

COMPLEJO OCEANOGRAFICO COMO REVITALIZADOR URBANO -  
AMBIENTAL EN CARTAGENA

LAURA ROCÍO GUEVARA ARAOS  
JENNY ALEXANDRA MORA GRAVITO  
CRISTIAN DAVID PINZÓN VILLANUEVA

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y ARTES  
ARQUITECTURA  
BOGOTÁ  
2014

COMPLEJO OCEANOGRÁFICO COMO REVITALIZADOR URBANO -  
AMBIENTAL EN CARTAGENA

LAURA ROCÍO GUEVARA ARAOS  
JENNY ALEXANDRA MORA GRAVITO  
CRISTIAN DAVID PINZÓN VILLANUEVA

MONOGRAFÍA

Director - Coautor ARQ. DIEGO CHAVARRO  
Seminarista ARQ. LUZ PRISCILA CAMARGO  
Asesora ARQ. IVONNE MARTÍNEZ

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y ARTES  
ARQUITECTURA  
BOGOTÁ  
2014

NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

Edgar Camacho  
Decano Facultad de Arquitectura y Artes

---

Rafael Francesconi  
Coordinador Parte II

---

Diego Chavarro  
Director del Proyecto de Grado

Bogotá DC., Febrero 27 de 2014

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	13
INTRODUCCIÓN	14
1. FORMULACION DEL PROYECTO	15
1.1 TEMA	15
1.2 PROBLEMA	15
1.2.1 Problemática Ambiental	16
1.3 OBJETIVOS	18
1.3.1 General	18
1.3.2 Específico	18
1.4 JUSTIFICACIÓN	18
1.5 ALCANCE	19
2. MARCOS DE REFERENCIA	20
2.1 MARCO METODOLÓGICO	20
2.2 MARCO TEÓRICO	22
2.3 MARCO CONCEPTUAL	25
2.4 MARCO LEGAL	38
2.5 MARCO HISTÓRICO	41
2.6 REFERENTES DE DISEÑO	43
3. DIAGNOSTICO	45
3.1 SELECCIÓN DEL LUGAR	45
3.2 ANÁLISIS DEL ÁREA OBJETO DE ESTUDIO	46
3.3 CONCLUSIONES DE DIAGNOSTICO	47
4. PROYECTO	49

4.1 SÍNTESIS GENERAL DE LA PROPUESTA	49
4.2 PROCESO DE DISEÑO	50
4.3 COMPONENTE AMBIENTAL	52
4.4 COMPONENTE DE ESPACIO PÚBLICO	53
4.5 COMPONENTE DE EDIFICABILIDAD	53
4.6 COMPONENTE ARQUITECTÓNICO	54
5. CONCLUSIÓN	56
BIBLIOGRAFIA	
ANEXOS	

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Coeficiente de pérdida para rejillas	34
Tabla 2. Conclusiones de diagnóstico	47
Tabla 3. Conclusiones de diagnóstico	48

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Tensión del foco urbano de la zona hotelera y el centro histórico.	15
Figura 2. Tensión del centro histórico y la zona urbana.	15
Figura 3. Capas de desarrollo de la propuesta urbana.	21
Figura 4. “spline” de 7 puntos.	23
Figura 5. “spline” de 2 puntos.	23
Figura 6. Esquema de deformación formal.	24
Figura 7. Manglares en la zona de intervención.	31
Figura 8. Línea de tiempo del territorio urbano en Cartagena.	42
Figura 9. Localización área de estudio.	45
Figura 10. Propuesta Urbana.	49
Figura 11. Propuesta urbana 3D.	50
Figura 12. Componente Ambiental.	52
Figura 13. Etapas de purificación del agua.	52
Figura 14. Componente de Espacio público.	53
Figura 15. Componente de Edificabilidad.	54

## LISTA DE IMÁGENES

	Pág.
Imagen 1. Localización Pantanos de manglar.	20
Imagen 2. Proceso de diseño digital.	21
Imagen 3. Proceso de diseño digital.	21
Imagen 4. Localización área de estudio.	25
Imagen 5. Concepto de permeabilidad.	26
Imagen 6. Manglar.	29
Imagen 7. Pantanos de Manglar.	30
Imagen 8. Proceso de desalinización del mangle.	32
Imagen 9. Rejillas de tratamiento de aguas.	34
Imagen 10. Tamices de tratamiento de aguas.	36
Imagen 11. Tipos de procesos biológicos.	37
Imagen 12. Expansión urbana de Cartagena.	41
Imagen 13. Focos de desarrollo urbano en Cartagena.	41
Imagen 14. Acuario San Martin, Cartagena.	43
Imagen 15. Ciudad de Artes y Ciencias de Valencia, España.	44
Imagen 16. Ciudad de Artes y Ciencias de Valencia, España.	44



## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo A. Propuesta de conexión vehicular con la ciudad

Anexo B. Propuesta de conexión peatonal con la ciudad

Anexo C. Propuesta de Estructura ecológica

Anexo D. Propuesta de Usos

Anexo E. Circuito de Purificación del agua del manglar

Anexo F. Proceso de purificación del agua

Anexo G. Propuesta de actividades recreativas

Anexo H. Propuesta vehicular dentro del proyecto

Anexo I. Propuesta peatonal dentro del proyecto

Anexo J. Propuesta de recorridos ecológicos

Anexo K. Propuesta marítima

Anexo L. Implantación del proyecto

Anexo M. Perfiles urbanos

Anexo N. Planimetría del proyecto

## GLOSARIO

**ANÓXICO:** carencia de oxígeno.

**BACTERIAS PATÓGENAS:** son las bacterias encargadas de producir enfermedades específicas.

**D.B.O.:** demanda biológica de oxígeno. La cantidad de oxígeno que consumen los microorganismos durante la degradación de sustancias orgánicas.

**BIODIVERSIDAD:** pluralidad de especies vivas incluyendo animales, plantas, microorganismos y hongos.

**BIOMASA:** conjunto de todos los seres vivos de un espacio determinado, que interactúan entre ellos generando un impacto en el lugar.

**BIVALVO:** es la clase que incluye los moluscos, cuya concha está formada por la unión de dos valvas las cuales se articulan por dientes.

**CLORURO DE VINILO:** PVC. Es la combinación química de carbono, cloro e hidrogeno

**EROSIÓN:** es el desgaste que se produce en la tierra por la afectación de factores externos como el aire y el agua.

**EUTROFIZACIÓN:** es el aumento de la concentración de nutrientes como el nitrato y el fosfato en ecosistemas acuáticos.

**FENOLES:** son los compuestos químicos que conforman el conjunto de los derivados orgánicos.

**FLÓCULO:** conjunto de partículas pequeñas aglutinadas en partículas más grandes, que mediante tratamiento químico, físico o biológico obtienen mayor capacidad de sedimentación que se obtiene

**FLOCULACIÓN:** al agitar la masa coagulada el tamaño y peso de los flóculos aumenta, para facilitar la sedimentación

**FORMA ANIMADA:** creación de formas mediante animaciones y simulaciones.

**ORGANISMOS PLANCTONICOS:** estos son la base de la cadena trófica acuática. Estos organismos viven en suspensión, pues su movimiento es debido al movimiento de las aguas.

**PARÁMETROS:** variables utilizados para crear modificaciones a la forma dentro de un entorno digital

**PARTÍCULAS:** mínima división de un objeto para la manipulación de la forma.

**SPLINE:** una curva diferenciable definida en porciones mediante polinomios.

**TOPOLOGÍA:** rama de las matemáticas que estudia las propiedades de las figuras con independencia de su tamaño o forma.

**VECTORES:** representación geométrica de una magnitud (velocidad, aceleración, fuerza) que necesita orientación espacial, punto de aplicación, dirección y sentido para quedar definida:

## RESUMEN

Esta monografía está basada en la descripción de un proyecto a nivel ambiental, que tiene como objetivo depurar la contaminación de la bahía de Cartagena, mediante la reforestación del manglar a partir de la erosión angular, característica de su condición. El uso de herramientas de diseño digital, como una respuesta efectiva a la simulación de ambientes naturales, se emplea como punto de partida de diseño del circuito de purificación de agua. Con dicho sistema, se pretende dar solución a las determinantes del lugar de estudio como un aporte, tanto ambiental como urbano, ya que como complemento revitalizador se proyecta un parque manglar el cual cuenta con actividades recreativas, diversos equipamientos culturales y un desarrollo urbano que lo sustente económicamente.

### Palabras clave:

- ✓ Contaminación - Bahía - Cartagena.
- ✓ Reforestación -l manglar.
- ✓ Circuito - purificación - agua.
- ✓ Parque - publico
- ✓ Equipamientos - culturales.
- ✓ Permeabilidad

## INTRODUCCIÓN

Cartagena de indias, con aproximadamente 1'200.000 habitantes<sup>1</sup>, es una de las ciudades más importantes Colombia. Su arquitectura, festivales, paisajes y riqueza cultural hicieron que en 1984, fuera declarada patrimonio cultural de la Humanidad, por la UNESCO<sup>2</sup>.

Esta ciudad, de gran importancia para el país, cuenta con un problema de contaminación ambiental a causa de vertimientos de residuos industriales, sedimentación del canal del Dique y agentes expulsados por los barcos de carga. Adyacente a este problema, la Armada Nacional publicó el traslado de la base naval de la zona de Bocagrande a la isla de Tierrabomba, dejando un lote desprovisto de uso, siendo este un factor ruptura entre la zona histórica y hotelera de la ciudad, convirtiéndose en un área de oportunidad para el manejo de la problemática ambiental.

Con el estudio cronológico del comportamiento de la bahía de Cartagena, se evidencio la disminución de biomasa del manglar, la cual anteriormente aportaba a la depuración de la contaminación del agua. Se toma en estudio el manglar y las características de su desarrollo en un ambiente natural, en donde se revela la necesidad de una desembocadura delta conectada con una erosión angular.

Valiéndose de programas de diseño digital 2D y 3D se logra crear el ambiente necesario para la reforestación de manglar, formando lagos conectados por canales, a su vez estos sirven como circuito de limpieza del agua de la bahía.

Se desarrolla una propuesta urbana principalmente en cuatro capas, partiendo de estos canales como producto de la escala del lote. Como primera capa se encuentra el componente ambiental, que genera una segunda capa de espacio público, una tercera de edificabilidad y por último la cuarta capa de equipamientos donde se incluye el centro oceanográfico.

---

<sup>1</sup> "Cartagena, ciudad de afectos y amores". Datos generales. Internet:  
(<http://www.colombia.com/turismo/sitio/cartagena/>)

<sup>2</sup> "Cartagena: destino colombiano de historia y cultura". Internet:  
(<http://www.colombia.travel/es/turista-internacional/destino/cartagena>)

# 1. FORMULACIÓN

## 1.1 TEMA

Partiendo de un estudio de la bahía de Cartagena se determina como problemática principal el alto grado de contaminación de esta zona, identificando que las condiciones del manglar se presentan como agravante de esta situación. Por tal razón, se propone el desarrollo del complejo oceanográfico como elemento detonante para la reforestación de la bahía, generando un parque manglar que articule el desarrollo urbano con la propuesta del complejo oceanográfico.

## 1.2 PROBLEMA

Cartagena se ha convertido en uno de los principales destinos turísticos pues a través de los siglos, ha tenido una gran evolución urbanística y arquitectónica, dado por las diversas dinámicas de la población y la conservación del patrimonio. Este desarrollo, ha generado la creación de dos importantes y contrastadas zonas, la histórica y hotelera.



Figura 1. Tensión del foco urbano de la zona hotelera y el centro histórico.

Fuente: Autoría propia

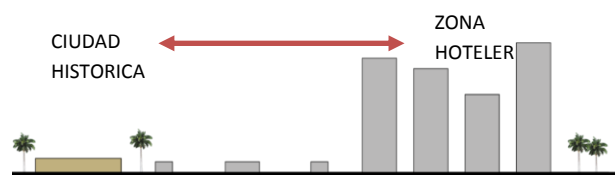


Figura 2 Tensión del centro histórico y la zona urbana.

Fuente: Autoría propia

En estos esquemas se ve representada la tensión creada por los dos focos urbanos de la ciudad histórica y la nueva zona hotelera. En medio de estas grandes zonas se encuentra ubicada la Base Naval para la Armada Nacional la cual será trasladada a la isla de Tierrabomba, ya que la actual tiene grandes problemas de espacio y logística.

Por este motivo, se realizó un estudio del sector el cual determinó, que la Base Naval es un gueto urbano, aislado e impenetrable. Con su traslado, esta área urbana queda desprovista de uso, generando una ruptura entre el centro histórico y la zona hotelera.

Sin embargo, la problemática principal, es la gran contaminación de este sector, pues hasta hace un año en esta Bahía depositaban las aguas residuales de la zona. A esta situación, se le suma el agravante de la sedimentación del dique y las grasas y agentes contaminantes de los buques.

#### **a. Problemática ambiental**

La problemática ambiental está basada en estudios previos de contaminación, adelantados por entidades gubernamentales y no gubernamentales en el cual se evidencia la actual situación de la bahía de Cartagena. A continuación presentamos algunas de las conclusiones de dichas investigaciones.

La bahía de Cartagena se localiza en la parte central del caribe colombiano, su superficie es aproximadamente 85 Km<sup>2</sup> y tiene una profundidad de 26 m. La bahía de Cartagena funciona como un estuario gracias al aporte de agua dulce que representa el canal del dique, el cual es un brazo artificial del río Magdalena. La bahía de Cartagena se encuentra altamente contaminada, sus aguas están siendo afectadas por cuatro fuentes de contaminación a saber: vertimiento de aguas negras provenientes del alcantarillado de la ciudad, aporte de sedimentos por parte del canal del dique, vertimiento de residuos industriales y derrames de residuos petrolíferos provenientes de buques y muelles.

La bahía de Cartagena recibe aproximadamente el 90% de los desechos industriales y domésticos que se generan a lo largo de toda la línea costera. Las aguas negras provenientes de la ciudad de Cartagena (800.000 habitantes) alcanzan un volumen de 120.000 m<sup>3</sup> al día, el 60% de este volumen es descargado en la ciénaga de la Virgen, mientras que un 40% llega a la bahía. Los desechos provenientes de la ciudad representan un aporte de materia orgánica rica en nitrógeno (8.7 toneladas diarias) y fósforo (2.1 toneladas diarias). Por otra parte de 620 industrias localizadas en la zona costera 29 de ellas producen

residuos líquidos que son depositados en la bahía, dichos residuos son ricos en nutrientes, aceites, residuos petrolíferos y fenoles entre otros.

El aporte de nutrientes provenientes de la actividad humana han llevado la bahía de Cartagena a un proceso de eutrofización, es decir el agua presenta niveles elevados de nutrientes, la consecuencia de esto es un crecimiento exagerado de las comunidades de macrófitas y organismos planctónicos. En particular los organismos planctónicos mueren rápidamente y sus restos se depositan en el fondo de la bahía, esto ocasiona la presencia de gran cantidad de materia orgánica, la cual empieza a oxidarse causando condiciones anóxicas en los niveles más profundos de la bahía (aproximadamente después de 8m de profundidad). Las condiciones de anoxia provocan una reducción en la diversidad de especies en la bahía y la proliferación de formas de vida bacterianas.

Los desechos provenientes de industrias en particular los metales pesados, los hidrocarburos y pesticidas son susceptibles de acumularse en los tejidos de especies con valor comercial como son peces y bivalvos, Lo cual representa un riesgo para la salud pública de los habitantes de la zona. De igual forma representa un riesgo la contaminación bacteriana, generada por las aguas negras de la ciudad, esta ha llevado a la presencia de niveles no permisibles de bacterias patógenas (coliformes), en zonas turísticas como Castillo Grande y El Laguito fundamentalmente en época de invierno.

La contaminación en la bahía de Cartagena afecta tanto la vida que al interior de esta se desarrolla, como la salud humana, por lo cual es urgente un trabajo interdisciplinario en colaboración con la comunidad que permitan diseñar obras de inversión y acciones legales que generen una reducción sustancial en el aporte de contaminantes a este cuerpo de agua<sup>3</sup>.

Debido a esta gran problemática, se propone un circuito de Purificación del agua del manglar que mejore las condiciones de vida de los ciudadanos y los ecosistemas que allí habitan. Por otra parte, el lote al encontrarse en un punto estratégico de la ciudad requiere de un trabajo de repotencialización urbana, una estructura ecológica, senderos peatonales y vehiculares que conecten el centro histórico con la zona hotelera, además de la implantación de diversos equipamientos transforme esta zona en conector recreativo y cultural.

---

<sup>3</sup> DIMAR, CIOH, INDERENA. Estudio integral de la contaminación de la bahía de Cartagena. 1983. ONU. Planning and Management of heavily contaminated bays and coastal areas in the Wider Caribbean. 1998.



## **1.3 OBJETIVOS**

**1.3.1 Objetivo General.** Revitalizar urbana y ambientalmente el área de implantación, mediante la implementación de un complejo oceanográfico, que contempla un circuito eco sostenible con canales para la descontaminación del agua y reforestación de los pantanos de manglar.

### **1.3.2 Objetivos Específicos.**

- Desarrollar un sistema de reforestación ambiental que permita reducir y mitigar los daños producidos por los impactos causados al ecosistema.
- Revitalizar el suelo urbano a través de lineamientos y estrategias que permitan la interacción social, cultural y ambiental que promuevan el desarrollo sostenible.
- Definir canales y lagos que permitan la permeabilidad del agua proveniente del Mar Caribe a la Bahía de Cartagena
- Diseñar e implementar un circuito eco sostenible dentro de los canales que generen la renovación y depuración del agua contaminada.
- Reforestar el manglar blanco, negro y rojo a través de los canales para así, recuperar las áreas donde se encontraban originalmente.
- Diseñar un parque manglar que revitalice la zona mediante diversas actividades recreativas y equipamientos
- Proponer un desarrollo urbano que complemente el parque manglar

## **1.4 JUSTIFICACIÓN**

La Bahía de Cartagena es una de las zonas más importantes de la ciudad amurallada, ya que esta funciona como puerto turístico y comercial para el centro histórico y Bocagrande. Además en ella se encuentra el manglar, lo que hace que este tenga un impacto ambiental aún mayor.

Estudiando el cuerpo de agua de la bahía, encontramos una contaminación del 65%, siendo afectada por múltiples agentes contaminantes como residuos sólidos, desechos industriales, sedimentación y aguas residuales domésticas. Por este motivo se genera una gran huella de contaminación bacteriana, que ha generado que esta agua no sea potable y sin embargo ha llegado hasta zonas turísticas como el laguito. Además, los niveles de contaminación pueden llegar a ser tan altos que llegan a acumularse en los tejidos de especies de consumo humano como son peces y bivalvos, representando así un gran riesgo para la salud de los cartageneros.

Finalmente, la calidad del agua depende del estado de salud del manglar, por lo que por su gran contaminación este no ha logrado hacer una correcta depuración de las sustancias orgánicas, generando así, una gran reducción de la biodiversidad de especies de la bahía y la proliferación de formas de vida bacteriana.

Por estos motivos es pertinente, diseñar un circuito de purificación de agua que descontamine la bahía. Además, es necesario reforestar el Manglar para proporcionar la estabilidad del agua y mejorar la calidad de vida de los cartageneros y los diversos ecosistemas que allí habitan. Finalmente, el traslado de la Base Naval genera una oportunidad para proyectar un parque manglar que proponga diferentes actividades recreativas y se complemente por un desarrollo urbano.

## **1.6 ALCANCE**

El proyecto se enfoca en el manejo de la contaminación de la bahía de Cartagena, por lo cual se plantea un desarrollo urbano-ambiental orientado por la distribución de canales y lagos con un programa específico para cada uno de ellos, que se complementa con una zona de edificabilidad esquemática y un equipamiento que responde a un Complejo Oceanográfico en nivel de anteproyecto.

## 2. MARCO DE REFERENCIA

### 2.1 MARCO METODOLOGICO

Teniendo como punto de partida un lote de oportunidad el cual quedara desprovisto de uso por el traslado de la Base Naval, se estudia detalladamente sus variables, afectaciones y problemáticas en el cual el tema de contaminación que con el paso del tiempo ha tomado fuerza como el más relevante a nivel urbano, ya que antes el sistema de manglar previsto en la zona aportaba a su depuración (figura manglar).

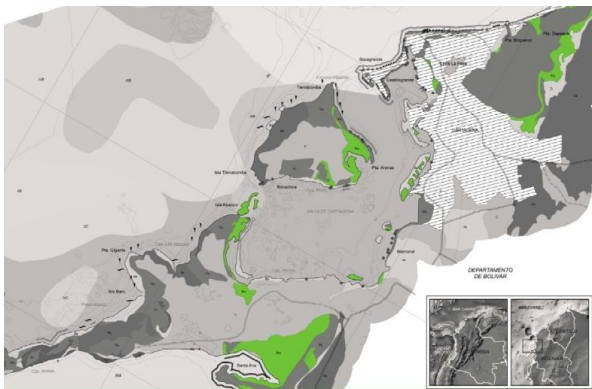


Imagen 1. Localización Pantanos de Manglar.

Autoría propia

Fuente: Imagen recuperada de invemar

trazar un elemento arquitectónico o planteamiento urbano vectores que determinen forma con las dinámicas naturales reproducidas. La lógica del diseño parte de la formulación de una arquitectura no convencional con componentes que se desarrollan mediante fuerzas, vectores y direcciones para lograr en este caso un sistema de erosión valiéndonos de la mecánica de fluidos.

El ecosistema de manglar se acoge como respuesta al problema ambiental, para implementarlo se necesita un sistema de erosión por lo tanto se decide recrear el ambiente en este lote por medio de arquitectura de diseño digital.

La arquitectura basada en el diseño digital representa distintas formas de crecimiento y expansión, para lograr

Teniendo como punto de partida el concepto de erosión que “es la degradación y el transporte del suelo o roca que producen distintos procesos en la superficie de

la Tierra. Entre estos agentes está la circulación de agua o hielo, el viento, o los cambios térmicos”<sup>4</sup>.

Con esta herramienta de simulación de fluidos que responde a las dinámicas de las corrientes marinas con el simulacro de fuerzas, direcciones y emisores, logra procrear la penetración del agua a la tierra creando desembocaduras deltas que a su vez con sus brazos crean una línea de erosión angular características de los ambientes de los manglares. Los depósitos de los deltas de los ríos más grandes se caracterizan por el hecho de que el río se divide en múltiples brazos que se van separando volviendo a juntarse para formar un cumulo de canales activos e inactivos.

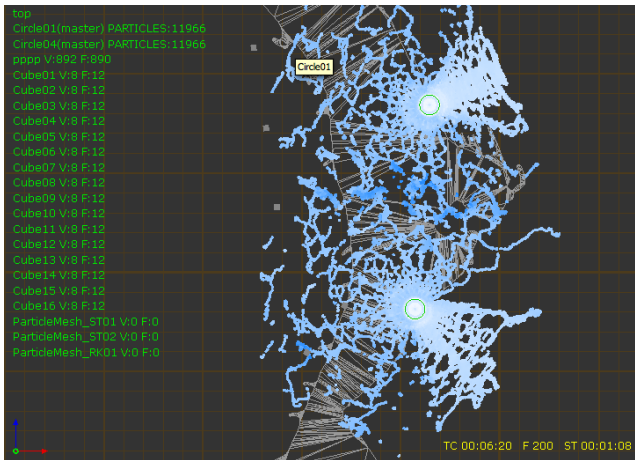


Imagen 2. Proceso de diseño digital

Fuente: Autoría propia



Imagen 3. Proceso de diseño digital

Fuente: Autoría propia

La propuesta urbana se desarrolla principalmente en cuatro capas, partiendo de estos canales. Como primera capa se encuentra el componente ambiental, que genera una segunda capa de espacios públicos, una tercera de edificabilidad y por último la cuarta capa de equipamientos donde se incluye el centro oceanográfico adaptados a un ambiente natural de manglar haciendo recorribles y habitables sus espacios.



Figura 3. Capas de desarrollo de la propuesta urbana

Fuente: Autora propia.

<sup>4</sup> Tarbuck, E. J. & Lutgens, F. K. 2005. *Ciencias de la Tierra*, 8ª edición. Pearson Educación S. A., Madrid. ISBN 84-205-4400-0

## 2.2 MARCO TEÓRICO

### **Animate Form**

El espacio virtual dentro del cual concebimos la arquitectura está siendo re conceptualizado a través de la introducción de avanzada herramientas digitales que combinan el diseño y la inteligencia, utilizando geometrías topológicas para curvar, torcer, deformar y diferenciar las estructuras dando como resultado formas poco tradicionales en la arquitectura convencional. Esta es una forma de diseño dinámico que pretende entender las edificaciones como objetos dinámicos que pueden tener diferentes etapas de cambio hasta llegar a una forma final.

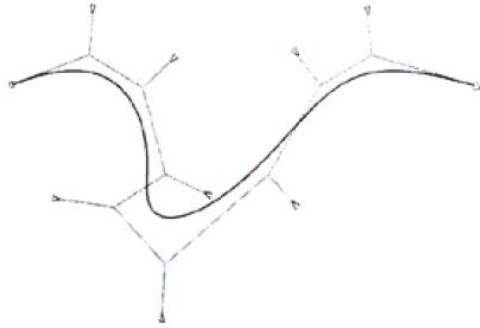
### **Topología**

Uno de los principios esenciales de las entidades topológicas es que, debido a que se definen a través del cálculo, toman la forma de una multiplicidad (no se componen de puntos discretos, sino, más bien, de un flujo continuo de valores relativos).

La topología se caracteriza por superficies flexibles compuestas de ‘splines’ .. Estas ‘splines’ no son definidas por puntos, sino, más bien, por flujos... Su forma no es reducible a coordenadas exactas. La curva ‘spline’ fluye como un arroyo entre toda una constelación de vértices de control... El carácter formal de alguna ‘spline’ particular se basa en el número de vértices que influyen sobre una región particular del flujo. Por ejemplo, una ‘spline’ de 7 grados... tendrá una inflexión determinada por cada 7 puntos de la serie... Una ‘spline’ de 2 grados aparecerá lineal, debido a que ya no presenta continuidad entre más que un par de vértices de control... La forma particular de la curva cambia debido a la definición relativa de los puntos de control... De manera similar, la forma también será alterada si se altera el peso o dirección de cualquiera de las normales de control... Un cambio en cualquier punto de control distribuirá el cambio de inflexión a través de varias regiones de la curva.<sup>5</sup>

---

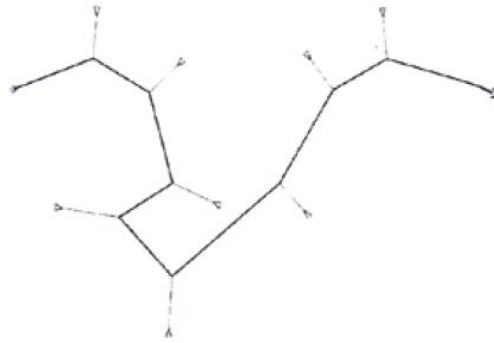
<sup>5</sup> Lynn, Greg; Animated form; 1999 pag 10



'Spline' de 7 puntos

**Figura 4. "spline" de 7 puntos.**

Fuente: imagen recuperada del libro anima 1



'Spline' de 2 puntos

**Figura 5. "spline" de 2 puntos.**

Fuente: imagen recuperada del libro animated form

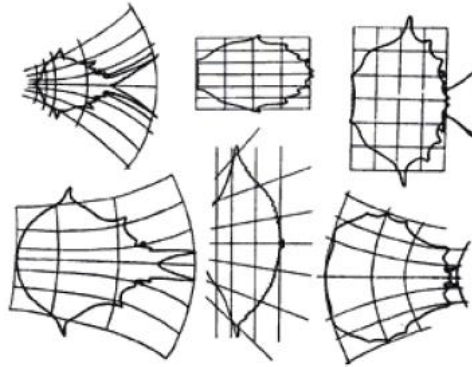
Lo que quiere decir que al momento de modificar uno de los puntos que conforman un objeto estos responderán al movimiento del punto que a sido modificado afectando la forma general.

De esta manera existen múltiples formas de modificar una forma de acuerdo a las determinantes y parámetros requeridos.

## **Parámetros**

Las formas que se crean utilizando diseño asistido por computadora son el resultado de decisiones que utilizan parámetros numéricos son ingresados y ligados dinámicamente, a través del uso de expresiones, para alterar la forma de los objetos... Estos parámetros controlan características graduales de campos tales como fuerzas direccionales, gravedades, despliegues, y partículas. Parámetros tales como descomposición, actividad de vibraciones, atracción, y densidad, afectan a los objetos como campos numéricos de fuerza.<sup>2</sup>

Estos objetos arquitectónicos virtuales pueden ser afectados por los campos dentro de los cuales se sitúan. Suele estar poblado por una variedad de fuerzas interactivas, que influyen las formas a través de efectos, vectores y otras maneras de control, esto representa una relación más intrincada entre forma y el espacio.



Sir D' Arcy tompon muestra como partiendo de una retícula conformada por vectores y nodos sobre una figura se puede llegar a deformar la misma y obtener resultados muy diferentes en cada acción, ya que al manipular estos nodos, se genera una reacción en cadena de movimiento en todas las partes que componen la forma

**Ilustración Figura 6. Esquema de deformación formal.**

Los proyectos y las publicaciones de Greg Lynn contribuyen fundamentalmente a que el trabajo con la herramienta digital no se considere únicamente como una ayuda para la racionalización, sino como un potencial elemento que cambie la forma actual de como concebimos el diseño.

El concepto tradicional de la relación entre movimiento y arquitectura, engloba según Lynn, que el movimiento es algo añadido a una arquitectura estática, es por esto que propone la forma animada, “concebida en un espacio virtual en donde se simula el movimiento” de tal manera que la arquitectura pueda moldearse en diferentes planos a través de flujos dinámicos que solo se pueden lograr con ayuda de software de diseño.

## 2.3 MARCO CONCEPTUAL

Un fluido es una sustancia que puede fluir. Una definición más formal es: “un fluido es una sustancia que se deforma continuamente cuando se le somete a un esfuerzo cortante, sin importar lo pequeño que sea dicho esfuerzo”. Así, un fluido es incapaz de resistir fuerzas o esfuerzos de cizalla sin desplazarse, mientras que un sólido sí puede hacerlo.

Con base a este concepto empleado en la física para mecánica de fluidos, se pretende aprovechar su comportamiento para explotar el potencial del lote por eso se dispone de simuladores de diseño digital<sup>6</sup>.

Este concepto de fluido se relaciona íntimamente con el de permeabilidad con respecto a la ruptura del mar en la tierra, donde se utiliza la herramienta de simulación de fluidos.



Imagen 4. Localización área de estudio

Fuente: Autoría propia

Para iniciar con la elaboración de la propuesta urbana se tomó como principio rector la teoría del eco urbanismo planteada en el libro ECOURBANISMO Entornos Humanos Sostenibles: 60 Proyectos de María del Carmen Muntane, Miguel Ruano quienes presentan, de manera accesible, lo más novedoso en planificación sostenible y expone de manera gráfica y mediante 60 ejemplos cuidadosamente escogidos, lo que puede considerarse como lo mejor en la disciplina.

---

<sup>6</sup> [http://oceanologia.ens.uabc.mx/~fisica/FISICA\\_II/LAB/Propiedades\\_Fluidos.pdf](http://oceanologia.ens.uabc.mx/~fisica/FISICA_II/LAB/Propiedades_Fluidos.pdf)



El concepto de eco urbanismo define el desarrollo de comunidades humanas sostenibles y de múltiples características ubicadas en entornos construidos de manera armónica y equilibrada. A su vez, se está convirtiendo con rapidez en un término clave y esencial para el urbanismo de finales de siglo que centra su máximo interés en los problemas sociales y medioambientales. Si bien esta teoría consta de 8 principios como lo son “movilidad”, “recursos”, “participación”, “comunidad”, “eco resorts”, “revitalización”, “tele pueblos” y “permeabilidad” en la propuesta se emplearan 4 de ellos en los que la permeabilidad juega un papel jerárquico y conector. En relación con lo anterior se especificarán estos 4 principios<sup>7</sup>.



**Imagen 5. Concepto de permeabilidad**

Esta imagen describe un espacio que es recorrible física y virtualmente ya que cuenta con plantas libres, espacios abiertos y una gran visual que no es interrumpida por ningún tipo de obstáculo.

## **Permeabilidad**

Con la teoría de la permeabilidad urbana es fundamental el concepto de filtro urbano, un nuevo dispositivo capaz de gestionar las conexiones entre lo privado y lo público, entre lo presencial y lo virtual, un sistema donde los canales no se presentan por separado si no que son comunicantes entre ellos y su entorno generando una transparencia sensorial (visual y auditiva) entre espacios de uso público y privado que facilita el reconocimiento entre los usuarios de ambos entornos y puede inducir al conocimiento y a la sociabilidad interfamiliar además de contribuir con espacios seguros para la ciudad. Por consiguiente concluimos que solo los lugares q son accesibles al público pueden proporcionar alternativas, la vitalidad de un lugar puede medirse a través de su capacidad de ser

---

<sup>7</sup> <http://grupobando.blogspot.com/2011/10/concurso-ex-batallon->

penetrado, o de que a través de él o dentro de él se pueda circular de un sitio a otro, esto se denomina permeabilidad.<sup>8</sup>

## **Movilidad**

Los coches y el planteamiento urbano basado en el vehículo privado son responsables de muchos de los males urbanos. Dejando aparte sus innegables ventajas, el coche particular conlleva unos costos externos que afectan a todos, sean o no propietarios – usuarios de un vehículo. Los coches producen contaminación y congestión, lo cual no solo provoca problemas respiratorios y otros relacionados con el estrés, sino también grandes pérdidas económicas, ya que se pierde mucho tiempo debido al tráfico y a los accidentes. En la fabricación y utilización de coches particulares se utilizan valiosos recursos naturales como lo son los combustibles fósiles, oxígeno y metales, con preferencia hacia otros medios de transporte más sensatos, como los sistemas de transporte colectivo, las bicicletas, y los peatones.

Pero tal vez lo más grave, desde el punto de vista del planteamiento y diseño urbano, es que el coche ha dominado el pensamiento urbanístico durante más de medio siglo. Los coches se han apropiado del ámbito público, despojando a los espacios abiertos de la escala humana y deshumanizando comunidades enteras. El extraordinario crecimiento suburbial de las ciudades industriales a partir de la segunda guerra mundial, no hubiera sido posible sin el coche particular; el resultado, tejidos urbanos de densidades tan bajas que ninguna sensación urbana puede florecer en esos entornos desolados. Los peatones se ven discriminados por la ingeniería de transporte convencional que, con sus criterios convencionales que, sus criterios, geometrías y dimensiones para servir al coche, realmente diseñan nuestras ciudades, pese a que la gran mayoría de los ciudadanos no conduce, y a menudo ni siquiera tiene acceso al coche: niños, ancianos, minusválidos, etc. hay lugares y culturas profesionales en donde al arquitecto y urbanistas apenas se les permite opinar sobre el tema del transporte, con el consiguiente resultado de un diseño urbano basado en un sistema de capas: cada disciplina establece sus propias reglas con la esperanza de que el resultado llegue a configurar de alguna manera un tejido urbano coherente. Sin embargo el coche particular constituye solo un aspecto, si bien el más importante en un problema más amplio. Hoy día el transporte emplea una cuarta parte de la energía consumida por los seres humanos y es por lo tanto, una cuestión clave para el desarrollo sostenible. El planteamiento urbano avanzado no se limita a desincentivar el uso del coche particular y a fomentar los sistemas de transporte público, la circulación peatonal y en bicicleta, sino que va más allá y reduce la necesidad de usar cualquier transporte motorizado. Entre las estrategias de planeamiento sensible al problema se incluyen, los tejidos urbanos compactos con varias mezclas de usos (de modo que los lugares donde uno vive, trabaja, aprende y se divierte estén situados a distancias cómodas para el desplazamiento a pie o en bicicleta); densidades suficientemente altas para justificar sistemas de transporte público; y la incorporación de las infraestructuras de telecomunicación avanzada.

---

<sup>8</sup> BENTLEY Ian, ALCOCK Alan, MCGLYNN Sue, Espacios Vitales, Hacia un diseño urbano y arquitectónico, Barcelona, GUSTAVO GILI, 1999, 151 págs. ISBN 9788425217319

## Recursos

En la construcción y el funcionamiento de una comunidad humana intervienen recursos de muy diversa índole. Los más importantes son las ideas, los materiales de construcción, la energía, el agua, y los residuos.

Hoy día, los edificios consumen un 60% de todos los recursos extraídos de la tierra. En consecuencia el apremio para el uso de materiales y sistemas constructivos ecológicamente apropiados ha aumentado considerablemente en todo el mundo. Actualmente se está produciendo un cambio de tendencia; se está pasando de una valoración relativamente simplista, casi intuitiva de la idoneidad ecológica de los materiales de construcción, a un análisis científico de sus ciclos de vida. Este concepto incluye todos los costos producidos por la fabricación, uso y eliminación de un material específico, tanto internos (materias primas, energía, manufactura, transporte, etc.) como externos (contaminación, problemas de salud, destrucción del paisaje, etc.) Este es un planteamiento bastante complejo, particularmente en una civilización como la nuestra basada en la logística, donde el transporte de mercancías es relativamente barato, ya que en su valoración rara vez se tiene en cuenta los costes externos. por esta razón los costes sobre ciclos de vida son todavía escasos y, aunque existan varias organizaciones en el mundo que están organizando investigaciones en este campo, la mayoría de arquitectos y urbanistas no tienen más remedio que basarse en informaciones parciales, métodos prácticos más o menos fiables y referenciarse de otras experiencias.

## Comunidad

Los lazos sociales son probablemente el bien más valioso que tienen las sociedades humanas y, sin duda son cruciales para nuestra supervivencia como especie. Sin embargo, muchos asentamientos humanos, aunque hayan sido diseñados, construidos y habitados por seres humanos, no consiguen proporcionar un entorno adecuado para la interacción social y la vida comunitaria. al analizar qué es lo que ha hecho mal en nuestras ciudades nuestras ciudades, urbanas y otros expertos han individualizado los problemas específicos para explicar la cada vez más frecuente falta de congruencia entre las necesidades humanas y la organización de las áreas urbanas. El planteamiento orientado hacia el coche, la insuficiencia de espacios públicos, la falta de escala humana, la escasez de lugares para la interacción social, la baja densidad, el énfasis en la separación, el individualismo y la autoprotección y la zonificación funcional demasiado especializada han sido identificadas como causas principales de la pérdida de calidad urbana<sup>9</sup>.

En su búsqueda de un biotopo más humanamente funcional para nuestras comunidades urbanas, deben contener tejidos urbanos proyectados especialmente para apoyar, fomentar, y nutrir los lazos sociales y para favorecer y estimular la interacción cara a cara entre las personas. Para lograr esto se debe prestar especial atención a los espacios públicos y a la interacción humana, orientar el planeamiento hacia los peatones, ciclistas y transporte público, la escala humana y los barrios compactos con una rica diversidad y mezcla de usos. Tales

---

<sup>9</sup> Ecourbanismo

ambientes actúan como catalizadores en el desarrollo de comunidades humanas equilibradas y con un auténtico sentido de pertenencia a un grupo y a un lugar. Este sentimiento resulta esencial para la sostenibilidad a largo plazo de las comunidades humanas.

## **Manglares**

Para cumplir con el objetivo planteado dentro del proyecto, se realiza una investigación minuciosa de los pantanos de manglar existentes dentro de la zona, definiendo sus características y propiedades con el fin de conocer a fondo sus requerimientos para proponer una reforestación.

De esta manera empezaremos por definir el manglar como tal.

El manglar es un tipo de ecosistema considerado a menudo un tipo de bioma, formado por árboles muy tolerantes a la sal que ocupan la zona intermareal de las costas de latitudes tropicales de la Tierra y las desembocaduras de los ríos al mar.

Entre las áreas con manglares se incluyen estuarios y zonas costeras. Tienen una grandísima diversidad biológica por su alta productividad, encontrándose tanto gran número de especies de aves como de peces, etc.<sup>10</sup>



---

<sup>10</sup> biodiversidad.gov.mx

Imagen 6. Manglar

Fuente: <http://manglrecolombianos.blogspot.com/2008/06/manglares-colombianos.html>

### **Características**

- Habitación para numerosas especies
- Predominancia en un sitio dado.
- Protección a las costas por la erosión
- Toleran bajos niveles de oxígeno en el agua y el suelo
- Toleran condiciones extremas de salinidad
- hábitat de las crías de cientos de especies de peces, moluscos y crustáceos
- Protección natural contra catástrofes

### **Clasificación de los manglares**

- Manglares Ribereños

Se desarrollan a lo largo de los cauces de los ríos y zonas bajas de los mismos, influenciados por las mareas y agua salada o salobre. Alcanzan en el pacífico colombiano su máximo desarrollo; el dosel puede superar los 30 m de altura. En el Caribe el dosel alcanza alturas de 20 m y los géneros dominantes son *Rhizophora*, *Avicennia* y *Laguncularia* (Prah 1989; Olaya et al. 1991 citado en Ecosistemas Marinos y Costeros).

- Manglares de borde

Se desarrollan en bahías y lagunas costeras protegidas del embate directo de las olas por una barrera y sus árboles no superan los 20 m de altura;

En zonas secas como la del Caribe, predomina el Mangle Negro. El manglar de borde está presente en Bahía Portete (Guajira), Parque Tayrona, Ciénaga Grande de Santa Marta, Bahía de Cartagena y en la isla de Providencia.



**Imagen 7. Pantanos de Manglar.**

**Fuente:** <http://manglrecolombianos.blogspot.com/2008/06/manglares-colombianos.html>

## **Manglares en Cartagena**



Figura 7. Manglares en la zona de intervención.

Fuente: imagen autoría propia

La Ciénaga de la Virgen y observar las distintas clases de manglares que ahí se encuentran. En el mundo hay 70 especies de manglares y en Colombia sólo encontramos 5 y de esas cinco en Cartagena tenemos la oportunidad de ver tres de ellas.<sup>11</sup>

### Tipos de manglar

- Manglar rojo

Son de 4 a 10 metros de alto, su forma es de árbol o arbusto perennifolio, halófilo, en el tronco se encuentran apoyadas numerosas raíces aéreas simples o dicotómicamente ramificadas con numerosas lenticelas, la corteza es de color olivo pálido con manchas grises, sin embargo en el interior es de color rojizo, su textura es de lisa a levemente rugosa con apariencia fibrosa

Las hojas son simples, opuestas, pecioladas, de hoja redondeada, elípticas a oblongas, estas se aglomeran en las puntas de las ramas, su color es verde oscuro en el haz y amarillentas en el envés. Las flores son pequeñas, de 2.5 cm de diámetro con cuatro sépalos lanceados, gruesos y coriáceos. La flor tiene cuatro pétalos blancos amarillentos. Tiene de dos a cuatro flores por tallo o pedúnculo. Los frutos se presentan en forma de baya de color pardo, coriácea, dura, piriforme, farinosa. El desarrollo de las semillas se lleva a cabo en el interior del fruto por “viviparidad”, los propágulos son frecuentemente curvos, de color verde a pardo en la parte inferior y presentan numerosas lenticelas y por último sus raíces son fúlcreas, ramificadas, curvas y arqueadas.

<sup>11</sup> Wikipedia, “www.wikipedia.com”, Manglar.





**Imagen 8. Proceso de desalinización del mangle**

Fuente: <http://postgradobiologia.univalle.edu.co/posgrado/imagenes/fotos/mangles/mangles.jpg>

- **Manglar negro o prieto**

Es una especie vegetal de la familia Acanthaceae. Desempeña un papel clave en el ecosistema del manglar por su hojarasca y detritos movidos por la marea, y como resguardo, crianza y protección para muchas especies de crustáceos, peces, aves y demás vida silvestre.

Habita en un terreno de arenas y barro de playas y costas que está expuesto al aire en la bajamar y cubierto de agua en la pleamar.

- **Hábitat:** Es el segundo tipo de mangle que encontramos en la transición de especies desde la costa hasta tierra adentro. No se encuentra directamente en contacto con el agua de mar, aunque crece en terrenos que son inundados periódicamente por acción de las mareas. El suelo en donde crecen es denso, negro y pobre en oxígeno. Además, el agua de mar que llega hasta estos lugares se evapora, dejando la sal en el suelo y volviéndolo cada vez más salado.
- **Características:** Carece de grandes raíces en forma de zancos, pero desarrolla unas raíces verticales que sobresalen del sustrato (neumatóforos). No provee estabilidad a los suelos. Pueden tolerar mayores niveles de sal que el mangle rojo.
- **Raíces:** Tienen raíces horizontales que se extienden más allá de la copa del árbol. De éstas sobresalen numerosos neumatóforos con poros respiratorios que permiten el intercambio de gases cuando los suelos están inundados. No soportan suelos inundados continuamente. Excretan el exceso de sal por las hojas.

- **Manglar bobo o blanco**

Es un árbol mangle, alcanza de 12 a 18 m de altura. La corteza es grisácea parda a rojiza, rugosa y fisurada. Sus neumatóforos y/o raíces aéreas pueden estar presentes, dependiendo de las condiciones ambientales.

Las hojas son opuestas, elípticas, de 4 a 10 cm x 2,5 a 5 cm, redondeadas en ambos extremos, enteras, suaves, correosas en textura, ligeramente carnosas, sin venas visibles,



y amarillas verdosas. Peciolo duro, rojizo, de 10 a 13 mm de longitud, con dos glándulas pequeñas cerca de la lámina que exuda sal. Flores blancas, campanuladas mayormente bisexuales, de cerca de 5 mm de largo. Fruto drupa rojizo pardo, de 12 a 20 mm de largo, con rayas longitudinales, y su única semilla a veces es vivípara. Crece en áreas costeras de bahías, lagos, esteros, típicamente más adentro que otras especies de mangles, bien arriba de la línea de marea.

## **Estrategias de adaptación**

Las zonas costeras en las cuales se localizan los ecosistemas de manglar son consideradas sistemas muy dinámicos, motivo por el cual las plantas allí situadas están sometidas a una serie de variables que se encuentran en interacción constante, entre estas se pueden mencionar las corrientes marinas, las mareas, los vientos, la precipitación, el caudal y la sedimentación de los ríos, entre otros. Con el fin de tolerar todas estas condiciones a las cuales se encuentran expuestas, las plantas han desarrollado ciertas estrategias de adaptación fisiológicas y anatómicas como una marcada tolerancia a las altas concentraciones de sal, adaptaciones para ocupar suelos inestables, adaptaciones para intercambiar gases en sustratos anaeróbicos y embriones capaces de flotar que se dispersan transportados por el agua

## **Tratamiento**

Después de realizar la investigación de manglares, se realiza un estudio de los sistemas tradicionales de purificación de aguas para desarrollar algunos de estos, dentro de la propuesta ambiental que se pretende.

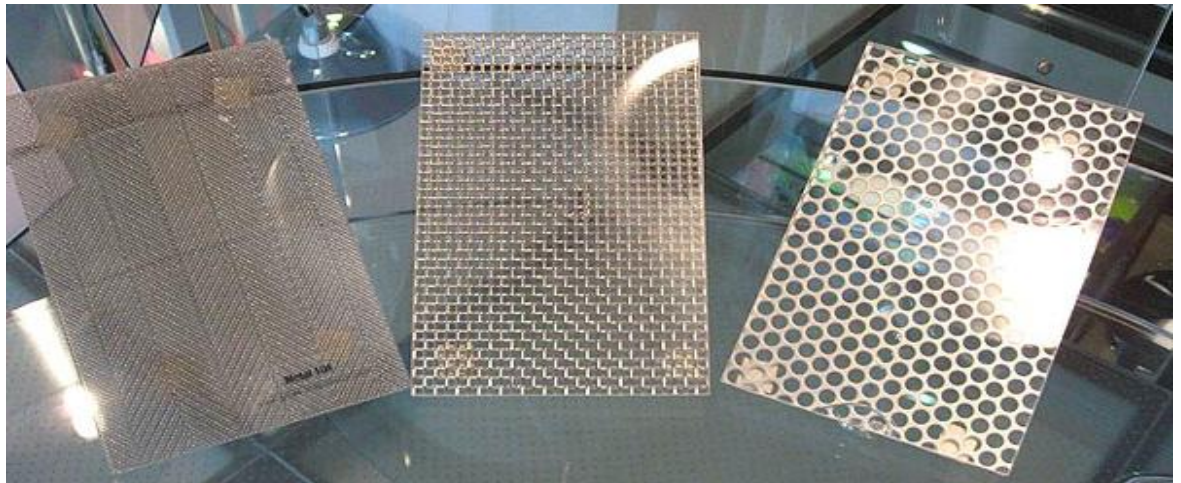
Tratamiento de aguas tradicionales.

El tratamiento de aguas residuales se puede distinguir hasta cuatro etapas que comprenden procesos químicos, físicos y biológicos:

- Tratamiento preliminar, destinado a la eliminación de residuos fácilmente separables y en algunos casos un proceso de pre-aireación.
- Tratamiento primario que comprende procesos de sedimentación y tamizado.
- Tratamiento secundario que comprende procesos biológicos aerobios y anaerobios y físico-químicos (floculación) para reducir la mayor parte de la DBO.
- Tratamiento terciario o avanzado que está dirigido a la reducción final de la DBO, metales pesados y/o contaminantes químicos específicos y la eliminación de patógenos y parásitos.

## Tratamiento preliminar

Debe realizarse por medio de procesos físicos o mecánicos como rejillas, desarenadores o trampas de grasa que permitan la remoción de elementos sólidos presentes en el agua.



**Imagen 9. Rejillas de tratamiento de aguas.**

Fuente: invemar <http://www.minambiente.gov.co/documentos/TituloE.PDF>

Localización de las rejillas:

Deben estar agua arriba de las estaciones de bombeo

Espaciamiento:

Entre las barras de las rejillas de 15 a 20 mm para las que son limpiadas manualmente y entre 3 y 77 mm para las que son limpiadas mecánicamente.

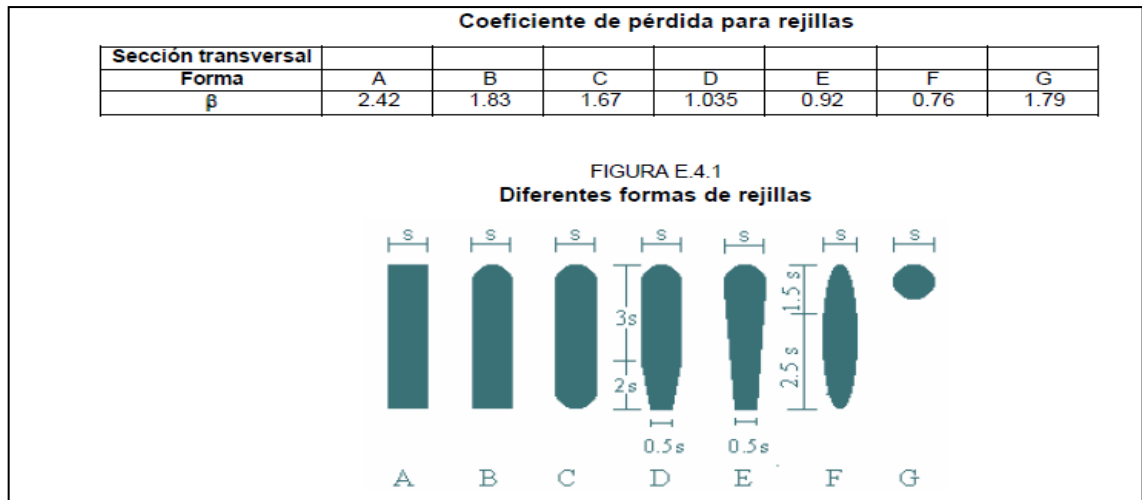
Velocidad de aproximación:

Entre 0.3 y 0.6 m/s para limpieza manual y entre 0.3 y 0.9 m/s para limpieza mecánica.

Velocidad mínima entre barras:

Entre 0.3 y 0.6 m/s para limpieza manual y entre 0.6 y 0.12 m/s para limpieza mecánica.

**Tabla 1 Coeficiente de pérdida para rejillas.**



Fuente: [http://3.bp.blogspot.com/\\_olAdL3GxjY/SCIWj0hnrkl/AAAAAAAAAEE/YnFiaMs5B9g/s320](http://3.bp.blogspot.com/_olAdL3GxjY/SCIWj0hnrkl/AAAAAAAAAEE/YnFiaMs5B9g/s320)

Desarenador:

Es una estructura diseñada para retener la arena que traen las aguas servidas o las aguas superficiales a fin de evitar que ingresen, al canal de aducción, a la central hidroeléctrica o al proceso de tratamiento y lo obstaculicen creando serios problemas.

Tratamiento primario

Busca reducir la materia suspendida por medio de la precipitación o sedimentación, con o sin reactivos, o por medio de diversos tipos de oxidación química.

Dimensiones:

Las dimensiones del tanque están determinadas por la cantidad de aguas negras que se requiera tratar y debe diseñarse para el caudal máximo horario esperado. Para el caso de tanques rectangulares la relación longitud: ancho debe estar entre 1.5:1 y 15:1.

- 1) Para caudal medio utilizar  $33\text{m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$ ,
- 2) Para caudal pico sostenido por tres horas utilizar  $57\text{m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$ , y
- 3) Para caudal pico utilizar  $65\text{m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$ .

Tiempo de retención:

Debe basarse en el caudal de aguas servidas y en el volumen del tanque. Se recomienda un período de retención mínimo de 1.0 hora tanto para los sedimentadores circulares como para los rectangulares.

Profundidad

Para los tanques de sedimentación circulares se recomienda un rango de profundidades de 2.5 a 4 m. En el caso de tanques rectangulares se recomienda un rango de profundidades entre 2 y 5 m.

#### Operación y mantenimiento

Se debe tener un manual de operación y mantenimiento que contemple los siguientes aspectos:

Plan de limpieza.

Control de olores.

Operación en condiciones de caudal mínimo y máximo.

Manejo de lodos.

Prevención de cortocircuitos.

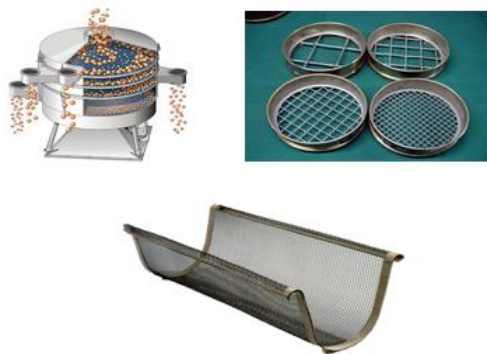
Arranque.

Control de lodos flotantes, ración y mantenimiento

#### Tamices

La tamización o tamizado es un método físico para separar mezclas de sólidos formados por partículas de tamaño diferente.

Consiste en hacer pasar una mezcla de partículas de diferentes tamaños por un tamiz, cedazo o cualquier cosa con la que se pueda colar. Las partículas de menor tamaño pasan por los poros del tamiz o colador atravesándolo y las grandes quedan atrapadas por el mismo. Un ejemplo podría ser: si se saca tierra del suelo y se espolvorea sobre el tamiz, las partículas finas de tierra caerán y las piedras y partículas grandes de tierra quedarán retenidas en el tamiz.



#### Tipos

1. forma de discos
2. rotativos de bandejas
3. rotativos cilíndricos
4. Estáticos

Imagen 9. Tamices de tratamiento de aguas.

Fuente:

[http://3.bp.blogspot.com/\\_oAdL3GxjY/SCIWj0hnrkl/AAAAAAAAAEE/YnFiaMs5B9g/s320/tamizado%2B2.jpg](http://3.bp.blogspot.com/_oAdL3GxjY/SCIWj0hnrkl/AAAAAAAAAEE/YnFiaMs5B9g/s320/tamizado%2B2.jpg)

## Tratamiento secundario

Los procesos biológicos, o secundarios, se emplean para convertir la materia orgánica fina coloidal y disuelta en el agua residual en floc biológico sedimentable y sólidos inorgánicos que pueden ser removidos en tanques de sedimentación. Estos procesos se emplean junto con procesos físicos y químicos para el tratamiento preliminar y primario del agua residual.

### Objetivo

El objetivo de un tratamiento secundario es remover la DBO soluble que escapa de un tratamiento primario, además de remover cantidades adicionales de sólidos suspendidos. Estas remociones se efectúan fundamentalmente por medio de procesos biológicos

### Tipos de procesos biológicos

· Procesos de lodos activados

· cultivos de bacterias

· Biodiscos



· Filtros percoladores

· Lagunas aireadas

· Lagunas de estabilización

**Imagen 11. Tipos de procesos biológicos.**

**Fuente:** <http://www.escuelapedia.com/reino-monera> 1

Partiendo de esta investigación de las etapas y especificaciones de las diferentes etapas dentro de los tratamientos de aguas, se pretende desarrollar un circuito eco sostenible dentro de los canales de agua creados dentro del proyecto.

## **2.4 MARCO LEGAL**

Para el desarrollo de este proyecto se realiza el estudio de dos documentos legales que enmarcan y direccionan el plan a desarrollar, por una parte el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y por otra, el Plan de Desarrollo Urbano para Cartagena de Indias 2013 – 2015, aquí enunciamos los parágrafos y artículos que se relacionan con la intención propuesta.

### **POLÍTICA DE GESTIÓN DEL RIESGO PARA LA SOSTENIBILIDAD**

La prevención del riesgo ambiental, natural o antrópico, contra amenazas que pongan en situación de vulnerabilidad la vida y el hábitat de los cartageneros, constituirá la primera prioridad del Desarrollo Sustentable del Distrito. Por lo tanto, el Gobierno Distrital incorporará la prevención del riesgo como componente prioritario en la planificación del desarrollo local y distrital y promoverá para que de la misma manera lo haga el sector privado y las organizaciones comunitarias, de tal forma que se generalice una conciencia que permita una atención inmediata, efectiva, eficiente y eficaz en caso de emergencias por desastres naturales o antrópicas.

### **POLÍTICA DISTRITAL DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA LA VIDA**

La política ambiental del Distrito propende por el desarrollo sostenible de la ciudad que integra la protección y conservación del entorno natural y construido y la biodiversidad, fuente de recursos esenciales, articulándose con los municipios con quienes comparte las cuencas hidrográficas de la Ciénaga de la Virgen, Canal del Dique y Bahía de Cartagena, adaptándose a los fenómenos naturales locales y globales. Esta política se orienta a consolidar una gestión compartida entre todos los actores públicos, privados y sociedad civil, cuyas actuaciones tienen influencia en la calidad ambiental y desarrollo competitivo urbano, rural, insular y marino, que le permita viabilizar el crecimiento del Distrito con un ambiente sano y riesgos controlados. Habrá una Agenda Ambiental que dará prioridad a la recuperación integral del cerro de la Popa; la estabilización de la línea costera; el acceso vial en el tramo Playitas de la vía Transversal Barú; el Desarrollo eco turístico de Barú y Tierra Bomba; la defensa de los ecosistemas coralinos del Parque Natural Islas del Rosario; la protección y renovación urbana de los caños y ciénagas interiores, incluyendo la recuperación integral de la Ciénaga de la Virgen y manglares urbanos, los cuales serán considerados proyectos prioritarios.

### **Situación actual y Línea de base**

Cartagena es una de las ciudades con mayor dinamismo en su expansión. El índice de personas por kilómetro cuadrado es mayor que en el departamento y en el país, lo que significa un nivel alto de presión sobre los recursos naturales de la región; en el 2010 tenía una densidad de 1.516,8 habitantes/hectárea. En el periodo inter censal 1993 y 2005, la densidad poblacional de la ciudad se incrementó en 36,4%, en tanto en el departamento de Bolívar y en el país el crecimiento de la densidad fue de 27,6% y 25,2% respectivamente. Entre el 2005 y el 2010 la tasa de crecimiento fue de 1.13% en promedio anual.

Según el Informe de GEO Cartagena, los problemas ambientales de la ciudad se han ido agudizando con el paso del tiempo y requieren mayor atención. Entre las principales conclusiones de este informe se encuentra que el problema ambiental prioritario de la ciudad son sus cuerpos de agua. Todos ellos han sido modificados de manera sustancial, y presentan fragilidad ambiental significativa, deterioro y alteración especialmente por las descargas de aguas servidas domésticas e industriales, los residuos sólidos y los rellenos ilegales. El área de la ciudad sufrió un proceso de expansión acelerado en la segunda mitad del Siglo XX, impulsada por la explosión demográfica de la ciudad. Esto ha traído como consecuencia cambios en el uso del suelo que han disminuido la cobertura vegetal. Las más importantes consecuencias son: i) el crecimiento urbano desordenado ha desmejorado las condiciones de habitabilidad de los cartageneros, pues gran parte de los ecosistemas naturales del litoral —humedales y playas— han desaparecido dando paso a edificaciones; ii) existen presiones sobre el casco histórico debido a la alta demanda de tierra urbanizable; y iii) a pesar que la cobertura de servicios públicos domiciliarios ha mejorado en la última década, existen deficiencias, requiriéndose atención prioritaria a la recolección y disposición de basuras, y al tratamiento y disposición final de las aguas servidas. Para efecto del presente Plan de Desarrollo, ténganse como líneas de base de la Política Distrital de Gestión Ambiental las siguientes:

#### **VARIABLE LÍNEA DE BASE UNIDAD FUENTE**

Población Total del Distrito (PT) 967.051 100% DANE  
Áreas Canos 152 Ha. EPA  
Longitud Cuerpos de Aguas Interiores 12 Km. EPA  
Sedimentos del canal del Dique en Bahía de Cartagena  
3.500.000 M3 EPA  
Cobertura Vegetal Actual del área Cerro de la Popa  
85,9 Ha. EPA  
Área de Manglar 12.999 Ha. EPA  
Área de drenaje de la cuenca del Canal del Dique  
4.400 M2 EPA  
Tendencia promedio de aumento del nivel del mar  
1,8 Centímetros al año EPA  
Volumen de desechos que recibe la Bahía de Cartagena (Industriales y Domésticos)  
223.000 Metros Cúbicos EPA  
Contaminación por coliformes Bahía de Cartagena  
490.000 Unidades por mililitro  
Concentración de Dióxido de nitrógeno en la atmosfera  
110 PPV CARDIQUE  
Material Articulado menor a 10 micras  
(PM10) en la atmosfera  
69 ug/m3 CARDIQUE

#### **Objetivos Estratégicos**

- a) Implementar acciones para la recuperación y protección de áreas degradadas dentro del perímetro del Distrito.
- b) Garantizar la sostenibilidad del recurso hidrobiológico, a través de la asignación y uso eficiente, articulados al ordenamiento y uso del territorio y a la conservación de los ecosistemas que regulan la oferta hídrica, considerando el agua como factor de desarrollo económico y de bienestar social.
- d) Cumplir los niveles de calidad del aire establecidos en la normatividad vigente.
- e) Contribuir a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida de los cartageneros y al desarrollo sostenible a través del control y la reducción del riesgo de desastres.
- g) Contribuir a la sostenibilidad del desarrollo a través de la reducción del impacto del cambio climático en la población y su entorno.

## **POLÍTICA DISTRITAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN**

La Ciencia, la Tecnología y la Innovación constituirá un factor fundamental para generar competitividad y disminuir las brechas tecnológicas y sociales existentes entre la población cartagenera. En concordancia con los lineamientos nacionales y la Ley 1286 del 2009, el gobierno distrital promoverá una cultura basada en la generación, la apropiación social y la divulgación del conocimiento y la investigación científica, el desarrollo tecnológico, la innovación y el aprendizaje permanente; así como orientar el fomento de actividades científicas, tecnológicas y de innovación hacia el mejoramiento de la competitividad en el marco del Sistema Nacional de Competitividad.

### **Situación actual y Línea de Base**

En general, la realidad muestra grandes diferencias en dotaciones científicas y tecnológicas de Cartagena en comparación con Colombia y algunas ciudades de la región Caribe. Esto se manifiesta en la baja producción científica, recursos insuficientes, y escasa infraestructura científico-tecnológica representada básicamente en centros, grupos de investigación y centros de desarrollo tecnológico. Estas debilidades permiten sugerir que la concentración de los factores para el avance de la ciencia y la tecnología está ligada a la riqueza institucional y económica que se presenta en la ciudad, los cuales, además de contar o destinar recursos insuficientes para C&T, compiten en desventaja en la carrera por los recursos del nivel central.



## 2.5 MARCO HISTÓRICO Y REFERENCIAL

### Desarrollo histórico

La historia de Cartagena de Indias está dividida en varios periodos que tienen como punto de partida la llegada de Cristóbal Colón al continente americano. Comienza con el periodo antes de la llegada del imperio español o precolombino, época de la que apenas hay vestigios culturales, y sigue con el descubrimiento y colonización por parte de España (lo que constituye el período más esplendoroso de esta ciudad), los movimientos independentistas, la era republicana, los conflictos civiles, hasta cubrir la historia reciente.

Cartagena de Indias fue fundada el primero de junio de 1533 por Pedro de Heredia. Desde 1991 Cartagena es un Distrito Turístico, Histórico y Cultural. La ciudad está localizada a orillas del mar Caribe, se consolida como la primera ciudad industrial en importancia de la Costa Caribe colombiana.

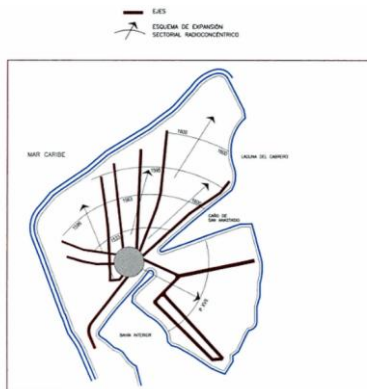


Imagen 12. Expansión urbana de Cartagena.

Expansión 1900-1930

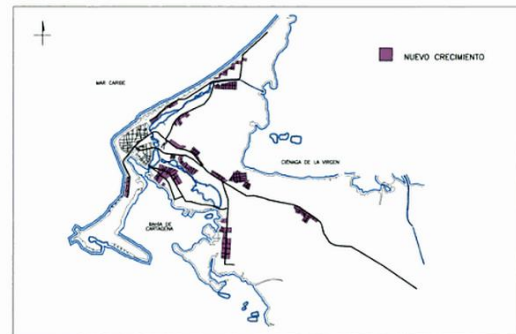


Imagen 13. Focos de desarrollo urbano en Cartagena.

Fuente: 4 siglos de evolución

Fuente: 4 siglos de evolución

A partir de su fundación en el siglo XVI y durante toda la época colonial española, Cartagena de Indias fue uno de los puertos más importantes de América. De esta época procede la mayor parte de su patrimonio artístico y cultural. El 11 de noviembre de 1811, Cartagena se declaró independiente de España.

Con el paso del tiempo, Cartagena ha desarrollado su zona urbana, conservando el centro histórico y convirtiéndose en uno de los puertos de mayor importancia en Colombia, el Caribe y el mundo así como célebre destino turístico.

Para lograr entender el desarrollo urbano de la ciudad se realiza una línea de tiempo de la cartografía encontrada a través de los siglos, concluyendo la importancia y entendiendo las modificaciones encontradas en el terreno al ser gran parte de este, rellenos realizado por empresas internacionales.

Además, Cartagena es una de las ciudades con mayor dinamismo en su expansión. El índice de personas por kilómetro cuadrado es mayor que en el departamento y en el país, lo que significa un nivel alto de presión sobre los recursos naturales de la región; en el 2010 tenía una densidad de 1.516,8 habitantes/hectárea. En el periodo inter censal 1993 y 2005, la densidad poblacional de la ciudad se incrementó en 36,4%, en tanto en el departamento de Bolívar y en el país el crecimiento de la densidad fue de 27,6% y 25,2% respectivamente. Entre el 2005 y el 2010 la tasa de crecimiento fue de 1.13% en promedio anual.



Figura 8. Línea de tiempo del territorio urbano en Cartagena.

Fuente: autoría propia

## 2.5 REFERENTES DE DISEÑO

## REFERENTES NACIONALES

A nivel nacional encontramos un déficit de algún complejo de la envergadura propuesta, sin embargo se pueden encontrar pequeñas dependencias aisladas como el Centro de investigación oceanográfica e hidrológica (CIOH), presente en la ciudad de Cartagena, así como también se puede notar el acuario de San Martín, construido hace muchos años y cuenta con instalaciones que no están adecuadas.



Imagen 14. Acuario San Martín, Cartagena.

Fuente: <http://4.bp.blogspot.com/-MPzuMoDZeGk/TcmEh1gYIal/AAAAAAAAATE/7ofaFmkPqHY/s1600/acuario.jpg>

## REFERENTES INTERNACIONALES

Como principal referente de nuestro proyecto podemos estudiar la ciudad de artes y ciencias ubicada en Valencia, España. Diseñada y construida por el arquitecto Santiago Calatrava.

### Especificaciones generales

#### Espacios Principales

L'Hemisfèric: con forma de ojo. Sala de proyecciones de cine IMAX, planetario y Láser. Dispone de una superficie aproximada de 13.000 m<sup>2</sup>.

Museo de las Ciencias Príncipe Felipe: con forma parecida al esqueleto de un dinosaurio, es un museo interactivo de ciencia. Ocupa alrededor de 40.000 m<sup>2</sup> repartidos en tres pisos.

L'Umbracle: paseo ajardinado con especies vegetales autóctonas de la Comunidad cubierto por arcos flotantes desde donde se puede ver todo el complejo de la Ciudad de las Artes y las Ciencias. Alberga en su interior El Paseo de las Esculturas.

El Oceanográfico: es el acuario oceanográfico más grande de Europa con 110.000 metros cuadrados y 42 millones de litros de agua.

Palacio de las Artes Reina Sofía: con cuatro grandes salas: una Sala Principal, Aula Magistral, Anfiteatro y Teatro de Cámara. Sala de Exposiciones. Está dedicado a la música y a las artes escénicas.

El Ágora: Una plaza cubierta en la que se celebran conciertos y eventos deportivos.



Imagen 15. Ciudad de artes y ciencias de Valencia, España.

Fuente: [http://www.elalmanaque.com/turismo/ciudad\\_artes/](http://www.elalmanaque.com/turismo/ciudad_artes/)



Imagen 16. Ciudad de artes y ciencias de Valencia, España.

Fuente: <http://www.lugaresfamosos.com/uploads/lugares/lugar/galeria-118-215.jpg>

### 3 DIAGNOSTICO

#### 3.4 SELECCIÓN DEL LUGAR

El lugar que es seleccionado para el desarrollo de la propuesta es Cartagena de indias por la oportunidad que representa el lote de la armada nacional, y todos los aportes urbanos de turismo que tiene la ciudad como tal. Este es seleccionado después de realizar un estudio detallado de las amenazas y oportunidades ofrecidas por el sector.

El desarrollo de este proyecto se basa en la elaboración de un estudio en la bahía de Cartagena sobre los pantanos de manglar a través del tiempo, donde se evidencia una pérdida significativa en su biomasa, (POESIA DE MANGLAR) de allí surge la creación de un parque manglar, ubicado en un lote estratégico con el fin de reforestar la zona y proponer un desarrollo urbano que incluya un complejo cultural oceanográfico.



Figura 9. Localización área de estudio

Fuente: imagen autoría propia

### 3.2 ANÁLISIS DEL ÁREA OBJETO DE ESTUDIO.



Este análisis del lote se realiza mediante dos conceptos principales, el primero de permeabilidad, y el segundo de flujos. Representados gráficamente en los siguientes esquemas.

Dicho lote de estudio se encuentra ubicado entre dos tensiones urbanas como lo es el centro histórico y el desarrollo hotelero- residencial de boca grande, convirtiéndolo así en un punto conector y de transición donde su respuesta actual no genera un aporte al espacio urbano, por el contrario, representa la ruptura entre estas dos zonas de la ciudad al ser un espacio impenetrable.



Figura 10. Conectividad del área de estudio.

Fuente: imagen autoría propia

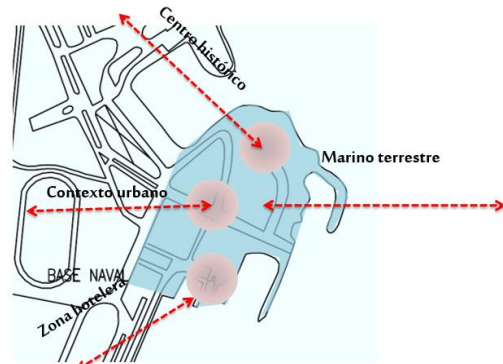


Figura 11. Afectaciones del lugar de estudio.

1, Fuente: imagen autoría propia

### 3.3 CONCLUSIONES DE DIAGNOSTICO



















PROBLEMA	HIPOTESIS	RESPUESTA																												
<p>Dicha bahía se encuentra altamente contaminada, sus aguas están siendo afectadas por cuatro fuentes de contaminación a saber: vertimiento de aguas negras provenientes del alcantarillado de la ciudad de Cartagena de Indias, aportes de sedimentos por parte del canal del dique, vertimiento de residuos industriales y derrames de residuos petrolíferos provenientes de buques y muelles de la zona industrial de Mamonal, una de las más importantes del país.</p>  <p>AGUAS INDUSTRIALES 223.000 M3</p>  <p>DESECHOS Materia organica en nitrogeno (20.7 toneladas diarias) y fosforo (15.1 toneladas diarias)</p>  <p>SEDIMENTACION 3.500.000 M3</p>  <p>AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS 4.800.000 M3</p>	<p><b>Metodo de limpieza PTAR:</b> Mediante 3 procesos de limpieza ademas de la implementación del manglar antes expuesto en la zona.</p> <p><b>FILTRACION DE RESIDUOS SOLIDOS MEDIANTE REJILLAS</b></p>  <p>Primera fase de Filtración de agua presente en el nacimiento de los canales a desarrollar</p> <p><b>SEDIMENTACION Y TRAMPA DE GRASAS</b></p>  <p>Segunda fase de sedimentación y trampa de grasas el cual se vera reflejado programaticamente en los canales.</p> <p><b>MANGLALES ARTIFICIALES</b></p>  <p>Tercera fase involucrada directamente con los lagos creados para limpiar el agua de residuos de manera natural gracias a los manglares antes previstos en la zona.</p> <p><b>CUADRO TECNICO DE ESPECIES DE MANGLAR</b></p> <table border="1" data-bbox="643 1222 1078 1474"> <thead> <tr> <th>Especie de manglar</th> <th>Descripción</th> <th>Imagen</th> <th>Dimensiones</th> <th>Condiciones</th> <th>Propiedades biológicas</th> <th>Adaptabilidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Manglar rojo</td> <td>Es la especie de manglar que se encuentra en mayor cantidad en el manglar de Cartagena de Indias.</td> <td></td> <td>Alteza de 20 m en el momento de la floración.</td> <td>Se desarrolla en aguas salinas con una salinidad de 20 a 30 ppt.</td> <td>Protege las costas contra la erosión y las tormentas tropicales por sus raíces aéreas que estabilizan el suelo y absorben el viento.</td> <td>Alta</td> </tr> <tr> <td>Manglar negro</td> <td>Es la especie de manglar que se encuentra en menor cantidad en el manglar de Cartagena de Indias.</td> <td></td> <td>Alteza de 10 a 15 m.</td> <td>Se desarrolla en aguas salinas con una salinidad de 20 a 30 ppt.</td> <td>Protege las costas contra la erosión y las tormentas tropicales por sus raíces aéreas que estabilizan el suelo y absorben el viento.</td> <td>Alta</td> </tr> <tr> <td>Manglar blanco</td> <td>Es la especie de manglar que se encuentra en menor cantidad en el manglar de Cartagena de Indias.</td> <td></td> <td>Alteza de 10 a 15 m.</td> <td>Se desarrolla en aguas salinas con una salinidad de 20 a 30 ppt.</td> <td>Protege las costas contra la erosión y las tormentas tropicales por sus raíces aéreas que estabilizan el suelo y absorben el viento.</td> <td>Alta</td> </tr> </tbody> </table> <p>Tipos de manglar implementados en los lagos acondicionados al agua soluble de la bahía.</p>	Especie de manglar	Descripción	Imagen	Dimensiones	Condiciones	Propiedades biológicas	Adaptabilidad	Manglar rojo	Es la especie de manglar que se encuentra en mayor cantidad en el manglar de Cartagena de Indias.		Alteza de 20 m en el momento de la floración.	Se desarrolla en aguas salinas con una salinidad de 20 a 30 ppt.	Protege las costas contra la erosión y las tormentas tropicales por sus raíces aéreas que estabilizan el suelo y absorben el viento.	Alta	Manglar negro	Es la especie de manglar que se encuentra en menor cantidad en el manglar de Cartagena de Indias.		Alteza de 10 a 15 m.	Se desarrolla en aguas salinas con una salinidad de 20 a 30 ppt.	Protege las costas contra la erosión y las tormentas tropicales por sus raíces aéreas que estabilizan el suelo y absorben el viento.	Alta	Manglar blanco	Es la especie de manglar que se encuentra en menor cantidad en el manglar de Cartagena de Indias.		Alteza de 10 a 15 m.	Se desarrolla en aguas salinas con una salinidad de 20 a 30 ppt.	Protege las costas contra la erosión y las tormentas tropicales por sus raíces aéreas que estabilizan el suelo y absorben el viento.	Alta	<p>Al enfrentarnos con esta problemática, se propone la realización de una red ambiental que a través de canales atraviesan el lote, este da un tratamiento del agua y logra descontaminarla a partir de métodos naturales. Además se crea una serie de lagos que programáticamente tratan la presencia de cloriformes del agua en diferentes etapas a distintos niveles.</p> <p><b>IMPLANTACION</b></p>  <p>Implantación propuesta para la solución de la contaminación con presencia de 6 lagos que se integran al equipamiento para el control ambiental por medio de canales</p> <p><b>PROCESO DE LIMPIEZA</b></p> 
Especie de manglar	Descripción	Imagen	Dimensiones	Condiciones	Propiedades biológicas	Adaptabilidad																								
Manglar rojo	Es la especie de manglar que se encuentra en mayor cantidad en el manglar de Cartagena de Indias.		Alteza de 20 m en el momento de la floración.	Se desarrolla en aguas salinas con una salinidad de 20 a 30 ppt.	Protege las costas contra la erosión y las tormentas tropicales por sus raíces aéreas que estabilizan el suelo y absorben el viento.	Alta																								
Manglar negro	Es la especie de manglar que se encuentra en menor cantidad en el manglar de Cartagena de Indias.		Alteza de 10 a 15 m.	Se desarrolla en aguas salinas con una salinidad de 20 a 30 ppt.	Protege las costas contra la erosión y las tormentas tropicales por sus raíces aéreas que estabilizan el suelo y absorben el viento.	Alta																								
Manglar blanco	Es la especie de manglar que se encuentra en menor cantidad en el manglar de Cartagena de Indias.		Alteza de 10 a 15 m.	Se desarrolla en aguas salinas con una salinidad de 20 a 30 ppt.	Protege las costas contra la erosión y las tormentas tropicales por sus raíces aéreas que estabilizan el suelo y absorben el viento.	Alta																								

Tabla 2. Conclusiones de Diagnostico

Fuente: Autoría propia.



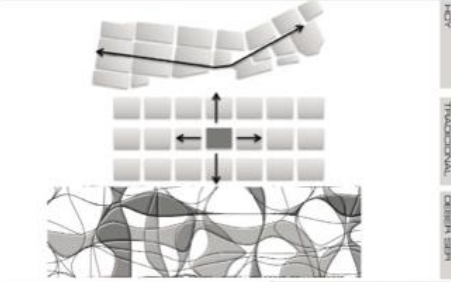
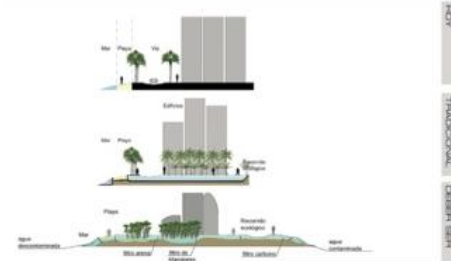
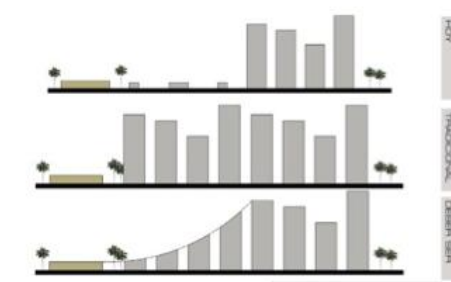
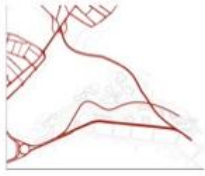


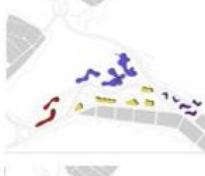

PROBLEMA	HIPOTESIS	RESPUESTA
<p>El lote seleccionado se localiza en una posición estratégica en medio de dos zonas muy importantes para el desarrollo de Cartagena como lo son el centro histórico y la zona de Bocagrande interrumpidos por un geto el cual es el área de implantación de la base naval rompiendo la permeabilidad de este.</p>  <p><b>FLUJOS</b> Están distantes de este sector ya que no son transitado por peatones por el uso de este, además se convierte en un paso obligado para los visitantes y residentes de Bocagrande</p>  <p><b>TENSIONES</b> La zona hotelera y el Centro histórico crea dos tensiones en el que se encuentra e medio el lote a tratar como medio desarticulador de las zonas</p>	<p>Se analiza tres tipos de implementación de la que son la actual, la tradicional y la propuesta es última pretende romper con los problemas existentes mediante nuevas geometrías que responden a las dinámicas de las tensiones y los flujos logrando nuevas retículas articuladoras entre las dos zonas y la integración tierra-mar</p>  <p><b>OCCUPACION DEL SUELO</b></p>  <p><b>BORDE TIERRA-AGUA</b></p>  <p><b>ALTURAS</b></p>	<p>La creación de ciudad mediante entornos inteligentes para responder a otra problemática existente en la península de Bocagrande, creando permeabilidad urbana tanto vertical y horizontal para crear transiciones y conexiones entre la ciudad antigua y la ciudad nueva representativas de la ciudad de Cartagena mediante la nueva implementación de Vías, Canales, Espacio Público, Zona verde.</p>  <p><b>VIAS</b> Nueva implementación de vías que comuniquen la zona histórica con Bocagrande mitigando la división de estos dos sectores</p>  <p><b>CANALES</b> Permeabilidad agua-tierra es lo que busca los canales que programáticamente responden a la limpieza del sector</p>  <p><b>ESPACIO PUBLICO</b> El geto previsto por la base naval antes expuesta en esta zona es cortada por la implementación de senderos internos y costeros para la zona.</p>  <p><b>USOS</b> Transición de usos entre las dos zonas tensionantes con manejo de alturas aplicadas en la ciudad nueva que se vayan acoplando a la ciudad antigua.</p>  <p><b>ZONA VERDE</b> Integración permeable entre los usos, la costa y la zona no afectada respondiendo a la nueva edificabilidad.</p>

Tabla 3. Conclusiones de Diagnostico

Fuente: Autoría propia.



## 4 PROYECTO

### 4.4 SÍNTESIS GENERAL DE LA PROPUESTA

Esta propuesta urbana se realiza mediante la creación de un nuevo paisaje, que integre tanto el proyecto arquitectónico como todas las variables dentro de la propuesta urbana.

Dentro de esta propuesta se integran variables en criterios de alturas y usos principalmente en el borde de la vía propuesta, estos usos se esbozan teniendo en cuenta en primera medida la necesidad residencial encontrada en la ciudad, se resuelve a través de la densificación para lograr además de rentabilidad, crear torres dedicadas al uso residencial y en primera planta se propone una plataforma de uso comercial para resolver problemas de inseguridad.



Figura 10. Propuesta Urbana.

Fuente: imagen autoría propia

Se propone un centro cultural y de investigación oceanográfica, este complejo se divide en tres grandes equipamientos, un museo, acuario y centro de investigación, que se articulan entre sí a través del espacio urbano propuesto, y

que crean recorridos que aportan un atractivo turístico importante además de brindar un servicio a la ciudad.

Este complejo responde además a las problemáticas mencionadas anteriormente en cuatro capas diferentes, ambientalmente, mediante la creación y conexión con canales artificiales de tratamiento de aguas contaminadas, urbanamente creando una permeabilidad en el uso al que se va a destinar el proyecto, en cuanto al espacio urbano se crean en las inmediaciones de este complejo áreas amplias que brindan calidad espacial y visual a los habitantes, y por ultimo representa un aporte importante al impulso tecnológico y de educación ciudadana para la recuperación de los cuerpos de agua en Cartagena.

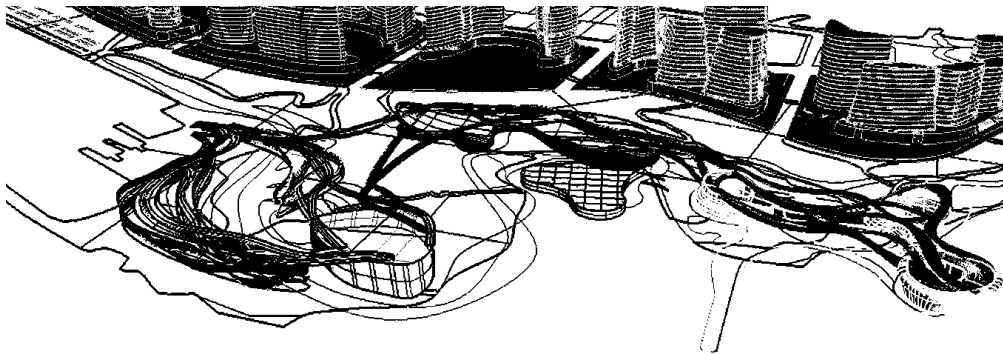


Figura 11. Propuesta urbana 3D.

Fuente: imagen autoría propia

## 4.5 PROCESO DE DISEÑO

Para el desarrollo de esta respuesta se utilizan las herramientas digitales para realizar una propuesta a nivel urbano y arquitectónico, donde a través de diferentes procesos se realiza un análisis de resultados, y de manera conductiva se llega a una solución pertinente a todas las determinantes generadas del estudio.

Dando respuesta a las condiciones antes analizadas se propone un desarrollo

Para el desarrollo formal del proyecto, se ha utilizado como herramienta principal los instrumentos de diseño digital a través de diferentes software especializados en el modelado 3D.

La propuesta para el lote a desarrollar se da a 4 niveles, en primer lugar se realizan los canales de tratamiento de agua, como primera capa, estos canales se logran utilizando un programa de simulador de fluidos ya que al estar trabajando con agua, se toman en cuenta las corrientes oceánicas que influyen directamente en el terreno, y ubicando en los puntos de dirección de estas mareas los emisores de fluidos, que son afectados por diferentes atractores, que se ubican en las áreas del proyecto donde opera un foco de importancia dentro del contexto, de esta manera se genera una formación en delta, con acumulaciones de agua creando de esta manera los lagos conectados a su vez por los canales, y en ellos programáticamente se desarrollan actividades recreativas que aportan al diseño urbano, esta forma creada artificialmente se da ya que en ellas encontramos principalmente la formación de manglares, concepto generador de nuestra intervención en este sector de la ciudad de Cartagena.

Para la segunda fase o capa del proyecto, siendo esta el diseño urbano de parques de manglar, se desarrolla principalmente una técnica partiendo de una cuadrícula que genera una malla a la que, por medio de un plugin llamado grasshopper, se escogen determinados puntos de tensión, definidos por el contexto del proyecto en este caso los canales de tratamiento de agua y la acumulación de estos en tres lagos principales, donde se sitúan los puntos atractores, que al ser activados, deforman a su vez el resto de la malla según la intensidad de tensión que se le den a los valores que funcionan como tensores en estos puntos.

Esta malla deformada, genera líneas que por los parámetros explicados anteriormente, forman una geometría que es utilizada para el desarrollo del espacio público de la propuesta urbana general de las 30 hectáreas que componen el proyecto, dentro de esta propuesta urbana se generan plazas, recorridos peatonales, muelles, parques de manglar y parques de actividades recreativas, respectivamente.

Por último se generan los proyectos arquitectónicos, museo, acuario y centro de investigación, para el desarrollo formal de esta última capa dentro del proyecto, se innova con la creación de una malla que integra los tres componentes, esta malla es una combinación de estructura, envolvente y cubierta de los proyectos.

## 4.6 COMPONENTE AMBIENTAL

Estudiando el cuerpo de agua de la bahía encontramos una contaminación del 65%, siendo afectada por múltiples agentes contaminantes como podemos encontrar: residuos sólidos, Desechos industriales, sedimentación y aguas residuales domésticas, por este motivo se genera el aporte más importante al incluir dentro de los canales un sistema purificador de agua mediante un circuito que se conforma de seis principales etapas de tratamiento.

Este circuito se dispone de manera que el agua entre al proyecto desde mar abierto atravesando el parque manglar, y finalmente desemboque en la bahía de Cartagena produciendo una renovación del agua contaminada, por una ya purificada.

Estas seis etapas de purificación están conformadas en primer lugar por la filtración de los flujos de agua mediante rejillas recolectoras de residuos sólidos, siguiendo por una fase de sedimentación y trampa de grasas, por último se disponen humedales artificiales de tratamiento seguido por los pantanos de manglar.



Figura 12. Componente ambiental

Fuente imagen autoría propia

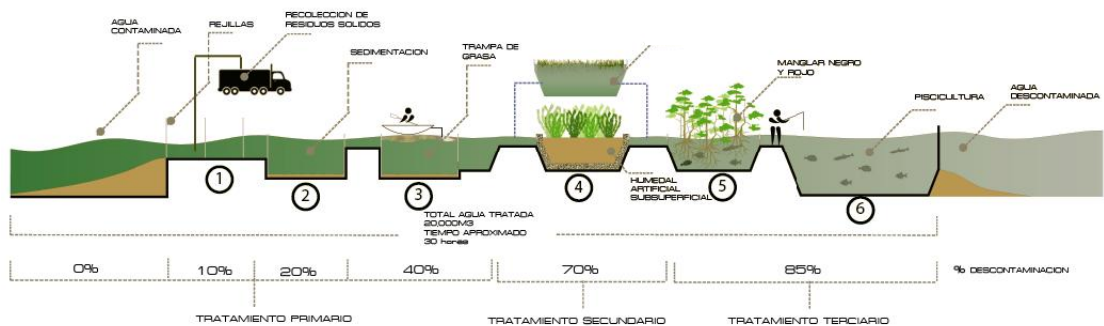


Figura 13. Etapas de purificación del agua.

Fuente: imagen autoría propia

#### 4.7 COMPONENTE DE ESPACIO PÚBLICO

A partir de estos canales se generan espacios públicos, estos se disponen según su uso, de manera tal que a lo largo de estos canales, se ubican áreas de espacios recreativos y áreas de pantanos de manglar respectivamente.

Dentro de los espacios recreativos el proyecto cuenta con áreas para la pesca, deportes acuáticos, muelles, bbq, avistamiento de aves y peces, múltiples senderos peatonales y circuitos de ciclorutas. Por otra parte en los pantanos de manglar se acondicionan recorridos ecológicos con fines recreativos y educativos.



Figura 14. Componente de Espacio público.

Fuente: imagen autoría propia

## 4.8 COMPONENTE DE EDIFICABILIDAD

Como tercera capa se plantea una franja de edificabilidad desarrollada en cinco manzanas, retomando como fundamento de diseño urbano, el eco urbanismo, es por esto que se generan bloques distribuidos estratégicamente en dichas manzanas. Proponiendo una zona hotelera que representa una continuidad del sector de boca grande, y una zona comercial justo en el otro extremo que genere una conexión con el centro histórico. Y en la transición de estos dos puntos se conciben bloques de uso residencial-comercial.

El planteamiento de estos bloques se concibe en primer lugar, dejando su primera planta libre, donde se permite el paso de los canales de agua, y se fomenten espacios para actividades, seguido por una plataforma comercial, proponiendo una mezcla de usos donde los recorridos de los habitantes se disminuyan, y proporcione a su vez seguridad al sector, y por último un desarrollo residencial en altura. Esta altura se determina según la ubicación de cada bloque, de manera tal que logre una permeabilidad en alturas entre las dos tensiones antes mencionadas, para esto la altura máxima de 10 pisos se ubica aledaña al sector de boca grande y de forma decreciente, hasta llegar a 4 pisos al encontrarse con el

sector del centro histórico.

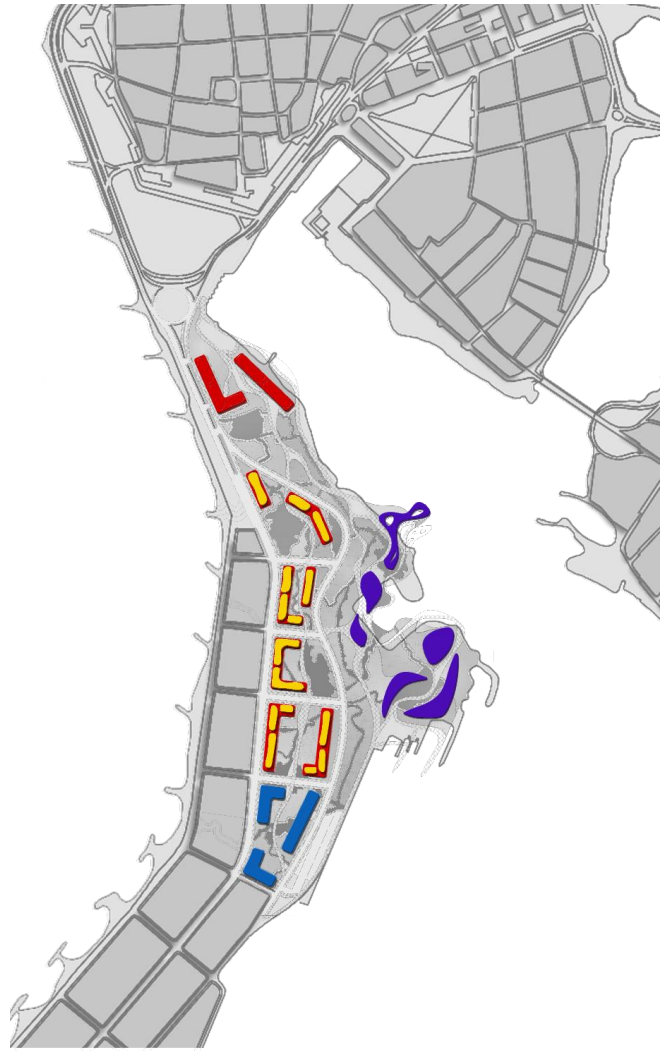


Figura 15. Componente de edificabilidad.

Fuente: autoría propia

#### **4.9 COMPONENTE ARQUITECTÓNICO**

El desarrollo formal de esta propuesta se realiza partiendo de unos emisores que generan una serie de líneas de forma orgánica, estas se relacionan entre sí, simulando un crecimiento natural alusivo al sistema radicular del mangle, de esta manera se logran formar recorridos y permanencias.

La proyección de estas líneas dan como resultado una gran cubierta transitable, que pretende crear una relación íntima entre el espacio público y privado, donde a su vez se desprenden algunos elementos en forma de envolvente.

El proyecto a nivel arquitectónico se realiza en un terreno de 7 ha, donde se implantan tres equipamientos del complejo oceanográfico, museo, acuario y centro de investigación marina respectivamente.

A nivel bioclimático, estos volúmenes se encuentran orientados con respecto al sol y la ventilación de manera que su rendimiento sea óptimo, además se encuentran dilatados del nivel del mar, permitiendo una ventilación que proporcione un bienestar térmico en todos los recorridos del proyecto.

La estructura propuesta es metálica, con revestimientos en un material plástico que aporta unos beneficios a nivel bioclimático importantes, además de darle un acabo acorde con lo desarrollado.



## 5 CONCLUSION

Al concluir este trabajo de investigación, se pueden resaltar dos aportes fundamentales, en primer lugar en cuanto a la respuesta de una problemática urbana – ambiental, mediante el uso de diferentes herramientas digitales, acoplándolas y que manipulando las respectivas variables para el desarrollo formal de la propuesta, arrojan un resultado pertinente a las todas determinantes del sector.

Por otra parte se desarrolla un sistema eco sostenible de tratamiento de aguas para reducir y mitigar los impactos ambientales causados por la contaminación en la bahía de Cartagena en este caso, sin embargo este circuito representa un modelo replicable para la descontaminación de diferentes cuerpos de agua ubicados en diferentes ciudades.



## BIBLIOGRAFIA

BENTLEY Ian, ALCOCK Alan, MCGLYNN Sue, Espacios Vitales, Hacia un diseño urbano y arquitectónico, Barcelona, GUSTAVO GILI, 1999, 151 págs.

ISBN 9788425217319

CIOH - Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas  
<http://www.cioh.org.co/> octubre 11 de 2013 1:00pm

Cartagena, ciudad de afectos y amores. Datos generales. Internet:  
(<http://www.colombia.com/turismo/sitio/cartagena/>)

DIMAR, CIOH, INDERENA. Estudio integral de la contaminación de la bahía de Cartagena. 1983. ONU. Planning and Management of heavily contaminated bays and coastal areas in the Wider Caribbean. 1998.

EPA – Establecimiento Público Ambiental

GREG Lynn, Animated Form. Rights: World; Carton, 2011, 204 pags.  
ISBN 9781568980836

MARUJA Redondo Gómez, Cartagena de Indias: cinco siglos de evolución urbanística. – Bogotá: Fundación universitaria Jorge Tadeo Lozano, 2004, 238 págs.  
ISBN 958 – 9029 – 63 – 9

Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento basico ras - 2000 sección II título e tratamiento de aguas residuales aguacar, Bogotá.  
<http://www.minambiente.gov.co/documentos/TituloE.PDF> octubre 13 de 2013 2:00pm

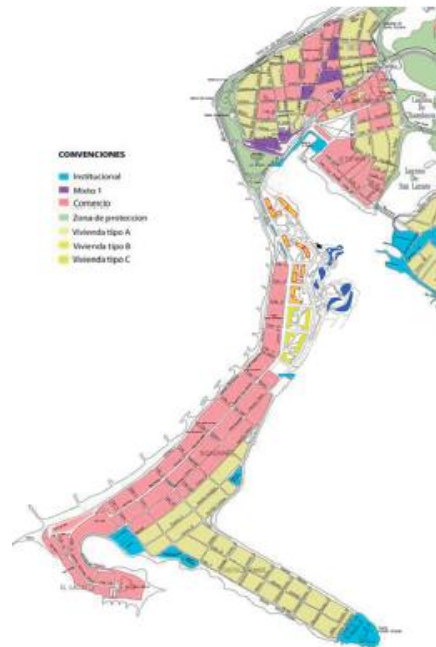
RUANO Miguel, Eco urbanismo, entornos humanos sostenibles: 60 proyectos. Barcelona: GUSTAVO GILI, 1999, 192 págs. ISBN: 9788425217234

Universidad Nacional, Tratamiento de Aguas Residuales,  
[http://www.ing.unal.edu.co/catedra/drs\\_diaz\\_collazos/Salud,%20Calidad%20y%20Tratamiento%20de%20AR/AGUASRESIDUALES.pdf](http://www.ing.unal.edu.co/catedra/drs_diaz_collazos/Salud,%20Calidad%20y%20Tratamiento%20de%20AR/AGUASRESIDUALES.pdf), octubre 13 de 2013 4:00pm

Tarback, E. J. & Lutgens, F. K. 2005. Ciencias de la Tierra, 8ª edición. Pearson Educación S. A., Madrid. ISBN 84-205-4400-0

## ANEXOS

### Análisis de intervención



### Conexión vías



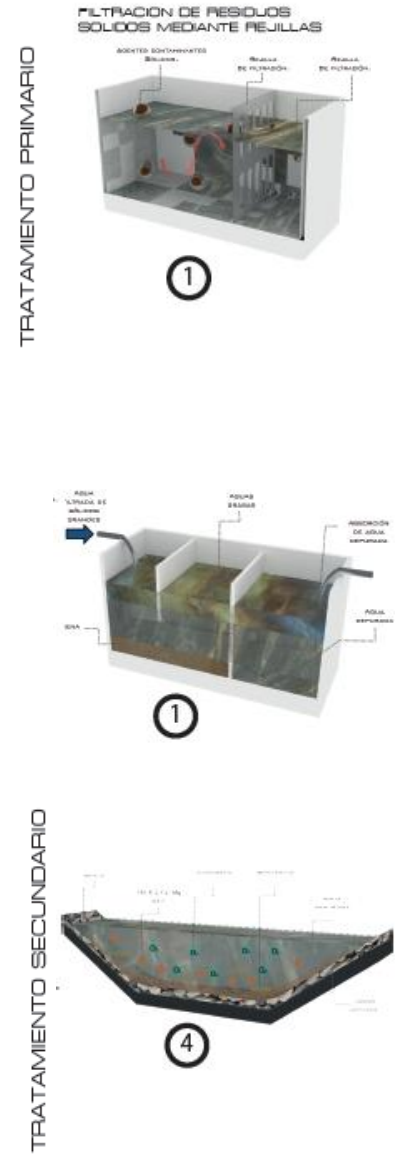
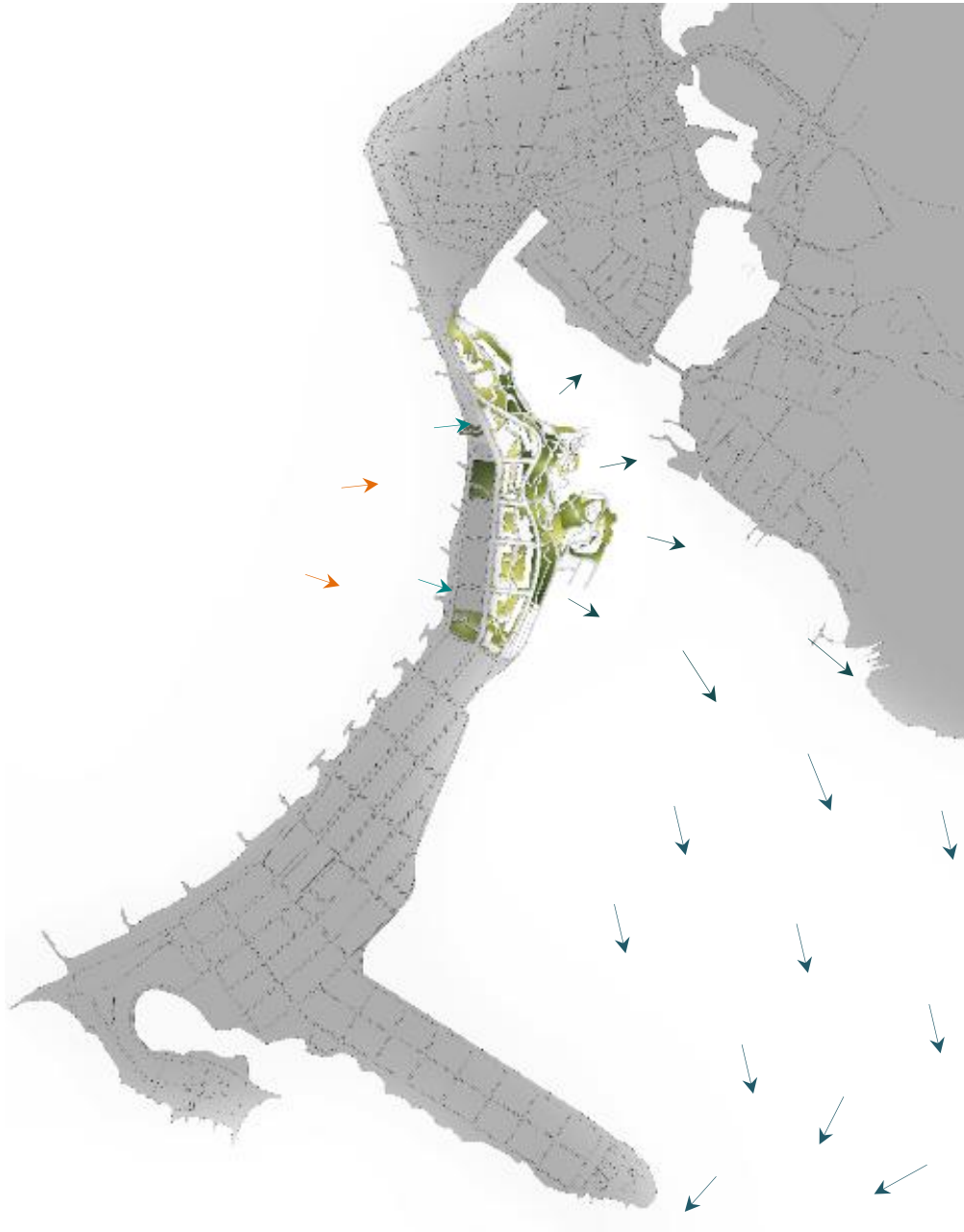
### Plano de usos Cartagena



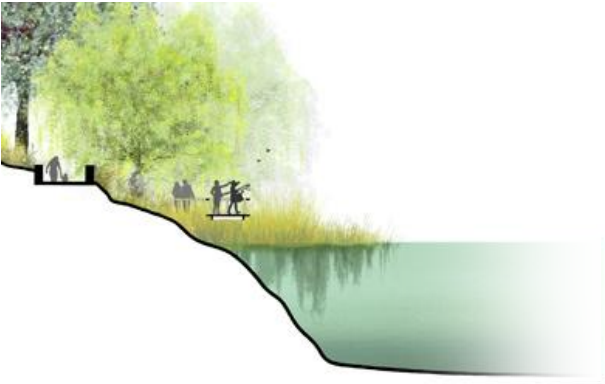
### Plano conexión ambiental

### Plano conexión peatonal

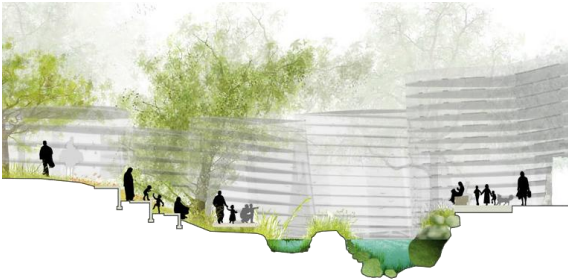
## Análisis circuito de depuración de agua



**Análisis de usos recreativos**



**Actividades urbanas 1**

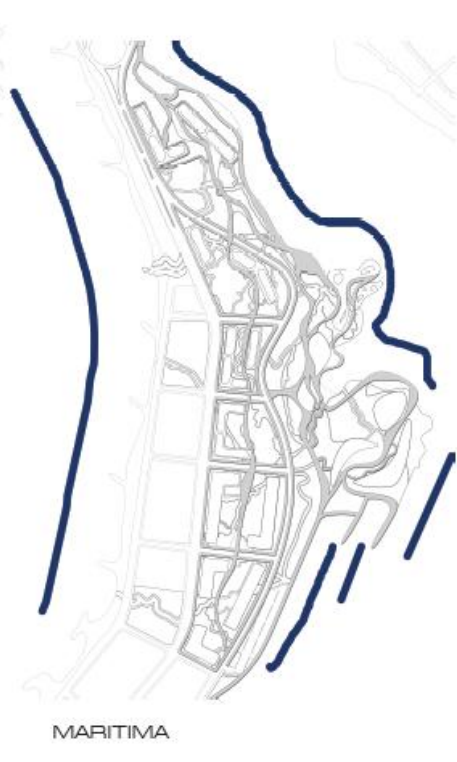
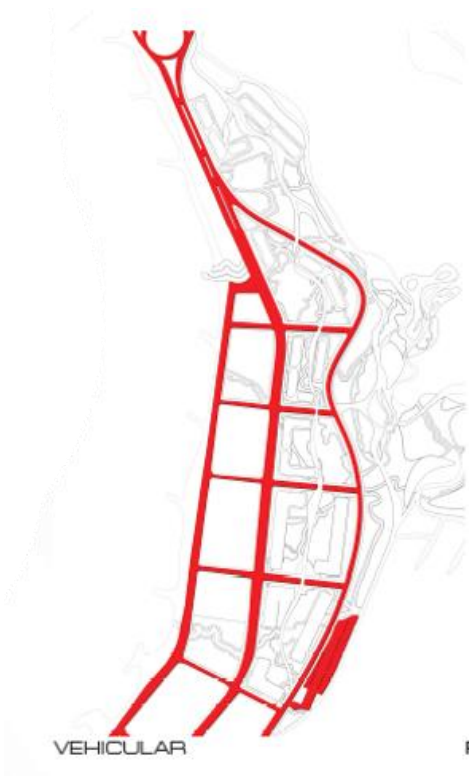


**Actividades urbanas 2**



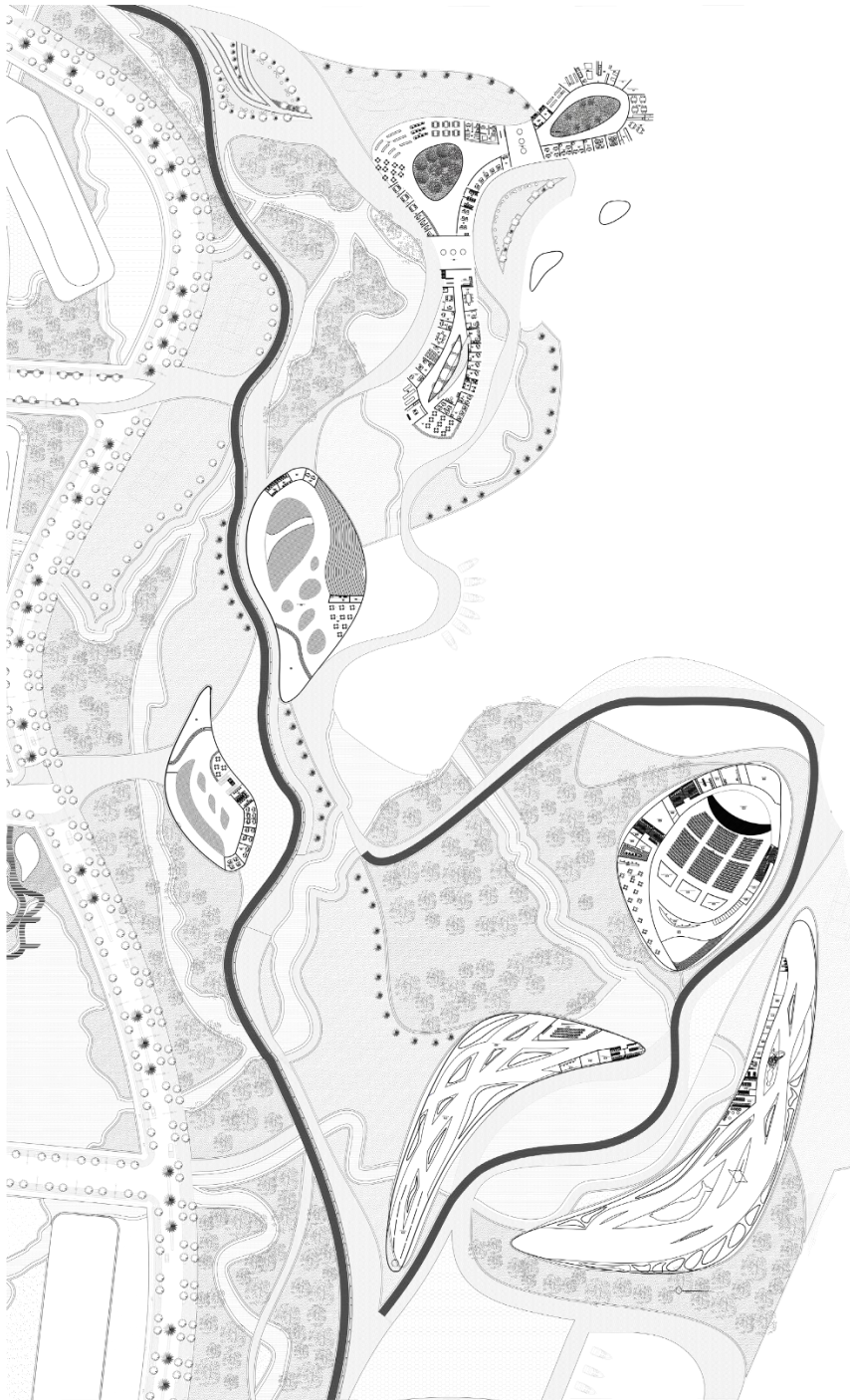
**Actividades urbanas 3**

# Análisis Puntual del Lote

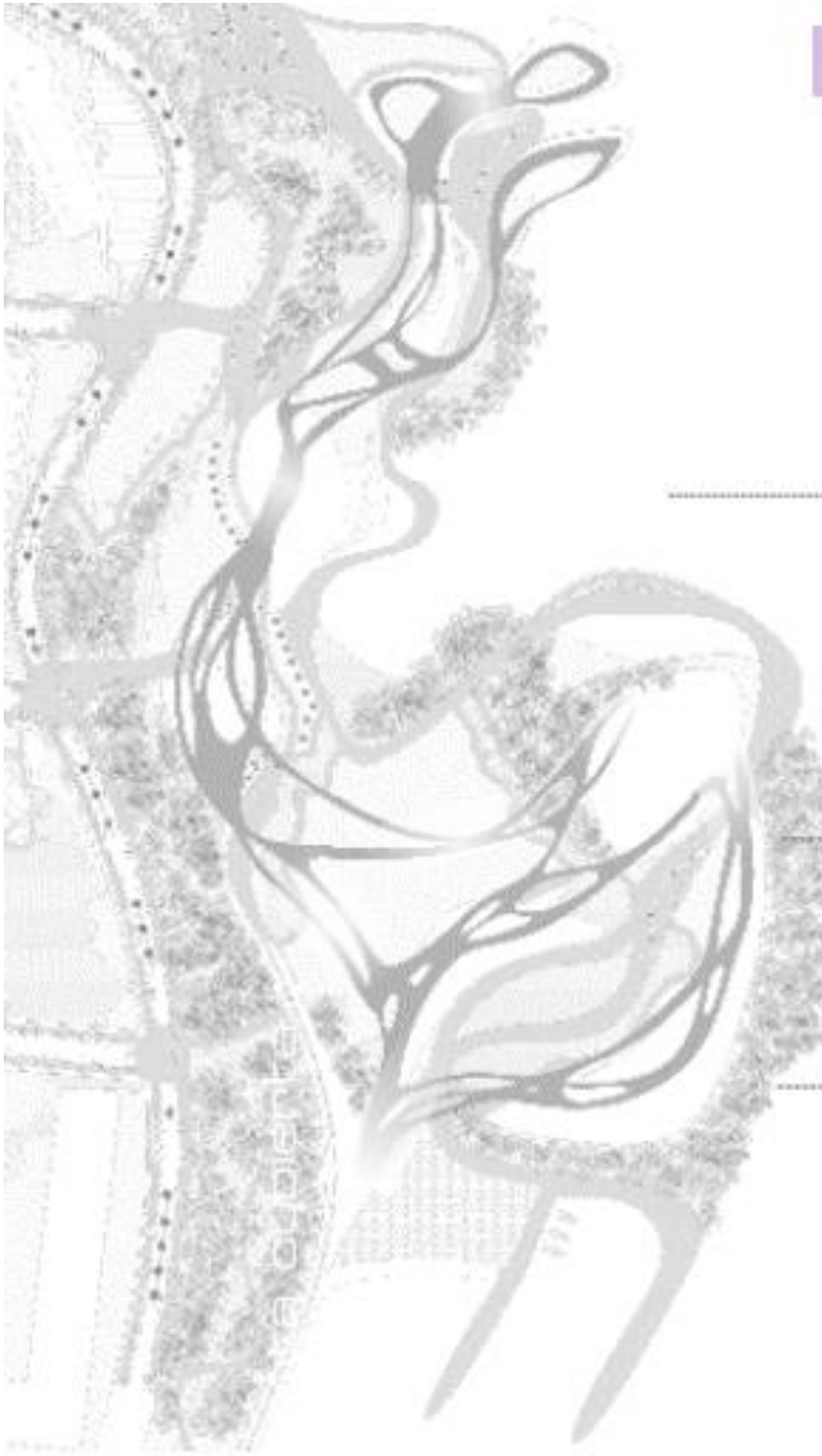




**Planimetría**



**Planta primer piso 1**



Planta cubierta





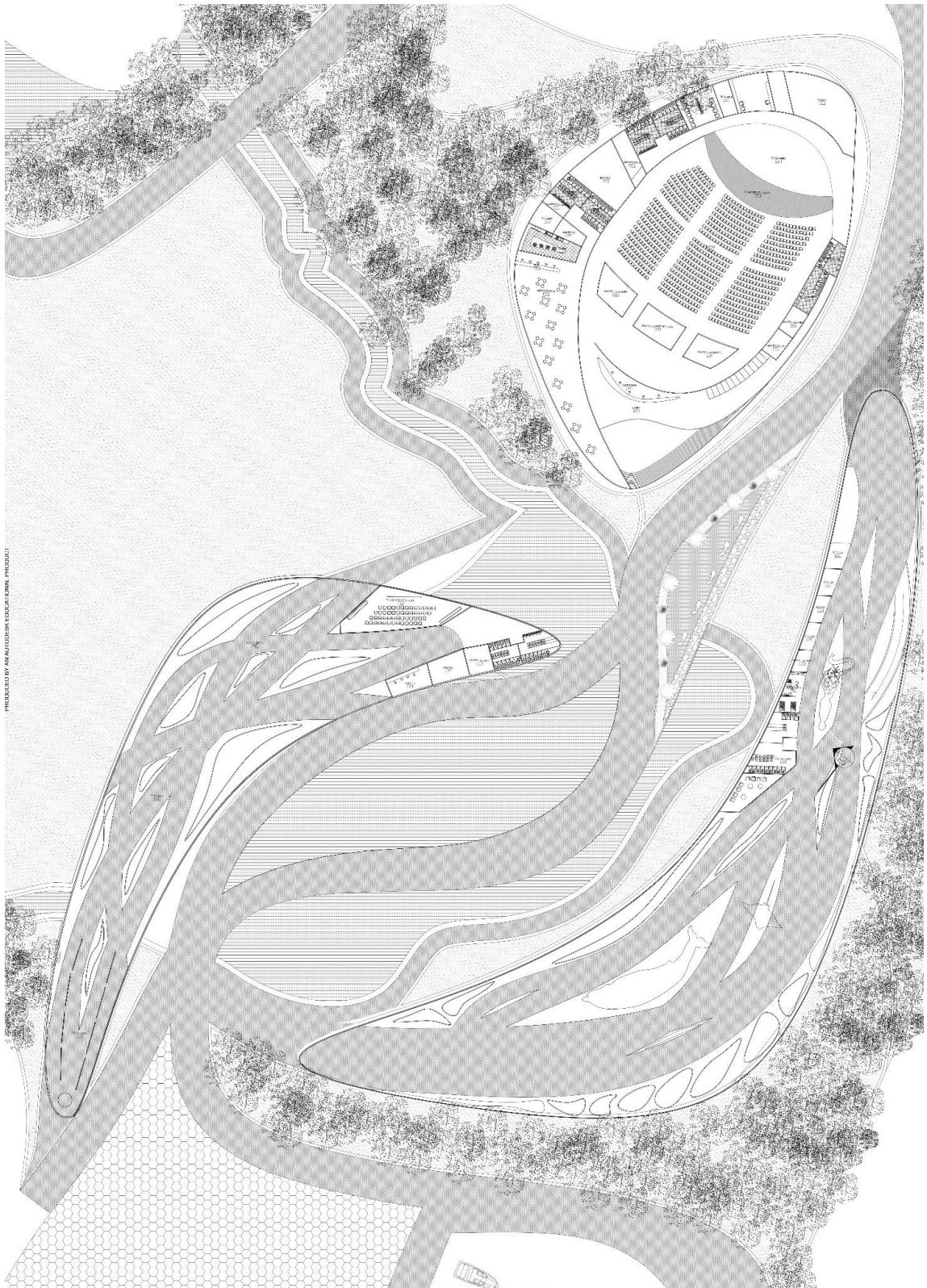
Planta primer piso centro de investigación





planta primer piso Acuario





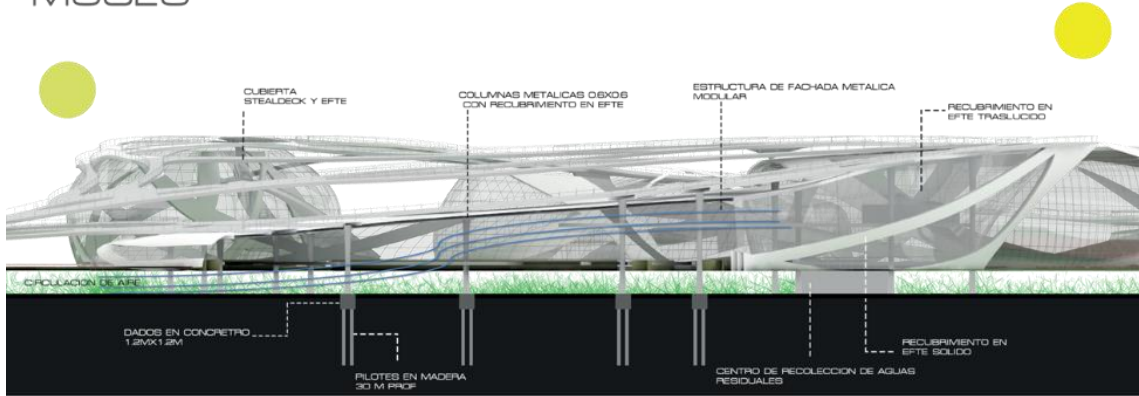
PROYECTO DE PLAN DE OBRAS PARA EL MUSEO DE LA CIUDAD DE LA PAZ

planta primer piso Museo

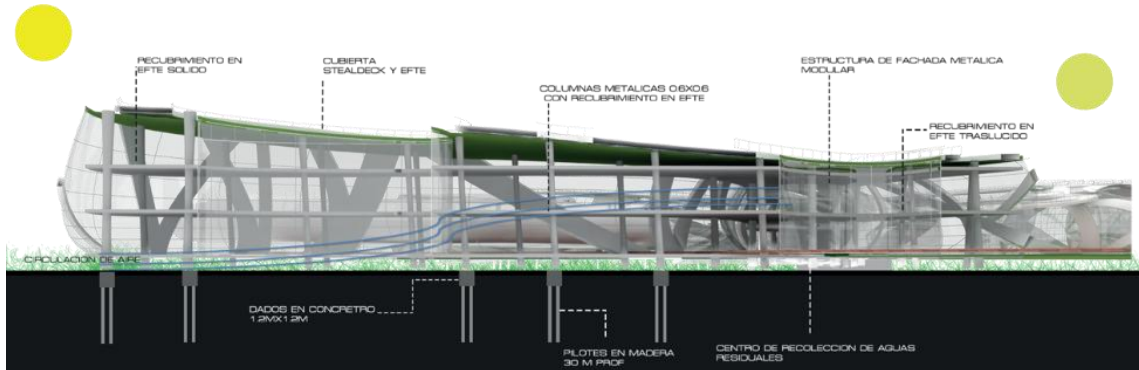


# Análisis Bioclimático

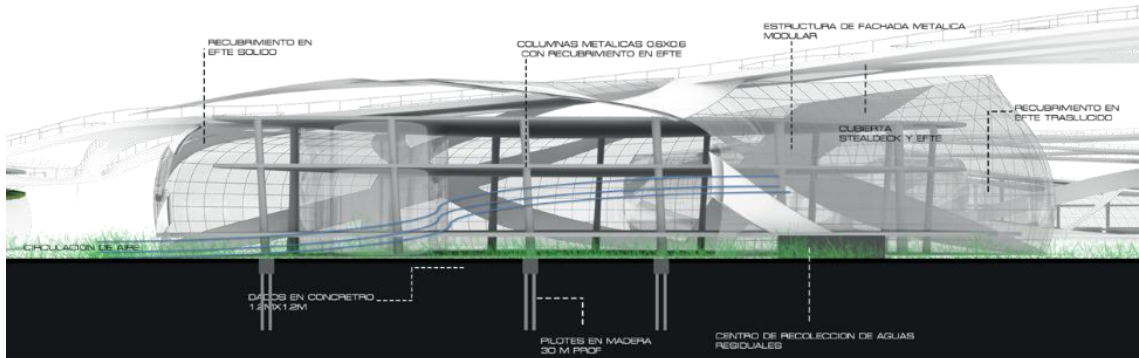
## MUSEO



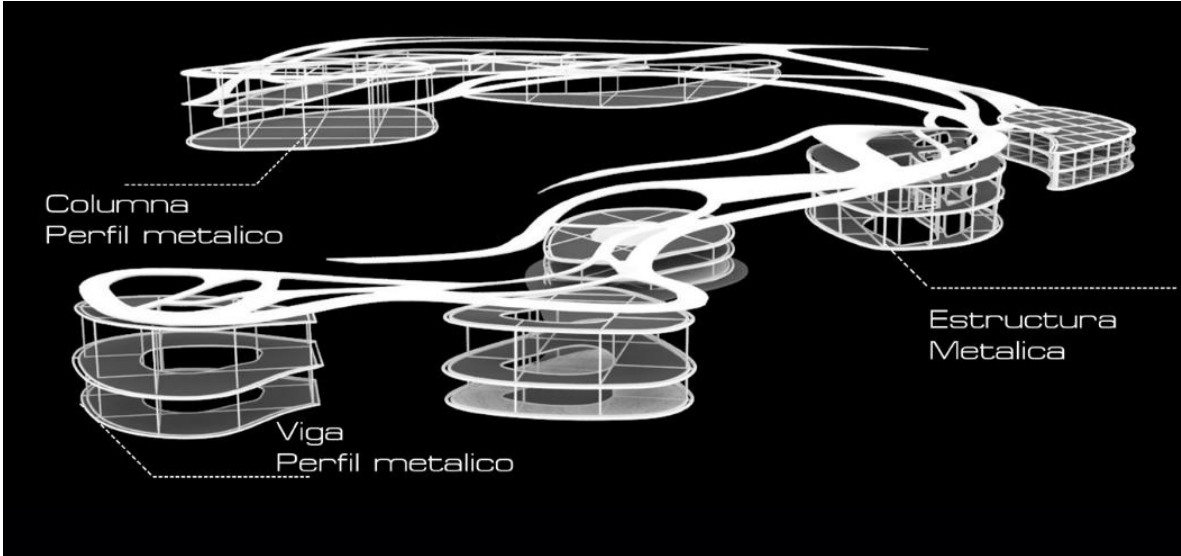
## CENTRO DE INVESTIGACION



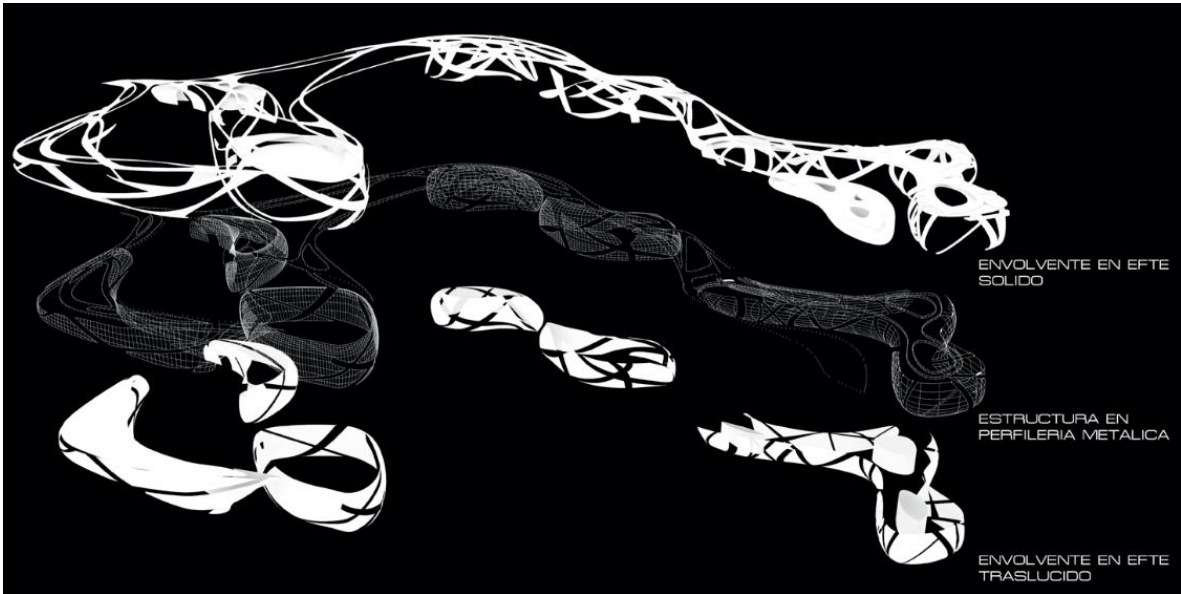
## ACUARIO



# Análisis Estructural

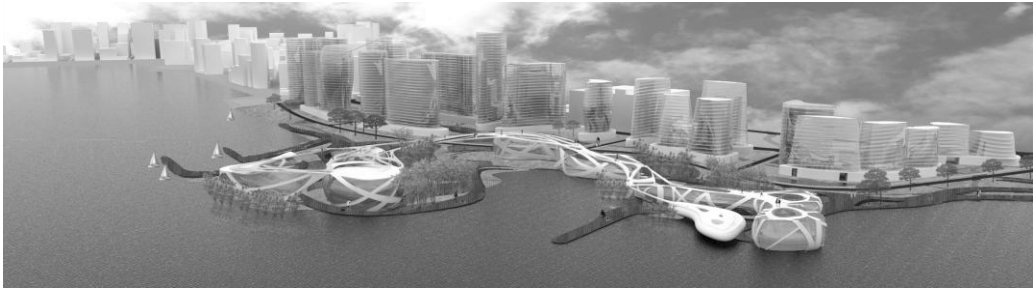


estructura en pórticos

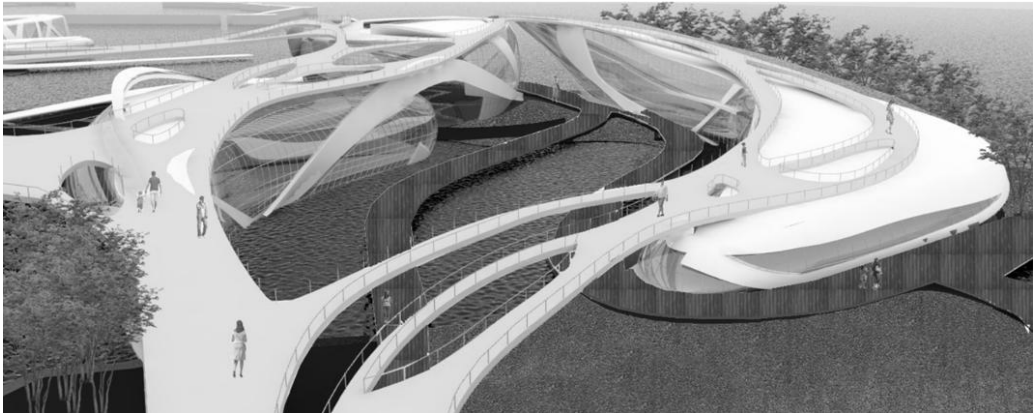


Envolvente

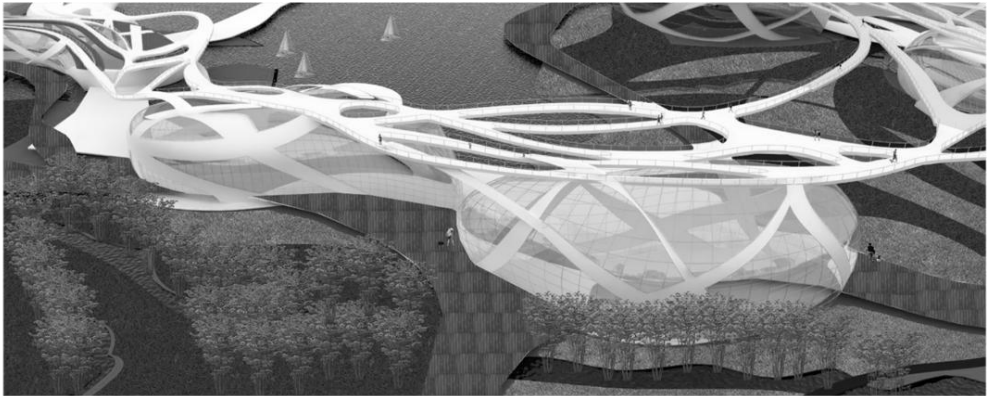
**Imágenes del proyecto**



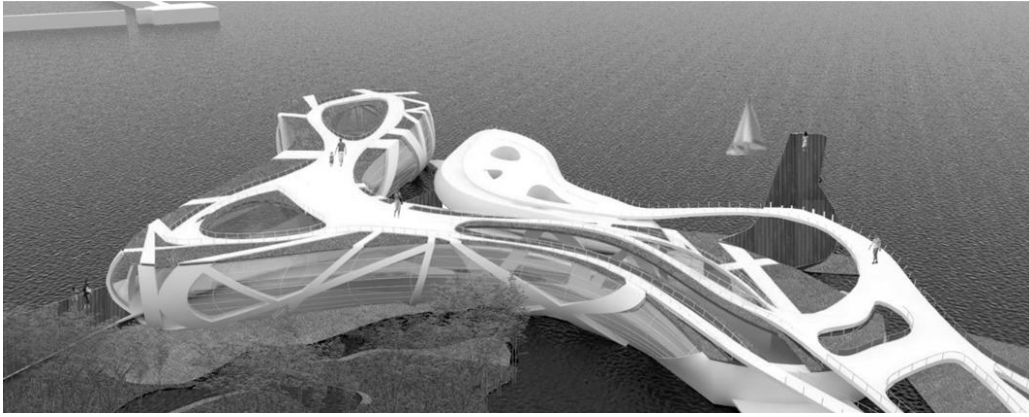
**Imagen general del proyecto**



**Imagen cubierta**



**Imagen acuario**



**Imagen centro de investigación**