sonoras gracias al sustrato de lana de roca que contienen en su interior.

A continuación se mostrara de forma detallada cada una de las partes que conforman el todo, mostrando el orden de instalación.



La estructura que se levantará para desarrollar el proyecto de barrera auditiva representada en un jardín ecológico compuesto por una estructura en policarbonato que remata en dos columnas de 2,50 metros de altura. La cimentación se calcula asumiendo una capacidad portante del suelo de 10 toneladas/m². Se espera que la estructura aplique una carga axial de servicio (muerta) del orden máximo 2 toneladas.

Se va a cimentar mediante zapatas aisladas y cuadradas de 0,50 metros de lado desplantadas a una profundidad igual lo que equivaldría a ejecutar una excavación de 0,60 metros para obtener 0,10 metros como solado de limpieza con el fin garantizar una adherencia del concreto de la zapata con el suelo de fundación.

Las cargas que se transmitirán al terreno por medio de las columnas serán muy bajas y aisladas en terrenos de buena calidad y garantizando la excentricidad de la carga de la columna

ZAPATAS AISLADAS: Es aquella zapata en la que descansa o recae una sola columna. Encargada de transmitir a través de su superficie de cimentación las cargas al terreno.

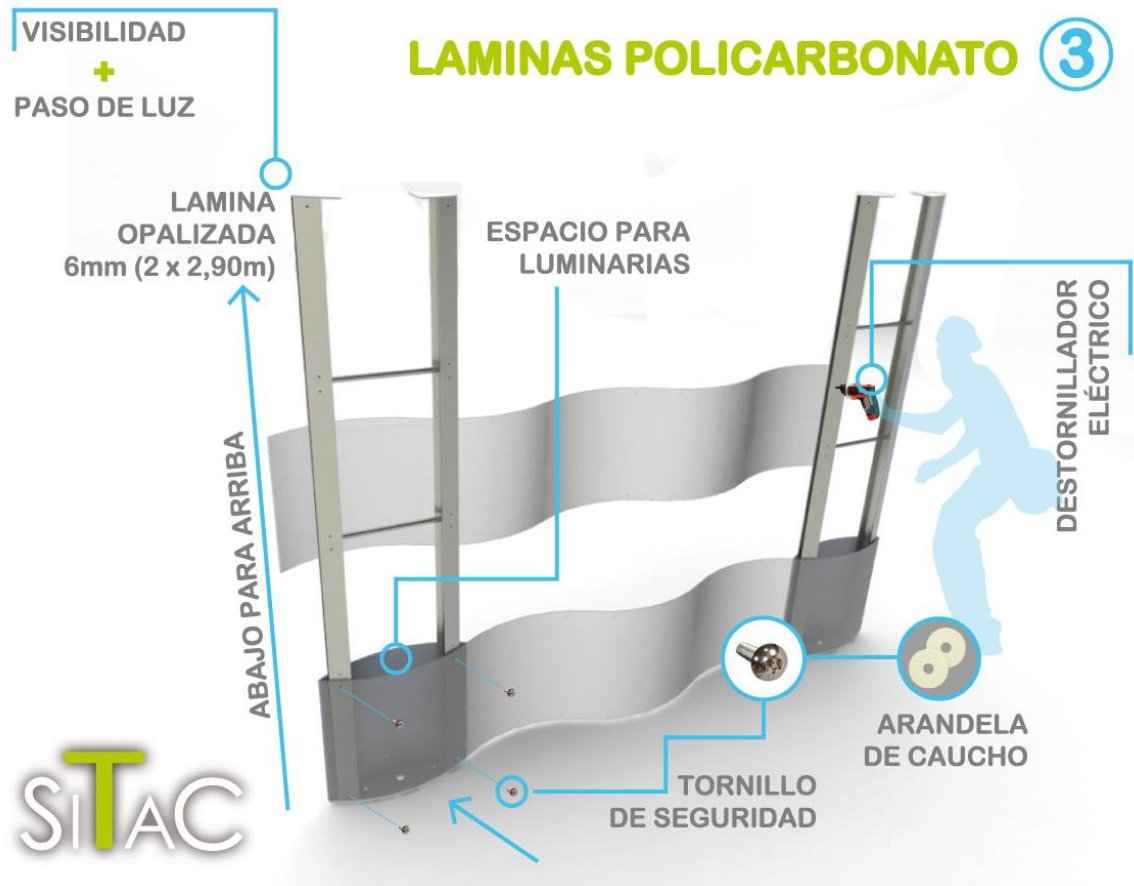
El dimensionamiento de la cimentación esta definido primordialmente por la carga de extracción o volcamiento de la estructura ante fenómenos de fuerzas de extracción o empujes negativos durante sismo o vientos fuertes, más que por la capacidad de soporte del terreno, la cual es suficiente con respecto a la magnitud exigida.

El refuerzo estructural de la cimentación se haría con amarre de cuatro varillas de ½" con flejes cada 10 centímetros y una parre en parrilla de 50 centímetros de lado con 7 varilla de ½" con gancho de 10 centímetros.

El concreto seria de 210 kg/cm² a la compresión



Las estructuras metálicas están formadas por unos perfiles en forma de "h" angulada elaboradas con ASTM A570 Gr 50, que es un material resistente que puede brindar estabilidad estructural al sistema como tal. A lo largo de los perfiles metálicos van los agujeros a los que se van a atornillar posteriormente las laminas de policarbonato con una arandela de caucho. Para facilitar esto, al interior de los perfiles se encuentran unas tuercas presoldadas que van a evitar que deba haber manipulación interna, para permitir así utilizar el destornillador eléctrico y disminuir tiempos de armado.



Las laminas de policarbonato macizo opalizado de 5mm, son laminas de 3 x 0.45m curvadas en 5 partes al calor en un molde metálico.

Algunas características generales del POLICARBONATO MACIZO:

Transmisión de luz



El coeficiente de transmisión de luz es del 20 al 50% en láminas traslucidas.

Resistente a intemperie



Las características del material se mantienen dentro del rango de T° de -40°C a + 120°C, además las laminas están estabilizadas y protegidas contra rayos UV.

Flexibilidad



Las láminas pueden ser curvadas en frío (el radio mínimo de curvatura no debe ser inferior a 200 veces el espesor de la lámina), para radios menores debe ser termoformada, gracias a esta propiedad es posible desarrollar variadas curvaturas.

Resistente al impacto



Las laminas se aseguran a la estructura metalica con tornillos de seguridad y arandelas de caucho para evitar que se aflojen y que el roce del metal con el policarbonato genere desgaste o ruido.

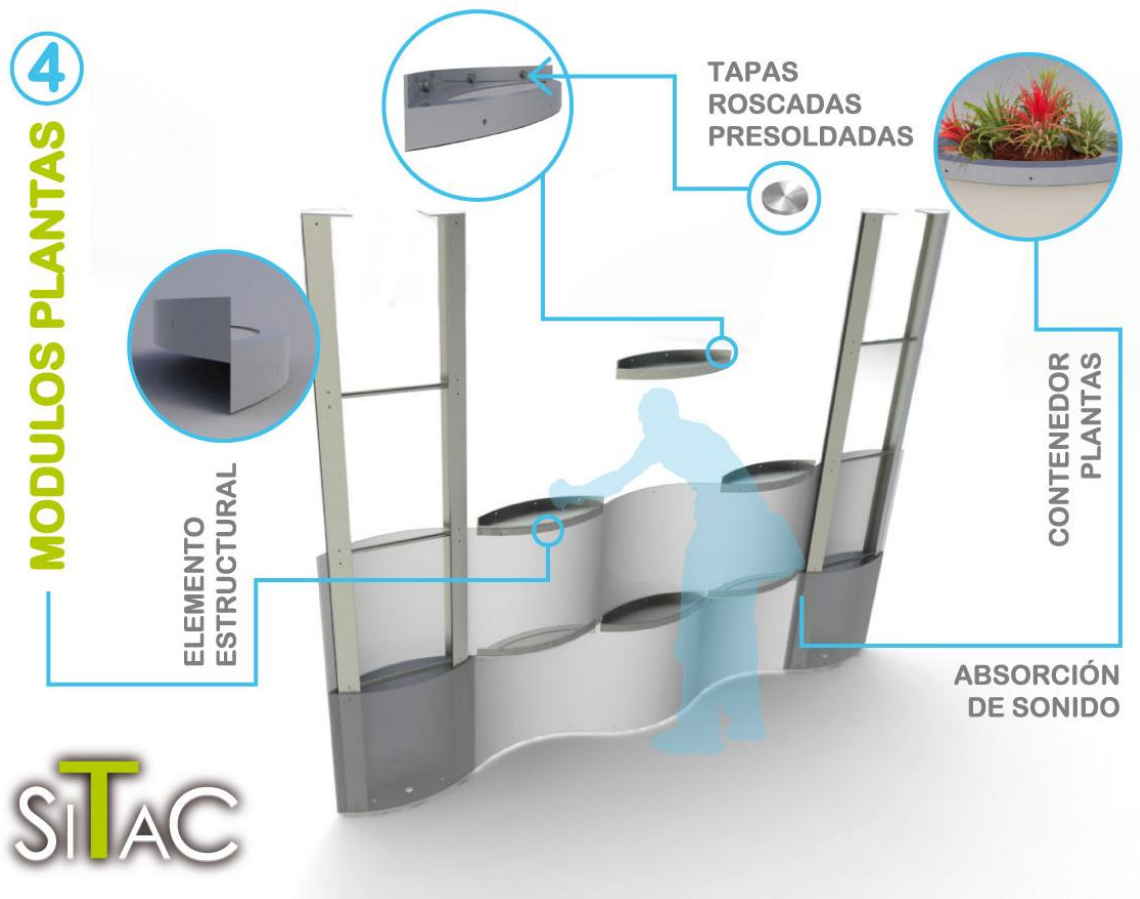
Aislamiento acústico



Las láminas de policarbonato macizo poseen muy buenas propiedades para el aislamiento acústico.

| ESPESOR (mm) | AISLAMIENTO ACUSTICO DIN 52210 – 75 RW (dB) |
|-----------------|--|
| 4.0 | 24 |
| 5.0 | 25 |
| 6.0 | 26 |
| 8.0 | 28 |
| 10.0 | 30 |

En ensamble se debe hacer desde la lamina inferior hasta la lamina superior en orde, pues asi se asegura que las laminas van a quedar en la posicion adecuada identificando visualmente que las curvas no coincidan para formar los espacios que despues van a ser ocupados con los modulos de las plantas.



Los módulos de las plantas cumplen tres funciones principales en el sistema; la primera es dar estructura a las láminas de policarbonato, manteniéndolas en su posición y uniéndolas a través de tornillos de seguridad; la segunda como elemento donde se van a sujetar las plantas; y la tercera como elemento absorbente de sonido gracias a la capa de lana mineral de roca que tiene en su interior.

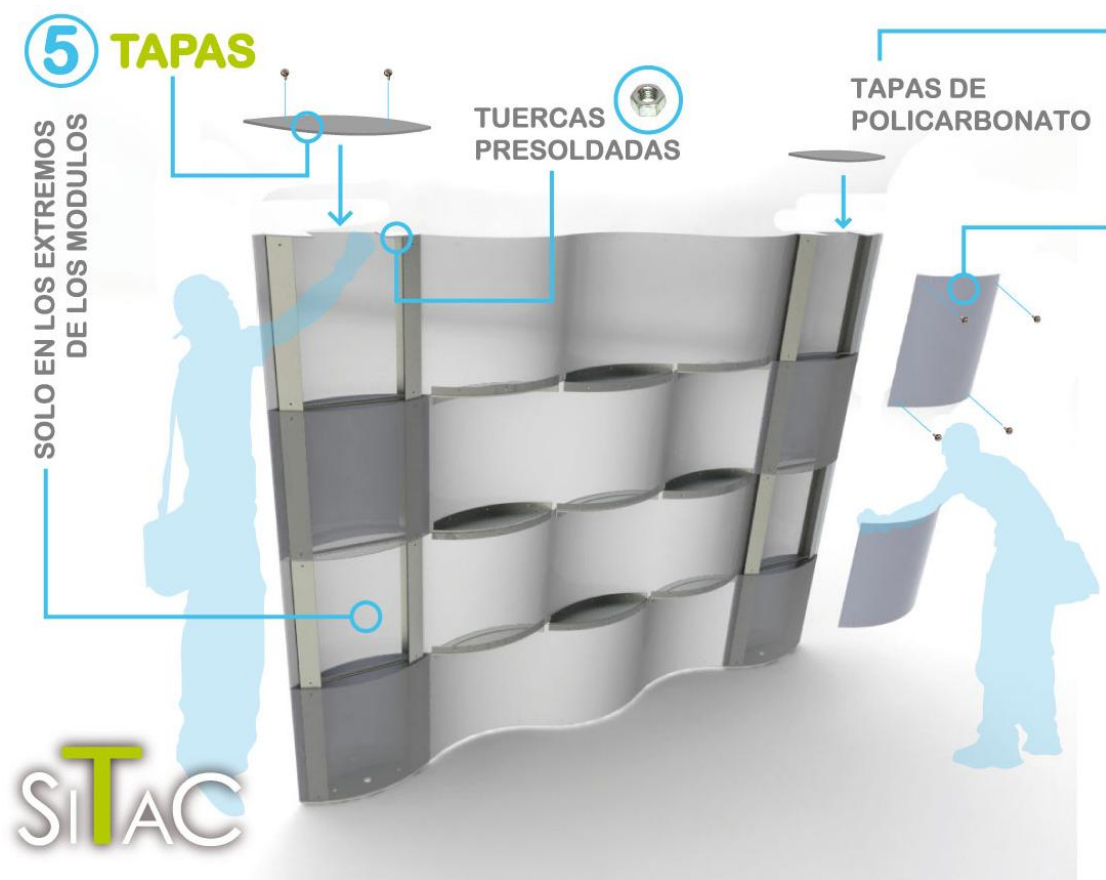
La instalación se hace cuando esten ensambladas ya las laminas que van a sostener la línea de modulos de plantas, es decir, para la primera línea se hará cuando la primera lamina y la segunda (de abajo para arriba) ya esten ubicadas.



En este proyecto se van a utilizar las plantas aéreas o BROMELIAS, para el caso de Cali específicamente se va a sembrar la Tillandsia Ionantha, cuya apariencia es la que se muestra en las siguientes imágenes:



Por sus características, es una planta óptima para desarrollarse en Cali, pues sus necesidades climáticas son luz brillante y temperatura muy cálida, además de necesitar agua solamente 2 veces a la semana.



Una vez instaladas las partes del sistema, se procede a poner las tapas de policarbonato de los extremos, que van a entrar a cubrir los espacios que no

cubren las laminas largas onduladas. De esta manera se acaban de completar las columnas luminosas que van a generar calidez en el entorno nocturno y que además servirán para proporcionar seguridad a los peatones que transiten por su lado.



Para generar la iluminación se han seleccionado los bombillos Master SON-T PIA PLUS de 150 W que van a funcionar gracias a un plafón que esta atornillado en la base de la estructura metálica. Esta base cuenta con un orificio central por el que van a circular los cables provenientes del alumbrado publico. Para garantizar que durante el día no haya desperdicio de energía, todos los módulos estarán conectados a un timer que debe encender las luces a las 6 de la tarde.



Al ensamblar dos módulos, estos comparten una estructura metálica, que es la que va a sostener las laminas onduladas que van a coincidir en la columna del centro, como se muestra en el diagrama superior. De éste modo se pueden ensamblar los módulos que se necesiten, pero siempre se debe tener en cuenta que hay que dejar espacios de acceso a las áreas que están delimitadas por las barreras, considerando que si se ensamblan muchos seguidos, los peatones van a tener que caminar distancias largas para poder ingresar o salir del espacio. Para la distribución de las barreras en el espacio, es importante tener en cuenta también que deben coincidir en los extremos de tal manera que una barrera no quede mas adentro que la otra, pues podría pasar que el sonido al chocar con la de adentro, rebote y llegue a los peatones.

Lo que van a hacer las barreras entonces va a ser disminuir la presión sonora que estaba llegando directamente a los peatones, esto se ve reflejado en la disminución de dB incidentes al lado opuesto de donde proviene el sonido, para lograr entonces en ambiente mas agradable y menos nocivo para la salud de los ciudadanos.

Finalmente, así se verá el resultado, logrando crear un elemento que va a sacar de la monotonía a los transeúntes, brindándoles un sendero que les permita disfrutar de menos contaminación auditiva.



BIBLIOGRAFIA

- CALDAS DE BORRERO, Lyda La flora en el espacio público, Feriva S.A, capitulo 1.
- ENTREVISTA con Carlos Mauricio Arango, Ingeniero del Concesionario asignado a la Megaobra del parque longitudinal en aguablanca, Febrero 2011.
- ENTREVISTA con Diana Montilla, Secretaria de infraestructura y valorización, Febrero de 2011.
- ENTREVISTA con Gustavo Díaz, Ingeniero diseñador de la plazoleta de la caleñidad y del hundimiento de la avenida Colombia, Conalvias, Marzo 2011.
- Geografía Urbana-Historia urbana-Ayuda de tareas sobre geografía, Biblioteca Virtual del Banco de la República, 2005-07-13
Edición en la biblioteca virtual: 2005-07-13
Creador: Biblioteca Virtual del Banco de la República
- Gobernación Santiago de Cali, www.cali.gov.co
- <http://ingeterra.espacioblog.com/post/2008/12/09/contaminacion-acustica-ensordece-colombia>
- Plan de Ordenamiento territorial de la alcaldía de Cali.
- www.who.int/es/