

1 Biomimética como mecanismo  
para transformar la arquitectura

marzo 18  
2016

Tecnología y  
Edificación

## Índice

<b>1. Introducción .....</b>	<b>1</b>
1.1. Biomimética .....	2
1.2. Aplicaciones de la Biomimética .....	3
1.3. Estrategias para una Construcción Biomimética del Hábitat. ....	3
1.4. ¿Cómo la Biomimética Transformaría la Arquitectura?	
1.4.1. Materiales.....	3
1.4.2. Productos y Sistemas .....	3
<b>2. Identificación del Problema.....</b>	<b>4</b>
2.1.Contexto Mundial .....	5
2.2. Problemas a Discutir .....	6
<b>3. Análisis del Problema .....</b>	<b>4</b>
3.1. Huella Ecológica.....	5
3.2. Tasa de Urbanización.....	6
3.3. Fuentes Primarias de Energía .....	5
3.4. Materiales de Construcción .....	5
<b>4. Planteamiento Proyectual.....</b>	<b>4</b>
4.1. Objetivo General.....	5
4.1.1. Objetivos Específicos .....	6
4.2. Metodología .....	6
4.2.1. Elementos Esenciales.....	6
4.2.2. Principios de la Vida.....	5
4.2.3. Pensamiento Biomimético.....	6
4.3. Contextualización .....	6
4.3.1. Morfología .....	6

4.3.2. Relación Borde-Urbano-Rural.....	6
4.3.3. Equipamiento .....	6
4.3.4. Espacio Público .....	6
4.3.5. Movilidad.....	6
4.3.6. Complejidad Urbana.....	6
4.3.7. Espacios Verdes .....	6
4.3.8. Metabolismo Urbano .....	6
4.3.9. Cohesión Social.....	6
4.3.10. Vivienda.....	6
4.4. Identificación Funcional.....	6
4.5. Integración de los Principios de la Vida .....	6
4.6. Criterios de Diseño .....	6
4.7. Modelos Naturales .....	6
<b>5. Desarrollo Proyectual .....</b>	<b>4</b>
5.1. Normativas .....	5
4.1.1. Objetivos Específicos .....	6
<b>6. Bibliografía .....</b>	<b>4</b>

## 1. Introducción

La Naturaleza, creativa por necesidad, ya ha resuelto muchos de los problemas que nosotros enfrentamos sobre: energía, producción de alimentos, control del clima, química no toxica, transportación, envase y muchos más.

A través de millones de años, las especies animales y vegetales han concebido soluciones con el máximo desempeño y el uso mínimo de recursos. Estas invenciones siempre han inspirado la creatividad humana la cual se ha esforzado en emular y concebir materiales, estructuras, procesos, algoritmos, mecanismos o sistemas sustentados con esas singulares características.

Los que mantienen conexión con este campo o lo encuentran potencialmente útil para sus prácticas personales, comienzan a darse cuenta que no solo la naturaleza es una fuente de formas estéticas sino toda una colección de estructuras sustentables que usan menos material y menos sistemas compositivos que lo desarrollado por el ser humano (artificial), se generan mecanismos y composiciones que funcionan mejor que las tecnologías actuales, requieren también menos energía y no producen residuos potencialmente hostiles para el ambiente.

La emulación de esta tecnología es el objetivo de la biomimética, la innovación y el diseño inspirado en la naturaleza. Las tecnologías digitales, por otra parte, se aplican con frecuencia a los campos de ingeniería que resulta en la mejora de las soluciones concebidas; esta práctica es clave y necesaria para desarrollar una mejor técnica de adaptación de la arquitectura al entorno que lo rodea (Cali). Por ende un ecosistema diverso representa un gran papel en el desarrollo y concepción del planteamiento morfo genético en el cual evoluciona un proyecto, ya que, brinda recursos para la creación de diversas tecnologías y diseños sostenibles aplicables a la ciencia de la biomimética.

### 1.1. Biomimética

La biomimética (BIOS: vida, MIMETIK: imitar) se presenta como una disciplina que adopta el uso práctico de mecanismos, funciones, formas y procesos que estudian las ciencias biológicas, para luego ser promovido en la aplicación de diversas especialidades.

Es una aproximación a la innovación que busca soluciones sostenibles a los problemas humanos mediante la emulación de patrones y estrategias probadas por el tiempo de la naturaleza. El objetivo es crear productos, procesos y formas de vida, que se adapta bien a la vida en la tierra en el largo plazo las políticas de los nuevos.

Hace uso de los sistemas, materiales, procesos, estructuras y estética de la naturaleza, explora el potencial de ambas ciencias, biología y arquitectura. La idea central es que la naturaleza ya ha resuelto muchos de los problemas que están tratando de resolver (Biomimicry 3.8, 2015).

La biomimética es una ciencia que se sustenta en los principios de la vida, los que a su vez instruyen a: funcionar con luz solar, usar sólo la energía necesaria, adaptarse a la forma para funcionar, reciclar, premiar la cooperación, frenar excesos y escuchar el poder de los límites. De manera tal que entre más nuestro mundo se parezca y funcione como el mundo natural, mayor será nuestra probabilidad de sobrevivir en él, de otra manera con el alto avance tecnológico no sustentable desarrollado por el hombre, nuestra especie está orillando a la extinción de la vida en el planeta, incluyendo la suya propia (Enrique Rangel, 2012).

Uno de sus principales objetivos es el fusionar de manera efectiva el concepto de sustentabilidad dentro de la tecnología, con esa clara base biológica y ecológica, promulgando que las leyes y los elementos de la Naturaleza son capaces de enseñarnos el camino hacia una evolución en los paradigmas del diseño creando una perspectiva holística al tratar de emular formas, procesos o estrategias simbiosis proyectando productos, vivos, sus interacciones y su biodiversidad.

El científico James Lovelock propuso esta teoría (teoría de gaia, lovelock, james, healing gaia, harmony book) junto con la bióloga Lynn Margulis. En su visión describen a la Tierra como un organismo vivo con la habilidad de auto-regularse y mantener las condiciones óptimas para la vida. Su teoría describe que nuestra gran biota –conjunto de especies de plantas y animales y otros organismos que ocupan un área dada-- y el medioambiente están totalmente vinculados en una compleja red de relaciones simbióticas que regulan el clima manteniendo temperaturas constantes que

han sostenido las condiciones de vida por milenios.

- **Estructuras fractales** Si los sistemas, redes y totalidades son la forma en cómo se organiza la vida en el planeta, es en las estructuras fractales como se manifiestan. Un fractal natural es un elemento de la naturaleza que puede ser descrito mediante la geometría fractal. Las nubes, las montañas, el sistema circulatorio, las líneas costeras o los copos de nieve son fractales naturales. Esta representación es aproximada, pues las propiedades atribuidas a los objetos fractales, como el infinito, tienen límites en el mundo natural, por otro lado la forma euclidiana en la que la cultura está planificada demuestra la falta de diversidad y complejidad. Si los diseñadores aprenden a leer esas estructura fractales lograremos generar una mayor resonancia con el mundo natural.
- **Campos de atracción.** Los atractores son espacios o tipos de conducta hacia los que un sistema tiende a estar atraído; una característica de muchos sistemas dinámicos que están lejos del equilibrio. El entender esos principios entre “campos de atracción” es de gran relevancia para los diseñadores ya que pueden dar pistas acerca de cómo la forma natural surge, y al mismo tiempo darse cuenta de que esas formas no solo mantienen armonía en la biosfera, si no que pueden mantener una armonía en la aplicación social (urbanismo).
- **Bucles de retro alimentación.** Hay que entender que la retroalimentación convierte lo invisible en visible pudiendo imponer se proyecta en los diseños. Se debe considerar que pequeños cambios, pueden generar grandes resultados, pero nunca se pueden predecir efectos totales. Lo cual implica generar rediseño entre productos-relaciones.
- **Cooperación.** los artefactos se relacionan con el usuario y sus actividades y que estas se relacionan lógicamente con el medioambiente y las demás entidades vivientes a través de nodos de relaciones’.

Daniel Wahl claramente antepone una postura, “Si las especies biológicas sólo sobreviven en el proceso de co-adaptación que conecta a los ambientes orgánicos e inorgánicos, el diseño entonces debe co-evolucionar respondiendo a este tipo de

ambiente. Debemos buscar diseños que generen esa sinergia, salutogénicos y simbióticos. Estos deberán participar apropiadamente y a largo plazo en el proceso natural siendo flexibles, mutables y metamórficos en una continua respuesta a esa co-adaptación que siempre está en cambio y transformación”, o como lo mencionan Braungart y McDonough “La forma sigue a la evolución”

Del mismo modo, el arquitecto William McDonough tiene presente la idea de este diseño biomimético en sus proyectos, como lo argumentaba en una entrevista: “¿Qué tal si pensáramos en un árbol como diseño? El produce oxígeno, retiene el carbono, filtra agua, proporciona hábitat para centenas de especies, acumula energía solar, produce azúcares y alimentos completos, genera microclimas, enriquece el suelo, cambia con las estaciones y se auto-reproduce. ¿Cómo sería diseñar un edificio como un árbol? ¿Cómo sería diseñar una ciudad como un bosque? Como sería un edificio si fuese fotosintético, capaz de retener la energía solar e integrarla a un sistema de iluminación híbrida para sustituir la luz artificial usada de día? Todo esto estaría guiado hacia un uso productivo y benéfico.

Un diseño basado en la biomimética introduce la participación de la biología, química, física, ecología y otras disciplinas. Esta búsqueda multidisciplinaria aplica la sabiduría de diversos puntos de vista hacia la creación de soluciones de diseño biomimético que se integran positivamente al proceso natural. Este diálogo basado en el aprendizaje y la resolución creativa de problemas a través del entendimiento con la Naturaleza requiere una nueva actitud informada por la ciencia holística.

Aprendiendo de los principios de la naturaleza, se concluye que para alcanzar una arquitectura biomimética se debe : aprender el mejor camino en el cual los sistemas naturales han logrado soluciones con el uso mínimo de energía, utilizando solamente la luz del sol y usando solo la energía que se requiere; aprender a optimizar en lugar de maximizar el uso de materiales; poder crear artefactos en respuesta a situaciones locales; a reciclar y no impactar el manejo de recursos; entender que en la naturaleza nada es estático; y que en lugar de copiar la forma física, se debe aprender a copiar el como la forma surge y continua vigente, con el propósito de aprender su dinamismo como mecanismo de innovación para el diseño.

## 1.2. Aplicaciones de la Biomimética

Precisamente la Naturaleza hace exactamente lo que el diseño implica: Resolver problemas complejos a través de procesos iterativos. Si se observa a la historia de los millones de años, la naturaleza nos ha provisto de inspiración y modelos, en donde las prácticas contemporáneas no son la excepción. En este sentido, la naturaleza ha sido, es y será nuestro gran maestro. Si como diseñadores están siendo limitados por la industria, es entonces la naturaleza la que puede llevar a trascender hacia nuevas fronteras.

Las funciones de una hoja, el entramado de la telaraña, el vuelo de las aves y millones de patrones que pueden ser observados en el reino animal, vegetal y mineral comienzan a estudiarse y emularse de una forma más holística por el entendimiento profundo y multidisciplinario debido a los principios y metodologías que en ella se integran.

Se ejemplificaran varias aplicaciones de la biomimética en 8 categorías diferentes que hoy en día son tema de discusión mundial por su relevancia en la supervivencia y convivencia del ser humano en el planeta.

- *Agricultura*: se puede aprender de praderas cómo cultivar alimentos de forma sostenible. El Land Institute de Kansas ha estado trabajando con éxito para revolucionar las bases conceptuales de la agricultura moderna mediante el uso de praderas naturales como modelo: han venido demostrando que el uso de plantas de raíces profundas que sobreviven año a año (perennes) en los sistemas agrícolas que imitan estables ecosistemas naturales, en lugar de los cultivos de malezas comunes a de muchos sistemas agrícolas modernos, pueden producir rendimientos equivalentes de grano y mantener e incluso mejorar los recursos hídricos y del suelo sobre el que toda la agricultura futura depende. (Lee R. DeHaan, 2014)
- *Control Térmico*: en el cual se hace un análisis de pulmones humanos para aislar el carbono. El estudio de la forma de pulmones humanos es inspirar a las nuevas tecnologías que eliminan el dióxido de carbono de fuentes como

las pilas de combustión, la prevención de que gases de efecto invernadero lleguen a nuestra atmósfera y el calentamiento del planeta. En las pruebas realizadas por una empresa llamada Carbozyme Inc., filtros hechos por el hombre inspirado por la forma en que nuestros pulmones eliminan más del 90% del CO<sub>2</sub> que viaja a través de pilas de combustión. Mientras tanto, otras tecnologías basadas en la enzima anhidrasa carbónica se encuentra en animales, tales como moluscos que han transformado con éxito CO<sub>2</sub> en piedra caliza, que puede ser almacenado o utilizado como un suministro de edificios. (Carbozyme Inc, Energy & Environmental Research Center, Siemens Energy, 2009)

- *Energía:* de la ballena jorobada se puede aprender cómo crear energía eólica eficiente. Pruebas de túnel de viento de un modelo de aletas de jorobadas con y sin tubérculos han demostrado las mejoras aerodinámicas que los tubérculos hacen, como una mejora del 8% en el ascensor y reducción del 32% en la resistencia, además de permitir un aumento del 40% en el ángulo de ataque sobre las aletas lisas antes de que se cale. Una empresa llamada WhalePower está aplicando las lecciones aprendidas de las ballenas jorobadas en el diseño de las turbinas de viento para aumentar su eficiencia, mientras que esta tecnología natural también tiene un enorme potencial para mejorar la seguridad y el rendimiento de los aviones, los ventiladores, y mucho más. (WhalePower Corporation, 2011)
- *Eficiencia energética:* creando flujos sin fricción. Un flujo natural de los líquidos, gases y calor seguir un patrón geométrico común que difiere en la forma de los rotores convencionales hechos por el hombre. La naturaleza mueve el agua y el aire usando una creciente espiral logarítmica o exponencial, como se ve comúnmente en las conchas marinas. Inspirado por la forma en que la naturaleza mueve el agua y el aire, PAX Scientific Inc. aplica esta geometría fundamental a la forma de los dispositivos giratorios fabricados por el hombre, por primera vez, en ventiladores, mezcladoras, hélices, turbinas y bombas. Dependiendo de la aplicación, los diseños resultantes reducen el consumo de energía en un asombroso 10-85% durante

los rotores convencionales, y el ruido hasta en un 75%. (Biomimicry Institute)

- *Seguridad:* Aprender de los delfines cómo advertir a la gente sobre los tsunamis para fomentar la seguridad humana. Mediante el empleo de varias frecuencias en cada transmisión, los delfines han encontrado una manera de hacer frente al comportamiento de la dispersión del sonido de su alta frecuencia, transmisiones rápidas, y aun así obtener su mensaje escuchado de forma fiable. Emulando la acústica de modulación de frecuencia única de los delfines, una compañía llamada EvoLogics ha desarrollado un módem bajo el agua de alto rendimiento para la transmisión de datos, que se emplea actualmente en el sistema de alerta temprana de tsunamis en el Océano Índico. (Naval Technology, 2012)
- *Medicina:* es una de las ciencias con más avances, en el campo de la biomimética se incorpora el aprendizaje de los chimpancés para que los humanos se curen a ellos mismos. Mediante la observación de cómo los chimpancés y otras especies afrontan la enfermedad, los investigadores han adquirido los plomos en las plantas con aplicaciones médicas prometedoras para la salud humana. Los árboles del género Vernonia, por ejemplo, que chimpancés buscan regularmente en caso de enfermedad, se ha encontrado que contienen compuestos químicos que parecen ser prometedores en el tratamiento de parásitos como oxiuros, anquilostomas, y giardia en los seres. (Biomimicry 3.8, 2015)
- *Sostenibilidad:* Aprender de las plantas de loto cómo limpiar sin limpiadores, es decir una limpieza natural. Ahora, aditivos de superficie microscópicamente en bruto se han introducido en una nueva generación de pintura, vidrio, y acabados de tela, reduciendo en gran medida la necesidad de limpieza química o laboriosa. Por ejemplo, GreenShield, un acabado de tela hecha por G3i basado en el "efecto loto," logra él mismo la repelencia al agua y las manchas como acabados de tejidos convencionales durante el uso de productos químicos fluorados 8 veces menos perjudiciales. (GreenShield)

- *Transporte:* La eficiencia del aprendizaje del “Martín Pescador” para un mejor mecanismo. El tren bala Shinkansen de la West Japan Railway Company es el tren más rápido del mundo, viajando a 200 millas por hora. ¿El problema? Ruido. Eiji Nakatsu, ingeniero jefe del tren y un ávido observador de aves, se preguntó: "¿Hay algo en la naturaleza que se desplaza rápidamente y sin problemas entre los dos medios muy diferentes?" Modelar el frente y parte trasera del tren con base en el pico del martín pescador, el cual viaja desde el aire a los cuerpos de agua con muy poco chapoteo para capturar peces, dio como resultado no sólo en un tren más tranquilo, pero un 15% menos de consumo de electricidad, incluso mientras el tren viaja 10% más rápido. (Biomimicry 3.8, 2015)
- *Arquitectura:* Aprender de termitas para crear edificios sostenibles, generalmente se piensa de las termitas como la destrucción de edificios, no ayudar a diseñarlos. Pero el edificio Eastgate, un complejo de oficinas en Harare, Zimbabwe, tiene un sistema de aire acondicionado modelado sobre los montículos de auto-refrigeración de *macrotermes michaelsoni*, termitas que mantienen la temperatura dentro de su hábitat a un grado, día y noche (mientras que las temperaturas exteriores oscilación de 42 ° C a 3 ° C). El funcionamiento de los edificios representa el 40% de toda la energía utilizada por la humanidad, por lo que aprender cómo diseñar para ser más sostenible es de vital importancia. Diseñado por el arquitecto Mick Pearce, Eastgate utiliza el 90% menos de energía para la ventilación de los edificios convencionales de su tamaño, y ya les ha ahorrado a los propietarios del edificio más de \$ 3,5 millones de dólares en costos de aire acondicionado. (Pearce)

Hay gran número de ejemplos de inspiración en la naturaleza para mejorar y crear nuevos productos, sin embargo no todas estas nuevas aplicaciones tienen una justificada copia, inspiración o emulación del entorno natural, por ende, no pueden funcionar de manera armónica en el hábitat.

### 1.3. Estrategias para una construcción biomimética del hábitat.

- *Reducción del consumo de recursos*

Promover la reducción del consumo de materia prima proveniente de recursos no renovables y procurar un mayor uso de materiales provenientes de recursos renovables. Estimular la reducción del consumo de materiales por metro cuadrado de construcción, enfocándose, no sólo en la disminución del uso de recursos vírgenes, sino en un esfuerzo hacia la reutilización y el reciclaje, pasos importantes para cerrar el ciclo de los materiales. El sobredimensionamiento y el desperdicio, característicos de las formas más atrasadas de arquitectura y construcción, constituyen un factor de incremento de costos, de uso irracional de los recursos y una importante fuente de contaminación ambiental.

- *Eficiencia y racionalidad energética*

Se deben propiciar construcciones que ahorren o inclusive, produzcan más energía de la que consumen durante todo el ciclo de vida de las edificaciones, desde la producción de materia prima, materiales y componentes, la energía incorporada, y construcción en sitio, pasando por el uso y mantenimiento de la edificación, su habitabilidad, hasta sus modificaciones y su eventual demolición.

- *Reducir la contaminación y la toxicidad*

Desde la etapa de proyecto se debe, y se puede, prever la magnitud de la producción de desechos contaminantes que la actividad de la construcción y la edificación misma producirán. Se deben identificar y cuantificar las emisiones y productos de todo tipo que se generan, evaluar la trascendencia de su impacto, y determinar qué medidas se deben y pueden tomar para mitigarlo en todo el ciclo de vida del material componente, proceso o edificación en estudio. (Yeang, 1999) Por otra parte, se deben evitar los materiales que representan un peligro para la salud, como son el plomo, el asbesto, el PVC y otros. (Cilento, 1998)

- *Construir bien desde el Inicio*

Diseñar y construir para una larga vida útil; construir con calidad, a menor costo; evitar que la presión por la cantidad, conduzca a construcciones “desechables” tan características de nuestra vivienda de interés social; diseñar con criterios de mantenimiento; diseñar con criterios de flexibilidad, con miras al desarrollo progresivo, la transformación y la reutilización; mejorar las prácticas constructivas convencionales, tradicionales y populares; todas estas son acciones que conducen a aumentar la durabilidad y calidad de las edificaciones y por tanto su vida útil.

- *Producción y manufactura flexibles y de pequeña escala*

Promover la capacidad innovadora de la pequeña y mediana empresa, que aproveche los recursos locales, con la consecuente reducción de los gastos de transporte con sus efectos en la disminución del consumo energético y de los niveles de contaminación ambiental.

#### 1.4.¿Cómo la Biomimética Transformaría la Arquitectura?

En un mundo donde la biomimética predominara en el diseño de edificios, vehículos, aparatos electrónicos y otros objetos, no se necesitarían ventiladores internos, o instrumentos agregados cuya principal causa es deteriorar el medio ambiente, ya que estos habrían sido diseñados con bases biológicas. (Biomimética: 10 diseños que imitan la naturaleza, 2011).

La naturaleza es el lenguaje de patrones más rico, en el cual las bacterias, hongos, plantas o animales se convierten en fuentes potenciales dándole ventajas evolutivas al servicio de diseños humanos donde se reduciría su impacto, y su huella ecológica sería positiva, aportando oxígeno, nutrientes, etcétera.

Basta con atender a las explicaciones de la bióloga, escritora y divulgadora científica estadounidense Janine Benyus, estudiosa de la biomimética. Benyus y el resto de especialistas de la nueva disciplina de la biomimesis o biomimética, educan

a la comunidad científica, los laboratorios de investigación, las empresas y los inventores del mundo a tener una nueva perspectiva. Es la mirada compartida por Edward O. Wilson y William McDonough, entre otros. También la tuvo el arquitecto catalán Antoni Gaudí. Ellos tienen la certeza, nacida del conocimiento de que los mejores y más ecológicos diseños están al alcance del ser humano sin necesidad de pagar -de momento- una patente, ya que se encuentran en la naturaleza.

Se recopilan diez diseños humanos (Biomimética: 10 diseños que imitan la naturaleza, 2011) que son explicados con anterioridad, en donde imitando la naturaleza se alcanza un menor impacto y mayor rendimiento que los modelos conceptuales utilizados actualmente, a menudo dependientes, de un modo u otro, del petróleo, además contaminantes, poco eficientes o ambas cosas a la vez.

Hace algún tiempo Janine Benyus realizó una exposición en el ciclo de conferencias TED (2005), en donde expone las posibilidades del diseño humano biomimético. En este Benyus declara: "Los organismos han hallado un modo de hacer todas las cosas increíbles que llevan a cabo mientras cuidan del entorno que mantendrá a sus hijos".

"Desde el momento que realizan el cortejo, los animales piensan sobre algo muy importante, que es lograr que su material genético perdure en 10.000 generaciones futuras, y ello implica encontrar el modo de vivir sin destruir el lugar que cuidará de su descendencia".

"Ese es el mayor reto del diseño".

La arquitectura biomimética estudia los organismos de la naturaleza, sus características y propiedades. Mediante diferentes métodos, la naturaleza se transforma en arquitectura según forma, función, materiales y sistemas constructivos, basados en las leyes de la naturaleza. Su objetivo es maximizar rendimientos, optimizar recorridos y formas, y minimizar tensiones. La biomimética es la práctica de desarrollar tecnologías sostenibles, inspiradas por ideas de la naturaleza. La idea de esta es la de innovar copiando la naturaleza.

#### 1.4.1. Materiales

Las características de la biomimética nos han presentado centenares de soluciones para la vida del ser humano; desde la réplica de métodos naturales para la manufactura, como en la producción de compuestos químicos por plantas y animales. Hasta la imitación de mecanismos encontrados en la naturaleza, imitación de los principios de las organizaciones sociales de organismos de hormigas, abejas y microorganismos.

Los biomateriales, otra característica de la biomimética, trata de cualquier substancia (distintas a las drogas convencionales) o una combinación de substancias, sintéticas o naturales de origen que pueden ser usadas por cualquier periodo de tiempo, como un todo o como una parte de un sistema que trata, aumenta o reemplaza cualquier tejido, órgano o función de algún cuerpo. Las propiedades de estos materiales son, el ser compatibles con el medio ambiente, el generar un bajo consumo de energía, mejora la calidad de vida (de las personas y del proyecto a tratar), prolongan la vida útil del producto y está basado en la ciencia de la naturaleza.

Estos tipos de materiales nos ofrecen ventajas y beneficios para la transformación de la arquitectura tales como, la reintegración armónica de pueblos y ciudad en los ecosistemas que los rodean, el crear infraestructuras livianas sobre los paisajes y ecosistemas, la biotecnología ambiental compatible con las biomoléculas artificiales donde sea preciso, pero guiándonos por el proceder de la misma naturaleza.

La aplicación del biomimetismo a la industria de los materiales tiene en la actualidad un amplio desarrollo. El campo de aplicación concierne la optimización de las características del material con el aumento de las propiedades mecánicas o con una marcada connotación medioambiental (biodegradables, reciclados y/o reciclables), como es el caso de las espumas cerámicas, de madera o a base de aceite de semilla de girasol. (Rossi, 2009)

En el desarrollo de estos materiales hay también lo que se definen adaptivos. Materiales inteligentes, activos o multifuncionales que, como los organismos vivientes, son capaces de modificar de forma reversible y controlable alguna de sus propiedades cuando sobre ellos actúan estímulos físicos o químicos externos. Estos materiales se dividen en cuatro grupos (Rossi, 2009):

- Los materiales con memoria de forma de aleaciones metálicas, polímeros, etc. que tienen su correspondencia en la naturaleza en el músculo que se contrae al recibir un impulso eléctrico desde el cerebro, o en la flor que se abre por el día y se cierra por la noche.

- Los materiales electro y magneto-activos, como los piezoeléctricos, que actúan o reaccionan antes cambios eléctricos o magnéticos y son ampliamente utilizados en el desarrollo de sensores y actuadores.

- Los materiales fotoactivos en los cuales se producen cambios por la acción de la luz o que por otro lado son capaces de emitir luz por la acción de fenómenos externos, como por ejemplo los electroluminiscentes, fosforescentes, fluorescentes.

- Los materiales cromo-activos son aquellos en los cuales se producen cambios de color como en los fotocromicos, los termocromicos o los electrocromicos, dependiendo del tipo de fenómeno externo que actúa sobre ellos

#### 1.4.2. Productos y Sistemas

Se tiene presente elementos en el mercado que se aplican a las edificaciones y a nuevos productos que se están desarrollando. En términos generales, siguen el principio de la optimización del uso y comportamiento del material empleado. Otros incorporan el desarrollo de nuevos materiales y/o de los procesos de fabricación. (Rossi, 2009). La relación con la naturaleza es una práctica que hace algún tiempo se ha visto de forma evidente en el desarrollo de la tecnología humana. Alguno de los ejemplos que se ven hoy en día son:

- El sistema en celdas hexagonales de las colmenas y avisperos es uno de los ejemplos naturales empleado en los paneles de madera y cartón permitiendo una importante reducción del peso sin perder resistencia.
- El sistema Bubble Deck de aligeramiento de las placas bidireccionales de hormigón armado mediante pelotas de plástico es otro ejemplo sobre la reducción de la cantidad de material utilizado en las áreas menos solicitadas.
- La manipulación del material a nanoescala, integrando la funcionalidad a un nivel atómico, modifica la línea entre lo que es el material y lo que hace, como el caso de los engranajes en lana realizados por Vereinigte Filzfabriken AG, Alemania 2004.
- Sistema BOTONGLASS® de fijación para vidrio de fachada, empresa Isolair Glas.
- Carbon Isogrid desarrollada por ILC Dover Inc. y NASA EE.UU, 2001. Es una malla en filamentos de carbono y resina epoxi con memoria de forma, que se auto-despliega a determinadas temperaturas.
- Perfil de fibra poltrusionados a semejanza del tallo vegetal del Institute of Textile Technology and Process Engineering, Denkendorf.
- Los sistemas reticulares optimizan el comportamiento estructural y permiten la realización de superficies complejas desde el más conocido sistema Mero hasta la investigación de retículos con propiedades multifuncionales y no sólo mecánicas del Departamento de Ingeniería de la Universidad de Cambridge.

## 2. Identificación del Problema

En este aparte se identificarán los problemas medioambientales que hoy en día se están viviendo a nivel mundial, se discutirá el deterioro de las condiciones climáticas debido al alto consumo energético y al mal o nulo uso de recursos renovables, producido a causa del sector constructivo por los materiales de trabajos y sus procedimientos. De igual manera el poco conocimiento y la falta de estudio en el tema afectan a la hora de diseñar, desde la

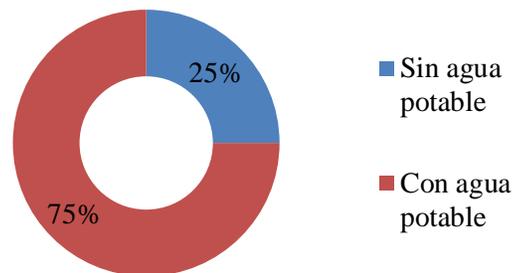
escogencia de materiales, hasta el proceso de construcción; generando serios problemas al momento de diseñar y construir.

## 2.1. Contexto Mundial

Cuatro son las características que se identifican en el contexto mundial que hoy presionan más el territorio.

La primera sería la disminución y contaminación de fuentes hídricas en el que según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación revela que el 25% del total de la población de los países en vía de desarrollo, no tiene acceso al

**Países en vía de desarrollo**



agua potable, sumado a que el 90% del agua contaminada es vertida directamente a ríos, lagos, lagunas o al mar; lo que genera grandes problemas de escasez y altos impactos en la salud humana. Gracias a esto gran parte de muertes y dolencias son a causa de la crisis de desabastecimiento de agua potable.

Otro de los problemas es la pérdida de hábitats naturales y biodiversidad, en donde la comercialización de fauna y flora se contribuye a la destrucción de hábitat natural, lo que poco a poco conlleva a la sobrepoblación causando grandes daños en biodiversidad (Edward O. Wilson). Tres de las causas principales que afectan en la pérdida de biodiversidad son, la destrucción de hábitats naturales, la alteración de estas, ya sea por la construcción de áreas urbanas, carreteras y autopistas, como responsables de la extinción. Y la aparición de moderna agricultura industrial.

Por ultimo las condiciones críticas de saneamiento ambiental y las altas tasa de generación de residuos sólidos que de acuerdo a la Asociación internación de

energía, la industria metalúrgica productora de hierro y de acero es responsable de aproximadamente el 5% del total de emisiones. Por cada tonelada de acero se emiten 1,7 toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, generando así críticos problemas al ecosistema.

Como conclusión, globalmente existen diversos problemas que están afectando el desarrollo medioambiental y a su vez contrario lo están maltratando. Sin embargo, estos problemas ya mencionados conducen a un problema específico, el cual sería la falta de relación entre arquitectura y naturaleza, la cual se discutirá a continuación.

## CONCLUIR

### 2.2 Problema a Discutir

Principalmente se discute la falta de relación entre lo construido y lo natural, como debido a la falta de unión entre las dos se produce el desperdicio y el consumo inadecuado de energía y de recursos naturales. Este mal empleo viene del poco o nulo uso de materiales sostenibles y renovables que permite una buena calidad de vida del edificio. No obstante, todos estos problemas surgen del poco conocimiento previo para la elaboración de obras, la falta de estudio sobre el diseño y materiales que pueden ser utilizados para la construcción que sean eco-amigables.

### 3. Análisis del Problema

En el análisis del problema se atenderán conceptos como los de, huella ecológica y bio-capacidad, donde se muestran los daños ambientales que se han dado a lo largo de los años y cuanta capacidad de recursos naturales y biodiversidad el ser humano ha agotado. En este también se proporcionan temas o factores como los de del aumento de la población urbana, fuentes primarias de energía y la producción de materiales de construcción. Es importante relacionar estos conceptos ya que la consecuencia de uno conlleva al otro y si uno de estos presenta dificultades, el siguiente por lo tanto, también.

### 3.1. Huella Ecológica

Para entender el concepto de huella ecológica es importante entender dos conceptos esenciales que comprenden su estudio. El primero de estos es el de indicador de consumo, definido como la capacidad de un área específica biológicamente productiva de generar un abastecimiento regular de recursos renovables y de absorber los desechos resultantes de su consumo. El segundo concepto es la biocapacidad, que como su nombre lo indica es la capacidad de un área específica biológicamente productiva de generar un abastecimiento regular de recursos renovables y de absorber los desechos resultantes de su consumo.

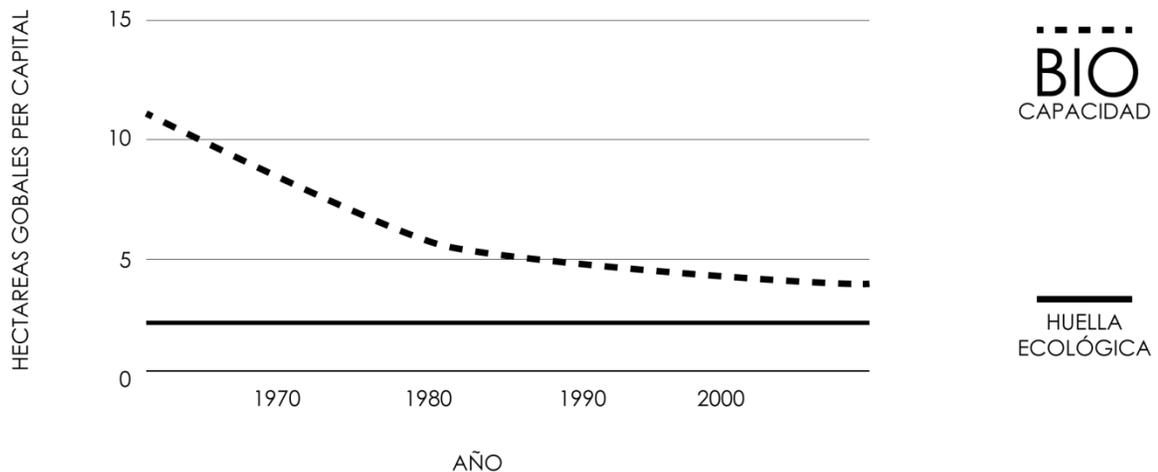


Fig 3. Tabla de comparación entre biocapacidad y huella ecológica en Colombia. Fuente: <http://www.footprintnetwork.org/>

En Colombia la huella ecológica ha permanecido relativamente constante mientras que la biocapacidad ha disminuido entre 1961 hasta la actualidad.

### 3.2. Tasa de Urbanización

La tasa de urbanización es un índice demográfico que expresa la relación porcentual entre la población urbana (habitantes de las ciudades) y la población total de un país. Una cifra alta indica un mayor nivel de desarrollo. (DANE, 2016)

Bogotá cuenta el 21% de población urbana, mientras que el conjunto de Barranquilla, Cali y Medellín cuenta con un 17%. Por lo tanto, el 38% de la población urbana del país lo conforman estas cuatro ciudades. (DANE, 2016)

### 3.3. Fuentes Primarias de Energía

Existe una lista de fuentes primarias de energía las cuales son perjudiciales para el medio ambiente, ya que generan altas emisiones de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero, que contribuyen a la contaminación del medio ambiente y deterioro de la capa de ozono.

### 3.4. Materiales de Construcción

Casi la mitad de las emisiones de gases de efecto invernadero son responsables por el sector de la construcción (GEI). La producción, fabricación y el uso de materiales de construcción seguirá aumentando, con base en el crecimiento de la población mundial, lo que representa los diversos impactos ambientales como el deterioro del paisaje y de la biodiversidad de las zonas de explotación, la contaminación del aire, el agua y el suelo por la emisión de gases y el vertimiento de residuos sólidos y líquidos. (MADS, 2012).

Los materiales de construcción generan una diversidad de efectos en el ecosistema que poco a poco lo han estado deteriorando y seguirán deteriorándolo. Tres de estos efectos generales son los siguientes:

- Generan un alto deterioro de los ecosistemas y de la biodiversidad en las zonas de explotación.
- Dinámicas de deforestación, erosión y contaminación del suelo, el agua y el aire.
- Producción de industrias cementera, cerámica y metalúrgica: alto consumo energético combustibles fósiles no renovables.

El problema en conclusión debe tratarse en una relación de los conceptos, como la construcción y usos de materiales con un ciclo de vida útil y amigables con el medio ambiente para así generar la disminución de la huella ecológica, como la tasa de urbanización debe cambiar de acuerdo al desarrollo de la ciudad para no generar el

malgasto de fuentes de energías, de igual manera utilizar fuentes de energía que no sean amigables al medio ambiente.

#### 4. Planteamiento Proyectual

Ante los retos que la sociedad enfrenta hoy en día, es importante definir una posición teórico-metodológica que proponga de manera clara el quehacer profesional. El enfoque aparte de reconocer el proyecto arquitectónico es fundamentalmente una labor de integración y síntesis. Y lo que el proyecto sintetiza e integra, a partir de una propuesta formal determinada, es un conjunto de respuestas a necesidades, problemas y estímulos que existen previamente o que surgen durante el proceso mismo de diseño. Ahora bien, esas necesidades, problemas y estímulos pueden agruparse en tres grandes campos que fueron mencionados anteriormente: huella ecológica, tasa de urbanización, fuentes primarias de energía y la producción de materiales de construcción

##### 4.1. Objetivo General

Diseñar un proyecto arquitectónico que brinde un espacio para el desarrollo cultural de los habitantes utilizando los principios de la biomimética como mecanismo para el desarrollo del mismo, en la ciudad del Santiago de Cali en Colombia.

##### 4.1.1. Objetivos Específicos

- Consultar casos de estudios biológicos de los componentes del ecosistema del entorno en el que se va a trabajar para implementación en el proceso de diseño.
- Implementar y correlacionar los principios biológicos seleccionados con el diseño morfo genético aplicado a la arquitectura para una óptima adaptación del proyecto en el entorno natural.

- Identificar nuevas técnicas, materiales, procesos, mecanismos, estructuras y sistemas con base al estudio biomimético realizado previamente, e implementarlos en el proyecto.

## 4.2. Metodología

La metodología de este proyecto va a tener como base tres puntos principales de enfoque; elementos esenciales, principios de la vida y pensamiento biomimético, dichos puntos son traídos a preeminencia por la Dr. Dayana Baumeister en su libro *Biomimicry Resource Handbook*, que según sus palabras “contiene más de 250 páginas del pensamiento biomimético más actual, la metodología y herramientas para naturalizar la biomimética en la cultura”. Estos elementos serán integrados a lo largo de todo el proceso de diseño para la conceptualización y ejecución técnica del proyecto.

### 4.2.1. Elementos Esenciales

La práctica de la biomimética contiene tres elementos interconectados, pero únicos; el *ethos*, el *(re) conectar* y el *emular*, estos representan la base de la unidad teórica de información cultural transmisible de un individuo a otro de la biomimética. Mediante la combinación de estos, el diseño inspirado en la biología se convierte en la biomimética. (Baumeister, 2014)

- El elemento *ethos* constituye la esencia de nuestra ética, nuestras intenciones y nuestra filosofía fundamental de por qué practicamos la biomimética. *Ethos* representa nuestro respeto, responsabilidad y gratitud hacia nuestros compañeros de especie y nuestro hogar.
- El elemento de *(re) conectar* refuerza el entendimiento de que, mientras que “separados”, la gente y la naturaleza aparentemente en realidad están profundamente entrelazados. Somos naturaleza. *(Re) conecta* es una práctica y un modo de pensar que explora y profundiza la relación entre los humanos y el resto de la naturaleza.

- El elemento *emular* trae los principios, las pautas, estrategias y funciones que se encuentran en la naturaleza para informar el diseño. La emulación se trata de ser proactivo en el logro de la visión de los seres humanos se ajusta en forma sostenible en la tierra.

#### 4.2.2. Principios de la Vida

Los principios de la vida son lecciones de diseño de la naturaleza. Con base en el reconocimiento de que la vida en la Tierra está interconectado e interdependiente, y sujeto al mismo conjunto de condiciones de funcionamiento, la vida ha evolucionado a un conjunto de estrategias que han sufrido más de 3,8 millones de años (Baumeister, 2014). Los principios de la vida representan estos patrones generales que se encuentran entre las especies sobreviviendo y prosperando en la Tierra. La vida integra y optimiza estas estrategias para crear las condiciones propicias para la vida. Al aprender de estas lecciones profundas de diseño, podemos modelar estrategias innovadoras, medir diseños en contra de estos puntos de referencia sostenibles, y permitir beneficiar a la población por el genio de la naturaleza usando los principios de la vida (Fig. 4) los ideales a los que se aspira.

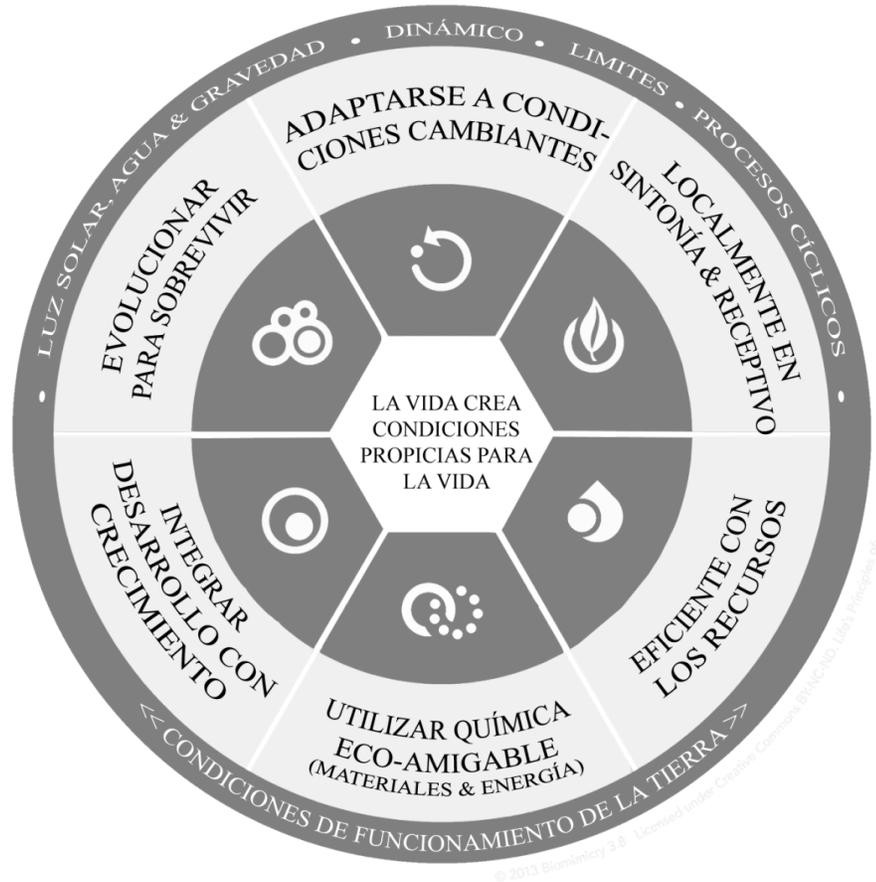


Fig. 4. Principios de la vida indicados por el instituto Biomimicry 3.8

A continuación se enlistaran diversas opciones en las cuales se puede cumplir con cada uno de estos principios en relación con el campo de estudio a trabajar:

- Adaptarse a Condiciones Cambiantes
  - Incorporar Diversidad
  - Mantener integridad a partir de la auto-renovación.
  - Representar la resistencia a través de la variación.
- Estar Localmente en Sintonía y ser Receptivos
  - Afianzar procesos cíclicos.
  - Usar materiales y energías disponibles en la naturaleza.
  - Usar circuitos de retroalimentación.
  - Cultivar relaciones cooperativas.
- Ser Eficiente con los Recursos

- Utilizar bajos procesos de energía.
- Utilizar diseños multifuncionales.
- Reciclar todos los materiales utilizados.
- Ajustar las formas a las funciones.
- Utilizar Química Eco-Amigable
  - Productos de degradación en componentes benignos.
  - Construir selectivamente con un pequeño subconjunto de elementos.
- Integrar el Desarrollo con el Crecimiento
  - Auto - sistematizar.
  - Construir desde abajo hacia arriba.
  - Combinar componentes modulares y anidados.
- Evolucionar para Sobrevivir
  - Replicar estrategias que funcionen.
  - Integrar diseños no convencionales.
  - Reciclar todos los materiales utilizados.
  - Actualizar información.

#### 4.2.3. Pensamiento Biomimético

El pensamiento biomimético proporciona un contexto de dónde, cómo, qué y por qué la biomimética se inscribe en el proceso de cualquier disciplina o cualquier escala de diseño. Aunque similar a una metodología, el pensamiento biomimético es un marco que tiene por objeto ayudar a la gente práctica en la biomimética, sin importar que tipo de diseño haya de realizarse. Hay cuatro áreas en las que una lente biomimético ofrece el mayor valor al proceso de diseño: definición del alcance, el descubrimiento, la creación, y la evaluación (Baumeister, 2014). Siguiendo los pasos específicos dentro de cada fase ayuda a garantizar la integración exitosa de las estrategias de la vida en los diseños humanos.



que por su complejidad pueden ser el territorio más difícil de intervenir y el lugar óptimo para demostrar el potencial de una buena adaptación del diseño por medio de la biomimética, entre mayor variedad haya, mayor va a ser la posibilidad de poder recrear a la naturaleza de manera exitosa, siempre y cuando se haga un estudio riguroso sobre el sector y las condiciones que presenta el mismo. Esta multiplicidad de condiciones geográficas las presentan diversas ciudades en el territorio colombiano entre las cuales se encuentran Bucaramanga, Cúcuta, Bogotá, Medellín y Santiago de Cali, todas ubicadas parcialmente en algunas de las cordilleras del territorio Colombiano. Aunque todas se encuentren localizadas en las cordilleras, algunas tienen la presencia de parques naturales nacionales y fuentes hídricas, es difícil encontrar un sector donde se pueda realizar el proyecto y donde confluyan las características mencionadas.

Por todo lo anterior el sitio escogido para el desarrollo del proyecto es la zona noroccidental de la ciudad Santiago de Cali, en donde se encuentran localizados los Farallones de Cali que es un parque natural nacional - este hace parte de la Cordillera Occidental de los Andes - y por donde circula el Rio Cali. Mas específicamente ubicado en la Avenida 4ta Oeste con la Cra 1b Oeste, con una extensión de aproximadamente 13.000 metros cuadrados que abarcan territorio urbano y rural, además de esto esta adyacente al rio Cali y en la parte posterior del terreno se encuentra el eco parque Bataclán. El clima es de sabana tropical, la cordillera Occidental tiene 2.000 metros de altitud promedio en el norte de la ciudad y alcanza los 4.000 metros en el sur, esto hace que en la ciudad la región suroccidental sea más lluviosa que la noroccidental (Ecoturismo Colombia). La ubicación dentro del Valle del Cauca, el clima y el relieve, hacen de la ciudad un espacio de gran riqueza natural. La confluencia de ríos y otras fuentes hídricas hacen que la región sea una potencia natural, creando así una variedad de condiciones geográficas que se pueden optimizar para mejor aprovechamiento y enriquecimiento del propósito a cumplir.

#### 4.3.1. Morfología

Se puede observar de la Fig.?? que la relación de zonas construidas y zonas verdes es proporcional considerando que cada manzana tiene jardín existente en la periferia de cada una de ellas y gran parte de las zonas verdes se dan gracias al parque lineal que recorre los laterales de la fuente hídrica presente (Rio Cali), además, de presentar múltiples zonas de conservación y parques cercanos.

Con respecto a la trama urbana del sector, se pueden observar dos tipos; reticulada en el oriente donde el terreno es más cercano al valle, por ende, no presenta tantas irregularidades topográficas, y orgánica en el occidente donde las intervenciones urbanas se adaptan más a la morfología actual del terreno, ya que, es una zona montañosa gracias a su cercanía de la cordillera occidental y esto hace más difícil la perturbación del terreno para adaptaciones artificiales.



Fig.¿? . Cartografía de llenos y vacíos del noroccidente de Cali / Fuente: Propia

#### 4.3.2. Relación Borde Urbano-Rural

Existen varios términos como periferia, interface urbano-rural y borde entre otros, empleados comúnmente para hacer alusión a aquellas áreas que están o no catalogadas como de expansión urbana por las normas y viven procesos de

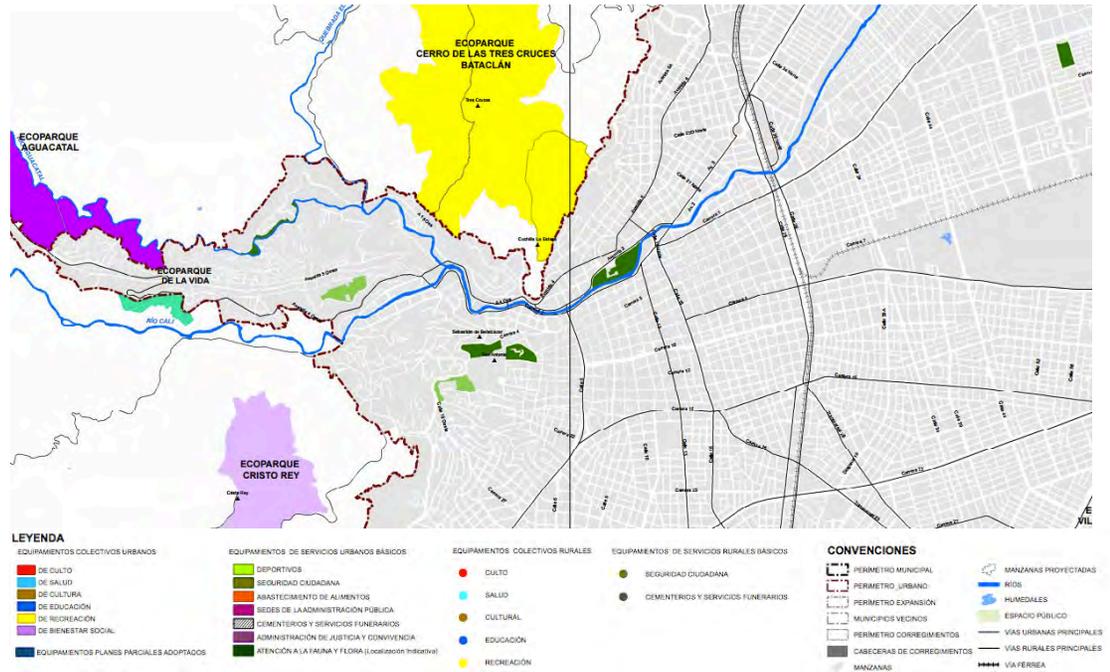
urbanización hacia el exterior de la ciudad, Û en ciertos casos hacia el interior, invadiendo lugares de interés urbano y ambiental. (Toro, Velasco, & Niño, 2005)

Esta relación está presente de una manera muy fuerte en dos de las periferias del proyecto, en el norte con el borde urbano-rural, en el que el terreno ubicado en la el sector urbano delimita con una zona de conservación forestal, en el sur con el borde natural urbano-urbano como espacio articulador que representa el río y el parque lineal que se encuentra a lo largo de él.



Fig. ¿?. Cartografía del Borde Urbano-Rural del Occidente de Cali / Fuente: POT 2014

4.3.3. Equipamiento



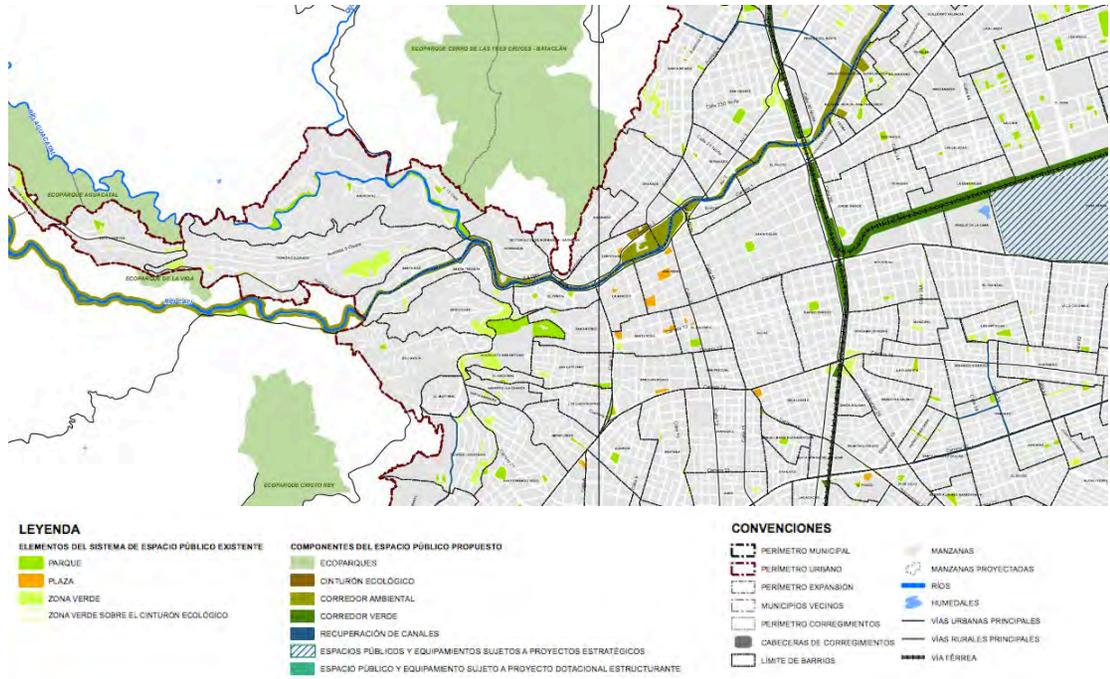
Se considera equipamiento urbano los inmuebles, instalaciones, construcciones y mobiliario que prestan servicios urbanos públicos o privados a la población. Un equipamiento debe ser funcional, práctico y debe satisfacer las particularidades específicas locales, partiendo de esta afirmación, se realiza un estudio de equipamientos urbanos ubicados en el sector a discutir, la comuna 2 está equipada con diferentes tipos de estos, está conformada en su mayoría por viviendas y equipamientos que complementan a las mismas.

En el análisis se encuentran equipamientos de educación (escuela normal superior farallones de Cali), de cultura (museo de arte moderno la tertulia), de culto (iglesia san Antonio), de abastecimiento de alimentos, de salud (hospital cañavaralejo, clínica i.s.s bellavista), de recreación (reserva natural), que se encuentra justamente al lado del lote; se resalta la cantidad de zonas verdes útiles, el proyecto estará rodeado por reservas naturales y parques, zonas verdes completamente utilizables.

La incorporación de un proyecto biblioteca al sistema de equipamiento urbano, es completamente útil y funcional, complementa la función educativa de un colegio, genera sentido y mayor alcance urbano poblacional a los parques que están

alrededor, y teniendo en cuenta el concepto del proyecto (integrar la arquitectura con el medio, biomimética), va a resaltar las reservas naturales y zonas verdes que estén alrededor.

#### 4.3.4. Espacio Publico



Lo público es un proceso producido por las relaciones y las prácticas sociales, que alude a lo colectivo y al sentido de comunidad entre sujetos diferentes.

Son elementos constitutivos del espacio público las áreas y elementos arquitectónicos naturales de propiedad privada que por su localización y condiciones ambientales y paisajísticas sean incorporados como tal en los planes de ordenamiento tales como fachadas, parámetros, antejardines.

[http://www.cali.gov.co/gobierno/publicaciones/rea\\_espacio\\_publico\\_publico](http://www.cali.gov.co/gobierno/publicaciones/rea_espacio_publico_publico)

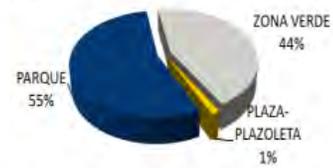
De acuerdo con planeación municipal, Cali tenía a 2014 6,5 millones de metros cuadrados de espacio público efectivo: 2,8 por habitante, cuando el estándar de la OMS es de 10 a 15m<sup>2</sup> y la meta del POT son 6m<sup>2</sup> por persona.

ÍNDICE DE ESPACIO PÚBLICO EFECTIVO POR HABITANTE A 2012.

Descripción	Área (m2)	Índice (m2/hab.)
PARQUES	2.943.544	1,30
PLAZAS - PLAZOLETAS	72.139	0,03
ZONAS VERDES	2.390.902	1,06
<b>TOTAL</b>	<b>5.406.585</b>	<b>2,39</b>

Fuente: DAPM, propuesta de revisión y ajuste del POT<sup>4</sup>

M2 DE EPE, POR TIPO DE ELEMENTO, 2012



Fuente: DAPM, propuesta de revisión y ajuste POT.

A través de elementos integrales de diseño y actividades culturales, se estimula el uso del espacio público... permitiendo mejorar los niveles de seguridad y apropiación del mismo. Gobierno de Cali. Una mala implementación y sectorización del espacio público, puede guiar a una segregación social interciudadana.

Más puntual, habiendo abarcado lo general, en el sector se encuentra un corredor verde, siguiendo el camino del río; un eco parque que adquiere un recorrido lineal y también varios parques pequeños en el perímetro. Se encuentran dos parques grandes que y en un perímetro aproximado de 10 cuadras hay una plaza.

#### 4.3.5. Movilidad

El sector de movilidad no es un problema para el proyecto, ya que, todos los medios de transporte – peatonal, bicicletas, transporte público y vehículos particulares - tienen rutas adaptadas para la buena accesibilidad a esta zona de la ciudad. Por la parte de las ciclo rutas podemos observar en la fig. ¿? Que hay un ruta principal que es la que recorre paralelamente el río y en esta confluyen el resto de las ciclo rutas de la ciudad, lo cual permite una accesibilidad extraordinaria al lugar.

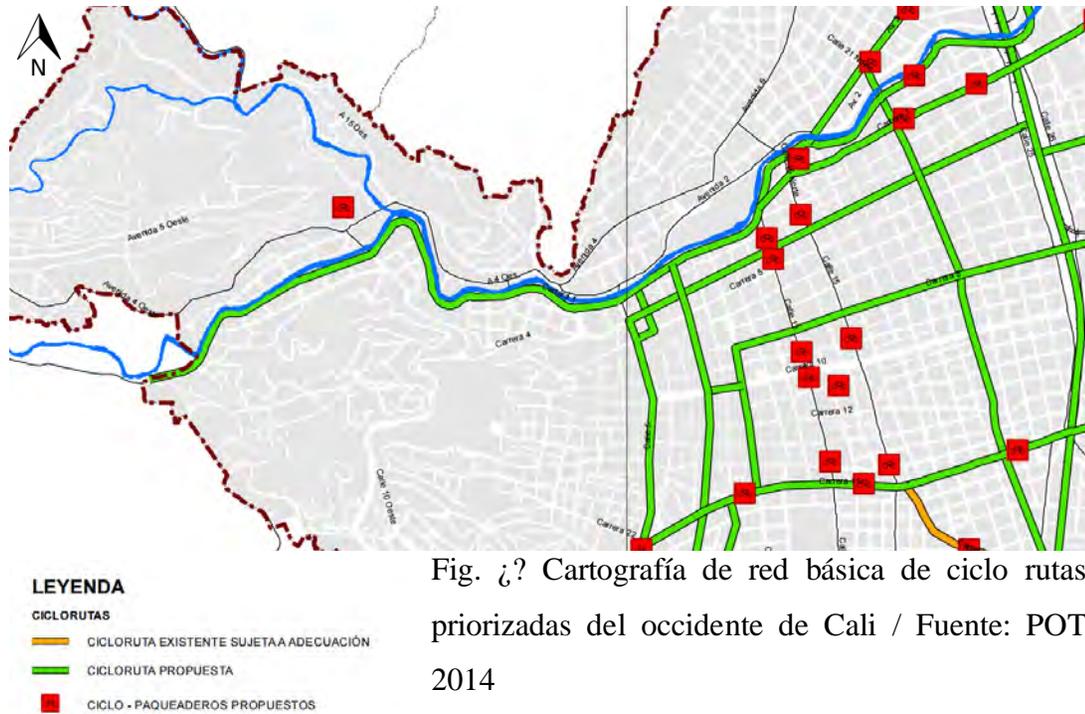


Fig. ¿? Cartografía de red básica de ciclo rutas priorizadas del occidente de Cali / Fuente: POT 2014

En el aspecto del transporte público, se hace referencia del sistema integrado de transporte masivo que en esta ciudad responde al nombre de mío. La ruta troncal más cercana se encuentra aproximadamente a unos mil metros de distancia, las rutas pretroncales se encuentran a dos cuadras y los alimentadores pasan a lo largo de todo el rio Cali, es decir, justo en frente del lugar, haciendo que las personas no tengan dificultad en movilizarse hacia el sector por este medio.

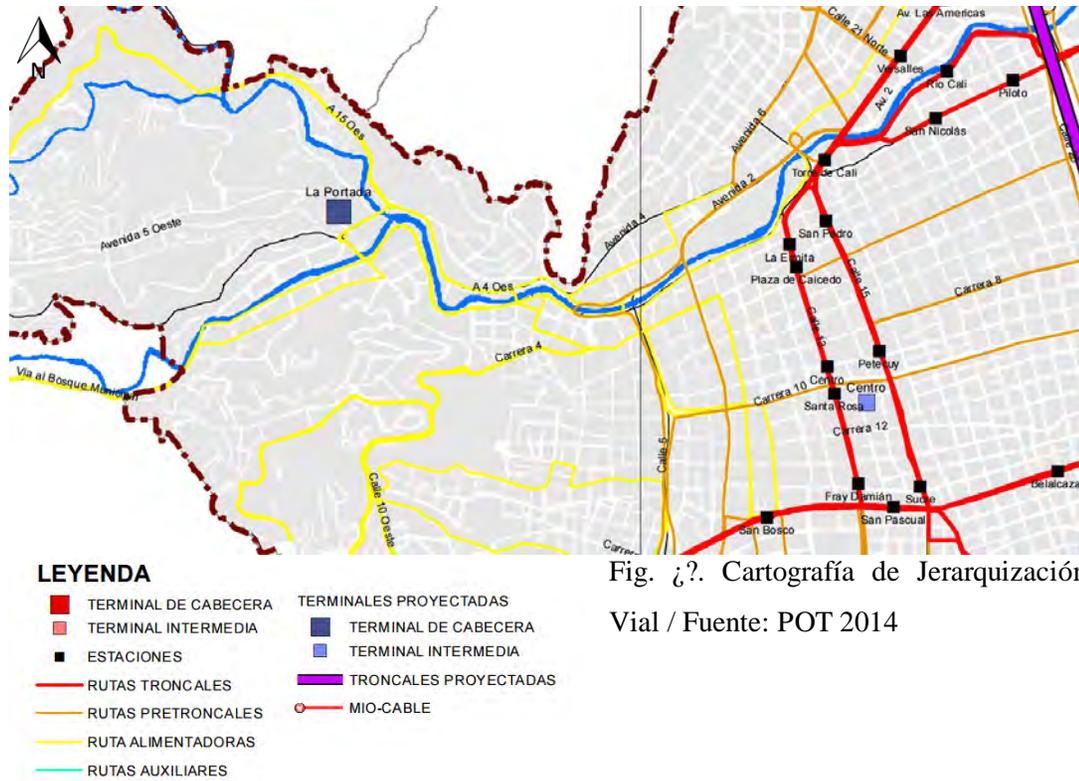
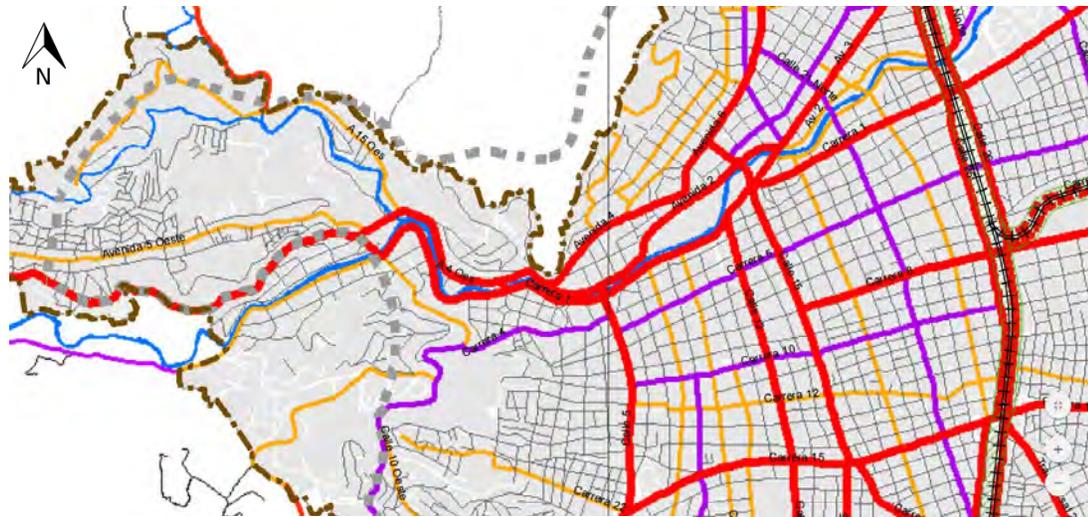


Fig. ¿?. Cartografía de Jerarquización Vial / Fuente: POT 2014

Las rutas para vehículos particulares al igual que las dos mencionadas anteriormente tienen excelente accesibilidad al lugar, ya que, la carrera primera es una vía arterial principal y recorre a los laterales del río lo que implica que la mayoría de las vías alternas llegaran a esta.



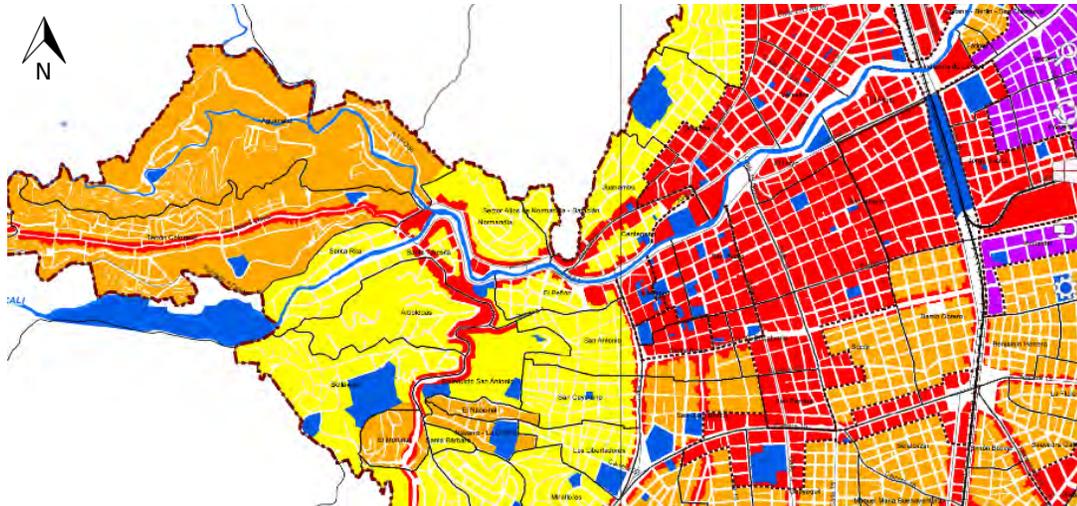
**LEYENDA**

**SISTEMA SUELO URBANO**

- |   |                        |   |                                      |
|---|------------------------|---|--------------------------------------|
|  | VÍA INTER-REGIONAL     |  | ANILLO PERIMETRAL PROPUESTO          |
|  | VÍA ARTERIA PRINCIPAL  |  | VÍA INTER-REGIONAL - PROYECTADA      |
|  | VÍA ARTERIA SECUNDARIA |  | VÍA ARTERIA PRINCIPAL-PROYECTADA     |
|  | VÍA COLECTORA          |  | VÍA ARTERIA SECUNDARIA - PROYECTADA  |
|  | VÍA LOCAL              |  | ÁREA RESERVA CORREDOR INTER REGIONAL |

4.3.6. Complejidad Urbana

Esta comuna se caracteriza por ser una zona financiera importante y por su alta infraestructura de hoteles, centros educativos, sitios comerciales, de servicios, de entretenimiento, parques etc. Allí se encuentra el tradicional barrio Granada, que fue el primer barrio residencial del norte de Cali, y hoy en día, un importante centro cultural y culinario de la ciudad. En términos sociales, económicos y culturales es una de las comunas con mayor desarrollo de la ciudad.



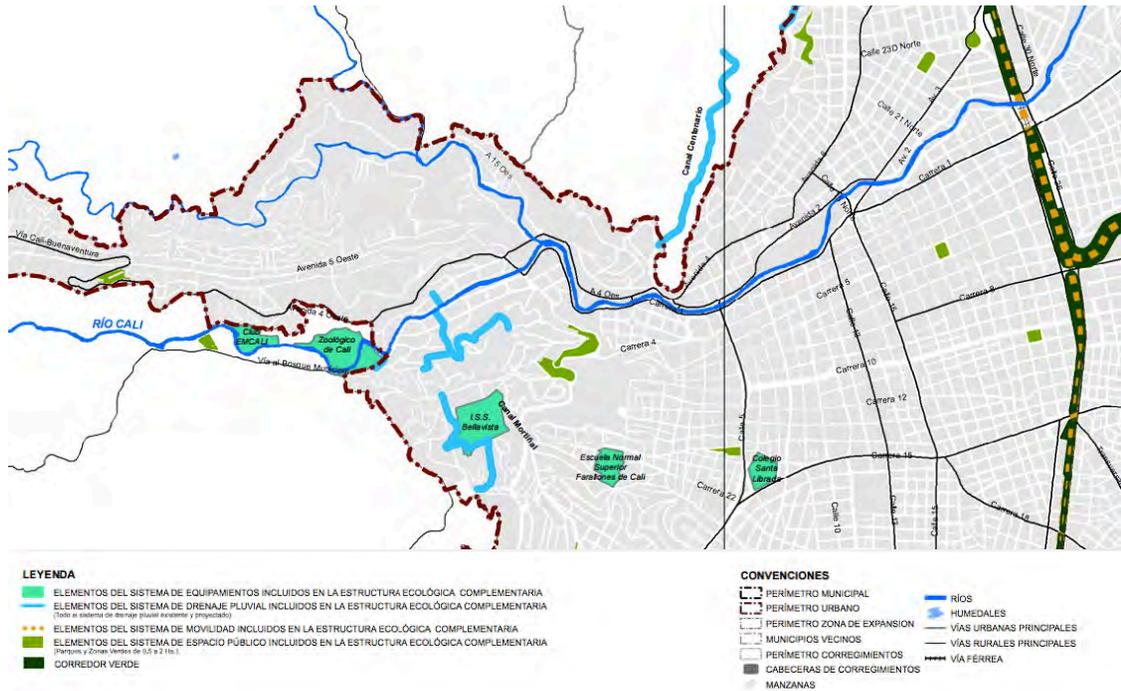
Residencial ■ Mixto ■ Industrial ■ Residencial predominante ■ Dotacional ■

El sector se encuentra rodeado en su mayoría por actividades de uso mixto y residencial. De igual manera cuenta con diversas actividades dotacionales cercanas. No se puede pasar por alto su gran cercanía al río Cali, el cual se puede sacar gran aprovechamiento de este.



Hoy son 48 los lugares embellecidos y 1.913.605 los metros cuadrados recuperados gracias al programa ‘Adopción de Parques y Zonas Verdes’ en la ciudad de Cali. Alrededor del sector a tratar, se encuentran varios parques y zonas verdes, como el, Parque Natural Recreacional – Bataclán, Parque Natural Recreacional - Tres Cruces, Parque del Acueducto, son de los más extensos del sector por lo que deberían de ser de aprovechamiento para el medio ambiente.

4.3.7. Espacios Verdes

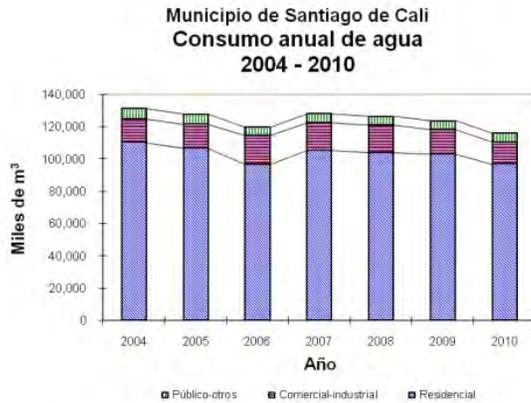


Las zonas verdes en una ciudad satisfacen las necesidades de relación, descanso y recreación de la población ya que hacen parte del espacio publico efectivo de las zonas urbanas. La organización mundial de la salud (OMS) propone un estándar mínimo de 9m2 de áreas verdes por habitante. En Cali:

De las ciudades de Colombia, Cali es quizá de las mas verdes, claro, por sectores. En su zona urbana se puede observar tal variedad de especies, que en muchos países, desarrollados y del tercer mundo, no alcanzarían a conocer todos sus habitantes. Pero aunque es verde, tiene un déficit grande en materia de arborización de parques y esencialmente de respeto por el derecho que tiene el ciudadano de gozar de esos espacios (leo quintero, 2013).

En términos específicos del sector estudiado, se encuentra una reserva natural de gran extensión en suelo, el parque Sebastián belarcazar, y otros tres parques a un perímetro de alrededor tres manzanas; existen también zonas verdes a siguiendo la estructura lineal del rio.

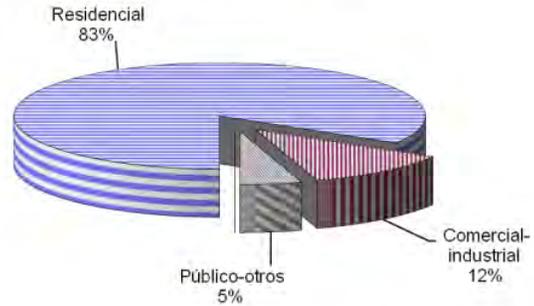
4.3.8. Metabolismo Urbano



FUENTE: Cuadro 4.1.1

Figura 4.1

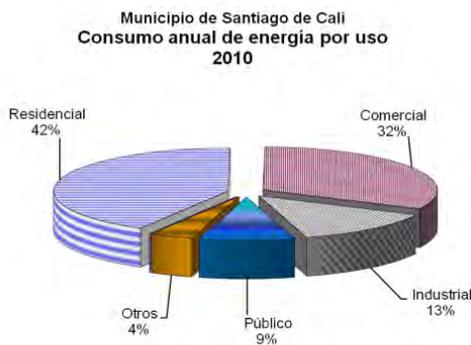
Municipio de Santiago de Cali  
Consumo anual de agua por uso  
2010



FUENTE: Cuadro 4.1.1

Figura 4.5

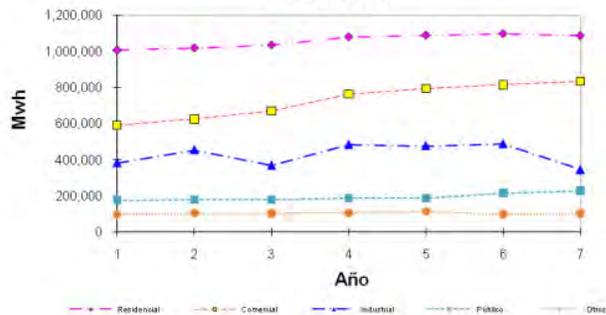
En la gráfica anterior se observa como el consumo de agua potable ha disminuido entre 2004 – 2010 y el estrato que más consume es el tercero. Sin embargo al analizar estas cifras se contempla la iniciativa de conciencia ciudadana a la hora de contribuir con el medio ambiente en la disminución del consumo de agua. Por lo que se propone con el proyecto, biomimética como mecanismo para transformar la arquitectura seguir incentivando a los ciudadanos caleños y colombianos, a construir edificaciones y espacios en el puedan hacer buen uso de sus recursos naturales, no abusando de ellos y renovándolos.



FUENTE: Cuadro 4.3.1

Figura 4.6

Municipio de Santiago de Cali  
Consumo anual de energía  
2004 - 2010



FUENTE: Cuadro 4.3.1

Figura 4.2

Entre el año 2004 y 2010 el consumo de energía en todas las actividades no ha cambiado drásticamente, se ha permanecido relativamente en un mismo rango. Durante estos años ha aumentado su consumo de manera notable. Esta liderado por el área residencial, el cual se toma un 42% y el estrato 3 es el que mayor consumidor. (FUENTE: Sistema Unificado de Información de Servicios Públicos – SUI, EMCALI).

El objetivo es, por medio de estudios científicos y tecnológicos, encontrar soluciones para el ahorro de energía, mejorando la calidad de vida de los habitantes sin afectar el medio ambiente, esto integrando a la misma naturaleza en los mismos procesos de ahorro y consumo y así poder bajar estas cifras.

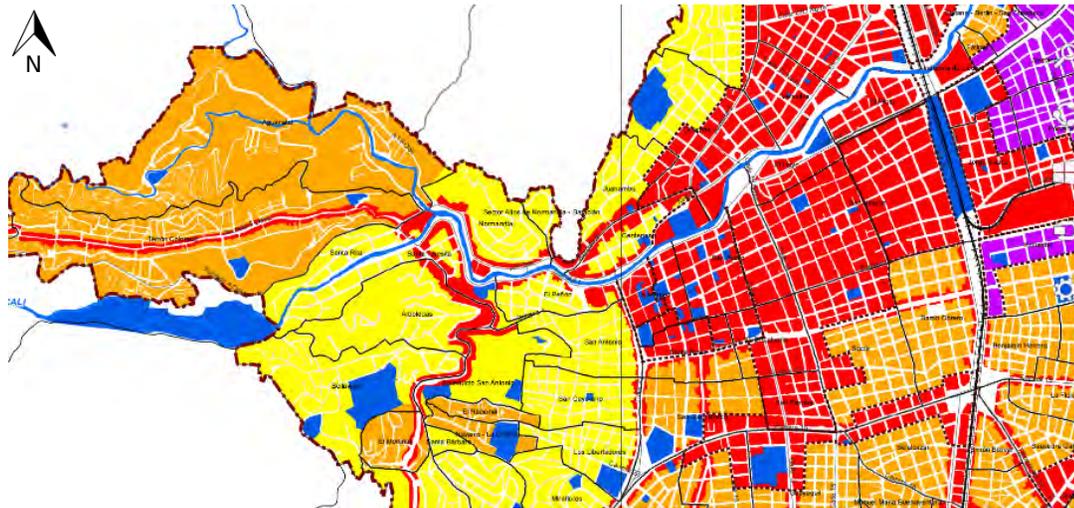


FUENTE: Cuadro 4.3.3

Figura 4.4

Entre estos seis años el consumo del gas ha disminuido. Sin embargo en las actividades comerciales y residenciales ha aumentado este consumo. Los suscriptores también han aumentado a excepción del sector industrial que ha disminuido.

#### 4.3.9. Cohesión Social



Residencial ■ Mixto ■ Industrial ■ Residencial predominante ■ Dotacional ■

Para que el desarrollo tanto económico como social de una comunidad se lleve a cabo, necesariamente debe de existir cohesión social, por esto se entiende que debe de ser una comunidad compacta. El sector presenta una estructura y trama urbana de cierta compacidad, está cohesionada socialmente, genera espacios de sociabilidad, crea un territorio con cercanía a los servicios, propicia el encuentro de actividades y permite el desarrollo de la vida en comunidad, hay presencia de multiplicidad de usos de suelos - el único no presente es el industrial - esto conlleva a una mejor accesibilidad para los habitantes a los diferentes servicios que se les brinda, ya sea residencial, comercial o dotacional.

4.3.10. Vivienda

**1.2.2 Proyecciones de población según total, cabecera y resto, en Cali  
2009 – 2015**

Descripción	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
TOTAL CALI	2,219,714	2,244,639	2,269,630	2,294,643	2,319,655	2,344,703	2,369,829
Cabecera	2,183,055	2,207,994	2,232,996	2,258,017	2,283,035	2,308,086	2,333,213
Comuna 1	72,172	74,729	77,348	80,028	82,768	85,569	88,432
Comuna 2	103,781	105,499	107,256	109,050	110,879	112,746	114,651
Comuna 3	45,743	45,843	45,949	46,057	46,169	46,283	46,400
Comuna 4	55,358	55,012	54,673	54,339	54,011	53,687	53,369
Comuna 5	106,425	107,379	108,332	109,280	110,221	111,157	112,089
Comuna 6	179,401	181,165	182,922	184,668	186,402	188,124	189,837
Comuna 7	74,438	73,913	73,393	72,876	72,360	71,846	71,334
Comuna 8	101,226	101,400	101,585	101,777	101,974	102,177	102,388
Comuna 9	47,243	46,848	46,462	46,083	45,712	45,349	44,994
Comuna 10	108,206	108,639	109,078	109,520	109,962	110,407	110,854
Comuna 11	103,698	104,302	104,910	105,518	106,125	106,731	107,339
Comuna 12	67,937	67,751	67,571	67,394	67,221	67,049	66,881
Comuna 13	175,339	175,688	176,056	176,437	176,827	177,228	177,641
Comuna 14	161,427	163,405	165,342	167,237	169,091	170,909	172,696
Comuna 15	140,379	143,612	146,818	149,995	153,144	156,267	159,369
Comuna 16	100,915	101,974	103,028	104,075	105,113	106,145	107,170
Comuna 17	120,540	123,676	126,835	130,014	133,211	136,428	139,665
Comuna 18	110,038	113,474	116,966	120,510	124,105	127,752	131,453
Comuna 19	107,200	108,156	109,115	110,074	111,032	111,989	112,947
Comuna 20	67,242	67,587	67,934	68,283	68,631	68,980	69,331
Comuna 21	99,117	101,550	103,879	106,113	108,261	110,332	112,336
Comuna 22	9,435	9,718	10,003	10,290	10,578	10,868	11,160
Otros <sup>1</sup>	25,794	26,677	27,545	28,399	29,238	30,064	30,876

FUENTE: Proyecciones de población de Cali por barrio, comuna y corregimiento 2006-2020 / DAP

1 Debido a las diferencias entre cabecera DANE y perímetro urbano DAP, el área urbana incluye información que corresponde a sectores por fuera del perímetro urbano (población rural)

Para el 2015 se estimó que la población de la comuna 2 aumento alrededor de 114,000. Esta sería la sexta comuna con mayor población de la ciudad. Debido a que este sector cuenta con gran actividad mixta, sitios comerciales, de entretenimiento, centros educativos, parques, etc. Hace del proyecto a ser planteado como conector de todas estas áreas de actividad, para la recreación, conocimiento, integración con la comunidad y crear un vínculo con la naturaleza. La idea es que con esto la ciudad siga creciendo y desarrollándose en un ámbito más sano tanto para ellos mismos como comunidad como para el ambiente.

#### 4.4. Identificación Funcional

La Biblioteca Pública es un equipamiento de servicio que debe asegurar a todos los habitantes del país, independientemente de su nivel de escolaridad, el acceso gratuito a los materiales bibliográficos que requieren, con el fin de posibilitar su participación, sobre la base de una adecuada información, en todos los aspectos del desarrollo nacional (Mantellini, Graciela, 1984).

Las funciones de una biblioteca genérica no serán las únicas utilizadas pues la incorporación de la biomimética será también de carácter educativo no únicamente del carácter funcional y técnico de la misma, ya que, se busca generar conciencia de la importancia de los procesos naturales para el desarrollo y conservación de la vida en el ecosistema, y como la interrupción de este ciclo puede generar repercusiones que hoy en día ya están se están reflejando.

Equipamientos urbanos como son catalogadas las bibliotecas públicas, muchas veces no constan del suficiente respaldo económico por parte del estado; por medio de la biomimética se busca llegar a desarrollar un diseño que mantenga un consumo adecuado de energía y recursos naturales para que esté integrado al hábitat natural de su entorno, lo que quiere decir que el edificio va a cumplir con funciones naturales del ciclo de la vida generando así los recursos necesarios para su funcionamiento básico y disminuyendo la necesidad de apoyo económico del gobierno.

#### 4.5. Necesidades

Estas se clasificaran en las necesidades de un edificio biomimético, de una biblioteca más específicamente y por el usuario de la misma, serán puestas a colación y únicamente serán presentadas las necesidades aplicables para el servicio ofrecido y las imprescindibles para el desarrollo del proyecto.

##### 4.5.1. Necesidades de un Edificio Biomimético

- Respirar: para permitir esto se plantea un atrio interno y perforaciones en las fachadas como las branquias de los hongos.

- Bajos recursos de energía: buen aislamiento. Sistemas de control de alta exposición solar. Equilibrar la incidencia del sol mediante superficies reflectantes para que los equipos artificiales gasten menos energía. Técnicas naturales de refrigeración e iluminación. Equilibrar consumos.
- Aprovechamiento de recursos naturales: Captar energía del sol (a partir de orificios y materiales). Superficies permeables para captación de aguas lluvias (plazas, terrazas y perforaciones). Ventilación natural, iluminación natural, climatización con sistemas acumuladores de energía. Túneles de viento por medio de perforaciones.
- Resistencia: (HONGOS). Utilización de la estructura de los hongos, que permite resistencia, flexibilidad y adaptación al medio.

#### 4.5.2. Necesidades de una Biblioteca

Andrew McDonald, profesor y Director de Servicios bibliotecarios y para el aprendizaje de la University of East London, ha destacado recientemente las cualidades que debe tener un buen espacio para el aprendizaje, ya sea en edificios nuevos o reformando el espacio existente. Estas cualidades son las que ha hecho suyas la Sección de Edificios y Equipamientos de IFLA en las recientemente publicadas “IFLA Library Building Guidelines: Developments & Reflections” (2007), obra que aporta información, puntos de vista y reflexiones actualizadas sobre la planificación de bibliotecas. Según esto un buen espacio para el aprendizaje debería ser:

- Funcional espacio que funcione bien, sea atractivo y dure mucho
- Adaptable espacio flexible cuyo uso se pueda cambiar con facilidad
- Accesible espacio social que sea acogedor, fácil de usar y estimule la inteligencia
- Variado con diferentes entornos y soportes para el aprendizaje
- Interactivo espacio bien organizado que fomente el contacto entre los usuarios y los servicios
- Favorable espacio humano de gran calidad que inspire a la gente

- Adecuado al medio ambiente con las condiciones apropiadas para los lectores, los libros y los ordenadores
- Seguro para la gente, las colecciones, el equipo, los datos y el edificio
- Eficaz económico en costes de espacio, de dotación de personal y de funcionamiento
- Adecuado para la tecnología de la Información con unas prestaciones flexibles para los usuarios y el personal
- Impactante espacio que capta la mente y el espíritu.

#### 4.5.3. Necesidades del Usuario

Estas necesidades se presentan con base al planteamiento del psicólogo humanista Abraham Maslow, dicha teoría lleva el nombre de la Pirámide de Maslow que inquiriere acerca de la motivación humana. Es decir, que existe una jerarquía de las necesidades humanas, y defiende que conforme se satisfacen las necesidades más básicas, los seres humanos desarrollamos necesidades y deseos más elevados. Maslow habla en la Pirámide de Maslow sobre las necesidades instintivas y hace una distinción entre necesidades “deficitarias” (fisiológicas, de seguridad, de afiliación, de reconocimiento) y de “desarrollo del ser” (autorrealización)

##### Necesidades Fisiológicas

- Respirar
- Comer
- Higiene
- Descanso

##### Necesidades de Seguridad

- Personal
- En las propiedades

##### Necesidades de Pertenecía

- Función de Relación
- Pertenencia con el lugar

##### Necesidades de Estima

- Respeto

- Unión y encuentro con la sociedad
- Socializar

#### Necesidades de Auto- Realización

- Creatividad
- Resolución de problemas
- Aprendizaje

#### 4.6. Integración de los Principios de la Vida

Para lograr una potencial eficiencia en el diseño de la edificación aplicando la biomimética, es necesario al mismo tiempo la integración de principios que facilitan la unión entre la función social, arquitectónica, y ambiental. Con el fin de alcanzar este logro, el proyecto debe adaptarse a condiciones variables a partir de la incorporación de diversidad (material, energética y funcional) y mantener una integridad ambiental con base en la auto-renovación; uno de los factores más importantes en el proceso de diseño es la localización del proyecto, la sintonía y el grado de receptividad con el medio.

Utilización de energías disponibles en la naturaleza, generando relaciones cooperativas con la misma como proyección de la sintonía misma, es en este punto del análisis y diseño la importancia de una buena escogencia para el emplazamiento del proyecto, afianzar procesos cíclicos de energía y materiales y hacer uso de los mismos disponibles en la naturaleza; es de vital importancia la eficiencia y el manejo que se le da a los recursos: utilizar bajos procesos de energía, reciclar todos los materiales utilizados, incentivar el uso de diseños multifuncionales y ajustar las formas a las funciones.

La utilización de química eco-amigable, integrar el desarrollo con el crecimiento (combinar componentes modulares y anidados, auto-sistematizar); evolucionar en el sentido de replicar estrategias naturales existentes que funcionen, innovar integrando diseños no convencionales y actualizando constantemente información.

#### 4.7. Criterios de Diseño

- Adaptarse a Condiciones Cambiantes
  - Incorporar Diversidad. – persianas (fachadas) / materiales
  - Mantener integridad a partir de la auto-renovación.
    - Auto renovación del aire por cambio de presión.
    - Mecanismo que renueve energía
  - Representar la resistencia a través de la variación.
    - Fachadas variables / cambiantes.
    - Espacios transformables
- Estar Localmente en Sintonía y ser Receptivos: que el diseño se integre con el hábitat. Recursivo con oportunidades y limitaciones.
  - Afianzar procesos cíclicos.
    - Renovación del agua y energía.
  - Usar materiales y energías disponibles en la naturaleza.
    - Con la neblina generar agua.
    - Materiales locales y abundantes.
  - Usar circuitos de retroalimentación.
    - Se comunique con el medio. Coger cosas del medio y las devuelva. (filtración de aire y agua).
  - Cultivar relaciones cooperativas.
    - El diseño evita competir con el medio.
    - Lazos con la comunidad a partir de acciones recíprocas.
- Ser Eficiente con los Recursos
  - Utilizar bajos procesos de energía.
  - Utilizar diseños multifuncionales.
  - Reciclar todos los materiales utilizados.
  - Ajustar las formas a las funciones.
- Utilizar Química Eco-Amigable
  - Productos de degradación en componentes benignos.
    - Todos procesos químicos utilizan agua como solvente.
  - Construir selectivamente con un pequeño subconjunto de elementos.
    - Elementos que no sean nocivos.

- Integrar el Desarrollo con el Crecimiento
  - Auto - sistematizar.
    - Se auto organizan
  - Construir desde abajo hacia arriba.
  - Combinar componentes modulares y anidados.
    - Parametrismo.
- Evolucionar para Sobrevivir
  - Replicar estrategias que funcionen.
  - Integrar diseños no convencionales.
  - Reciclar todos los materiales utilizados.
  - Actualizar información.

#### 4.8. Modelos Naturales

### 5. Desarrollo Proyectual

#### 5.1. Normativas

Para dar comienzo al diseño del proyecto se debe tener en cuenta los tipos de suelos en los que se van a trabajar. Según el POT el terreno de escogencia cuenta con dos tipos, el primero de suelo urbano y el segundo rural suburbano. Cada uno de estos suelos cuenta con unas normas y requisitos para el desarrollo de un proyecto y su diseño.

El consejo municipal de Santiago de Cali en uso de sus atribuciones constitucionales y legales, en especial las que confieren la ley 136 de 1994, el artículo 25 de la ley 388 de 1997 y su decreto reglamentario 879 de mayo 13 de 1998.

##### 5.1.1. Suelo urbano

##### Libro I

##### Título IV – De la clasificación del suelo:

- Artículo 200: **Suelo urbano:** De conformidad con la Ley, el suelo urbano del Municipio de Santiago de Cali es el delimitado por el perímetro sanitario o de servicios públicos y las áreas ocupadas por asentamientos de desarrollo incompleto o inadecuado a las cuales se les define tratamiento de mejoramiento integral en el presente Plan. El perímetro urbano de la ciudad es el señalado en el Anexo 3 del Libro de Anexos en el cual se incluye las áreas no urbanizadas que fueron incorporadas mediante acto administrativo anteriores al presente Acuerdo, al encontrarse ubicadas dentro del perímetro sanitario, tal como lo certifican las disponibilidades de servicios públicos domiciliarios expedidos por las Empresas de Servicios públicos. El desarrollo de dichas áreas quedará condicionado a que sus propietarios o urbanizadores garanticen la infraestructura para la prestación de los servicios públicos domiciliarios. Aquellas áreas que no se encuentran urbanizadas o edificadas, se desarrollarán mediante unidades de actuación urbanística y requerirán de la previa formulación y aprobación de un plan parcial, cuando sobre ellas existan a la fecha de expedición del presente Acuerdo condicionamientos de la autoridad ambiental. El área conocida como Saratoga no se incluye dentro del perímetro urbano, en virtud a que no cuenta con certificación sobre disponibilidad de servicios y además porque conforme al principio de precaución no puede ser urbanizada, tal como lo dispuso el Ministerio del Medio Ambiente mediante Resolución No. 005 de enero de 2000.

## Libro II

### Título II – de la norma urbanística

#### Capítulo I

- Artículo 242: Elementos de la norma urbanística general: Concreta derechos y obligaciones a los cuales deben sujetarse los propietarios, el sector público y los ciudadanos en general en el ejercicio de acciones y actuaciones urbanísticas. La norma urbanística general se establece tomando en consideración tres elementos fundamentales: 1. El uso o tipo de actividad que puede ejecutarse en los predios localizados en una determinada zona de la ciudad denominada Area de Actividad. 2. El estado físico de los

inmuebles según estén o no estén edificados, y las carencias, la aptitud u obsolescencia de su infraestructura urbanística y sus edificaciones para desempeñar las funciones o contener los usos actuales o potenciales a los cuales podría destinárseles, todo lo cual se denomina Tratamiento. 3. El aprovechamiento urbanístico o constructivo, medido en alturas, índices y/o densidades.

### Título III

#### Capítulo II – De los tratamientos urbanísticos

- Artículo 276: elementos de la norma sobre tratamientos: El sector delimitado con el propósito de definirle su tratamiento se denomina Area de Tratamiento y su delimitación se realiza tomando en consideración los siguientes aspectos: 1. La ocupación del suelo, para lo cual se subdivide en: - Urbanizable no urbanizado - Urbanizado no edificado - Edificado 2. El nivel de consolidación del proceso de urbanización, según se encuentre: - Completo - Incompleto 3. El estado del espacio público y de las edificaciones, de acuerdo con: - Su adecuación o inadecuación funcional - Su grado de deterioro 4. La tipología y las notas características del espacio público y las edificaciones, consideradas individualmente y a escala de una zona homogénea según la valoración: - Urbanística - Histórica - Arquitectónica – Ambiental.
- Área de actividad mixta (artículo 289 – 290)

El área de actividad mixta se orientara a evitar la degradación del área por la presencia de actividades impactantes, a estabilizar los usos de comercio y servicios a escala intermedia y preservar la armonía con los usos de vivienda.

En algunas de estas áreas, se requerirá fomentar un proceso de renovación por rehabilitación de las edificaciones.

- Capítulo 6 – zona R-1. Conservación urbanística y ambiental Normandia.

Artículo 35: la altura máxima permitida será de 12 pisos en cualquier punto del terreno.

Artículo 36: Aislamientos posteriores y laterales:

- Posteriores: de cuatro pisos, un aislamiento de 3,00 metros.
- Laterales: de cuatro a cinco pisos, un aislamiento de 3,00 metros.

Parágrafo: aislamientos mínimos a que hace referencia el presente artículo, deberá conservarse desde el nivel natural del terreno.

#### 5.1.2. Suelo suburbano

##### Libro I

##### Título IV – De la clasificación del suelo:

- Artículo 210: **Suelo suburbano:** La Ley define el suelo suburbano. En virtud de lo anterior pertenecen a la categoría de suelos suburbanos los corredores inter-regionales, los asentamientos poblados concentrados y las parcelaciones clasificadas como tal en el suelo rural, tal como se precisa en el Libro III de este Plan de Ordenamiento Territorial.

##### Libro I

##### Título III – De los sistemas estructurales del territorio

##### Capítulo I – Estructura ambiental

- Artículo 34: objetivos específicos
  - a) Orientar y sostener los procesos de los ecosistemas esenciales.
  - b) Mejorar la calidad de la oferta ambiental.
  - c) Garantizar la conectividad y la oferta ambiental para todo el territorio municipal.

Libro I

Capítulo VI

Título V - De los programas y proyectos estratégicos

- Artículo 225: Programas Ecoturísticos y Zonas de Desarrollo Turístico. En el corto, mediano y largo plazo, el Municipio acorde a lo dispuesto en el Código de los Recursos Naturales, artículos 207, 208 y 332, referidos a las actividades permitidas en los Parque Nacionales Naturales y en las Áreas de Reserva Forestal, impulsará y gestionará, tanto con las Entidades Públicas del orden Nacional y Regional como con la Empresa Privada, el desarrollo de por lo menos tres grandes proyectos ecoturísticos que permitan la recreación, la investigación y el conocimiento de la gran biodiversidad existente en el suelo rural montañoso y de ladera del Municipio de Cali. Los proyectos se localizarán en la zona del Parque Nacional Natural Farallones de Cali, en el Area de Reserva Forestal y Valle Aluvial del Río Cauca, y en la cuenca hidrográfica a lo largo del Río Cali, del territorio rural Municipal de Santiago de Cali, teniendo en cuenta los asentamientos existentes los cuales serán la base para permitir su desarrollo. Los corregimientos bases para estos macroproyectos, acorde a su localización en zonas del Parque y de la Reserva Forestal, son los siguientes: Los Andes. Pance, Villacarmelo, Felidia, La Elvira y Pichindé.

Cuenca hidrográfica del Rio Cali

- Artículo 338: La Cuenca Hidrográfica del Rio Cali está conformada por las siguientes áreas de actividad:
  - Área de Actividad de Parque Nacional Natural
  - Área de Actividad de Reserva Forestal
  - Área de Actividad de Parque Y Recreación
  - Área de Actividad de Vivienda

Parágrafo: estas áreas de actividad están delimitadas en el plano 1 que hace parte integrante de este estatuto.

- Artículo 339: no se permitirá ninguna actividad u ocupación. En las siguientes alturas del Parque Nacional Natural Farallones De Cali.
- Acuerdo 018 de 1996 expedido por la C.V.C: suelos de protección forestal por pendientes superiores al 70%.

## 5.2. Programa Espacial

Se generan áreas generalizadas (zona de acogida y promoción, zona general, zona infantil y zona de logística) planteadas por las necesidades y servicios exigidos por el usuario y el óptimo funcionamiento de la biblioteca, dichas áreas se subdividen en áreas más particulares que satisfacen una necesidad más específica.

### Zona de Acogida y Promoción

- Vestíbulo
- Espacios de promoción y animación
- Acceso

### Zona General

- Área información y referencia
- Área de fondo general
- Área de fondos especializados
- Área de revistas y prensa diaria
- Área de música y cine
- Espacios de soporte

### Zona Infantil

- Área fondo de conocimientos
- Área fondos de imaginación
- Área de pequeños lectores
- Espacios de soportes

- Zona de trabajo interno
- Área de trabajo interno
- Almacenes de material documental
- Espacio de descanso para el personal

#### Zona Logística

- Almacén de materiales
- Espacios para los equipos de limpieza
- Cuartos de instalaciones
- Aparcamiento y zona de carga y descarga

### 5.3. Programa Arquitectónico

Con base en el programa espacial y las necesidades tanto de la biblioteca como del usuario se subdividen las áreas de categorización mencionadas en el punto anterior para plantear los espacios para el desarrollo de la biblioteca.

#### Zona Administrativa

- Oficina de gerencia
- Contabilidad
- Marketing
- Secretaria
- Sala de juntas
- Sala de estar
- Cuarto de limpieza
- Baños
- Sala de seguridad
- Coffee break (zonas comunes)
- Enfermería
- Archivos /Deposito
- TIC
- Planeación
- Relaciones públicas
- Registro e inventario
- Departamento de investigación
- Tratamiento y conservación

### Zona Pública

- Parques
- Plaza
- Taquilla
- Cafetería
- Información
- Tienda de suvenires
- Puntos fijos
- Baños
- Área de fumadores
- Reunión y descanso
- Reprografía y encuadernación
- Terrazas

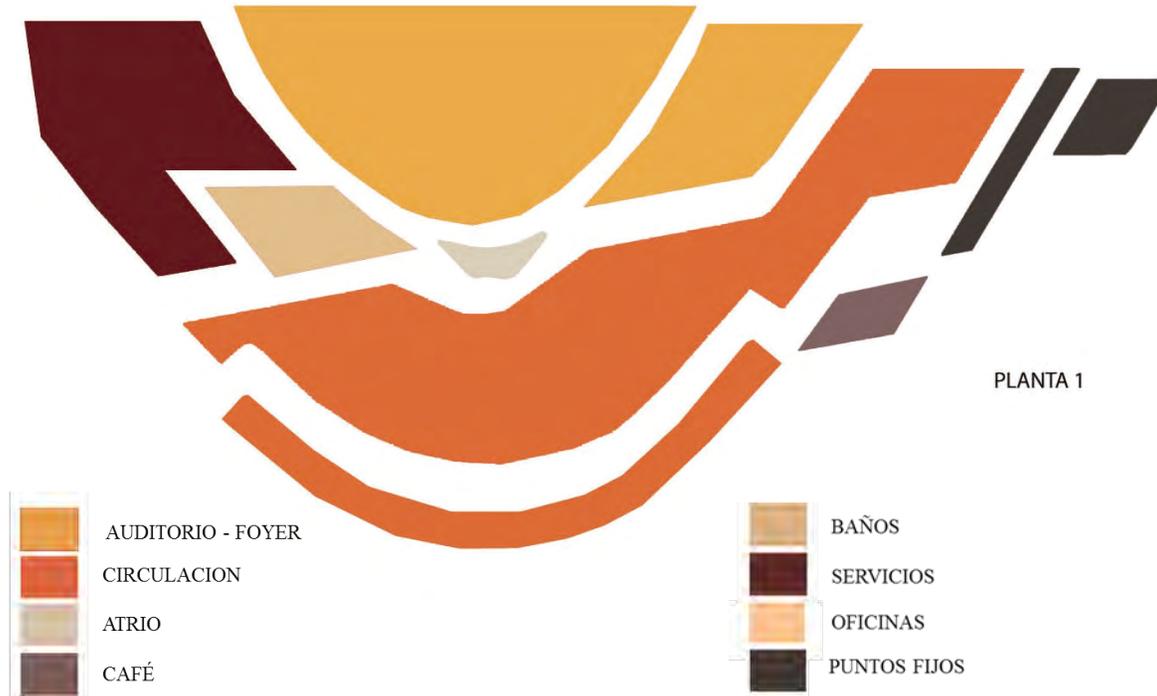
### Zona Educativa

- Auditorio
- Salas múltiples
- Puntos fijos
- Ludoteca
- Espacios de consulta – trabajo
- Búsqueda de información
- Salas de estudio
- Información bibliográfica y referencia
- Área de fondo general
- Área de fondos específicos
- Hemeroteca
- Mediateca

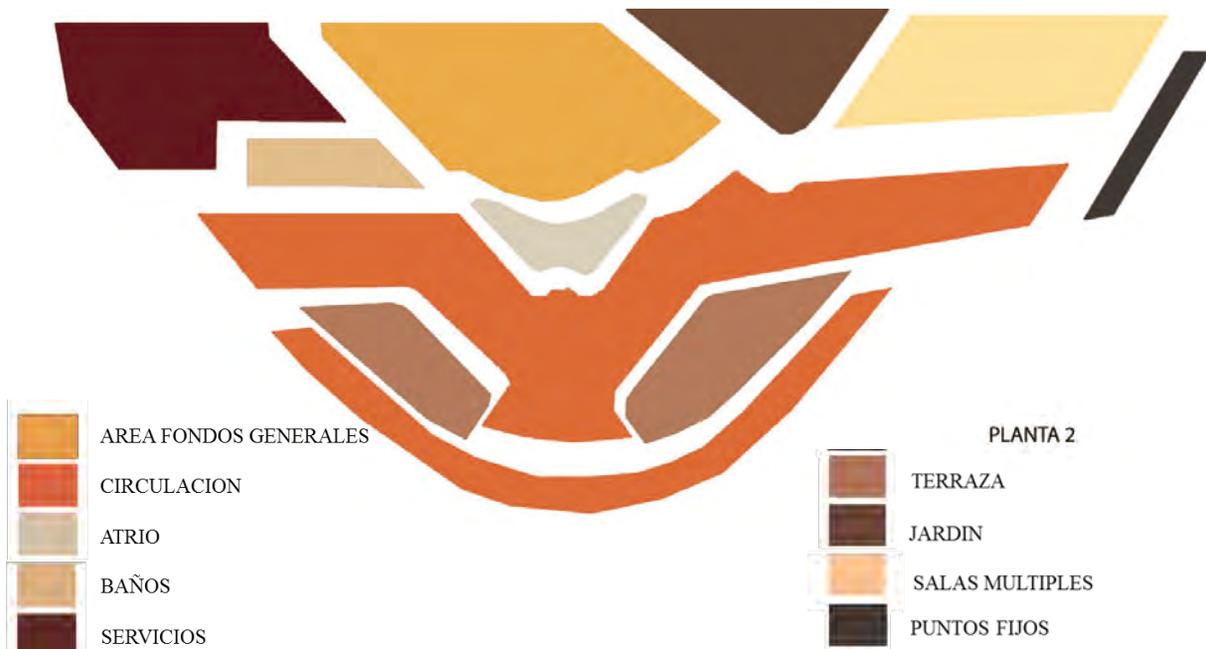
### Zona de Servicios

- Zona de carga y descarga
- Zona basuras
- Cuartos técnicos
- Puntos fijos
- Bodegas
- Mantenimiento
- Embalaje y desembalaje
- Cocina

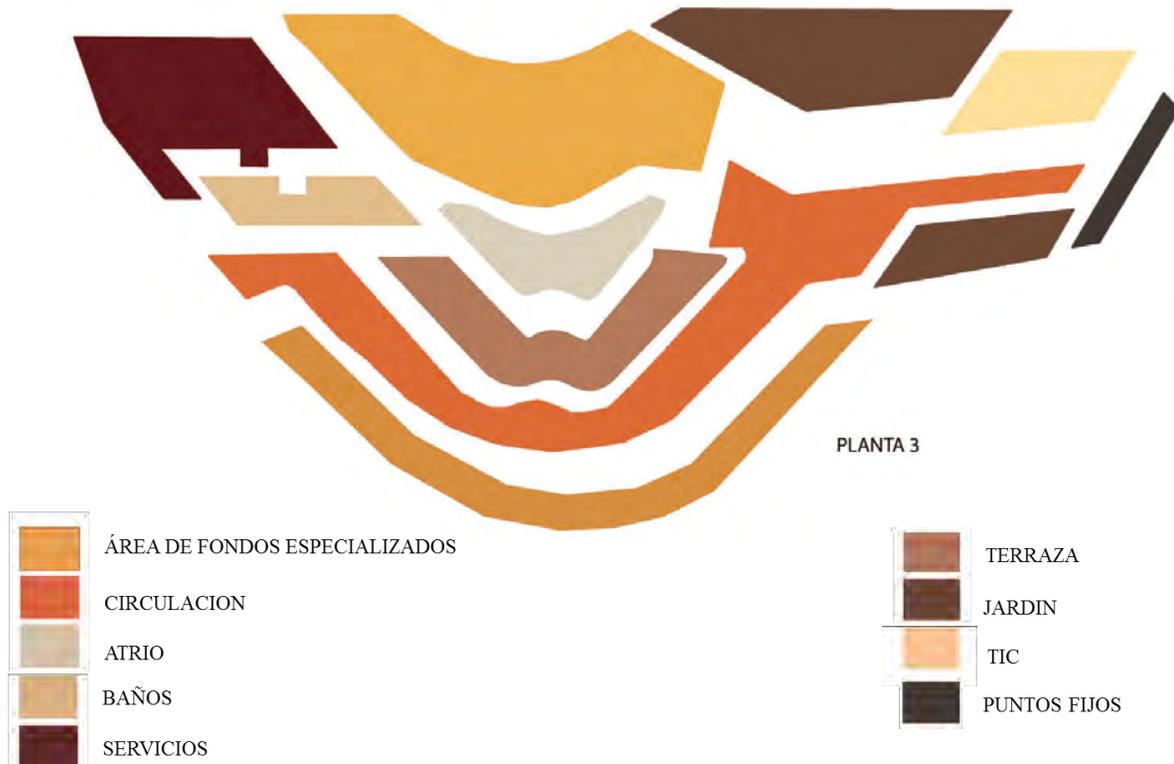
5.6 Zonificación



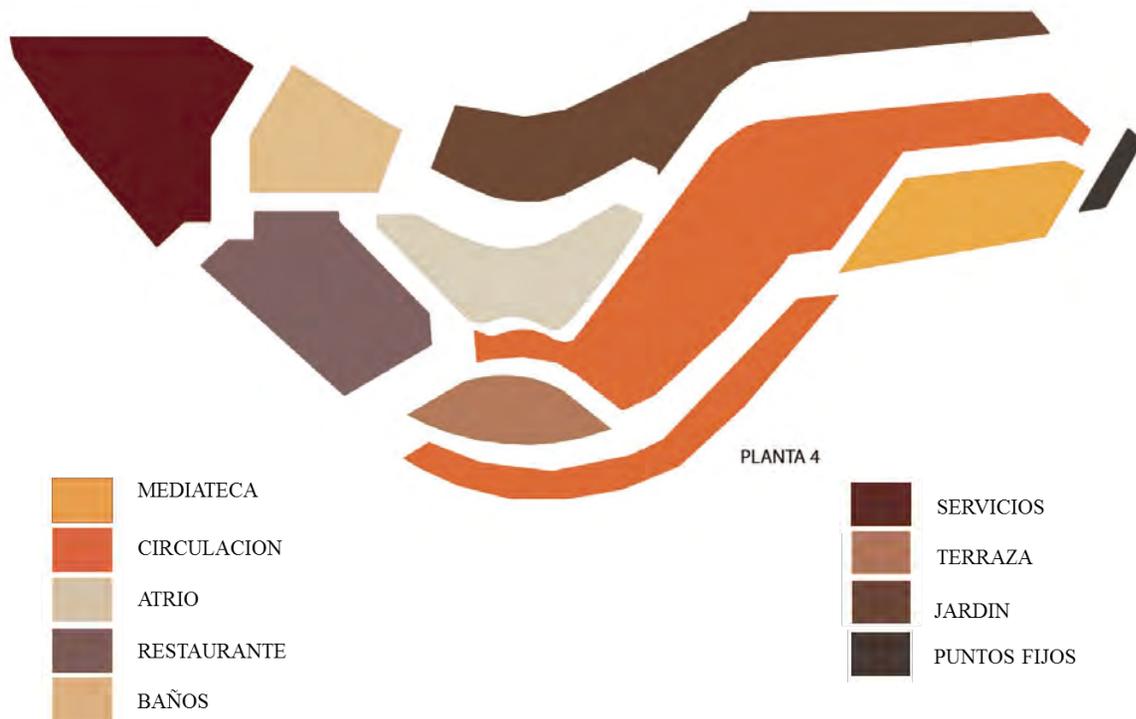
La primera planta cuenta con una gran área de recibimiento al centro cultural, el cual cuenta con un auditorio con capacidad para 300 personas y a su vez un foyer abasteciendo la cantidad de personas que llegarían a este. A su vez lo acompaña diagonal al auditorio un café con terraza propia. El área de servicios y baños se encuentran del lado izquierdo del edificio al igual que la tienda de suvenires.



En la segunda planta se conforma con una área de Fondos Generales con una relación directa a un jardín adaptado para aquellos que lleguen a estudiar, leer y sacar provecho de este espacio con el fin de trabajar al aire libre. De igual forma una gran sala múltiple con la capacidad de dividirse en tres o dos espacios. Sus terrazas internas permiten la respiración del edificio y contemplar la naturaleza del lugar. Zona de servicios y baños del lado izquierdo.



Llegando a la tercera planta al igual que en la segunda, se aprecia el uso de una terraza interna acompañando la circulación de este piso. El área de fondos especializados también cuenta con dos zonas de jardín para el estudio, lectura y aprendizaje. También cuenta con una zona denominada TIC, donde es una sala de usuarios brindándole a la comunidad al uso de computadores para la investigación.



Por último, la cuarta planta da uso a una mediateca y un gran jardín para la recreación de la comunidad. También un gran restaurante para el abastecimiento de todo aquel que llegue al centro cultural. Cocina, baños y servicios se encuentran ligados a esta con fácil acceso a estas zonas.

#### Plantas arquitectónicas

Planta de administración: para llegar a la planta de administración se utilizan únicamente las escaleras y ascensores. Llegando a un recibidor en donde se encuentra una secretaria en donde hay una sala de estar para proseguir a sala de juntas y gerencia. La planta la conforma también diversas pequeñas oficinas abiertas distribuidas como módulos. De igual manera están aquellas con carácter de mayor importancia ubicadas a la izquierda del edificio. Estas oficinas también tienen acceso a un área de descanso, “coffee break” y por último baños para todo el piso.

Primera planta: en la primera planta se accede a la zona de cargas y descargas que se encuentra ligada al área de servicios la cual tiene acceso directo al auditorio para la facilidad de traslado de implementos escenográficos. De igual manera el auditorio cuenta con bodegas propias y zonas técnicas del mismo. Cuenta con dos baños para el personal y

personas que se presenten en el auditorio y camerinos para los mismos. El vestíbulo tomo su lugar ya que no interviene en ninguna fachada y cuenta con el espacio con mayor capacidad para albergar a la cantidad de personas presupuestadas. Su acceso es el más adecuado debido a la gran zona de recibimiento que tiene de acuerdo a su conexión con la plaza; ya que en este se darán las actividades más importantes para la comunidad, era propicio ubicarlo en la planta con mayor conectividad con sus habitantes. Desde la primera planta se aprecia el atrio que va incrementando su forma generando una experiencia de relación con el exterior y la naturaleza.

Segunda planta: el recorrido llegando a la segunda planta, es recibida por dos grandes terrazas que señalan la relación con la biodiversidad del lugar. Al llegar las personas se encuentran con un espacio recibidor que abre paso a las 3 salas múltiples que cuentan con sistemas de puertas plegables que permiten la diversidad en cuanto al espacio que se quiera utilizar. La sala de fondos generales abierta completamente para el público con relación directa a un jardín para el uso lucrativo de este espacio. Se ubica en esta planta esta sala ya que el concepto del proyecto plantea el ir de lo general a lo particular, por lo que en esta sala se encuentran aquellos archivos, documentos, libros, entre otros tipos de textos que brindan una información más general e informal al público. En cuanto al jardín también con conexión directa a la sala de fondos con el propósito de generar un espacio importante para dicha sala. El lugar en que se encuentra es cercano a la montaña, el cual se consideró como un ambiente armonioso y tranquilo, al vivir la experiencia del paisaje natural a la hora de leer o estudiar o simplemente descansar. A su vez estos espacios cuentan con bodegas en la zona de servicios con acceso directo al área de fondos. De igual manera esta segunda planta tiene una sala de audiolibro incluida para el uso de nuevas tecnologías que ofrece el centro cultural para cualquier tipo de necesidad de los usuarios. Su ubicación también reside en la conexión directa que tendría con la zona de servicios en donde se encuentran equipos técnicos que harían más fácil su funcionamiento y cualquier contratiempo.

Tercera planta: al llegar a esta planta se vuelve a presentar las terrazas internas esta vez bordeando el atrio. Esta planta cuenta con dos jardines entre el área de fondos específicos y la sala de usuarios, generando ambientes agradables a quienes decidan residir estos lugares. El objetivo es brindar un espacio de tranquilidad y armonía y a su vez un confort termino, acústico y físico en las personas utilizando la relación entre el edificio y la naturaleza que lo rodea. El posicionamiento de las salas se continúa dando en el mismo lugar que la de fondos generales para así generar consistencia en el diseño de las plantas y el recorrido del centro cultural. Ya en esta como se mencionaba anteriormente la sala de fondos específico presenta archivos de investigaciones científicas más puntuales y formales, de estudios más especializados como doctorados o maestrías, entre otros.

Cuarta planta: en esta última planta se recibe a las personas con un gran jardín para el uso recreacional de jóvenes, adultos, niños y hasta ancianos ubicada directamente con la fachada que da vista hacia la montaña generando así espacio conectores a la naturaleza, esta

se encuentra conectada a la mediateca la cual cuenta con un mezzanine en donde se encuentra la ludoteca, ésta diseñada para los niños cuenta con un tobogán que conecta hacia la mediateca. Por ultimo no podía faltar la zona de comidas con un amplio restaurante ubicada en la fachada sur para generar una vista panorámica que dé hacia toda la ciudad, la cual por esta misma razón se ubicó en la última planta.

Planta sótano: se llega a la planta sótano bajando por una rampa extendida a sesenta metros. El sótano cuenta con bodegas, zonas de control, un MEP más amplio, escaleras y ascensores.

### 5.7 Medio ambiente

El edificio da solución a diversos problemas ambientales que se presentan en la actualidad a la hora de diseñar y construir. Tales como el control climático dentro de este de forma natural. La obra cuenta con las siguientes soluciones:

- El Atrio: este está diseñado para que la radiación del sol sea completamente indirecta, haciendo que todo el edificio reciba luz natural sin que esta estorbe a quienes visiten el lugar y a los espacios en donde se encuentran las diferentes actividades. De igual manera el atrio trabaja en el edificio como un pulmón, dejándolo a este que respire generando una circulación de viento natural durante todo el día.
- Cubierta/fachada: se ubican en un mismo punto, debido a la continuación de sus paneles, creando una especie de caparazón, recubriendo todo el edificio. Sus paneles toman diferentes formas, generando con esto el ingreso de luz parcial e indirecta, para así evitar el estorbo de la misma y no haciendo del edificio un lugar caliente sino agradable con una iluminación natural adecuada. También el hacerlos de diferentes formas deja que la circulación del aire atraviese por las distintas aperturas que se crean con el juego de la forma.
- Terrazas y jardines internos: El concepto del proyecto se basa en la relación entre arquitectura y la naturaleza, por lo que son diseñados con el fin de crear un vínculo con el entorno en el que está rodeado el edificio: sus montañas, el río. Asimismo el hacerlas completamente abiertas genera gran circulación de viento generando una ventilación cruzada entre el atrio y estos.

### 5.8 El hongo y su estructura

La estructura del edificio hace referencia a las branquias de los hongos. Esta está conformada por placas que recubren todo el edificio, haciendo función de envolvente, cubierta y estructura, incorporándose a su vez a la montaña.

El material utilizado para esta estructura es el Poliéster reforzado con fibra de vidrio el cual está compuesto por una estructura resistente de fibra de vidrio y un plástico que actúa como aglomerante. El refuerzo de fibra de vidrio de esta lleva a que esta tenga: resistencia mecanica, estabilidad dimensional y resistencia al calor. La resina plástica brinda: resistencia química dieléctrica y comportamiento a la intemperie. Es considerado un material inerte a una gran cantidad de compuestos. La inercia química, está influenciada por la temperatura, el tipo de resina usada y la concentración del producto agresivo. El PRFV resiste perfectamente la corrosión de los suelos más agresivos y al ser un material dieléctrico está excluido de los casos de corrosión electroquímica, por lo que es amigable con el medio ambiente brindándole de igual manera mayor tiempo de vida al edificio.

Por otro lado se utilizara un sistema para la recolección de agua, una membrana recolectora de humedad de la tierra, la cual trabajara por un proceso similar a la osmosis, que consiste en el proceso en donde se da el paso de disolvente, pero no de soluto, entre dos disoluciones de distinta concentración separadas por una membrana semipermeable. ((ASALE)., 2014).