

**ESTRATEGIAS PARA EL DISEÑO URBANO DE AGRUPACIONES DE VIVIENDA ORIENTADAS  
A PROCESOS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO. EL CASO DEL MUNICIPIO DE CHÍA**



**AUTORA:**  
Mayerli Mateus Quiroga

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO  
CARRERA DE ARQUITECTURA**

**BOGOTÁ D.C.  
2018**

**ESTRATEGIAS PARA EL DISEÑO URBANO DE AGRUPACIONES DE VIVIENDA ORIENTADAS  
A PROCESOS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO. EL CASO DEL MUNICIPIO DE CHÍA**



**AUTORA:**

Mayerli Mateus Quiroga

**Presentado para optar el título de ARQUITECTA**

**DIRECTORA:**

Arq. Sandra Liliana Caquimbo Salazar

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO  
CARRERA DE ARQUITECTURA  
BOGOTÁ D.C.  
2018**

**ARTÍCULO 23, RESOLUCIÓN No. 13 DE 1946.**

“La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Sólo velará porque no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y porque las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vean en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia”



Pontificia Universidad  
**JAVERIANA**  
Bogotá

Facultad de Arquitectura y Diseño  
Carrera de Arquitectura

**EVALUACIÓN DE TRABAJO DE GRADO POR PARTE DEL DIRECTOR**

**ACTA NÚMERO: 40**

**NOMBRE:** Mateus Quiroga, Mayerli

**DIRECTOR:** Sandra Liliana Caquimbo Salazar

**TÍTULO:** Estrategias para el diseño urbano de agrupaciones de vivienda orientadas a procesos de adaptación al cambio climático. El caso del Municipio de Chía.

**ALCANCE:** DISEÑO SECTORIAL

**FECHA:** Miércoles 6 de Junio de 2018

**HORA:** 8:00 a.m-5:00 p.m.

**SALÓN:** 18-103

**EVALUACIÓN DE LOGROS**

Criterios	Insuficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Sobresaliente
Aporte significativo a la resolución de la problemática abordada			✓		
Solución integral involucrando las variables estética, tecnológica, medio ambiental y de gestión, acordes al modelo curricular			✓		

**EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS**

**COMPETENCIA DISCIPLINAR**

Criterios	Insuficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Sobresaliente
Coherencia entre el planteamiento y la solución			✓		
El problema identificado por el Estudiante está enmarcado dentro del ámbito disciplinar				✓	
Postura crítica en la solución			✓		
Soporte teórico y conceptual que respalda el trabajo de grado			✓		
En el resultado se evidencia un proceso metodológico			✓		
Manejo adecuado del contexto físico			✓		
Dominio del manejo del espacio en los aspectos inherentes a la composición, funcionalidad, escala y proporción			✓		
Dominio de los aspectos tecnológicos		✓			
Comprensión del contexto social, económico y normativo		✓			
Reflejo de una conciencia ambiental				✓	
Se tienen en cuenta aspectos relacionados con la gestión		✓			

Observaciones competencia disciplinar:

El proyecto fue planteado de manera coherente con el problema que se quiso abordar. Sin embargo, faltó mayor desarrollo de las ideas propuestas.

**COMPETENCIA COMUNICATIVA**

Criterios	Insuficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Sobresaliente
Capacidad para comunicar planteamientos y soluciones de manera coherente			✓		
Capacidad de comunicar ideas gráfica y oralmente			✓		
Capacidad de síntesis			✓		
Destrezas en el manejo de los medios de comunicación propios de la disciplina			✓		
Capacidad de expresar coherentemente un proceso y un resultado		✓			

**Observaciones competencia comunicativa:**

La estudiante tiene buena capacidad para articular ideas y expresarlas a través de los medios propios de la disciplina. No obstante, se sugiere mayor atención en la toma de conciencia de cada uno de los aspectos como parte de un proceso proyectual.

**COMPETENCIA ÉTICO - FORMATIVA**

Criterios	Insuficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Sobresaliente
Postura crítica frente a los referentes		✓			
Conciencia en relación al contexto			✓		
Conocimiento claro del grupo social al cual está dirigido		✓			
El estudiante demuestra un pensamiento propio y un posicionamiento crítico			✓		
Trabajo desarrollado con profesionalismo			✓		
A través del aporte planteado en el trabajo de grado se demuestra compromiso con la transformación social del país				✓	
Proyección a futuro				✓	
Uso de fuentes bibliográficas, gráficas y verbales		✓			

**Observaciones competencia ético - formativa:**

Se observa en la estudiante capacidad para plantear propuestas arquitectónicas a partir de un problema espacial dado. Falta mayor maduración de un posicionamiento crítico en el proceso.

Calificación (1.0 a 5.0):

3.8

Reconocimiento para el trabajo de grado: Si la nota es de 5.0, y aparte consideran que este trabajo debe tener un reconocimiento especial, marque una X: \_\_\_\_\_

Sandra Liliana Caquimbo Salazar





Pontificia Universidad  
**JAVERIANA**  
Bogotá

Facultad de Arquitectura y Diseño  
Carrera de Arquitectura

**EVALUACIÓN DE TRABAJO DE GRADO POR PARTE DE LOS JURADOS**

**ACTA NÚMERO:**40

**NOMBRE:** Mateus Quiroga, Mayerli

**TÍTULO:** Estrategias para el diseño urbano de agrupaciones de vivienda orientadas a procesos de adaptación al cambio climático. El caso del municipio de Chía.

**PRESIDENTE:** Jorge Santander

**JURADO1:** Alfonso Gómez Gómez

**JURADO:** Hernando Carvajalino Bayona

**FECHA:** Martes 12 Junio de 2018

**HORA:** 3:00 P.M.-5 P.M.

**SALÓN:** 18-103

**EVALUACIÓN DE LOGROS**

Criterios	Insuficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Sobresaliente
Aporte significativo a la resolución de la problemática abordada			X		
Solución integral involucrando las variables estética, tecnológica, medio ambiental y de gestión, acordes al modelo curricular		X			

**EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS**

**COMPETENCIA DISCIPLINAR**

Criterios	Insuficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Sobresaliente
Coherencia entre el planteamiento y la solución		X			
El problema identificado por el Estudiante está enmarcado dentro del ámbito disciplinar			X		
Postura crítica en la solución		X			
Soporte teórico y conceptual que respalda el trabajo de grado			X		
En el resultado se evidencia un proceso metodológico			X		
Manejo adecuado del contexto físico		X			
Dominio del manejo del espacio en los aspectos inherentes a la composición, funcionalidad, escala y proporción		X			
Dominio de los aspectos tecnológicos	X				
Comprensión del contexto social, económico y normativo	X				
Reflejo de una conciencia ambiental			X		
Se tienen en cuenta aspectos relacionados con la gestión	X				

**Observaciones competencia disciplinar:**

---



---



---



---

**COMPETENCIA COMUNICATIVA**

Criterios	Insuficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Sobresaliente
Capacidad para comunicar planteamientos y soluciones de manera coherente			X		
Capacidad de comunicar ideas gráfica y oralmente			X		
Capacidad de síntesis		X			
Destrezas en el manejo de los medios de comunicación propios de la disciplina			X		
Capacidad de expresar coherentemente un proceso y un resultado		X			

Observaciones competencia comunicativa:

---



---



---



---

**COMPETENCIA ÉTICO – FORMATIVA**

Criterios	Insuficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Sobresaliente
Postura crítica frente a los referentes			X		
Conciencia en relación al contexto			X		
Conocimiento claro del grupo social al cual está dirigido	X				
El estudiante demuestra un pensamiento propio y un posicionamiento crítico			X		
Trabajo desarrollado con profesionalismo			X		
A través del aporte planteado en el trabajo de grado se demuestra compromiso con la transformación social del país			X		
Proyección a futuro			X		
Uso de fuentes bibliográficas, gráficas y verbales	X				

Observaciones competencia ético - formativa:

---



---



---

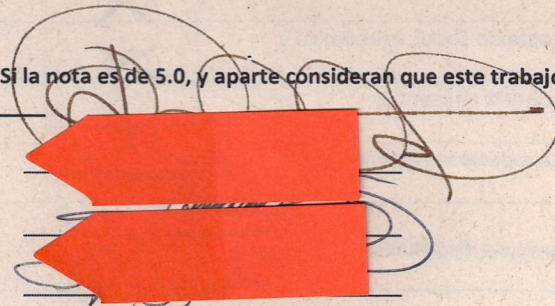


---

Calificación (1.0 a 5.0): 3.0

Reconocimiento para el trabajo de grado: Si la nota es de 5.0, y aparte consideran que este trabajo debe tener un reconocimiento especial, marque una X:

1. PRESIDENTE: Jorge Santander
2. JURADO1: Alfonso Gómez Gómez
3. JURADO: Hernando Carvajalino Bayona



## ÍNDICE

1. AGRADECIMIENTOS.....	6
2. RESUMEN .....	7
3. LISTA DE ABREVIACIONES .....	9
4. INTRODUCCIÓN .....	10
5. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	14
6. JUSTIFICACIÓN.....	15
7. ALCANCE .....	15
8. OBJETIVOS .....	16
8.1. OBJETIVO GENERAL .....	16
8.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
9. MARCO TEÓRICO.....	17
10. EL CAMBIO CLIMÁTICO.....	20
10.1. CONSECUENCIAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN COLOMBIA.....	21
11. QUÉ ESTÁ HACIENDO COLOMBIA RESPECTO AL CAMBIO CLIMÁTICO .....	22
11.1. POLÍTICA NACIONAL DEL CAMBIO CLIMÁTICO .....	24
11.2. PLAN NACIONAL DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO .....	26
11.3. PLAN REGIONAL INTEGRAL DEL CAMBIO CLIMÁTICO .....	28
12. PROYECCIONES CLIMATOLÓGICAS – ARUP.....	29
13. LINEAMIENTOS GENERALES.....	30
14. BOGOTÁ D.C .....	31
15. LA SABANA DE BOGOTÁ .....	33
15.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS .....	34
15.2. CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN .....	35
15.3. CONDICIONES FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO .....	36
16. MUNICIPIO DE CHÍA COMO CASO DE ESTUDIO .....	37
16.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS .....	39
16.2. CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN.....	42
16.3. CONDICIONES FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO .....	44
16.4. CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL LOTE .....	47
17. REFERENTES .....	50
17.1. DRYLINE - BIG.....	55
17.2. THE URBAN RIGER – BIG .....	60
17.3. INTERLACE - OMA.....	63
18. ENERGÍAS RENOVABLES.....	68
18.1. SOLAR.....	69
18.2. PLANT – E .....	70
19. SISTEMA PASIVO .....	72
20. SISTEMA DE MURO TROMBE.....	74
21. HUMEDALES ARTIFICIALES .....	75



22. VEGETACIÓN .....	76
23. ESTRATEGIAS DE DISEÑO .....	78
24. BIBLIOGRAFÍA.....	82
25. ANEXOS.....	84
25.1.    PLIEGOS FINALES .....	84

# 1. Agradecimientos

Quiero expresar mi mayor gratitud a mis padres, quienes me apoyaron durante toda mi carrera de principio a fin, y a mi hermana; sin ustedes esto no hubiese sido realidad.

A Dios, por brindarme esta familia y amigos; y permitirme entrar a la PUJ para haber cruzado esta senda de mucho aprendizaje, esfuerzo y momentos inolvidables que marcaron mi camino para lograr ser arquitecta.

Y finalmente y no menos importante a mi directora, que me guió durante todo el desarrollo de mi trabajo de grado, y a todos los profesores que me aportaron en el desarrollo del mismo.

## 2. Resumen

Actualmente el planeta está teniendo cambios en sus patrones climáticos y en todo el mundo se están presentando diversas reacciones ante estos cambios. De acuerdo con su latitud algunos países presentan variaciones climáticas marcadas en sus estaciones, mientras que otros debido a su cercanía con la línea del Ecuador, presentan variaciones en el régimen de lluvias. Todos están experimentando los efectos del cambio en el clima global y por lo tanto deben adaptarse, mitigar consecuencias y generar soluciones dependiendo del impacto que tengan estos cambios (Heck, Andre 2006).

Según el IDEAM, Colombia dada su latitud, sus características físicas como la topografía irregular-, sociales-como el asentamiento de población en zonas de alto riesgo-, y su diversidad en microclimas, es más vulnerable a los cambios climáticos. Esto implica que para el país, es de vital importancia generar la capacidad de entender las consecuencias que denotan los cambios en el clima, evaluando amenazas y previendo los impactos sobre los territorios, ecosistemas y economías. Una muestra de la alta vulnerabilidad social, económica y ambiental de Colombia fue el balance de pérdidas cercanas a 11.2 billones de pesos, 3.2 millones de personas afectadas y un 82% de daños estimados en los sectores de vivienda e infraestructura, dejado por "el fenómeno de la Niña" 2010-2011 según reveló el estudio de "Valoración de daños y pérdidas, Ola invernal en Colombia" (Comisión Económica para América Latina - CEPAL; Banco Interamericano de Desarrollo – BID, 2012). Las pérdidas económicas, humanas y ambientales que dejó el fenómeno, evidenciaron la ausencia de estrategias de adaptación como respuesta al cambio del clima y a eventos climáticos extremos, lo que llevó a la creación del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático PNACC (Lozano, 2016). La finalidad del PNACC es reducir la vulnerabilidad del país e incrementar su capacidad de respuesta frente a las amenazas e impactos del cambio climático (PNACC, 2012). Este plan se enmarca en la Política Nacional del cambio climático (PNCC) y a nivel regional se complementa con el Plan Regional Integral de Cambio Climático (PRICC) que dentro de sus diversos lineamientos, objetivos y actores, incluyen a la arquitectura como parte de la solución de la problemática.

En términos generales Colombia presenta regiones con vulnerabilidad alta por amenaza de variación significativa en precipitaciones, lo cual produce inundaciones o sequías. Una de estas regiones vulnerables es la Sabana de Bogotá, que a su vez presenta municipios con alta vulnerabilidad principalmente frente a las inundaciones. Según los informes del PRICC, uno de los municipios que se encuentran con mayor amenaza por inundaciones y afectación en la disponibilidad y calidad hídrica es el Municipio de Chía; razón que lo convierte en un interesante caso de estudio.

Al respecto, tras hacer un análisis al municipio de Chía, en relación a sus características físicas, espaciales, sociales, demográficas y ambientales, se entiende que cuenta con dos cuerpos hídricos muy importantes, como lo son el río

Frio y el Rio Bogotá. Sin embargo el municipio ha vivido la presión del desarrollo y el crecimiento acelerado desde hace ya más de 50 años, misma que no previó respetar las rondas y comportamientos naturales de estos ríos, lo cual ha generado consecuencias (inundaciones) por urbanizar cerca de los cuerpos hídricos, no cuidarlos y negar valor que tienen para el territorio.

De acuerdo con lo anterior, este trabajo de grado plantea estrategias que permitan a la arquitectura aportar a la solución a la problemática del cambio climático, especialmente a las inundaciones. Estas estrategias son de diseño urbano, es decir la escala es urbana, pues para lograr evidenciar esto en el resultado arquitectónico debe ser concebido desde lo urbano, y posteriormente aplicar estas estrategias en un proyecto piloto, mediante el diseño de espacio público, ya que será el que direccionará todo el funcionamiento del proyecto e implantación de los volúmenes, recibiendo a su vez, los mayores impactos de inundaciones; todo esto para el desarrollo de agrupaciones de vivienda, pues la vivienda es una de las siete actividades que según el IPCC generan mayores emisiones de CO<sub>2</sub>, tanto en su construcción como en su funcionamiento.

Estas estrategias son direccionadas bajo dos conceptos fundamentales, mitigación y adaptación. Están determinadas en el marco de las acciones globales y políticas nacionales frente al cambio climático y son traducidas a la arquitectura teniendo en cuenta las condiciones climáticas específicas del territorio de trabajo. Un aspecto clave para el desarrollo de estas estrategias, fue también el uso de datos de proyecciones climáticas para el territorio, es decir se trabajó con base en lo que se prevé científicamente que ocurrirá en el futuro en el territorio y no con base en datos históricos, pues éstos últimos son menos precisos considerando que el territorio está en constante evolución.

En este escenario, el proyecto piloto que materializa las estrategias para Chía, está proyectado para que se adapte a las consecuencias del cambio climático en diferentes escenarios temporales como lo son el 2025, 2070 y 2100. Todo esto mediante el uso de nuevas tecnologías de energías renovables, estudios de soleamiento, vientos, confort térmico entre otras variables que hacen posible esta adaptación al cambio climático, y puntualmente frente a las inundaciones, se implementaron medidas como la liberación de primero piso, uso de humedales artificiales tanto para contener la inundación como para gestionar el proceso de aguas lluvias y grises, entre otras que se explicarán a lo largo de este documento.

### 3. Lista de Abreviaciones

**PICC** Panel Intergubernamental del Cambio Climático

**PNCC** Política Nacional de Cambio Climático

**PNACC** Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático

**PRICC** Plan Regional Integral al Cambio Climático

**PDAMVCC** Plan Distrital de Adaptación y Mitigación a la Variabilidad y el Cambio Climático

**POT** Plan de Ordenamiento Territorial

**GEI** Gases de Efecto Invernadero

**CO2** Dióxido de Carbono

# **Estrategias para el diseño urbano de agrupaciones de vivienda orientadas a procesos de adaptación al cambio climático. El caso del municipio de Chía.**

## **4. Introducción**

En las próximas décadas, las ciudades de todo el mundo experimentarán los impactos del aumento de la temperatura global. Países como Alemania, Francia, Italia, entre otros, ubicados sobre el Trópico de Cáncer en el Hemisferio Norte, tienen estaciones. Allí los cambios están incidiendo en retrasos de inicios de estaciones y en temperaturas diferentes a las normalmente esperadas para cada estación del año (Heck, Andre 2006) Mientras, en países como Colombia, los cambios están incidiendo en aumentos de precipitaciones, intensificación de los fenómenos del niño y de la niña, entre otros, lo cual demuestra que sin importar la ubicación todos estamos expuestos a los efectos del cambio climático.

Según el IDEAM, Colombia dada su latitud, sus características físicas como la topografía irregular-, sociales-como el asentamiento de población en zonas de alto riesgo-, y su diversidad en microclimas, es más vulnerable a los cambios climáticos. Esto implica que para el país, es de vital importancia generar la capacidad de entender las consecuencias que denotan los cambios en el clima, evaluando amenazas y previendo los impactos sobre los territorios, ecosistemas y economías. Una muestra de la alta vulnerabilidad social, económica y ambiental de Colombia fue el balance de pérdidas cercanas a 11.2 billones de pesos, 3.2 millones de personas afectadas y un 82% de daños estimados en los sectores de vivienda e infraestructura, dejado por "el fenómeno de la Niña" 2010-2011 según reveló el estudio de "Valoración de daños y pérdidas, Ola invernal en Colombia" (Comisión Económica para América Latina - CEPAL; Banco Interamericano de Desarrollo – BID, 2012). Las pérdidas económicas, humanas y ambientales que dejó el fenómeno, evidenciaron la ausencia de estrategias de adaptación como respuesta al cambio del clima y a eventos climáticos extremos, lo que llevó a la creación del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático PNACC (Lozano, 2016). La finalidad del PNACC es reducir la vulnerabilidad del país e incrementar su capacidad de respuesta frente a las amenazas e impactos del cambio climático (PNACC, 2012). Este plan se enmarca en la Política Nacional del cambio climático (PNCC) y a nivel regional se complementa con el Plan Regional Integral de Cambio Climático (PRICC) que dentro de sus diversos

lineamientos, objetivos y actores, incluyen a la arquitectura como parte de la solución de la problemática.

Así mismo, según el Plan Distrital de Adaptación y Mitigación a la Variabilidad y el Cambio Climático (PDAMVCC) de Bogotá, gran parte de la población está ubicada en áreas de las cordilleras con problemas de escasez hídrica e inestabilidad de suelos y en áreas expuestas a inundaciones. Adicionalmente, en el país se registra una alta ocurrencia de eventos asociados al clima (periodos de sequías o de inundaciones, remoción en masa, deslizamientos, vendavales, incendios, entre otros) que han ocasionado la pérdida de vidas humanas, además del deterioro de las condiciones de habitabilidad en los territorios.

Hay dos fenómenos principales que están influyendo fuertemente en las condiciones climáticas de países localizados en Suramérica, el primero es el fenómeno del niño, que detiene los vientos alisios que llevan las aguas del Pacífico del Este a Oeste, genera acumulación de aguas calientes en las zonas de América del Sur, lo que en Colombia provoca disminución de precipitaciones o lluvias y aumento de temperaturas y sequías (IDEAM, 2015). Y el segundo es el fenómeno de la niña, que por el contrario potencia los vientos alisios desde Suramérica hasta Asia y Australia, generando en Colombia, fuertes lluvias y disminución de temperaturas en las áreas andina, caribe y pacífica (IDEAM, 2016).

En este contexto, los escenarios climáticos desarrollados para Colombia, proyectan una tendencia al aumento de la temperatura media, entre 2°C y 4°C al 2070, y una modificación en los patrones hidrológicos como una reducción en la precipitación hasta de un 30 % en algunas regiones (PDAMVCC, 2014).

A continuación, en el Cuadro 1, se ven algunos posibles cambios y efectos del cambio climático, tanto en las zonas urbanas como directamente en las personas. Esto incide en diversos sectores como el de la salud, provocando tanto enfermedades como muertes y a su vez afectando disponibilidad y calidad de alimentos y del agua, que se ven reflejados en la salud de los habitantes.

Cuadro 1: Algunos posibles efectos del cambio climático

CAMBIO	EFFECTO EN LAS ZONAS URBANAS	EFFECTO EN LA SALUD Y LA CAPACIDAD DE RESISTENCIA DE LOS HOGARES
<b>Periodos cálidos y olas de calor:</b> mayor frecuencia en la mayoría de las zonas terrestres	Islas de calor con temperaturas de hasta 7°C (44,6°F) más elevadas; mayor contaminación del aire	Mayor riesgo de enfermedades y muertes relacionadas con el calor; más enfermedades transmitidas por vectores; efectos en quienes realizan tareas fatigosas; mayor incidencia de enfermedades respiratorias; escasez de alimentos debido a los efectos en la agricultura
<b>Fuertes precipitaciones:</b> mayor frecuencia en la mayoría de las zonas  Mayor intensidad de la actividad ciclónica tropical (incluidos huracanes y tifones)	Mayor riesgo de inundaciones y deslizamientos de tierra; interrupción en el acceso a los medios de subsistencia y en las economías de las ciudades; daños a viviendas, bienes, empresas, transporte e infraestructura; pérdida de ingresos y activos; a menudo, grandes desplazamientos de población y por consiguiente riesgo para los activos y las redes sociales	Muertes; heridas; mayor incidencia de enfermedades relacionadas con los alimentos y el agua; aumento del paludismo debido a las aguas estancadas; menor movilidad y sus consecuencias en los medios de subsistencia; escasez de alimentos; desplazamientos y riesgos conexos para la salud mental
Mayor superficie afectada por la <b>sequía</b>	Escasez de agua, migración de las personas afectadas a los centros urbanos; limitaciones para la generación hidroeléctrica; menor demanda rural de bienes y servicios; mayor precio de los alimentos	Mayor escasez de alimentos y agua; mayor incidencia de malnutrición y enfermedades transmitidas por el agua y los alimentos; mayor riesgo de incendios forestales y problemas respiratorios conexos
Mayor incidencia como consecuencia de <b>aumentos extremos en el nivel del mar</b>	Pérdida de bienes y empresas; perjuicio para el turismo; daños a las construcciones por la elevación de la capa freática	Inundaciones costeras; mayor riesgo de muerte y lesiones; pérdida de medios de subsistencia; problemas para la salud por la mayor salinidad del agua

Tomado de <https://ovacen.com/como-afectara-el-cambio-climatico-a-las-ciudades/>

Los cambios bruscos de temperatura van acompañados de los eventos extremos que también ocurren, lluvias muy fuertes, granizadas donde antes no había, sequía donde tenían lluvias regulares y grandes ventarrones son consecuencia del cambio climático. En territorios como la Amazonia y la Orinoquia se ha evidenciado que los veranos son mucho más intensos y sequías más fuertes. En ríos que antes eran muy grandes, como el Cravo Norte, han disminuido los niveles del agua. En algunos casos el impacto ha sido tal que el agua superficial ha desaparecido. *“En el piedemonte amazónico y el área de transición entre Meta y Guaviare ya no tienen disponibilidad. Hoy en día parece un paisaje lunar, lleno de huecos hechos con retroexcavadoras para guardar un agua barrosa en la época del verano donde antes había agua superficial. Esto sucede por la combinación de cambio climático y el cambio del uso del suelo”*, aseguró Rodrigo Botero, director de la Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible. (Semana, 2017).

La ciudad y el territorio que la circunda constituyen una unidad funcional, ya que tienen fuertes relaciones de interdependencia en materia de bienes y servicios ambientales y de actividades socioeconómicas. Por eso, el abordaje de los problemas descritos requiere una estrategia concebida con visión regional. Los efectos del cambio climático deben tratarse con una gestión que supere los límites del Distrito y abarque una región más amplia, definida tanto con criterios naturales como políticos (Guhl, 2015).

Bogotá ha avanzado bastante en materia de formulación de políticas y planes para enfrentar el cambio climático, por ejemplo con el PDAMVCC a nivel de la ciudad, que se articula con el Plan Regional Integral de Cambio Climático (PRICC), llevado a cabo por varias instituciones y apoyado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.



El PRICC estudia los efectos del cambio climático para Bogotá y Cundinamarca y propone escenarios futuros por hasta 100 años (Guhl,2015). En los estudios del PRICC se señalan los altos riesgos que se vislumbran por los cambios en los patrones de lluvia y el aumento de temperatura. También es especialmente preocupante el efecto que el aumento de temperatura puede tener sobre la extensión y capacidad de los páramos que surten de agua a Bogotá y la región, y se anticipan períodos con extremos de lluvias y sequías. Mientras que el PDAMVCC, con el apoyo del PRICC, estudia a Bogotá conforme a seis problemáticas principales que tendrá Colombia, como las emisiones de gases de efecto Invernadero, cambios en temperatura y precipitación, vulnerabilidad hídrica, socio-económica, institucional y de la infraestructura. En este Plan se concluye que Bogotá es una ciudad que necesita urgentemente aumentar su resiliencia y su adaptación a todas estas consecuencias del cambio climático.

Según el PRICC, la Sabana de Bogotá presentará escenarios críticos frente a las consecuencias del cambio climático, en el año 2050 y 2070. Los más importantes serán la vulnerabilidad por reducción en disponibilidad hídrica, por inundaciones, por disponibilidad debido a la disminución en la calidad del agua, pérdida de ecosistemas naturales, remoción en masa, exposición a aumento de procesos de sequías y frecuencia de incendios, entre otros, que demuestran la vulnerabilidad en general de la Sabana de Bogotá frente al cambio climático. Según lo anterior, la Sabana de Bogotá, es un territorio que requiere atención. Dentro de los principales 23 municipios que conforman la Sabana de Bogotá, frente a las consecuencias mencionadas, hay unos que están más expuestos que otros. Dentro de los más expuestos y vulnerables, se encuentra el municipio de Chía, pues es afectado por cuatro de las siete consecuencias más importantes que se prevén (PRICC, 2014). Estas cuatro consecuencias corresponden a inundaciones, remoción en masa, afectaciones en la infraestructura de los servicios hidrológicos y afectación de la disponibilidad y calidad del recurso hídrico.

En este escenario, la arquitectura resulta importante a la hora de pensar en afrontar el tema del cambio climático, pues al ser encargada de idear, moldear y plasmar, todos aquellos espacios en los cuales habitamos puede atender diversos problemas como los ya descritos, desde sus diferentes escalas, además de otros relacionados con las causas de aquellos, como la contaminación con el uso de materiales de construcción nocivos para el medio ambiente, la producción de gases de efecto invernadero y los desperdicios de energía. Por medio de la arquitectura, trabajando puntualmente en edificaciones de vivienda, debido a su alto impacto en emisiones de GEI; se pueden implementar diversas estrategias y acciones de adaptación que ayudarán a mitigar o disminuir parcialmente, no solo pérdidas a nivel material, sino impactos sobre la salud, el desarrollo, la integridad y la calidad de vida de los habitantes de un territorio.

Actualmente arquitectos y urbanistas, se reúnen para discutir sobre la problemática del cambio climático, y es por esto que se han creado espacios como el Congreso internacional de arquitectura: Cambio de clima 2016, el cual quería examinar el momento actual de la arquitectura atendiendo tanto a la transformación de su base académica y profesional, que marca probablemente un cambio de paradigma en la forma en que se entiende y ejerce, como al papel esencial que la construcción y la ciudad juegan en el cambio climático, ya que la mayor parte de la energía que consumimos y del CO2 que desprendemos quemando combustibles fósiles tienen su origen último en la concepción de los edificios y en el modo de ocupación del territorio: la arquitectura necesita un cambio de clima, y el cambio climático necesita abordarse desde la arquitectura (Galeano, 2016).

*“Para ser influyente de verdad, para cambiar el mundo, hacen falta ideas innovadoras que se puedan copiar. La innovación no es sólo hacer algo único, es hacer algo único que se pueda copiar, replicar. Nuevas ideas que revelan realidades alternativas que se abren paso y se acaban convirtiendo en nuestra realidad.”* (Ingels, 2016).

El trabajo de grado que se presenta a continuación, trata de retomar ideas que ya están implementando diferentes arquitectos en distintos lugares y en distintas escalas, como la modulación para la adaptación formal y espacial, el diseño de espacios resilientes a las inundaciones, el uso de barreras programáticas y naturales ante las inundaciones, liberación de primer piso como estrategia para el cambio climático, para generación de espacio público y la elevación del mismo, entre otras; por lo que la innovación en relación al tema del cambio climático, está en la identificación y traducción de determinadas estrategias para aplicarlas a la arquitectura, y cómo ésta última se adapta a las condiciones particulares de la Sabana de Bogotá y a partir de ello, proponer un proyecto piloto para la verificación de estas estrategias mediante el diseño urbano de agrupaciones de vivienda en el Municipio de Chía.

## **5. Pregunta de investigación**

¿Cómo plantear estrategias de diseño urbano para agrupaciones de vivienda localizadas en territorios vulnerables frente a las consecuencias del cambio climático?

## **6. Justificación**

Teniendo en cuenta todas las consecuencias que está generando el cambio climático en Colombia, en sus diferentes ciudades y en la Sabana de Bogotá; como los aumentos drásticos en las temperaturas, aparición de fenómenos como el del niño y la niña, contaminación por gases de efecto invernadero, desperdicios de energía, irregularidades en la disponibilidad del recurso hídrico que derivan otros problemas como inundaciones, sequías y deslizamientos; la arquitectura como parte de las muchas disciplinas que pueden abordar estas problemáticas, requiere plantear soluciones y estrategias para afrontarlas.

Frente a esta situación el gobierno colombiano ha tomado acciones como la creación del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC), de la Política Nacional del Cambio climático (PNCC) y del Plan Regional Integral de Cambio Climático (PRICC) que dentro de sus diversos lineamientos, objetivos y actores, incluyen a la arquitectura como parte de la solución de la problemática.

Según el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) la producción de edificaciones de vivienda y comercio, son dos de las siete actividades principales que contribuyen a la producción excesiva de GEI, pues en lo que compete a la vivienda, en general, el diseño de la misma no considera temas del cambio climático sino principalmente aspectos económicos y de déficit cuantitativo. Debido a esto, es pertinente plantear estrategias para el diseño de agrupaciones de viviendas que puedan resolver variables relativas a cambios de temperatura, contaminación, desperdicio de agua y energía, inundaciones, entre otras, contribuyendo así a plantear soluciones a una de las problemáticas más grandes a nivel mundial. Esto, permitirá reflexionar en torno a la adaptación de los impactos específicos que puedan tener territorios con condiciones particularmente vulnerables como la Sabana de Bogotá., debido a su condición de vulnerabilidad por aumento de precipitaciones frente a otros territorios del país.

## **7. Alcance**

La propuesta consiste en el planteamiento de estrategias para la adaptación al cambio climático de los municipios más vulnerables a inundaciones de la Sabana de Bogotá, aplicado en un proyecto piloto de diseño urbano de espacio público en el Municipio de Chía, para una agrupación de viviendas. (Categoría: Proyecto Urbano – Diseño Sectorial)

Se plantearán estrategias para el diseño urbano de espacio público agrupaciones de vivienda en municipios de la Sabana de Bogotá, las cuales se verificarán a partir

del diseño de un proyecto piloto específico. Para ello, se trabajará a partir de las condiciones climáticas del municipio de Chía, las cuales son similares a las de otros municipios de la Sabana como Cajicá, Subachoque, Nimaina, Zipaquirá, entre otras.

Para llegar a esta propuesta, es necesario apoyarse en el PNACC, en el PRICC y en la PNCC, que son los instrumentos mediante los cuales el gobierno da respuesta a la gran problemática del cambio climático y encontrar en cuales lineamientos y estrategias encaja el proyecto, para que su desarrollo esté acorde al contexto normativo y administrativo del país.

Al finalizar el trabajo, estará listo el diseño de las estrategias, del proyecto piloto de viviendas y el diseño de espacio público, con sus características específicas definidas en términos urbanos, que contribuyan a mitigar los impactos ambientales y adaptarse a las consecuencias del cambio climático, principalmente a las inundaciones y oscilación térmica, a nivel urbano y que puedan ser aplicables en los diferentes territorios que tengan características de vulnerabilidad similares frente a estas problemáticas.

## **8. Objetivo General**

Desarrollar estrategias para el diseño urbano de agrupaciones de vivienda que se adapte a las consecuencias del cambio climático en la sabana de Bogotá, con aplicación en el municipio de Chía, mediante un proyecto piloto que permita comprobar aquellas estrategias.

### **8.1 Objetivos Específicos**

- Investigar sobre el fenómeno del cambio climático a nivel global y su impacto en Colombia, así como sobre las acciones que se han planteado tanto a nivel global como de política nacional al respecto.
- Identificar las acciones más relevantes a través de las cuales la arquitectura pueda aportar.
- Determinar cuáles son los lugares más vulnerables del país, particularmente frente a las inundaciones, y elegir entre ellos el territorio de trabajo.
- Realizar el análisis pertinente del territorio de trabajo en relación con su vulnerabilidad frente al cambio climático.

- Proponer estrategias de diseño urbano para la adaptación al cambio climático, en el marco de las acciones identificadas, de acuerdo con las condiciones del territorio de trabajo.
- Materializar en un proyecto piloto las estrategias propuestas, a fin de verificar su aplicabilidad en el diseño urbano de agrupaciones de vivienda en el territorio de trabajo.

## 9. Marco Teórico

Para analizar la problemática del cambio climático se considerarán cuatro conceptos principales: mitigación, vulnerabilidad, adaptación y resiliencia. De igual forma, en relación con las alternativas de respuesta a la problemática desde el diseño urbano, se tendrán en cuenta los conceptos de diseño pasivo y servicios ecosistémicos. Dichos conceptos estarán presentes durante el desarrollo de la investigación de la problemática y posteriormente en la concepción de la propuesta.

Se define como **mitigación** el proceso encaminado a reducir un impacto que afecte directamente a un territorio o sociedad, teniendo en cuenta que este no lo desaparece del todo. En este contexto del cambio climático y sus problemáticas, la mitigación va dirigida a reducir las emisiones de origen antropogénico de gases de efecto invernadero (GEI) (IPCC, 2014, p. 9).

Sin embargo, en las últimas décadas, a pesar del conocimiento del problema del efecto invernadero y sus consecuencias, las emisiones de GEI han aumentado. Se ha llegado a un punto de no retorno tal que, aunque en este momento se suspendieran todas las emisiones, no se detendría el fenómeno de cambio climático. Esto debido a la gran cantidad de toneladas de GEI que se encuentran suspendidas en la atmósfera. Según el mismo IPCC "*incluso los esfuerzos de mitigación más estrictos no podrían evitar el avance del cambio climático en las próximas décadas*" (2015, párr. 1). No obstante, la mitigación es completamente necesaria porque si únicamente las sociedades se concentran en la adaptación, descuidando la mitigación, las actividades humanas continuarían sobrecargando la atmósfera de GEI y en consecuencia se forzaría aún más el efecto invernadero. De tal forma, la adaptación no sería suficiente e implicaría un costo social, ambiental y económico demasiado alto.

Se define como **vulnerabilidad** aquella situación de "*propensión o predisposición a ser afectado negativamente, comprende una variedad de conceptos y elementos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación*." (IPCC, 2014, p. 9). En este sentido, la vulnerabilidad al cambio climático es un estado o situación negativa de un sistema que puede ser

incrementada notoriamente por la falta de adaptación. Razón por la cual la noción de adaptación juega un papel muy importante en el análisis de la vulnerabilidad.

En este orden de ideas, la **adaptación** al cambio climático se plantea como el “proceso de ajuste al clima” (IPCC, 2014, p. 9) y a sus impactos, actual o futuro. “En los sistemas humanos, la adaptación trata de moderar o evitar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En algunos sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y a sus efectos-” (IPCC, 2014, p. 9) En tal sentido, la capacidad que tienen los sistemas humano-naturales de afrontar un evento, tendencia o perturbación peligrosa (negativa), recuperarse y reorganizarse de tal modo que se mantengan su función, identidad y estructura esencial, se denomina **resiliencia** (IPCC, 2014, p. 10).

Así, se concluye que estos cuatro conceptos se relacionan y se apoyan entre sí frente al proceso del cambio climático, cada uno es complemento del otro, pues el primer paso es buscar la forma de mitigar los impactos y a su vez estrategias para que estos territorios se adapten a los cambios, sean menos vulnerables ante el daño y adopten la capacidad de resiliencia para afrontar y responder a determinados eventos o fenómenos producidos por el cambio climático, sin alterar su funcionamiento.

Estos conceptos aplicados en el contexto urbano-arquitectónico, se entienden mediante acciones que se toman en el diseño y la construcción de un espacio. En el caso de proyectos de vivienda, por ejemplo la mitigación, se manifiesta mediante el control de procesos de obra, controlando el desperdicio y la elección de materiales de construcción con el menor impacto posible en términos de contaminación y emisión de gases GEI. La vulnerabilidad, se manifiesta con estrategias que protegen a la población frente a temas como el riesgo de inundación y remoción en masa, bien sea con una buena implantación o técnicas constructivas que mejoran este tipo de problemas. La resiliencia, mediante estrategias de recuperación ante la presencia de cualquiera de los fenómenos que se presentan durante el cambio climático, como por ejemplo el planteamiento de espacios flexibles cuyas actividades puedan transformarse de acuerdo a un impacto y cuando este impacto termine puedan volver a funcionar normalmente, lo que implica que el diseño ya prevé que puedan suceder este tipo de eventos.

De esta forma, la adaptación, que si bien tiene relación con todo lo anteriormente mencionado, se manifiesta con la respuesta particular de ajuste a los cambios del clima en términos de cambios de temperatura, aumento de precipitaciones o reducción de las mismas entre otros aspectos. Por ejemplo, a través de sistemas naturales de ventilación, uso de energías renovables, optimizando su uso al máximo y evitando su desperdicio, y gestión de aguas lluvias y grises. Implementar todas estas acciones en un proyecto de diseño de espacio público, hace que se vea el

aporte y se refleje el propósito de mejorar la calidad de vida de los habitantes, teniendo en cuenta las consecuencias del cambio climático.

Por otra parte, en relación a los otros conceptos de diseño urbano, se define como **diseño pasivo**, es un método utilizado en arquitectura con el fin de obtener edificios que logren su acondicionamiento ambiental mediante procedimientos naturales. Utilizando el sol, las brisas y vientos, las características propias de los materiales de construcción, la orientación, entre otras. Dado que un edificio se construye con el fin de cobijar y separarnos del clima exterior creando un clima interior, cuando las condiciones del exterior impiden el confort del espacio interior se recurre a sistemas de calefacción o refrigeración. El diseño pasivo busca minimizar el uso de estos sistemas y la energía que consumen (Lozano, 2016).

Los **Servicios ecosistémicos** Los servicios ecosistémicos han sido definidos en "La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio" (2005) como los beneficios que los seres humanos obtienen de los ecosistemas sean económicos o culturales. La biodiversidad soporta una gran variedad de ellos que pueden ser:

-**Servicios de apoyo**, por ejemplo, formación del suelo, ciclo de los nutrientes, producción primaria.

- **Servicios de aprovisionamiento**, por ejemplo, alimentos, agua potable, leña, fibra, productos químicos biológicos, recursos genéticos. El caso más emblemático en Colombia es probablemente el de los páramos, ecosistemas que representan menos del 2% del territorio colombiano pero que aportan agua al 70% de la población.

- **Servicios de regulación**, por ejemplo, regulación climática, regulación de enfermedades, regulación hídrica, purificación del agua, polinización.

- **Servicios culturales**, por ejemplo, espiritual y religioso, recreación y ecoturismo, estética, inspiración, educación, ubicación, herencia cultural.

Todos estos beneficios que recibe la sociedad son posibles gracias a la biodiversidad y sus ecosistemas, y de ellos depende el bienestar de las generaciones presentes y futuras en el planeta.

## 10. El Cambio Climático en Colombia

En la última década, Colombia ha experimentado niveles de crecimiento económico sin precedentes, lo que le ha permitido reducir la pobreza, el desempleo y aumentar la cobertura en seguridad social. Este crecimiento se benefició de un auge en los sectores minero y petrolero, así como de los altos flujos de inversión extranjera y altos precios del petróleo y productos básicos (OECD, 2015).

No obstante, en las bases del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 (DNP, 2015) se reconoce la tensión entre crecimiento económico, degradación ambiental y cambio climático. La necesidad de alcanzar objetivos de desarrollo económico y social requiere de un nivel sostenido de crecimiento económico. A pesar de que la economía colombiana exhibió una tasa de crecimiento anual promedio del 4,3 %, que permitió reducir la pobreza y la desigualdad, e incrementó el producto interno bruto per cápita a nivel nacional, estos resultados están basados en una estructura económica altamente dependiente de los recursos naturales. (DNP, 2015)

En el 2012 el Banco Mundial (2014) indica que la agricultura, la silvicultura y la pesca representaron el 6,2 % del PIB y la industria extractiva un 7,7 %. En el mismo estudio el Banco Mundial concluyó que el valor calculado del indicador de “ahorro genuino neto” para este mismo año es cero y fluctúa recientemente alrededor de cero. Este es un indicador de sostenibilidad ambiental que muestra el ahorro nacional bruto, después de restar los costos de agotamiento de los minerales, los recursos naturales y la contaminación. La presencia de ahorros netos ajustados negativos durante varios años seguidos sugiere que el crecimiento económico es probablemente insostenible desde un punto de vista ambiental, porque la riqueza total se está agotando.

Este valor del indicador ya mencionado, está muy por debajo de los promedios regionales de América Latina y de los países de la OCDE (Banco Mundial, 2014). De acuerdo con el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Colombia tiene más de 114,1 millones de hectáreas de superficie continental, de las cuales el 51,6 %, correspondían en el 2014 a bosques naturales (IDEAM, 2016). Si bien desde el 2010 al 2015 la tasa anual de deforestación a nivel nacional ha tenido una tendencia decreciente, entre 1990 y el 2010 se han perdido cerca de 6 millones de hectáreas en bosques (IDEAM, 2016).

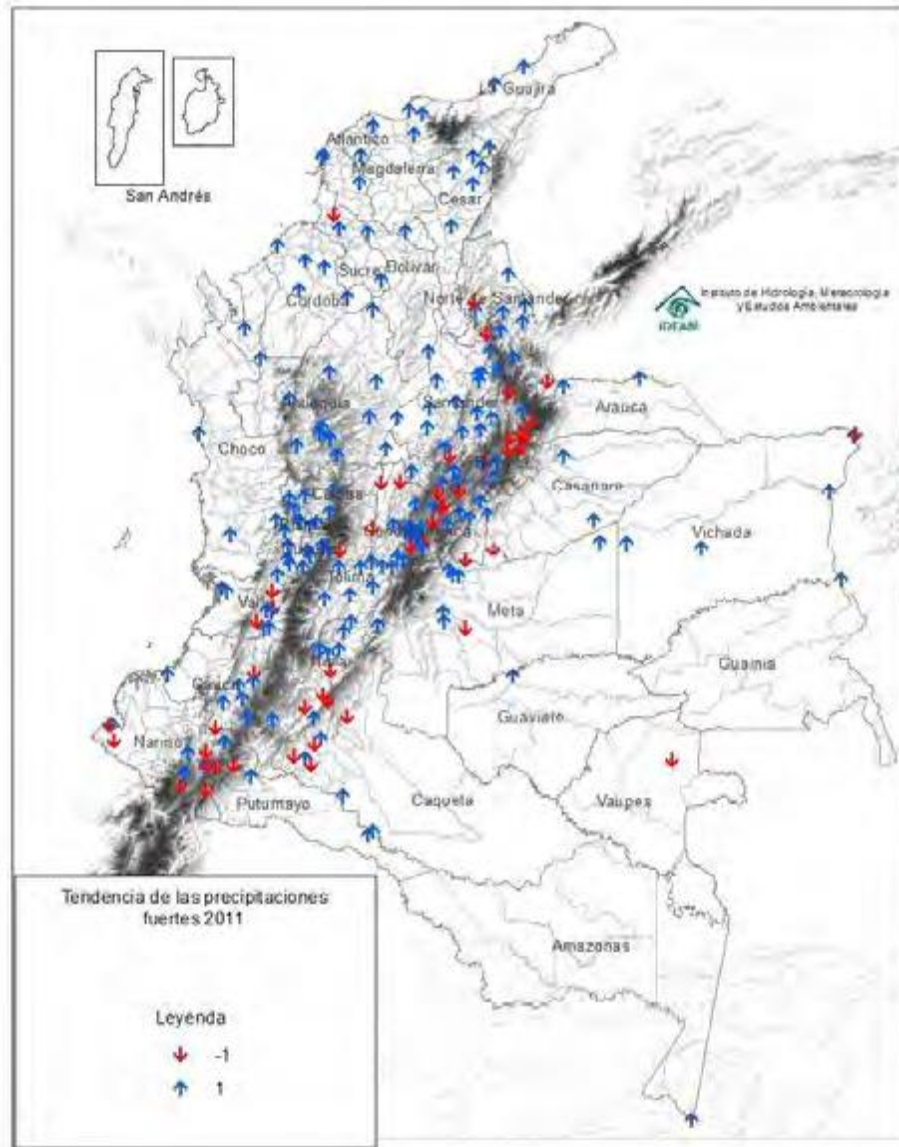
Según lo expresado, el rápido crecimiento ha resultado en indudables beneficios, pero ha traído como consecuencia una degradación ambiental elevada que en las bases del PND 2014-2018 (DNP, 2015), con base en los estudios referidos, se considera que sigue una senda insostenible.

Según la Agencia Internacional de Energía (AIE) en el 2010 Colombia contribuyó con el 0,4 % de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial, sin



contabilizar las emisiones por cambio de uso del suelo y las actividades forestales (citado por (OECD y ECLAC, 2014)).

Figura 1. EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITACIÓN (LLUVIAS FUERTES) EN COLOMBIA



Tomado de: Líneas de acción prioritarias para la Adaptación al cambio climático en Colombia. Plan Nacional de adaptación al cambio climático.2016

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (Pnud) culminaron la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático, que contiene la información más actualizada sobre **el escenario que le espera al país en los próximos 100 años,**

**detallado por departamento y municipios.** “De acuerdo con el informe, el 100 por ciento de los municipios del país presentan algún tipo de riesgo frente a las consecuencias del cambio climático. Los departamentos de San Andrés, Vaupés, Amazonas y Guainía serán los más afectados” (El tiempo,2017) En diez departamentos - en los que se encuentran Antioquia, Meta, Caquetá, Valle del Cauca, Santander, Cundinamarca, Casanare, Boyacá, Guaviare y Bogotá - se concentran el 59 por ciento de las emisiones de GEI. La comunicación Nacional de Cambio climático, también afirma que Colombia **es el quinto país en América Latina y el 40 en el mundo que emite más emisiones.**

Los sectores que mayores emisiones de GEI generan, son los relacionados con los cambios en el uso del suelo (62 %), es decir la infraestructura y todos los procesos que se realicen para cambiar el uso de un suelo, por ejemplo; la edificación, la infraestructura, entre otros; el transporte (11 %) y las industrias manufactureras (11%).

Por otra parte, en este escenario el aumento de la temperatura podría generar un derretimiento acelerado de nevados y glaciares, un mayor aumento en el nivel del mar, una reducción en la producción agropecuaria, pérdida de fuentes y cursos de agua; así como una aceleración en el proceso de desertificación y mayor incidencia de fenómenos climáticos extremos (El tiempo,2017)

Según el estudio Nacional del Agua (ENA), la calidad del agua es un factor que limita la disponibilidad del recurso hídrico y restringe el rango de posibles usos. Los ríos colombianos reciben y transportan cargas de agua utilizadas en los diferentes procesos socioeconómicos y vertidas mayoritariamente sin tratamiento previo, además son receptores de altos volúmenes de sedimentos por procesos de erosión.

Algunas de las principales conclusiones del ENA, indican que el país cuenta en general con una gran riqueza hídrica, tanto superficial como subterránea; aunque no está distribuida de forma homogénea. En la mayoría de su territorio las condiciones hidrológicas, climáticas y topográficas garantizan una buena oferta y una red hidrográfica. Sin embargo, en la mayoría de regiones y municipios, no se tienen políticas claras de ordenamiento para el uso de este recurso hídrico. Muchos de los sistemas hídricos que abastecen a la población colombiana evidencian una vulnerabilidad alta para mantener su disponibilidad de agua. Según -se estima cerca del 50% de la población de las áreas urbanas municipales está expuesta a sufrir problemas de abastecimiento de agua a causa de las condiciones de disponibilidad, regulación y presión que existen sobre los sistemas hídricos que las atienden. Esta situación puede incrementar al 80% en tiempos de sequía.-(ENA, 2014).

## 11. ¿QUE ESTÁ HACIENDO EL GOBIERNO COLOMBIANO RESPECTO AL CAMBIO CLIMÁTICO?

El gobierno colombiano, frente a la situación del cambio climático, desarrolla la Política Nacional de Cambio Climático y dos planes principales, el Plan Nacional de Adaptación al cambio climático (PNACC) y el Plan Regional Integral del Cambio Climático (PRICC), los cuales se describen a continuación.

### POLITICA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO

Frente a una problemática que supone retos para el desarrollo del país, que exige lograr una senda de crecimiento económico baja en emisiones de Gases de Efecto Invernadero y adaptada al cambio climático, es necesaria una Política Pública que propicie consensos en torno a un objetivo común. La Política Nacional de Cambio Climático, responde a la necesidad de contar con lineamientos articuladores, de carácter sectorial y multinivel, dando así continuidad a las estrategias que el Gobierno nacional ha puesto en marcha en los últimos años (PNCC, 2017).

En síntesis, el objetivo de la Política Nacional del Cambio Climático (PNCC), es incorporar la gestión del cambio climático en las decisiones públicas y privadas para avanzar en una senda de desarrollo resiliente al clima y baja en carbono, que reduzca los riesgos del cambio climático y permita aprovechar las oportunidades que este genera (PNCC, 2017).

Las estrategias territoriales que propone la PNCC incluyen: desarrollo tanto urbano como rural, resiliente al clima y bajo en carbono; manejo y conservación de ecosistemas y sus servicios eco-sistémicos para el desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima. Adicionalmente, se proponen dos estrategias sectoriales relacionadas con temas que potencialmente tienen consecuencias altas en términos de riesgos asociados al cambio climático en todo el territorio nacional: desarrollo minero-energético bajo en carbón y resiliente al clima; y desarrollo de infraestructura estratégica resiliente al clima y baja en carbono. Todos los sectores relevantes para el cambio climático están considerados en la política, y están incorporados en las estrategias instrumentales.

En este orden de ideas, la PNCC propone **acciones** para la implementación de cada una de sus estrategias y a continuación se mencionan algunas en las cuales la arquitectura puede tomar partido..

1. Dotar las ciudades con infraestructura urbana (sistemas de acueducto y alcantarillado, entre otros) resiliente a las inundaciones y/o al aumento del nivel del mar.

- 1.1 Evaluar la exposición a inundaciones y al ascenso del nivel del mar según aplique, de la infraestructura actual y proyectada dentro del perímetro urbano y de expansión urbana.
- 1.2 Identificar la estructura más vulnerable a inundaciones, así como posibilitar la identificación de esta vulnerabilidad en la infraestructura proyectada.
- 1.3 Identificar y evaluar medidas de adaptación para la infraestructura actual y proyectada más vulnerable.
- 1.4 Recomendar la implementación de medidas de adaptación en los sistemas estructurantes en los planes de ordenamiento territorial.
2. Reducir el riesgo climático por desabastecimiento hídrico en las ciudades, mediante incentivos al uso eficiente del agua y la reducción de pérdidas y agua no contabilizada.
3. Identificar y evaluar medidas de mitigación de emisiones de GEI orientadas al aprovechamiento energético de las emisiones en los rellenos sanitarios y sistemas de tratamientos de aguas residuales.
4. Incentivar la eficiencia energética residencial y no residencial y la construcción sostenible baja en carbono.
5. Promover la conservación de la estructura ecológica principal y el manejo del paisaje, a través de la construcción y el mantenimiento de espacios públicos urbanos verdes.

## **PLAN NACIONAL DE ADAPTACION AL CAMBIO CLIMÁTICO**

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático -PNACC- apoya la preparación del país para enfrentar eventos climáticos extremos, y la transformación gradual del clima. Orienta la formulación de programas y proyectos prioritarios, así como el fortalecimiento de acciones ya emprendidas pero que requieren considerar las variables climáticas en su planeamiento y ejecución, con el propósito de reducir las consecuencias negativas en el largo plazo para las poblaciones, el sector productivo y los ecosistemas, así como identificar y beneficiarse de cambios en el territorio.

Los miembros del PNACC, son las comunidades, los agentes privados, el gobierno en todos sus niveles, y demás actores con intereses en Colombia, en la medida que todos hacen parte de la adaptación al cambio climático. La finalidad del PNACC es reducir la vulnerabilidad del país e incrementar su capacidad de respuesta frente a las amenazas e impactos del cambio climático (PNACC, 2012).

### **Objetivo General**

El PNACC busca incidir en los procesos de planificación ambiental, territorial y sectorial de tal manera que se tomen decisiones de manera informada, teniendo en cuenta los determinantes y proyecciones climáticos, reduciendo así efectivamente la vulnerabilidad tanto en poblaciones, ecosistemas y sectores productivos y aumentando la capacidad social, económica y ecosistémica para responder ante eventos y desastres climáticos.

Con lo anterior se entiende que el objetivo general es: **Reducir el riesgo** y los **impactos** socio-económicos asociados a la variabilidad y al cambio climático en Colombia.

### **Marco Conceptual**

Los conceptos clave que tiene en cuenta el desarrollo del Plan Nacional de Adaptación al cambio climático se asocian en tres grupos:

- 1. Exposición y vulnerabilidad.** Una buena parte de los impactos sociales y el aumento de las pérdidas económicas asociados a eventos climáticos son consecuencia de un incremento en la exposición, es decir una mayor presencia de personas, comunidades, recursos naturales y servicios ambientales, infraestructura o activos económicos, sociales o culturales en lugares que podrían ser afectados por el clima. Así mismo, la vulnerabilidad, definida de forma amplia como la susceptibilidad o predisposición de verse afectado de forma negativa ante una amenaza, juega un papel esencial en el nivel de afectación de un evento climático. Por estas razones se considera que la exposición y la vulnerabilidad son determinantes clave del riesgo.
- 2. Los cambios en el clima pueden representar una amenaza.** Una amenaza es un peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, o también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales. En el marco de la adaptación al cambio climático, las amenazas corresponden a los eventos climáticos que incluyen: cambio climático, variabilidad climática y eventos climáticos extremos (PNACC, 2012).
- 3. La vulnerabilidad está compuesta por la sensibilidad y la capacidad de adaptación.** La vulnerabilidad tiene dos componentes diferentes. El primero que mide la debilidad del sistema, que se denomina sensibilidad, y el segundo que mide la capacidad del sistema de afrontar y recuperarse ante un evento, para lo cual se utilizará el término de capacidad de adaptación. Es así como la sensibilidad hace referencia a la predisposición física del ser humano, la infraestructura o los ecosistemas de ser afectados por una amenaza, debido a las condiciones de contexto e intrínsecas que potencian el efecto de la amenaza. Mientras que la capacidad de adaptación se define como la capacidad de un sistema y de sus partes de anticipar, absorber, acomodar o recuperarse de los efectos de un disturbio de una forma oportuna y eficiente. Esto incluye la capacidad para preservar, restaurar o modificar, y mejorar sus funciones y estructuras básicas.

Esta diferenciación es importante ya que refleja que puede haber sistemas que tengan altos niveles de vulnerabilidad pese a tener una buena capacidad de

adaptación, y sistemas que sean poco vulnerables pese a ser muy sensibles. (PNACC, 2012)

### **Lineamientos estratégicos**

Las estrategias que propone el PNACC son tres: El conocimiento, la planificación y la transformación del desarrollo. (PNACC, 2016).

El **Conocimiento**, se basa en tres acciones fundamentales: La primera es el fortalecimiento de la gestión del conocimiento climático, hidrológico y oceanográfico y sobre los impactos potenciales de sus variaciones en el contexto del cambio climático, la segunda es la educación, formación, comunicación y sensibilización de públicos sobre el cambio climático y la tercera es el fortalecimiento de capacidades institucionales para la adaptación al cambio climático.

La **Planificación**, se basa en la incorporación de la variabilidad y cambio climático en los instrumentos de planificación del Estado y en el desarrollo de proyectos de inversión resilientes, y la **Transformación del desarrollo**, se basa en cuatro aspectos, el primero es la gestión de los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad y la oferta de servicios eco sistémicos, el segundo la producción agropecuaria y seguridad alimentaria adaptadas al cambio climático, la tercera es la reducción prospectiva de riesgos en infraestructuras básicas y la última es el crecimiento verde de hábitats humanos.

Teniendo en cuenta lo anterior, cada una de estas estrategias implementa acciones encaminadas hacia la adaptación, consideradas como puntos de partida para el diseño e implementación de medidas de adaptación de acuerdo con los contextos, los conocimientos y las condiciones específicas de los territorios. A continuación, se mencionan algunas acciones en las cuales la arquitectura puede tomar partido.

1. Fortalecer la funcionalidad de los servicios de aprovisionamiento y regulación de agua de los ecosistemas mediante la gestión ambiental y la gestión de recursos hídricos.
  - 1.1 Aprovechamiento de corrientes hídricas superficiales para el abastecimiento de acueductos.
2. Diseño de sistema de ciudades resilientes.
3. Diseñar nuevas obras de infraestructura con características que le otorguen resiliencia frente al cambio climático.
4. Reducir la alta dependencia de la generación eléctrica del país en el componente hidroeléctrico.
5. Aumento de disponibilidad de electricidad generada con fuentes limpias.

### **PLAN REGIONAL INTEGRAL DEL CAMBIO CLIMATICO (PRICC)**

El Plan Regional Integral de Cambio Climático de Bogotá – Cundinamarca, es una plataforma de asociación interinstitucional que busca fortalecer las capacidades técnicas de las instituciones socias y sustentar la toma de decisiones a partir de

información científica, para enfrentar los retos del cambio climático. El PRICC también apoya el diseño y la implementación de medidas de mitigación y adaptación en la región Bogotá - Cundinamarca, que permitan avanzar hacia un desarrollo con bajas emisiones GEI y resiliente al clima.

Este documento de apoyo a tomadores de decisiones presenta los principales resultados del análisis de vulnerabilidad territorial (eco sistémico, socio-económico, demográfico e institucional), así como también alternativas de adaptación al cambio climático para la región Bogotá - Cundinamarca.

### **Lineamientos Estratégicos**

A partir del análisis de vulnerabilidad, de una extensa revisión de literatura internacional y la construcción colectiva en el marco de las mesas del nivel técnico del PRICC, se seleccionaron, de una amplia cartera de medidas de adaptación siete medidas prioritarias. Su implementación a través de doce proyectos (portafolio del PRICC) complementarios a otras iniciativas ya en marcha en la Región, permitirán reducir la vulnerabilidad identificada y avanzar así hacia la construcción de territorios más resilientes y seguros frente al cambio climático.

A continuación, aparecen dos medidas y dos respectivos proyectos de los siete que han sido planteados, que aportan y son escenarios en los cuales se puede desarrollar la propuesta las estrategias del diseño urbano de agrupación de viviendas que se adapta al cambio climático.

<b>MEDIDA PRIORITARIA</b>	<b>PROYECTO</b>
Gestión y gerencia del agua (administración y uso eficiente)	-Programa de uso eficiente del agua para el reciclaje y utilización de aguas grises y el manejo de aguas lluvias.
Promoción de la arquitectura bioclimática y construcción sostenible	-Impulso a nuevas tecnologías para el desarrollo de iniciativas de construcción sostenible que permitan regular la temperatura de cascos urbanos y el drenaje de aguas lluvias en áreas urbanas de la Región.

## **12. PROYECCIONES CLIMATOLÓGICAS – ARUP**

En apoyo a las proyecciones climáticas previstas por la PNCC, el PNACC y el PRICC, la compañía ARUP, ha desarrollado proyecciones climáticas para diferentes ciudades y zonas del país, entre ellas está Bogotá.

A continuación se muestran las proyecciones para la ciudad de Bogotá y sus zonas aledañas.

Figura 2. PROMEDIO DIARIO DE TEMPERATURA

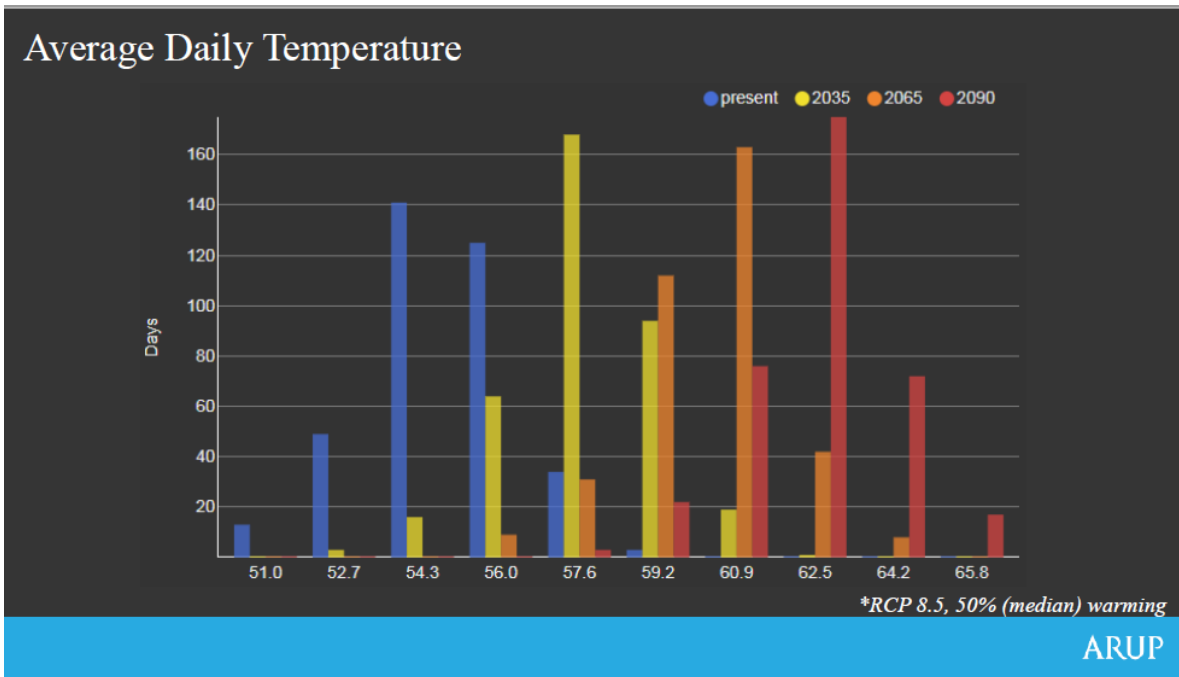


Figura 3. TEMPERATURA MÁXIMA DIARIA

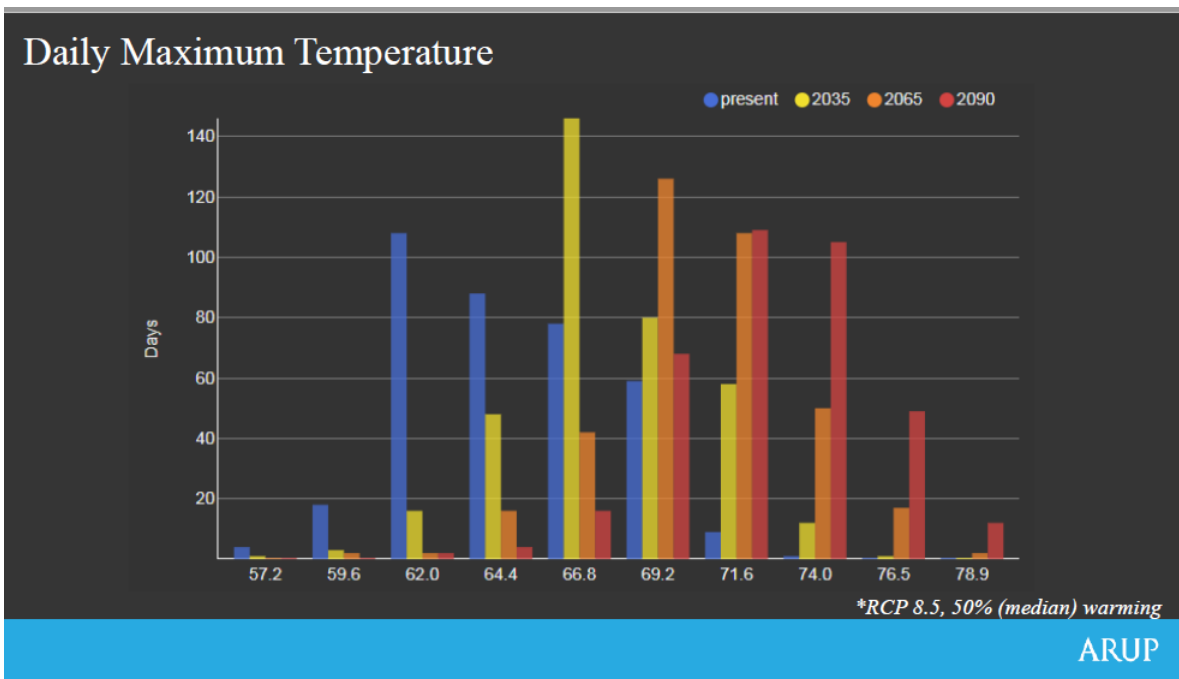
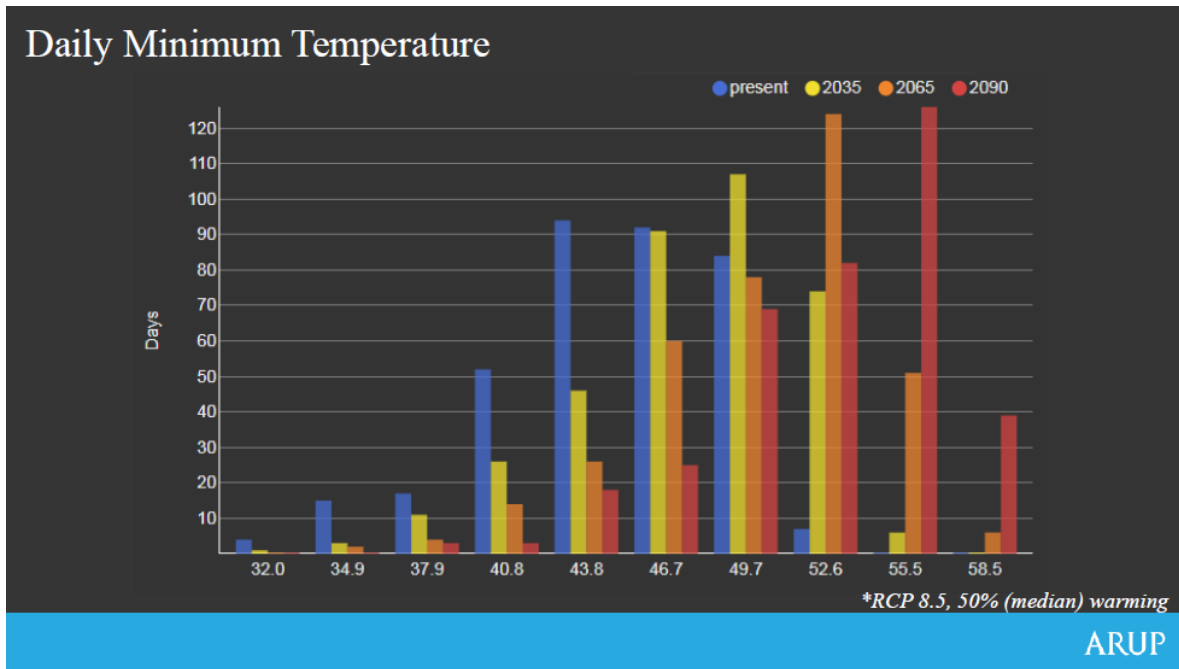




Figura 4. TEMPERATURA MINIMA DIARIA



## MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN- ESTRATEGIAS PRINCIPALES PARA AFRONTAR EL CAMBIO CLIMÁTICO

Según el libro Two Degrees y teniendo claros los conceptos de mitigación y adaptación, definidos en el capítulo de Marco teórico, en esta sección se habla de su relación y de cómo se enmarcan en el proceso del cambio climático.

Mitigación y adaptación son complementarios, muchas de sus estrategias se apoyan y se complementan. Las estrategias de mitigación se enfocan en dos partes para que puedan ser logradas.

1. Reducción del promedio de millas viajadas, por medio de una buena planeación de ciudad, el mejoramiento del transporte público y telecomunicaciones.
2. Reducción de emisiones de CO2 para las edificaciones y electrodomésticos.

En cuanto a la adaptación, es importante diseñar con vegetación y para lo que el clima podría ser en el futuro, así que el primer paso esencial de diseño es entender el clima local y qué significa éste en términos del entorno construido.

## **Estrategias de Mitigación**

Algunas estrategias claves de mitigación son:

1. Reducción de cargas, es decir reducir las cargas en cuanto a producción de CO<sub>2</sub>, en las edificaciones y a su vez, las cargas generadas en el interior y las exteriores que ingresan al edificio. Para lograr esto, es importante trabajar en la fachada, sellarla correctamente y controlar su ventilación.
2. Diseño pasivo, esto después de reducir todas las cargas al máximo, se piensa en el diseño pasivo, mediante el aprovechamiento de los recursos naturales. Para ello, es importante el estudio local del clima.

## **Estrategias de Adaptación**

Algunas estrategias claves de adaptación son:

1. Reconocer los cambios anticipadamente, es importante entender los cambios que tendrá el territorio y diseñar para ajustarse a los mismos.
2. Preservar la hidrología natural, cuidar y mejorar los cuerpos hídricos para promover el manejo y gestión de aguas pluviales y reducir el riesgo de inundaciones.
3. Evitar las islas de calor
4. Control de calor solar
5. Uso de techos frescos (verdes)
6. Construcción de sombra

## **13. LINEAMIENTOS GENERALES**

Luego de analizar todas las políticas, planes y diferentes acciones que ha tomado Colombia y la entidad privada ARUP que está trabajando en nuestro país, se concluyen los lineamientos generales en los cuales la arquitectura puede aportar para realizar un proyecto que se adapte y mitigue las consecuencias del cambio climático.

### **MITIGACIÓN**

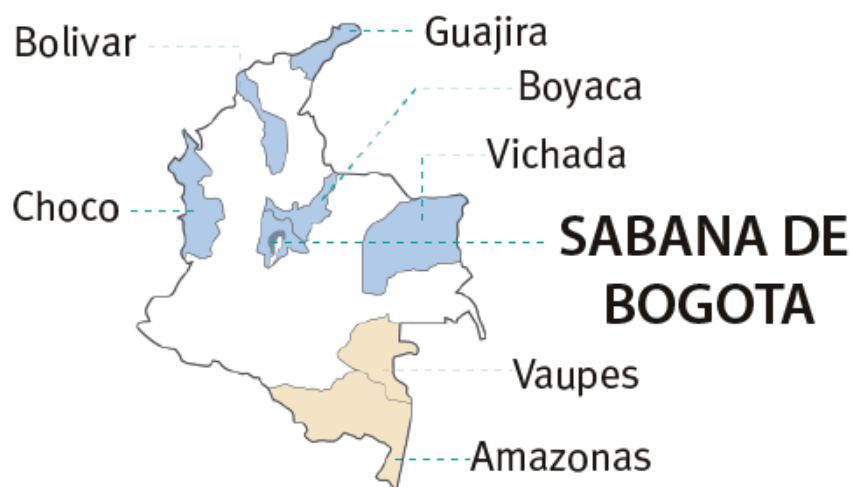
1. Uso de energías renovables
2. Incluir facilidades de movilidad y transporte bajas en CO<sub>2</sub>
3. Uso de materiales de baja huella ambiental

## ADAPTACIÓN

1. Reconocer los cambios futuros anticipadamente
2. Preservar , recuperar y cuidar la hidrología natural
3. Manejo y gestión de aguas pluviales y grises
4. Control de calor y generación de Confort térmico
5. Optima orientación solar

## VULNERABILIDAD DE COLOMBIA FRENTE A LAS INUNDACIONES

Figura 5. DEPARTAMENTOS VULNERABLES POR AUMENTO O DISMINUCIÓN DE PRECIPITACIÓN EN COLOMBIA



Tomado de: Elaboración propia con base en el PNACC.

De la Figura 5. Se concluye que hay más departamentos con amenaza por aumento de precipitación. Que de disminución; lo que causará inundaciones. En este sentido, La sabana de Bogotá es una de las zonas más vulnerables de todo el país frente a esta condición.

## 14. BOGOTÁ D.C

Bogotá es la capital, y la ciudad más grande y poblada Colombia. En el último censo realizado por el DANE en el año 2005 se estimó que para el año 2014 su población ascendería a 7.794.463 personas con una densidad demográfica de 4.100 habitantes por km<sup>2</sup> (SDP, 2014). Sin embargo, su tasa de crecimiento poblacional ha disminuido: para año 2007 fue de 1,46% y se espera que a 2020 baje hasta el 1,31% (SPD, 2013). Esto implica que cada vez los habitantes de Bogotá serán menos, acercándose a una sociedad que empieza a envejecer (Ardila, 2011: 2).

### CONDICIONES FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

En la ciudad de Bogotá los riesgos asociados a las condiciones climáticas, por su recurrencia histórica (riesgos recurrentes), son principalmente los siguientes: inundación por desbordamiento, empozamientos, remoción en masa e incendios forestales, como los de mayor probabilidad de ocurrencia; además de oleadas e islas de calor, olas de frío (heladas y granizadas), sequías y vendavales. Riesgos que tienden a intensificarse por efectos del fenómeno de El Niño y del cambio climático (IDIGER, 2015).

Bogotá, al igual que Colombia se encuentra realizando planes y procesos para la adaptación al cambio climático, en el marco de la PNCC, el PNACC, el PRICC y el plan de desarrollo Bogotá 2012 – 2016. Uno de ellos es el Plan Distrital de Adaptación y Mitigación a la Variabilidad y al Cambio Climático (PDAMVCC) que se describe a continuación.

### PLAN DISTRITAL DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN A LA VARIABILIDAD Y AL CAMBIO CLIMÁTICO (PDAMVCC)

El plan Distrital de Adaptación y Mitigación a la Variabilidad y al Cambio Climático (PDAMVCC) es una propuesta de acciones y programas encaminada a contrarrestar los impactos del cambio climático, proponiendo programas y acciones que con ayuda de la adaptación y la mitigación, constituirán a Bogotá como una ciudad resiliente.

#### Objetivo General

Aumentar la resiliencia de la ciudad de Bogotá, es decir su capacidad de resistir y recuperarse rápidamente a los efectos del cambio climático, consolidando estrategias para la reducción de las emisiones de GEI y adaptación a la variabilidad climática (PDAMVCC, 2014).

Para lograr esto, uno de sus objetivos específicos es articular a Bogotá con los municipios aledaños para la implementación de medidas de adaptación y mitigación al cambio climático, de tal manera que puedan, en conjunto, enfrentar los impactos

por la variabilidad climática extrema y el CC, especialmente sobre los servicios ecosistémicos fundamentales para la sostenibilidad de la región. En este sentido, el PDAMVCC se organiza en cuatro ejes temáticos y cuatro campos estratégicos para el desarrollo de los mismos.

### **Lineamientos Estratégicos**

Los ejes temáticos y campos estratégicos, se relacionan para crear lineamientos y aspectos generales para cumplir el objetivo del PDAMVCC. Los cuatro ejes temáticos son: Bogotá Verde (fomenta la ecoeficiencia) Bogotá ordenada alrededor del agua, Bogotá Solidaria (-articulación Bogotá – Región) y la Gobernabilidad y gobernanza para afrontar el cambio climático (PDAMVCC, 2014).

Dentro de los cuatro ejes, el de Bogotá Solidaria, fomenta la relación con los municipios aledaños como los que se encuentran en la Sabana de Bogotá, afirmando que es prioritario realizar procesos de articulación Bogotá – Cundinamarca. Este eje parte del reconocimiento de las sinergias territoriales necesarias para alcanzar mayores niveles de resiliencia en los sistemas socioecológicos (PDAMVCC, 2014).

A continuación, se describe una medida o campo, que aporta y es un escenario en el cual se puede desarrollar la propuesta del modelo de agrupación de viviendas que se adapta al cambio climático.

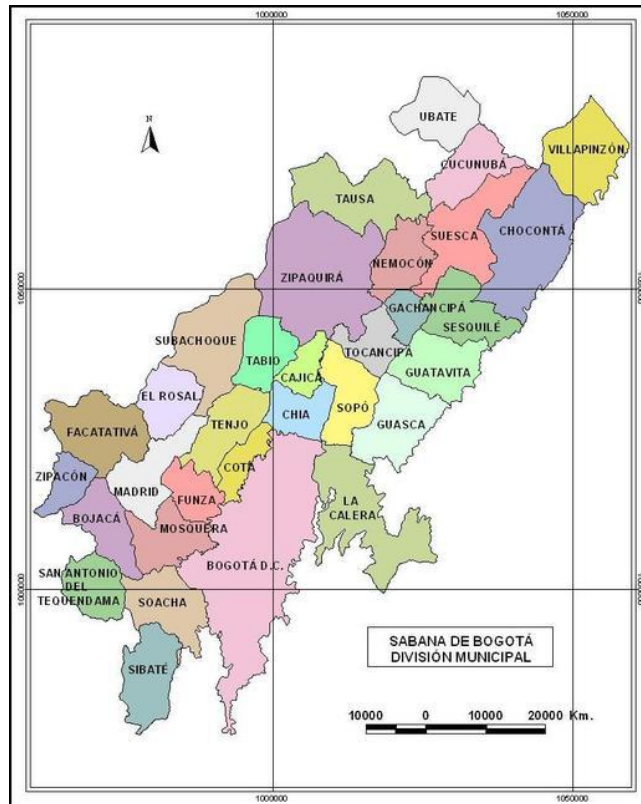
- 1. Seguridad hídrica:** la gestión Integral del recurso hídrico, requiere ser abordada a partir del ciclo hidrológico en un contexto territorial, es decir, en los llamados “espacios del agua” entendidos como aquellas zonas donde el agua en cumplimiento del ciclo se relaciona con procesos biológicos, físicos y químicos. Una compleja interrelación, donde se reconocen la zona de recarga, la zona de regulación y zonas de descargas de vertimientos, buscando lograr el manejo y consumo eficiente del agua en el área urbana y rural del Distrito Capital.

Lo anteriormente mencionado en relación a Bogotá, se hace con el objetivo de contextualizar las acciones que ha tomado la ciudad con su entorno, especialmente con la Sabana de Bogotá y como todos los planes y políticas desarrolladas en relación al cambio climático se conectan en las diferentes escalas y enfrentan consecuencias similares frente a la variabilidad del cambio climático.

## **15. LA SABANA DE BOGOTÁ**

La información que se presenta a continuación es tomada del Ajuste al POT de Chia 2013. El cual afirma que la Sabana de Bogotá, es una subregión ubicada en el centro geográfico de Colombia, sobre la Cordillera Oriental, en la parte sur del altiplano cundiboyacense, la altiplanicie más extensa de los Andes colombianos, con una altura en promedio de 2.600 msnm.

Figura 6. MAPA POLITICO ADMINISTRATIVO DE LA SABANA DE BOGOTÁ



Tomado de: <http://somoscundinamarca.weebly.com/uploads/>

Las principales poblaciones de la sabana de Bogotá, además de la ciudad de Bogotá son: Mosquera, Madrid, Funza, Facatativá, Subachoque, El Rosal, Tabio, Tenjo, Cota, Chía, Cajicá, Zipaquirá, Cogua, Nemocón, Soacha, Sopó, Tocancipá, Gachancipá, Sesquile, Suesca, Chocontá, Cucunubá y Guatavita.

### **CARACTERISTICAS CLIMÁTICAS**

Tiene una temperatura promedio de 13.5 °C, que puede oscilar entre los -5 °C y los 26 °C. Las temporadas secas y lluviosas se alternan durante todo el año; los meses más secos son diciembre, enero, febrero y marzo; durante los meses más lluviosos, abril, mayo, septiembre, octubre y noviembre la temperatura es más estable, con oscilaciones entre los 6-8 °C y los 18-20 °C. Junio, julio y agosto son los meses de fuertes vientos y mayor oscilación de la temperatura; durante el alba se suelen presentar temperaturas de hasta 10 °C. Es la zona habitada del país con las temperaturas más bajas. Estas condiciones son muy variables debido a los fenómenos de el Niño y la Niña, que se dan en la cuenca del Océano Pacífico y producen cambios climáticos muy fuertes.

## CONDICIONES FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

En la sabana de Bogotá la urbanización se ha extendido de modo desordenado e imparable, y la Estructura Ecológica Principal de donde vienen el agua y los servicios ecosistémicos esenciales se ve cada vez más amenazada. En la región las licencias para usos del suelo se asignan con un criterio fiscalista puntual y son muchas veces incompatibles con la vocación de la tierra- (Guhl (2015).

### Principales escenarios de riesgo para la Sabana de Bogotá

Según el Plan regional integral del Cambio climático (PRICC), el análisis de cambios potenciales en la disponibilidad hídrica, bajo escenarios de cambio climático permite identificar al año 2050:

- Mayor vulnerabilidad por reducción en disponibilidad hídrica a lo largo de la Sabana de Bogotá, en municipios tales como Guachetá, Fúquene, Tausa, Facatativá, Subachoque, Cáqueza y Fómeque. En las zonas que alimentan el embalse de Chivor y Guavio, se prevén las más grandes caídas en disponibilidad.
- Incrementos en la precipitación Mayor vulnerabilidad a inundaciones en las zonas de Medina, Paratebueno, Soacha, Gutiérrez, Mosquera, Madrid, Gutiérrez, Gachalá, Quipile. Para Bogotá, localidades de Kennedy, Bosa, Rafael Uribe Uribe, Engativá y Suba.
- Mayor vulnerabilidad por reducción en la disponibilidad hídrica debido a la potencial disminución en la calidad de agua, especialmente en algunas áreas de municipios como Mosquera, Soacha, Pasca, Facatativá, Subachoque, Supatá, Tausa, el Rosal, San Francisco, la Vega, Silvania, y algunas zonas de los municipios de Ubaque o Choachí.
- Incremento en la disponibilidad hídrica en áreas de pendiente, con alto grado de deforestación o pérdida de ecosistemas naturales, con alta exposición a deslizamientos, en municipios como Silvania, Chía, Facatativá, Subachoque, Quipile, Viani, Villeta, Zipaquirá, entre otros.
- Exposición a un aumento de la susceptibilidad a procesos de sequías y frecuencia de incendios, en zonas de la Sabana de Bogotá, y municipios como Zipaquirá, Madrid, Ubaté y Guachetá.
- Aunque se prevé un incremento en la disponibilidad de agua en los embalses que drenan a la cuenca del Orinoco, el aumento en la demanda de agua de Bogotá al año 2050 podrá disminuir la capacidad de almacenamiento de los mismos.

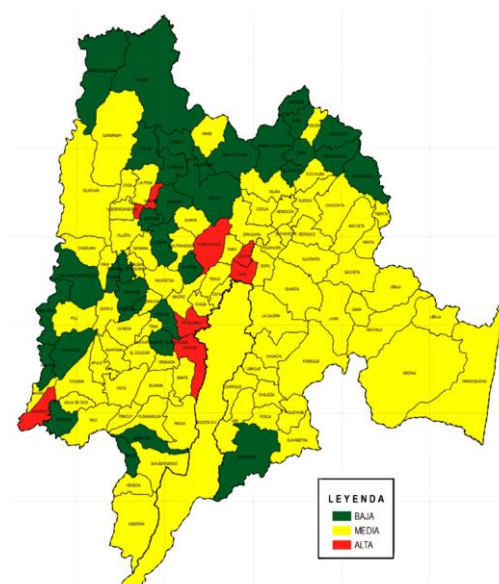
- La disponibilidad hídrica del departamento podría verse aún más reducida debido a la pérdida en la capacidad de almacenamiento y regulación por parte de los suelos en áreas actualmente tituladas para minería, más las solicitudes existentes, así como también en las áreas donde se tienen previstas actividades de exploración y posibles futuras explotaciones de hidrocarburos.

Luego de un ejercicio de síntesis, el PRICC elaboró un mapa de **vulnerabilidad integral municipal**, el cual recoge la información proyectada para los **servicios ecosistémicos hidrológicos** (disponibilidad y calidad); la población estimada para el año 2050 y *el impacto de las exposiciones a inundaciones, remociones en masa y degradación de suelos en el caso de Cundinamarca* e incendios forestales para Bogotá. (PRICC, 2014:17).

-Este análisis indica que la mayoría de las áreas de la región tienen un nivel de vulnerabilidad integral media, lo que significa que dadas las proyecciones en cada una de las variables citadas anteriormente, la posibilidad de sufrir afectaciones producto de los impactos potenciales relacionados con el cambio climático no es marginal, por el contrario, es necesario adelantar acciones de adaptación que contribuyan a reducir la vulnerabilidad identificada.

Bajo este escenario, los municipios de Girardot, Soacha, Mosquera, **Chía**, Cajicá, Subachoque, Nimaíma (Figura 4) y localidades de Suba, Usaquén, Barrios Unidos y Kennedy son los **más vulnerables al cambio climático**, principalmente por la alta densidad poblacional proyectada respecto de los cambios en la disponibilidad hídrica y la exposición a eventos de emergencia y desastre, que pueden afectar a toda esta población y sus sistemas de producción (PRICC, 2014:17).

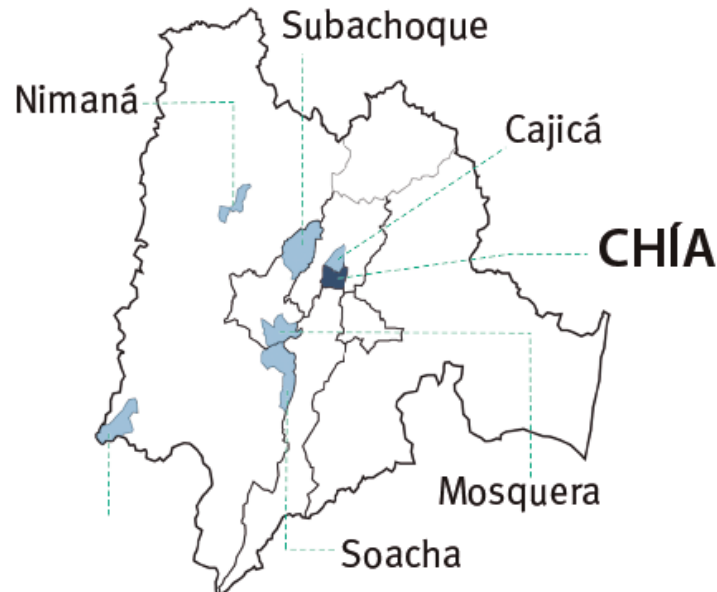
Figura 7. MAPA DE RIESGOS FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO CUNDINAMARCA





Tomado de: Plan Regional Integral de Cambio Climático para Bogotá Cundinamarca (PRICC).

Figura 8. MUNICIPIOS CON ALTA VULNERABILIDAD FRENTE A INUNDACIONES



Tomado de: Elaboración propia con base en el Plan Regional Integral de Cambio Climático para Bogotá Cundinamarca (PRICC).

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, se decide trabajar en el municipio de Chía, para el desarrollo del proyecto piloto, porque es uno de los municipios más vulnerables a nivel del departamento de Cundinamarca y está expuesto a inundaciones, remoción en masa, afectaciones en su infraestructura y servicios ecosistémicos hidrológicos (que es la afectación de la disponibilidad y calidad del recurso hídrico),(PRICC, 2014) que corresponde a los principales impactos que afectan a la Sabana de Bogotá debido al Cambio Climático.

## 16. MUNICIPIO DE CHÍA COMO CASO DE ESTUDIO

-Es un municipio colombiano del departamento de Cundinamarca localizado a 31 km de Bogotá. La mayor parte de su territorio es plano y corresponde a la Sabana de Bogotá; limita al norte con el municipio de Cajicá; al sur, con el Distrito Capital de Bogotá y con el municipio de Cota; al oriente con el municipio de Sopó y al occidente, con los municipios de Tabio y Tenjo. Se encuentra ubicado entre los cerros orientales y los cerros de Majuy y La Valvanera, por donde cruzan los ríos

Frio y Bogotá. Con 132.691 habitantes es el tercer municipio más poblado de la Sabana de Bogotá (POT Chia, 2013). Con respecto a datos relevantes para caracterizar las condiciones climáticas del municipio de Chía, de acuerdo con el POT 2013, se tiene que:

**Extensión:** 7923 Has.

**Altitud:** Altura sobre el nivel del mar 2.562 m

**Descripción del clima (temperatura, periodo de días lluviosos):** En la región presenta características de relieves planos, predomina el clima de templado a frío, con elevaciones cercanas a 2560 m.s.n.m, temperatura promedio de 13,4°C, humedad relativa cercana al 77% y precipitación total anual de unos 770mm.

**-Precipitación:** El régimen de precipitación es bimodal con dos temporadas de lluvia durante los meses de septiembre-noviembre y abril-junio. De diciembre hasta principios de abril la región está dominada por el sistema tropical del alisio del noreste, lo que define un período más seco con poca ocurrencia de aguaceros. Adicionalmente, en los meses de junio y julio ocurre un verano menos acentuado que el mencionado anteriormente. Los meses más lluviosos del año corresponden a abril a octubre, con 101 mm para cada mes, mientras el más seco ocurre en enero con unos 27 mm.

**-Temperatura:** La temperatura media mensual multianual del aire es igual a 13.4°C, con un máximo promedio de 14.0°C para el mes de abril y un mínimo promedio de 13.1°C para el mes de enero. Los valores máximos promedio absolutos de temperatura del aire corresponden a 27.5°C mientras que los mínimos promedio absolutos son del orden de -2.5°C. (Riesgo Municipio de Chia – ajuste al POT 2013)

La velocidad promedio del viento en superficie a nivel medio mensual multianual es igual a 1.5 m/s, con variaciones promedio entre 1.2 m/s para los meses de mayo, noviembre y diciembre y 2.0 m/s para el mes de julio. Adicionalmente, existe un incremento en la velocidad del viento desde por la mañana hacia las primeras horas de la tarde.

**-Cuerpos de Agua (Rurales y Urbanos):** El sistema hidrográfico del municipio está definido en su parte oriental por la cuenca del Río Bogotá y en su parte occidental por la subcuenca del Río Frío.

La localización de la cuenca de Río Frío está ubicada sobre la Cordillera Oriental con la siguiente delimitación al Norte con las Serranías que forman el páramo de Guerrero cuya altura oscila entre los 3600 m.s.n.m. y lo divide de la cuenca del río Cubillos, por la parte sur con el área plana del valle del río Bogotá sobre los 2550 m.s.n.m. Por el oriente está limitado por el Páramo de Guerrero, Loma las Tres Patas, Alto de los Tres Cruces y la Cuchilla de San Jorge que lo separan de la cuenca del Río Bogotá cuyas elevaciones oscilan entre los 3000 y los 3600 m.s.n.m., por el Oeste limita con el Cerro de La Torre de los Indios, Alto el Páramo,

Cerro de Peña Colorada, Cerro de Galeano, Loma el Gavilán, el Valle del río Chicú y el Cerro de Manjuí, cuyas elevaciones oscilan entre los 2800 y los 3600 m.s.n.m.

### **-Características de población**

Según las estadísticas oficiales de la gobernación del departamento, Chía presenta una de las densidades poblacionales más altas del departamento y cerca de la mitad de los habitantes del municipio residen en viviendas arrendadas. Como gran parte de la zona al norte y occidente de Bogotá, Chía ha experimentado durante los últimos años un desarrollo urbanístico considerable, en el que se destaca principalmente la construcción de residencias y conjuntos residenciales para estratos medio-altos y altos. El coeficiente de Gini de propiedad de la tierra se encuentra entre 0,84 y 0,89, lo que indica una altísima concentración de la propiedad. En todo caso, Chía es uno de los municipios de Colombia con mayor nivel de desarrollo humano, y en Cundinamarca es el municipio con el porcentaje de personas con Necesidades Básicas Insatisfechas más bajo (7,11%).

### **CONDICIONES DEL MUNICIPIO FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO**

Chía es de los municipios más vulnerables de la Sabana de Bogotá, frente a los fenómenos como inundaciones, remoción en masa, afectaciones en su infraestructura y servicios ecosistémicos hidrológicos (—afectación de la disponibilidad y calidad del recurso hídrico).

Hay dos tipos de áreas que se ven afectadas por las consecuencias del cambio climático, las áreas con condición de amenaza y las áreas con condición de riesgo. Las que tienen condición de amenaza son aquellas zonas sin ocupar del suelo urbano, de expansión urbana, rural suburbano o centros poblados rurales en las que en la revisión o expedición de un nuevo POT se proponga su desarrollo. Mientras que las que tienen condición de riesgo, corresponden a aquellas zonas o áreas del territorio municipal clasificadas como de amenaza alta que estén urbanizadas, ocupadas o edificadas así como en las que se encuentren elementos del sistema vial, equipamientos e infraestructura de servicios públicos.

### **Inundaciones**

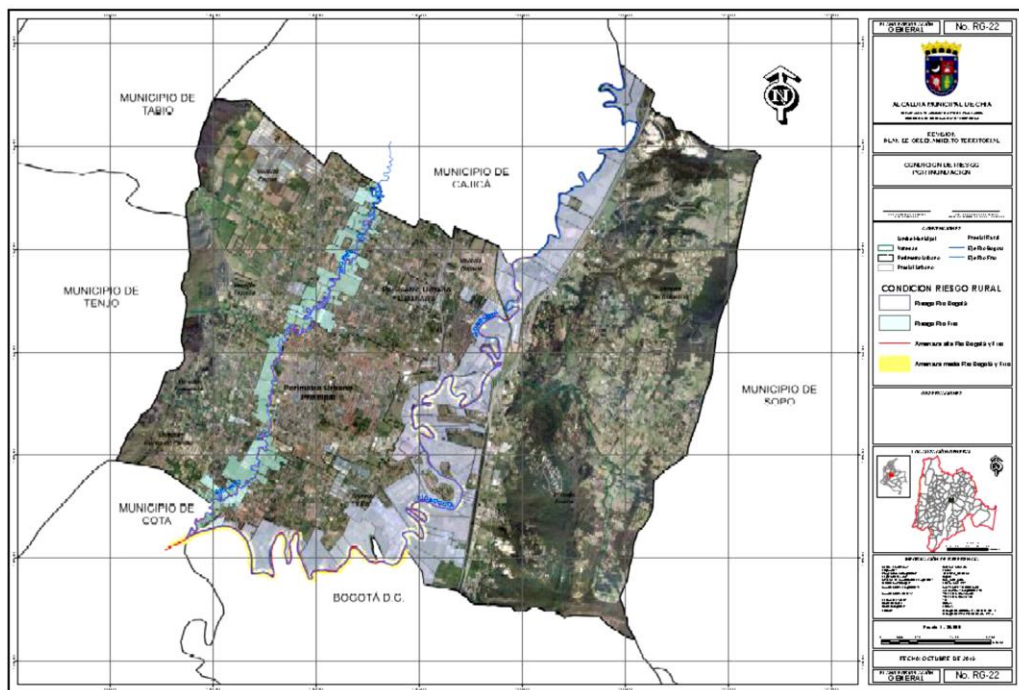
Las inundaciones son uno de los eventos más amenazantes que tiene en el municipio de Chía particularmente en las rondas del Río Frío y Río Bogotá, siendo más frecuente cuando las lluvias son intensas y prolongadas, formándose así represamientos e inundaciones que ocasionan daños en las viviendas, enseres, bienes de producción y enfermedades a la población.

De acuerdo al análisis del Departamento Administrativo de Planeación, durante la temporada del fenómeno de la Niña (2010-2011), el área de inundación generada por el Río Frío y Río Bogotá, en el municipio es de 1.033 Ha, de los cuales el 85% fue en zona rural y el 15% en zona urbana. De los 27.847 predios identificados en

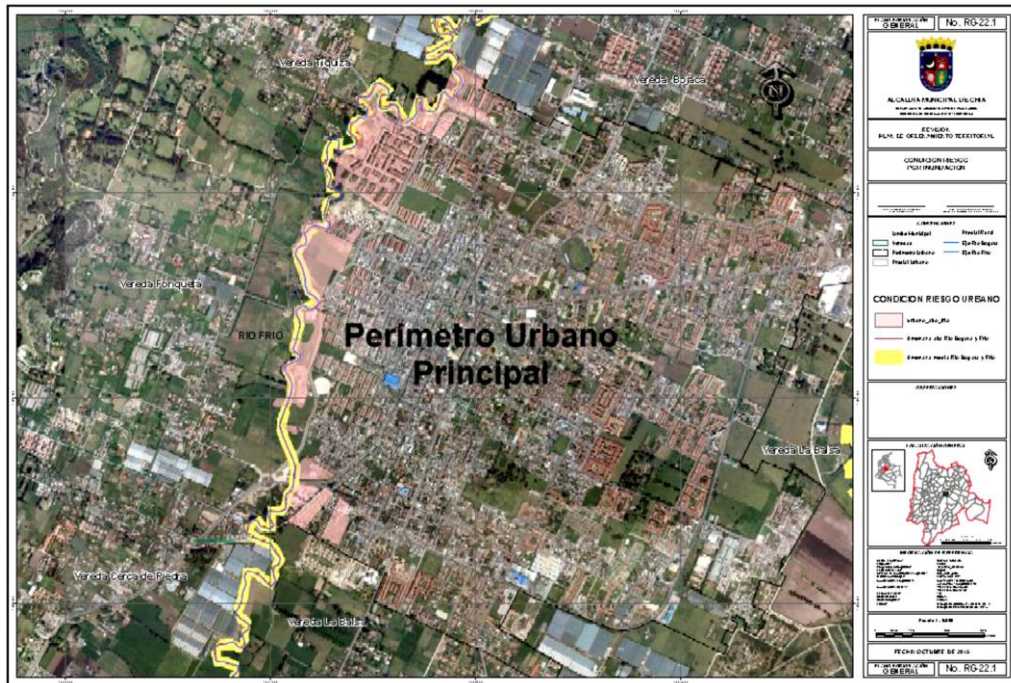
el catastro municipal, 1.845 predios se vieron afectados por el evento natural, 1.455 urbanos y 390 rurales que corresponden a un 6,63% del total de predios.

En el POT se incluyó la zonificación de las amenazas por inundación y se elaboraron los mapas de áreas con condición de riesgo para el área rural y urbana, que se muestran a continuación.

**Mapa 1-** Mapa de condición de riesgo por inundación en la zona rural del Municipio de Chía.



**Mapa 2-** Mapa de condición de riesgo por inundación en la zona urbana del Municipio de Chía.



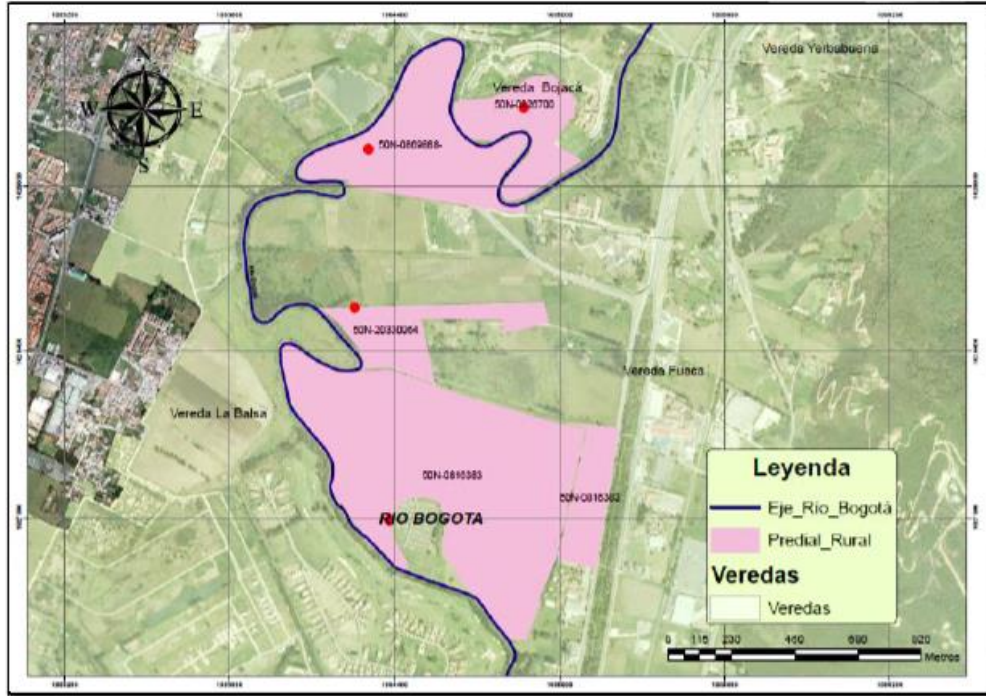
Tomado de: Ajuste al POT de Chía (2013)

Se puede observar que existe una mayor amenaza por inundación en el área rural que en la urbana, y se evidencia que el Río Bogotá representa mayor influencia en las áreas afectadas- que el río Frío.

### Puntos críticos para la inundación.

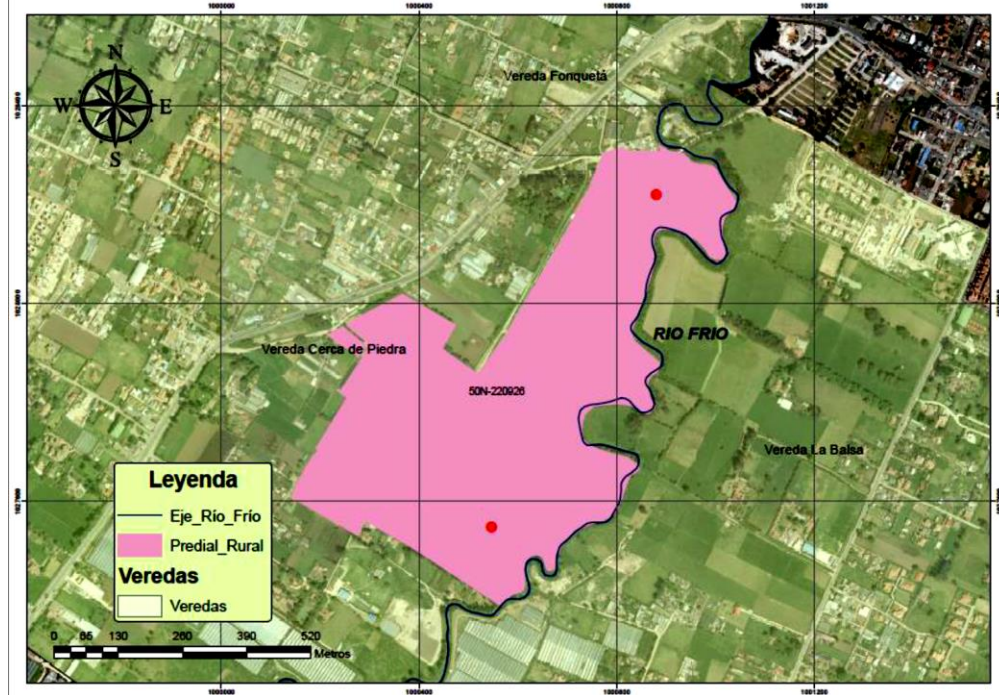
El POT de Chía, tras estudios en relación a los riesgos de inundación, identifica la ubicación de los puntos que presentan una mayor amenaza por inundación tanto en la parte rural como en el sector urbano del municipio de Chía. Los puntos críticos se identificaron tanto para el río Bogotá como para el río Frío. Este recorrido incluyó las ocho veredas que tienen influencia directa de los ríos Bogotá y Frío. En estas veredas se ven afectados un total de 9 predios rurales.

**Mapa 3-** Predios en puntos críticos Río Bogotá. Vereda Fusca y Bojacá



Tomado de: Ajuste al POT de Chía (2013)

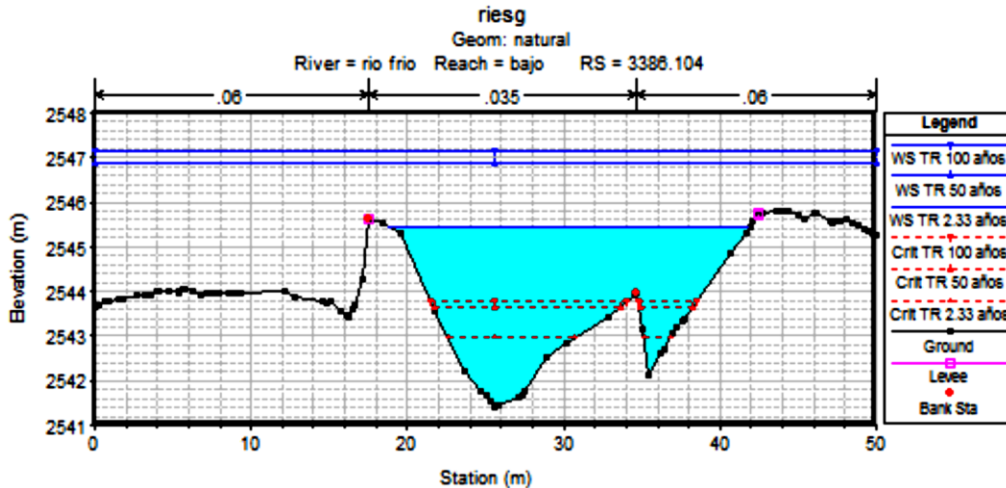
**Mapa 4-. Predios en puntos críticos Rio Frio. Vereda Cerca de Piedra.**



Tomado de: Ajuste al POT de Chía (2013)

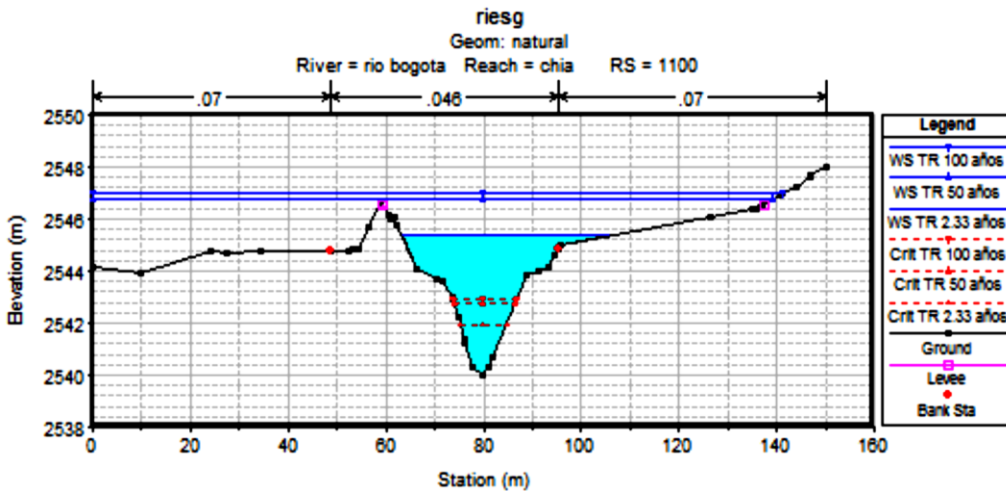
Se puede observar que en primera medida hay más puntos críticos a causa del Rio Bogotá que por el rio Frio, solo hay dos puntos críticos a lo largo del Rio Frio, lo cual afirma que el rio Frio representa una menor amenaza que el rio Bogotá.

**Mapa 5-** Sección típica del rio Frio



Tomado de: Ajuste al POT de Chía (2013)

**Mapa 6-** Sección típica del rio Bogotá en el municipio de Chía.



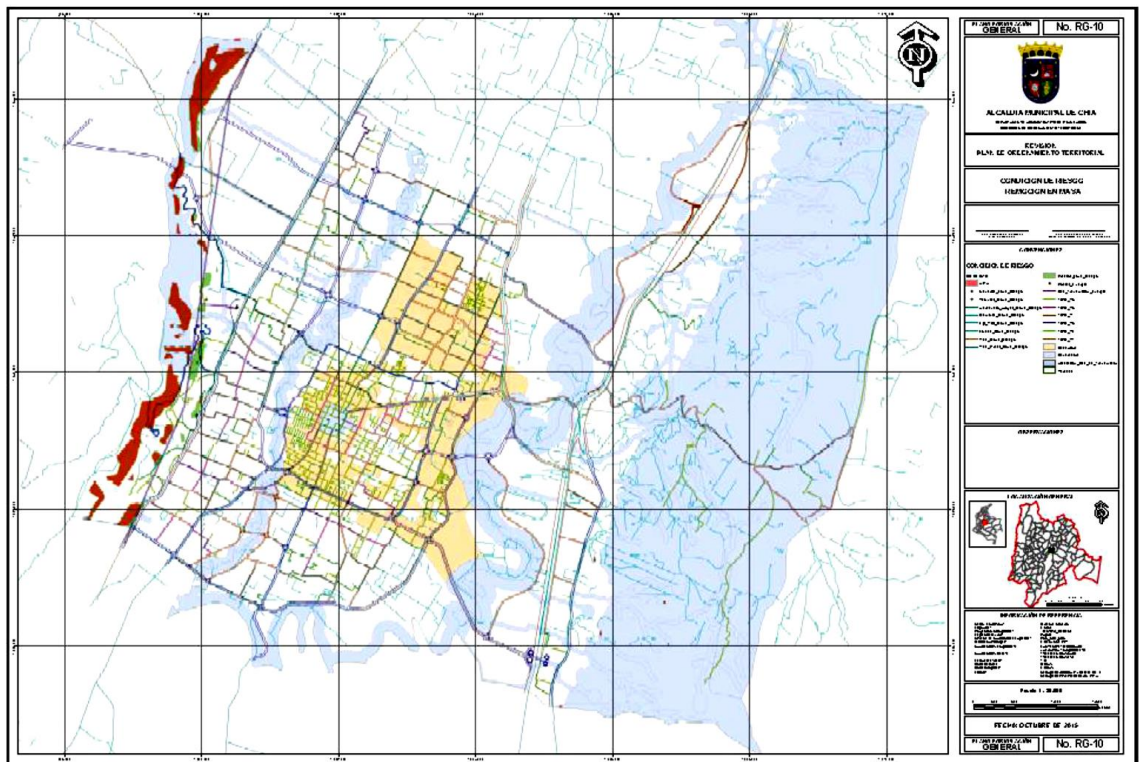
Tomado de: Ajuste al POT de Chía (2013)

Se puede concluir que efectivamente el rio Frio representa una menor amenaza en riesgo de inundación en el municipio de Chía, sus proyecciones indican que en el 2070 habrá un aumento de 2 metros en el nivel del rio y en el 2100 de 4 metros, lo cual es interesante para el desarrollo del proyecto piloto, porque permite experimentar arquitectónicamente formas de responder a esta condición.

## Remoción en masa y deslizamientos

Los fenómenos de remoción en masa y deslizamiento se han presentado históricamente en eventos de magnitudes menores, particularmente en las áreas de los cerros orientales y occidentales, se hacen más frecuentes cuando los periodos de lluvia son intensos y prolongados, causando saturación de agua en los suelos y a su vez inestabilidad en los taludes, muchas veces desprovistos de vegetación producto de las prácticas agrícolas tradicionales, la deforestación, el sobrepastoreo, la pendiente de los suelos entre otros factores.

**Mapa 7-** Mapa de condición de riesgo por remoción de masa en la zona rural del municipio de Chía.

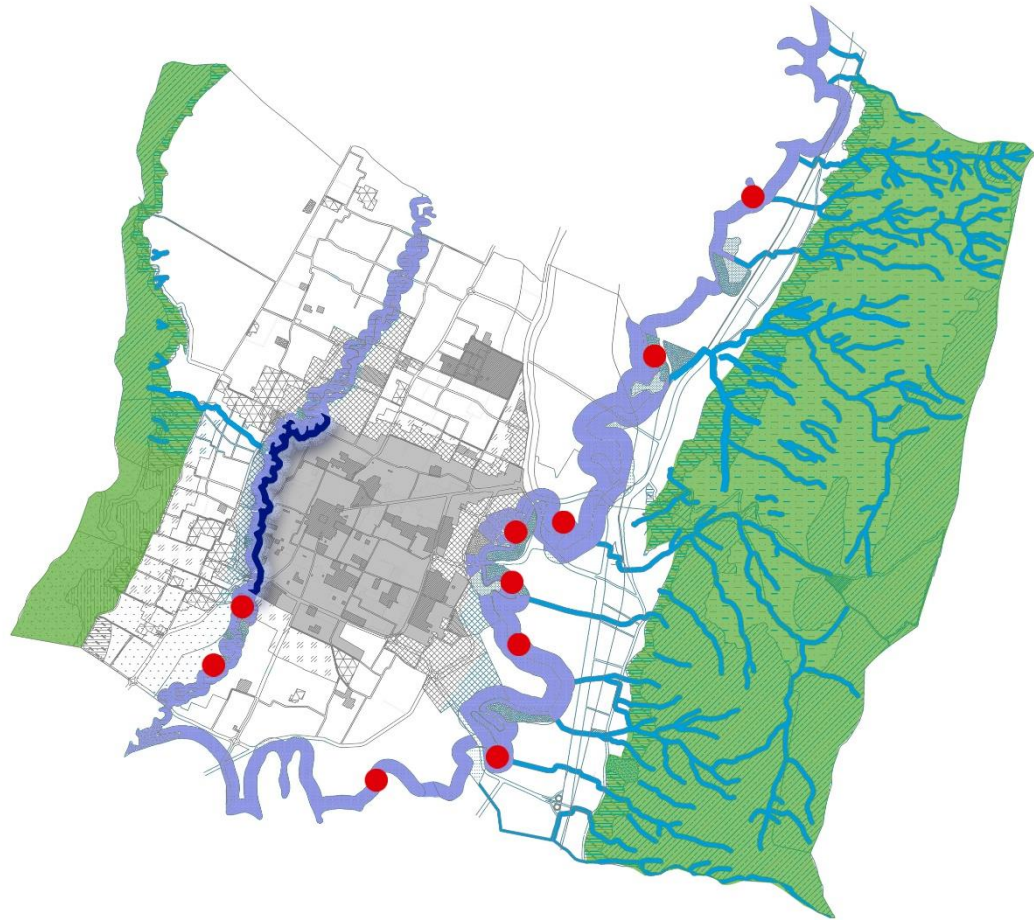






Tomado de: Ajuste al POT de Chía (2013)

Según el estudio realizado por el POT, para la condición de riesgo para el casco urbano a escala 1:5000, se tiene en cuenta el mapa de amenaza a esta escala, el cual está basado en el criterio que para pendientes menores a 5° la amenaza es baja y no se requiere implementar metodologías rigurosas por procesos de remoción en masa.







**Mapa 8.** Sistema Natural, rondas hídricas y puntos críticos de Inundación



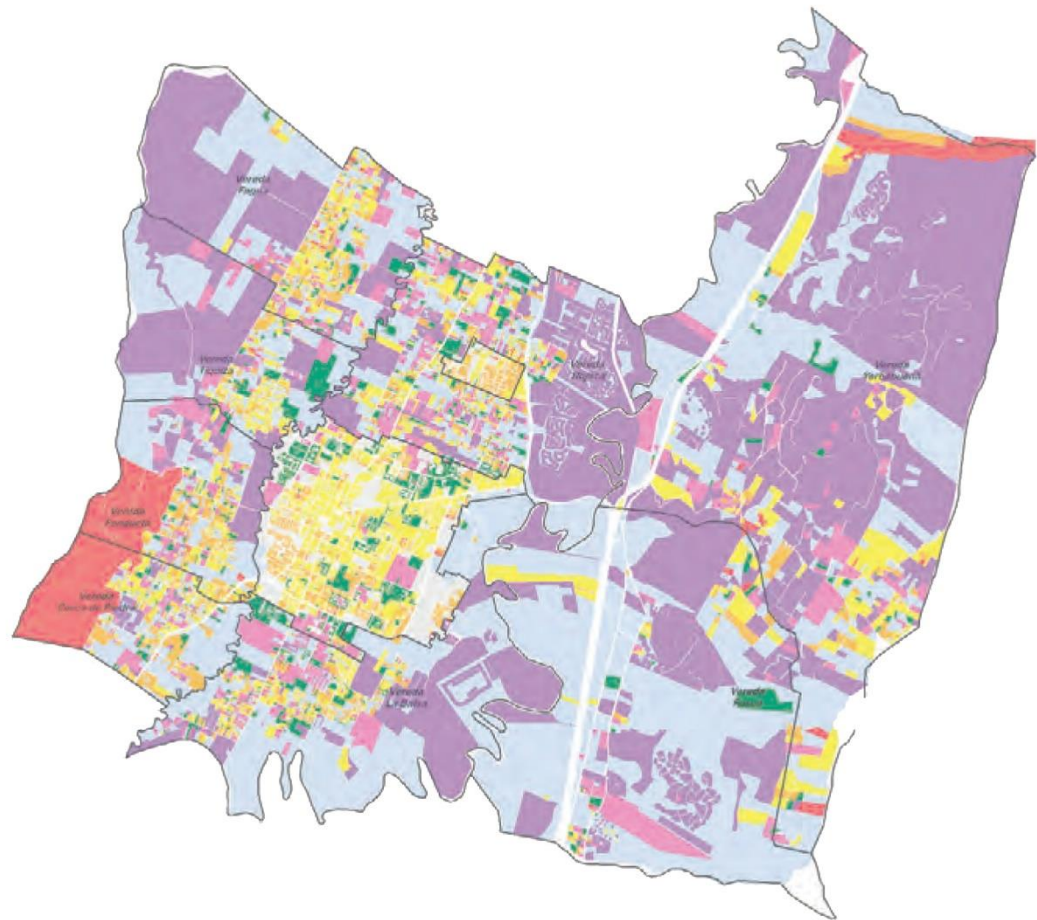
-  Punto crítico de Inundación
-  Ronda del Rio
-  Zona de Ronda invadida dentro del casco urbano
-  Cerros

**Mapa 9- Infraestructura y Servicios**



-  Vías principales
-  Zona de Expansión Urbana
-  Zona suburbana para vivienda
-  Equipamientos y servicios

**Mapa 10-. Plano Estratificación Socioeconómica**



**¿Por qué migrar a Chía?**

- Cercanía a Bogotá
- Precios más bajos que Bogotá
- Mejor calidad de vida

**Perfil Poblacional**

- Familias Jóvenes en edad laboral
- Ingresos medios – altos

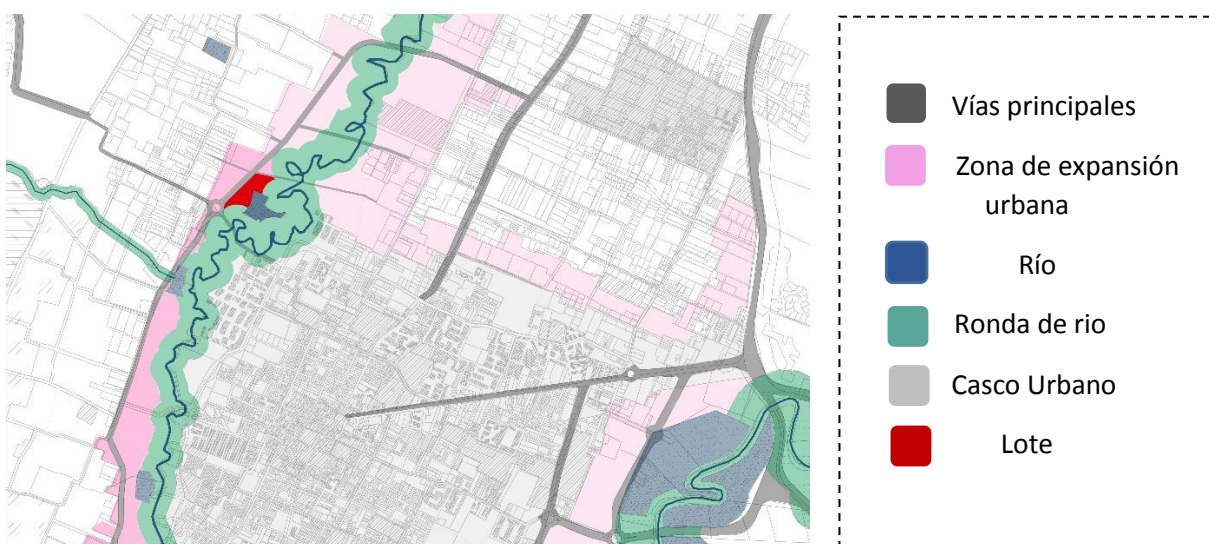
## CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL LOTE

Los criterios de selección de lote para la aplicación del modelo de agrupación de viviendas que se adaptan al cambio climático, fueron elegidos en relación al estudio de las áreas en condición de riesgo del Municipio de Chía.

1. Presencia de un cuerpo hídrico, para explorar el potencial del mismo y explorar nuevas formas de armonizar la arquitectura con la naturaleza, ya que la naturaleza en un futuro tendrá un significado muy importante para nosotros.
2. Zona que se encuentre en el área de expansión urbana prevista por el POT, ya que me da la oportunidad de direccionar nuevas formas de urbanizar.
3. Zona que no se encuentre dentro del área de reserva forestal protectora prevista por el POT.
4. Zona inundable, mitigable y manejable. Era importante buscar una zona que se inunde actualmente, pero que tenga un mayor riesgo en el futuro, lo cual me permite explorar arquitectónica y espacialmente estas formas de adaptación a la inundación.
5. Cerca de una reserva hídrica.

Teniendo en cuenta lo anterior, y la revisión de los planos realizados para el POT en el 2016, entre ellos: modelo de ocupación, clasificación general del territorio, sistema de acueducto, categorías en suelo rural, suelo urbano y de expansión urbana, áreas sujetas a planes parciales, y riesgos en el 2014, se determina el sector con convención negra en el Mapa 8 como zona de trabajo para la aplicación del modelo de agrupación de viviendas que se adaptan al cambio climático.

**Mapa 11-** Mapa elección de zona de trabajo para la aplicación del modelo de agrupación de viviendas que se adaptan al cambio climático, en el municipio de Chía.



## **ANÁLISIS DEL SECTOR**

Algunas de las conclusiones más importantes del análisis del lote y su entorno fuero:

1. Falta de espacio público tanto en la vereda Tiquiza como en el casco urbano.
2. Falta de equipamientos recreativos escala local
3. Presencia fuerte de niños en el sector
4. El 92 % de las vías, no tienen andenes.

## **ANÁLISIS DE CONDICIONES CLIMÁTICAS DEL LUGAR**

### **CONFÓRT TÉRMICO**

En síntesis, el confort térmico es la sensación neutra de una persona respecto a un ambiente térmico determinado.

Este se da a partir del equilibrio de tres variables:

-Temperatura de bulbo seco

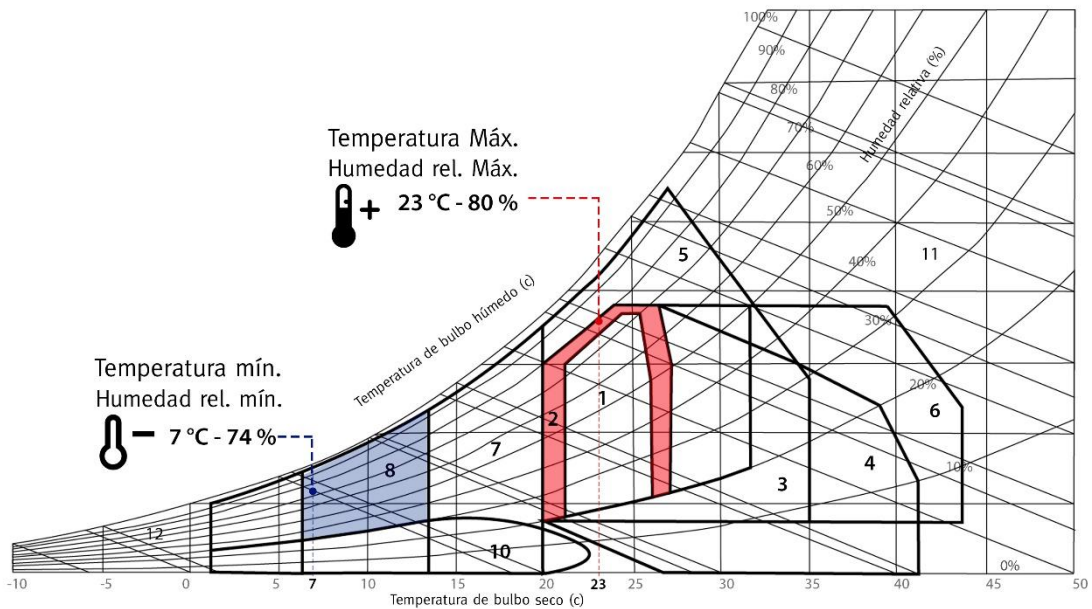
-Humedad

-Velocidad del viento

En el mapa 12. Se muestra el cuadro psicrométrico creado por Baruch Givoni, el cual plantea estrategias según las variables de temperatura y humedad relativa, de un lugar; para lograr el confort térmico.

Se suele trabajar con los picos máximos y los mínimos de cada variable en el lugar. En el caso de Chia, la temperatura mínima registrada es 7°C y la humedad relativa mínima es 74 % y la temperatura máxima registrada es 23 °C y la humedad relativa máxima registrada es del 80%.

## Mapa 12-. Cuadro psicrométrico – Baruch Givoni



De acuerdo a esto, hay que trabajar con el pico mínimo (Zona 8) puesto que las zonas 1 y 2 son las del confort térmico (ideales), en ese sentido la estrategia de la zona 8 es diseño pasivo, que es síntesis es radiación solar directa.

Lo cual quiere decir que el diseño pasivo es fundamental para la búsqueda del confort térmico en una localización como la de Chía.

## 17. ANÁLISIS DE REFERENTES

### The Dryline “BIG U” – BIG

Figura 9. VISTA AÉREA ZONA DE INTERVENCIÓN PROYECTO



Tomado de: [rebuildbydesign.org](http://rebuildbydesign.org)

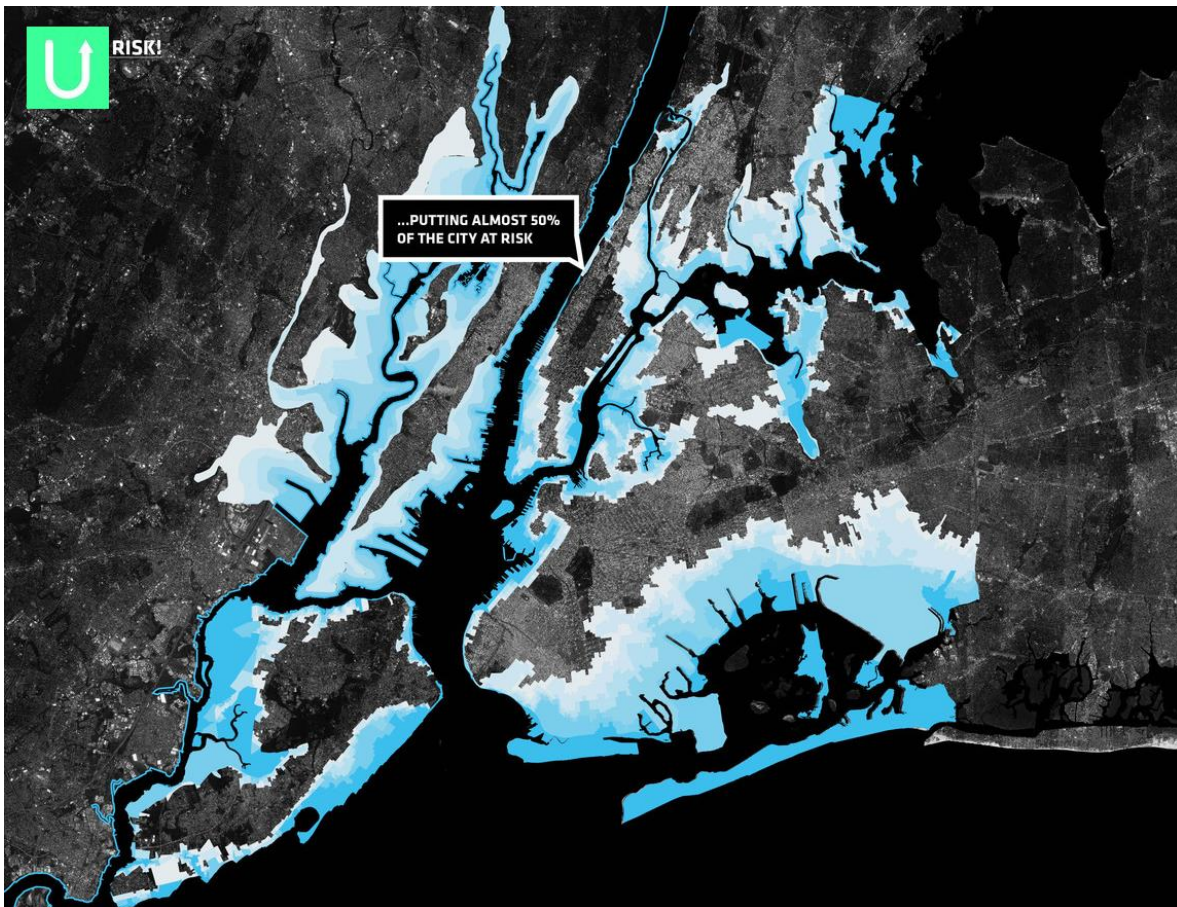
Rebuild by Design, es una competencia en la cual grandes firmas de arquitectura proponen proyectos sobre la mejora de la resiliencia de las comunidades frente al mar a través del diseño a nivel local, sensible e innovador, en la ciudad de NY.

La propuesta de BIG, BIG U, tiene sus raíces en los conceptos de la firma sobre la infraestructura social y la sustentabilidad hedonista. Se prevé un sistema de protección de 10 kilómetros que rodea Manhattan, la cual da protección para la ciudad contra las **inundaciones** y el agua propia de las lluvias, mientras que simultáneamente proporciona ámbitos públicos específicos a las necesidades de las diversas comunidades de la ciudad. (Ingels,2014)

Bjarke Ingels dice:

"Nos preguntamos: ¿Y si pudiéramos imaginar la infraestructura de la resistencia para el Bajo Manhattan, en una forma que no fuera como un muro entre la ciudad y el agua, sino más bien un collar de perlas de servicios sociales y ambientales adaptados a sus barrios específicos, que también pasan a proteger a sus diversas comunidades de las inundaciones. Infraestructura social entendida como una estrategia global arraigada en las comunidades locales."

Figura 10. MAPA DE ZONA DE RIESGO DE INUNDACIÓN CIUDAD DE NEW YORK.



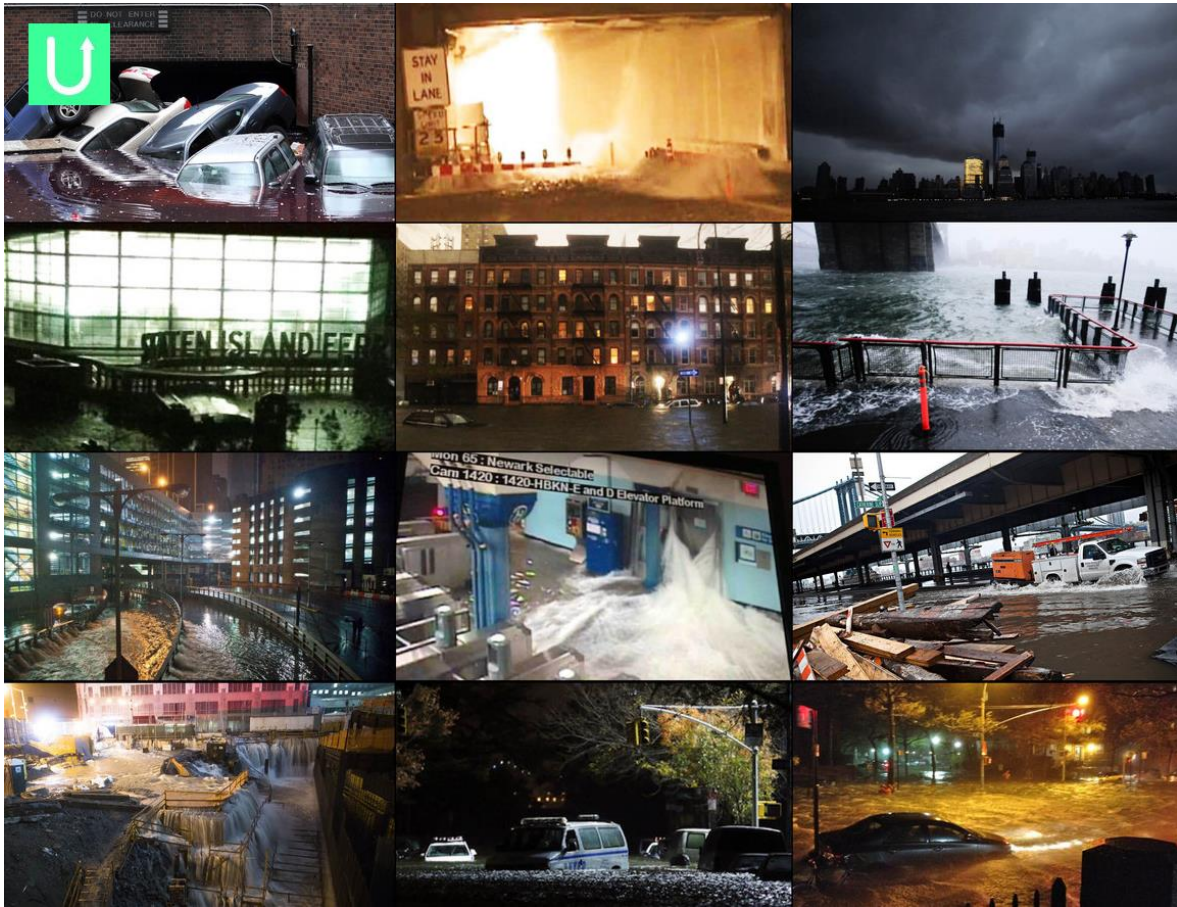
Tomado de: <http://www.big.dk/#projects-hud>

## El problema

La baja topografía de Manhattan en la zona este y oriente, es el hogar de aproximadamente 220.000 residentes y es el núcleo de un sector comercial de \$500 billones que influyen en la economía mundial. El huracán Sandy devastó no solo al distrito financiero, sino a 95.000 residentes de la ciudad de bajos ingresos, ancianos y discapacitados. La infraestructura dentro del perímetro de 10 millas fue dañada o destruida, el transporte, los medios de comunicación fueron cortados y la electricidad y el agua. (rebuildbydesign,2014)



Figura 11. ILUSTRACIÓN DE PROBLEMÁTICA



Tomado de: <http://www.big.dk/#projects-hud>

## La propuesta

El proyecto es un sistema de protección que rodea Manhattan, respondiendo a las necesidades y preocupaciones de las diversas comunidades de la isla. Big U protege 10 millas continuas de geografía bajas que conforman una zona urbana increíblemente densa, vibrante y vulnerable. El enfoque del equipo tiene sus raíces en dos conceptos, el de **infraestructura social** y la **sostenibilidad hedonista**. Big U no sólo protege a la ciudad contra las inundaciones y las aguas pluviales; proporciona beneficios sociales y ambientales a la comunidad, y promueve un espacio público mejorado. El equipo prevé tres compartimentos que funcionan de forma independiente para proporcionar protección contra las inundaciones. Cada compartimiento comprende una zona físicamente discreta de protección contra inundaciones y que puede ser aislada de zonas adyacentes a las inundaciones. Al mismo tiempo, cada uno presenta oportunidades para la planificación social y comunitaria integrada. Los compartimentos trabajan al unísono para proteger y mejorar la ciudad, pero la propuesta de cada compartimiento está diseñada para sostenerse por sí mismo. (Quirk, 2014)

Figura 12. ILUSTRACIÓN DE PROPUESTA



Tomado de: <http://www.big.dk/#projects-hud>

Figura 13. ILUSTRACIÓN DE PROPUESTA CON POSIBLES ESCENARIOS



Tomado de: <http://www.big.dk/#projects-hud>

Es así como se puede concluir, que para la concepción del diseño de BIG U, se tienen en cuenta dos conceptos fundamentales, el de infraestructura social y la sostenibilidad hedonista, que está relacionada con el gusto de pensar los proyectos con sostenibilidad y no como una camisa de fuerza u obstáculo de desarrollo. Por otra parte, lo que me aporta para el desarrollo de mi proyecto es la **adaptabilidad espacial a las inundaciones, el uso de barreras naturales y programáticas**, para proteger la ciudad de las inundaciones, generar beneficios sociales y ambientales a la comunidad y **el manejo de escenarios**, ya que todos los espacios que proponen son resilientes, y todas estas estrategias hacen que esta parte de la ciudad de NY sea más resiliente al cambio climático y direcciona una nueva forma de construir y concebir los espacios.

Figura 14. ABSTRACCIÓN ESQUEMÁTICA USO DE BARRERAS NATURALES Y PROGRAMÁTICAS ANTE LAS INUNDACIONES



## The Urban Rigger – BIG

Figura 15. VISTA GENERAL DEL PROYECTO



Tomado de: <http://www.big.dk/#projects-con>

Los últimos años han demostrado un sustancial y sostenido aumento en el número de estudiantes en toda Dinamarca. A medida que este número sigue creciendo, se hacen necesarias viviendas adicionales para albergarlos. Existen algunas estrategias que permiten a las ciudades expandirse, sin embargo, el puerto de Copenhague sigue siendo un área poco utilizada y subdesarrollada en el centro de la ciudad. Mediante la introducción de una tipología de construcción optimizada para las ciudades portuarias, podemos introducir una solución de vivienda que posibilitará mantener a los estudiantes en el centro de la ciudad. Mientras tanto, el sistema de *containers* ha sido desarrollado para permitir que las mercancías sean transportadas por carretera, agua o aire, a cualquier parte del mundo mediante una compleja red de operadores a muy bajo costo. A partir del uso de un sistema de *container* estándar se nos brinda el marco para una tipología de construcción extremadamente flexible.

Figura 16. VISTA AÉREA DEL PROYECTO



Tomado de: <http://www.big.dk/#projects-con>

Figura 17. ACTIVIDADES EN TORNO AL RIO Y COMO SE COMPLEMENTAN CON EL PROYECTO

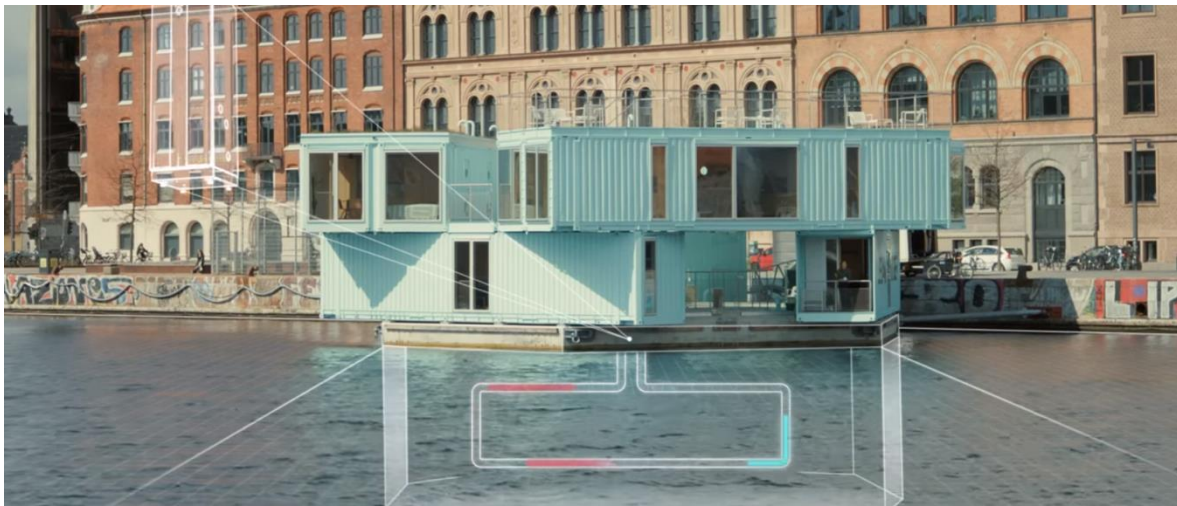


Tomado de: <http://www.big.dk/#projects-con>

## Estrategias de diseño

El proyecto está flotando en el agua, y aprovecha el recurso hídrico teniendo en cuenta que el 75 % de la energía para la calefacción y el agua caliente es extraída del mar. Por otro lado el diseño permite que los estudiantes que residen en el proyecto interactúen con el cuerpo hídrico.

Figura 18. SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE ENERGÍA DEL MAR



Tomado de: <http://www.big.dk/#projects-con>

Es así como se puede concluir, que el manejo de containers y el uso de modulación de los mismos, hacen que el proyecto se pueda adaptar fácilmente a las condiciones climáticas del lugar, por ejemplo la orientación solar, al usar estos módulos se pueden girar los bloques según el análisis solar y de vientos, entre otras variables. Esta condición del uso del módulo, el uso de energías renovables y el diseño de cubiertas verdes, me aportan al desarrollo del proyecto, ya que son ejemplos claros de la materialización de los lineamientos generales ya mencionados en este documento.

## Interlace – OMA

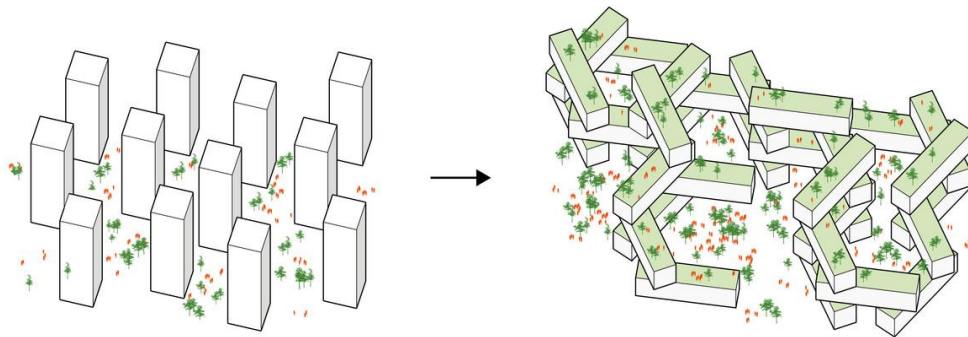
Figura 19. VISTA GENERAL DEL PROYECTO



Interlace se encuentra en un sitio elevado de ocho hectáreas, limitado por Alexandra Road y el Ayer Rajah Expressway, en medio de las verdes cordilleras del sur de Singapur. Con cerca de 170.000 m<sup>2</sup> de superficie de suelo, el desarrollo proporcionará 1.040 unidades de apartamentos de diferentes tamaños, con amplios espacios al aire libre y jardines. El sitio completa un cinturón verde que se extiende entre Kent Ridge, el Cerro Telok Blangah y el Parque Mount Faber.

Diseñado por Ole Scheeren, socio de la "Office for Metropolitan Architecture" (OMA), el Interlace rompe con la tipología estándar de Singapur de torres de apartamentos verticales y aisladas y en lugar explora un enfoque radicalmente diferente a la vida tropical: una red interconectada expansiva de espacios de vida y comunales integrados con el medio ambiente natural. Treinta y un bloques de apartamentos, cada uno de seis pisos de altura e idénticos en longitud, se apilan en una disposición hexagonal para formar ocho grandes patios abiertos y permeables. Los bloques entrelazados forman un pueblo vertical con jardines elevados y terrazas privadas y públicas en el techo.

Figura 20. ESQUEMA DE CONCEPCIÓN VOLIMETRICA

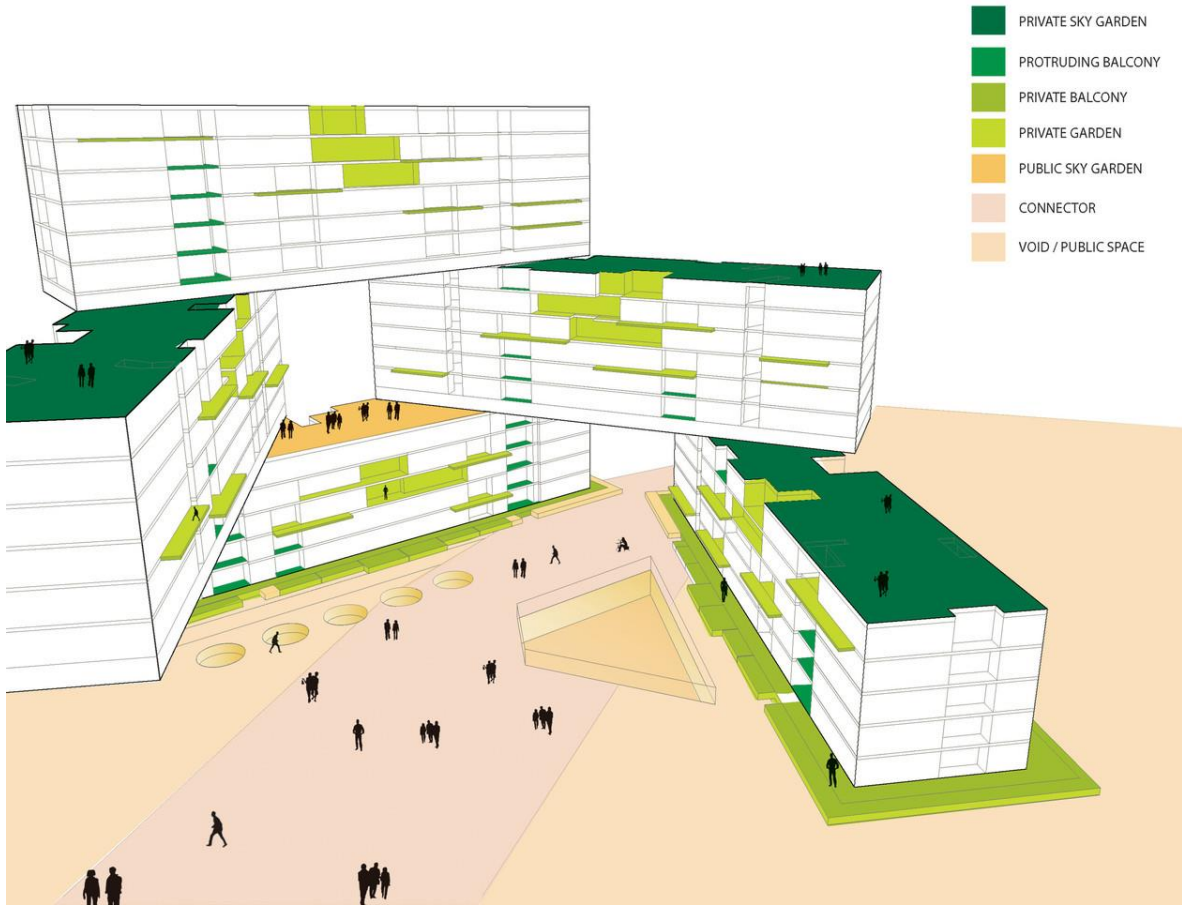


El diseño aprovecha el generoso tamaño del sitio y además maximiza la presencia de la naturaleza mediante la introducción de extensas cubiertas verdes, terrazas y balcones. En el primer piso la circulación vehicular se reduce al mínimo, liberando grandes áreas verdes dentro de la urbanización. El Interlace incorpora características de sostenibilidad a través del análisis del sol, el viento y las condiciones micro-climáticas del lugar, integrando estrategias de energía pasiva de bajo impacto.

Mientras se mantiene la privacidad de unidades de apartamentos individuales a través de la generosa separación de los bloques y puntos de vista de largo alcance, el diseño también cuenta con espacios comunes para la actividad compartida. Amplias instalaciones residenciales se entretrejen en la vegetación y ofrecen oportunidades exuberantes para la interacción social, el ocio y la recreación.



Figura 21. ESQUEMA DE ESPACIO PÚBLICO Y ESPACIOS VERDES



Es así como se puede concluir, que para la concepción del diseño de Interlace, es fundamental la modulación para la adaptación formal y al terreno, pues al igual que en el proyecto “the urban Rigger” el uso del módulo permite responder a diferentes variables climáticas, y facilitan el diseño pasivo. Otro aspecto importante de este proyecto, es la liberación del primer piso, generando actividades y la elevación del espacio público manejando niveles de privacidad. Todo lo anterior descrito, aporta estrategias que pueden incorporarse en un proyecto que sea capaz de adaptarse a las consecuencias del cambio climático, especialmente referente a las inundaciones y estas mismas se ven materializadas en cada uno de los proyectos analizados.

## ANÁLISIS SOLAR

Luego de decidir trabajar con el módulo para la concepción arquitectónica del volumen, se realiza un análisis solar con la óptima orientación solar (sentido oriente – occidente) y con el ángulo óptimo de rotación máxima, realizando el estudio de la eficiencia de fachada a cada uno.

Figura 22. ANGULO ÓPTIMO DE ORIENTACIÓN DEL VOLUMEN

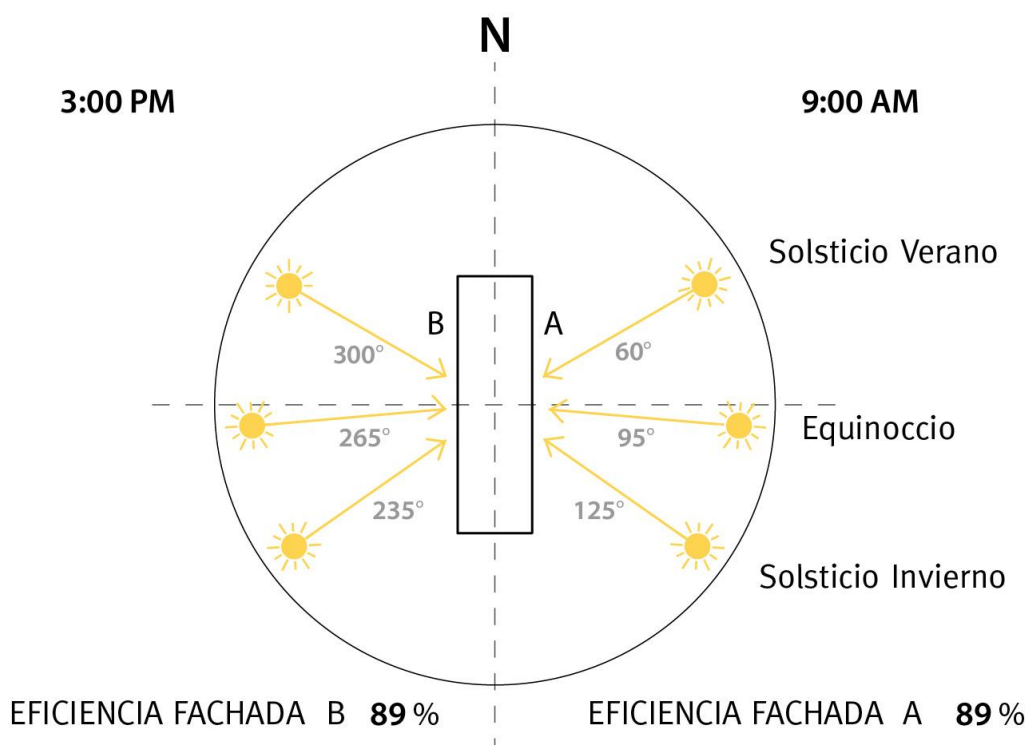
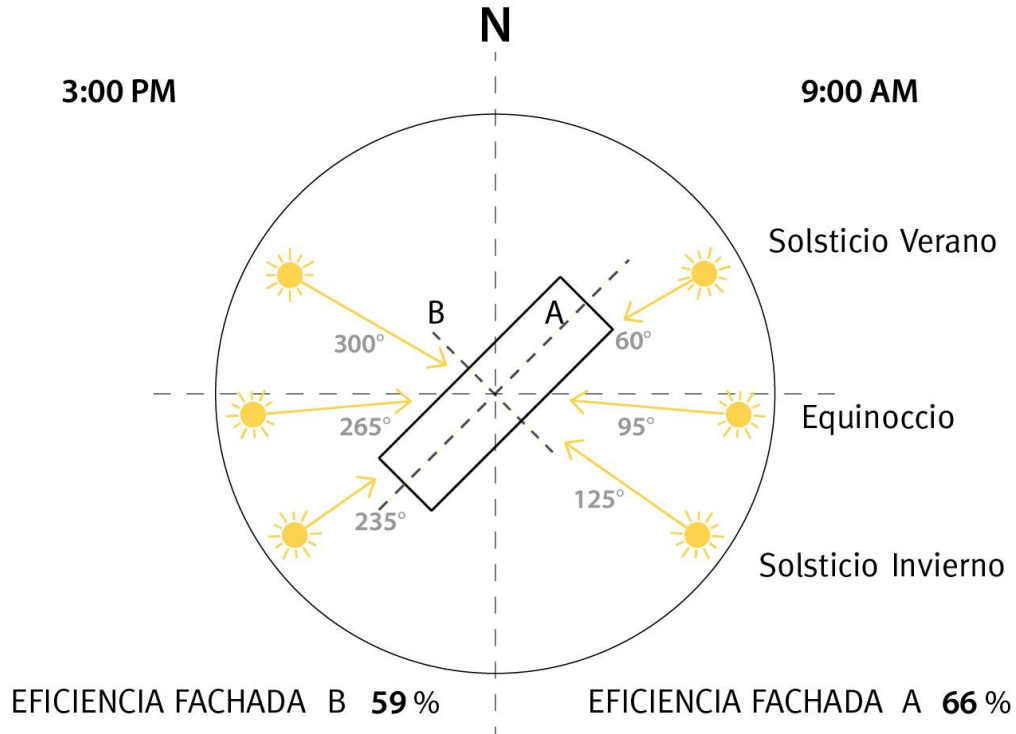


Figura 23. RANGO MÁXIMO DE GIRO ÓPTIMO DEL VOLUMEN



Se concluye que estos dos ángulos son los mejores para realizar el diseño e implantación del volumen de la agrupación de viviendas. Posteriormente se hace un análisis de sombra, para determinar cuáles son los espacios que recibirán mayor y menor sombra durante todo el año.

Figura 24. ANÁLISIS DE SOMBRAS SOLSTICIO DE VERANO

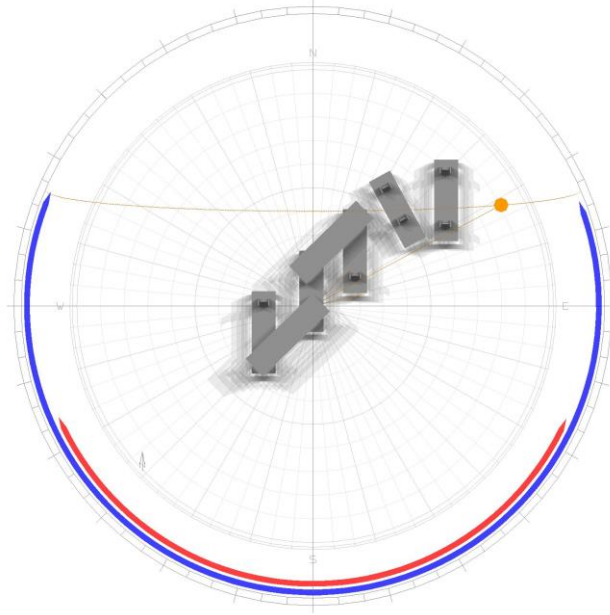


Figura 25. ANÁLISIS DE SOMBRAS EQUINOCCIOS

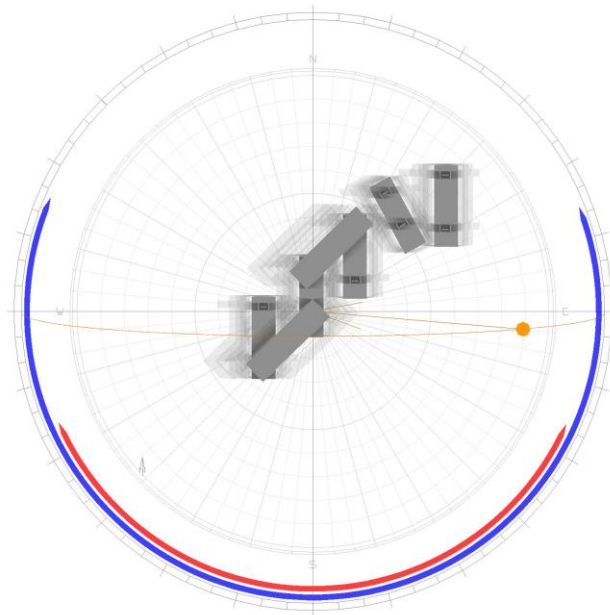


Figura 26. ANÁLISIS DE SOMBRAS SOLSTICIO DE INVIERNO

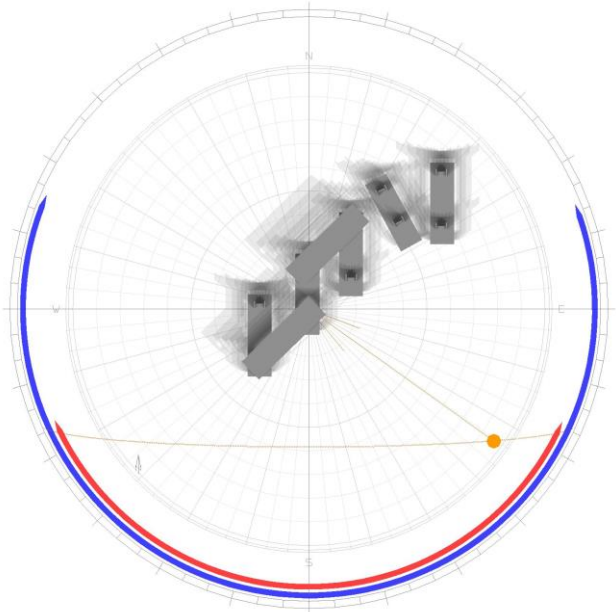
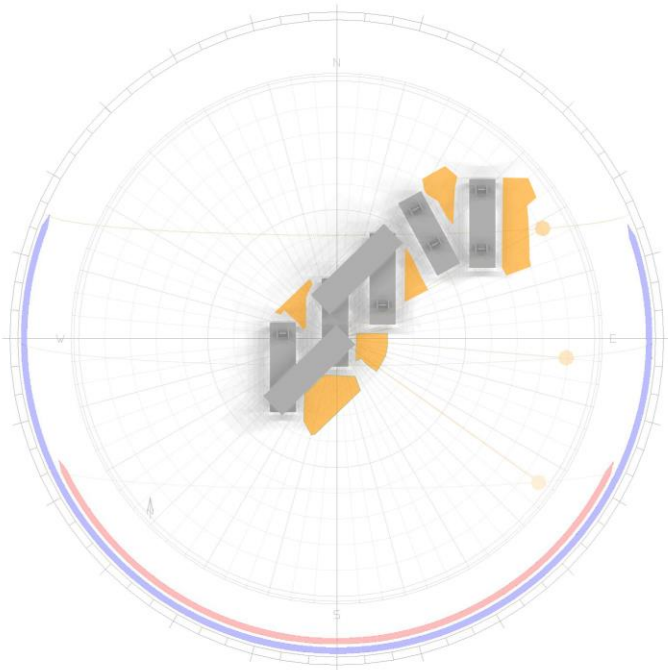


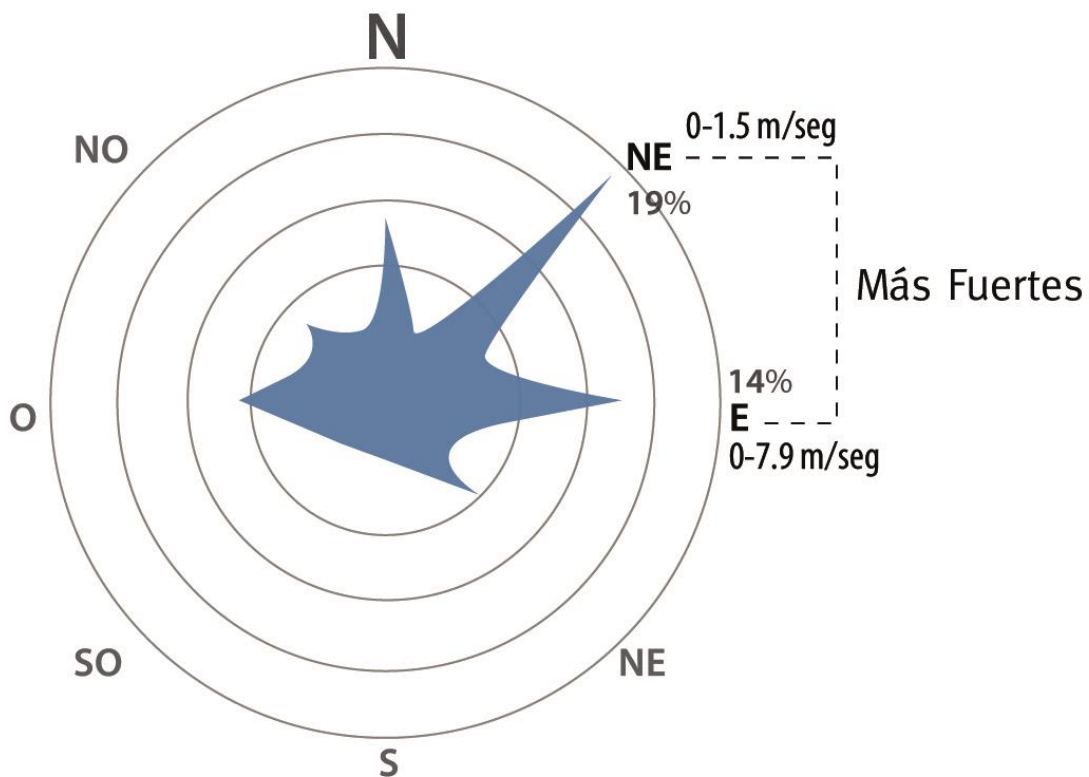
Figura 27. SÍNTESIS ANÁLISIS DE SOMBRAS – ZONAS QUE RECIBEN MAYOR SOMBRA DURANTE TODO EL AÑO



En la figura 27 se muestran en color amarillo, las zonas que recibirán mayor sombra durante todo el año, es decir las zonas más frías del proyecto. Luego de esto se realiza un análisis de vientos, selección de especies y finalmente, de acuerdo a todas estas variables se hace una zonificación del proyecto.

## ANÁLISIS DE VIENTOS

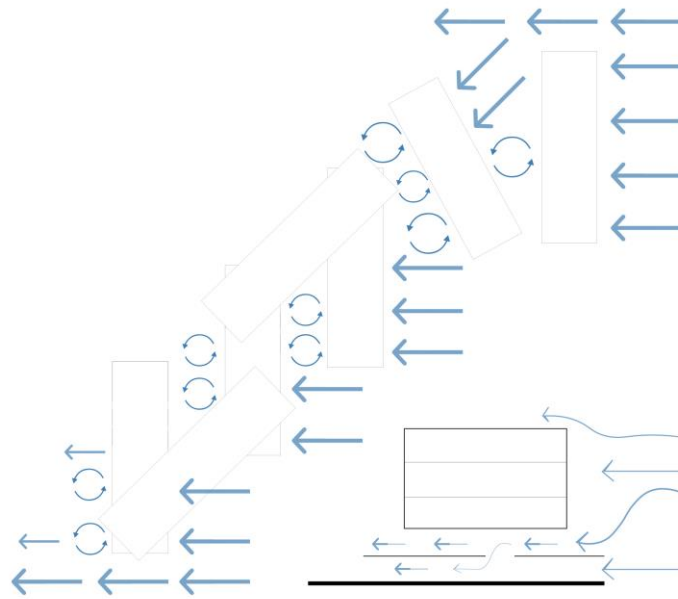
Figura 28. ABSTRACT ROSA DE VIENTOS CHÍA



Se concluye que los vientos más fuertes son los que provienen de NE, sin embargo su velocidad es agradable, es decir que hay que trabajar con los vientos provenientes del Este, puesto que las velocidades de viento oscilan entre 0 y 7.9

m/seg, y para que haya confort térmico la velocidad del viento debe ser igual a 1 m/seg o menor.

Figura 29. ESQUEMA DE VIENTOS SOBRE LA VOLUMETRIA



La Figura 29 muestra la incidencia de los vientos en la volumetría y la forma de los vientos en la zona de presión negativa (ZPN), llamada a la zona opuesta a la que recibe los vientos). Estas zonas ZPN son las adecuadas para zonificar lugares de permanencia.

## 18. ENERGÍAS RENOVABLES

El aumento del precio del gas y del petróleo, el cambio climático y la creciente dependencia de importantes energías, hacen que nuestros planes actuales de suministro se vean cada vez más amenazados. Un desafío de suma importancia en el futuro es cortar el uso de combustible fósil al mínimo. (Solarge,f.d)

Teniendo en cuenta eso, la industria ha desarrollado varios sistemas de recolección de energía entre ellos, uno de los más populares que son los paneles solares y por otro lado, el agua, para posteriormente usarlo como sistema de producción de energía.

### **SOLAR**

La **energía solar** es la energía producida por el sol y que es convertida a energía útil por el ser humano, ya sea para calentar algo o producir electricidad (como sus principales aplicaciones). Cada año el sol arroja 4 mil veces más energía que la que consumimos, por lo que su potencial es prácticamente ilimitado.

La intensidad de energía disponible en un punto determinado de la tierra depende, del día del año, de la hora y de la latitud. Además, la cantidad de energía que puede recogerse depende de la orientación del dispositivo receptor. Actualmente es una de las energías renovables más desarrolladas y usadas en todo el mundo. Para generar la electricidad se usan las células solares, las cuales son el alma de lo que se conoce como paneles solares, las cuales son las encargadas de transformarla energía eléctrica.

### **Paneles Solares**

Un **panel solar** o **módulo solar** es un dispositivo que capta la energía de la radiación solar para su aprovechamiento. El término comprende a los colectores solares, utilizados usualmente para producir agua caliente doméstica mediante energía solar térmica, y a los paneles fotovoltaicos, utilizados para generar electricidad mediante energía solar fotovoltaica.

### ***En cubierta.***

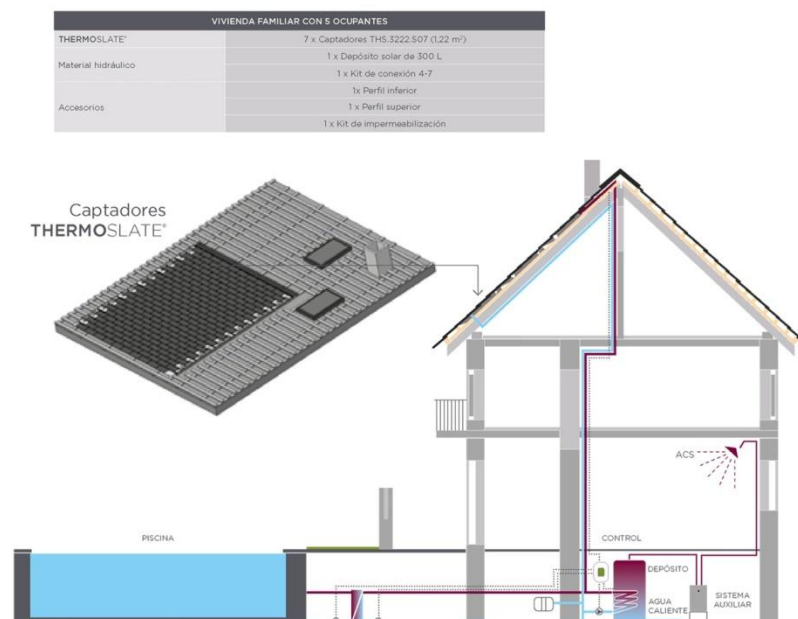
Hoy en día existen soluciones alternativas que suman captadores solares a los elementos que conforman la cubierta -zona de mayor exposición a la luz del sol en un proyecto arquitectónico, haciéndolos imperceptibles a la vista y muy efectivos en cuanto a la producción energética.



Figura 30. ILUSTRACIÓN PANEL SOLAR TÍPICO



Figura 31. ILUSTRACIÓN PANEL SOLAR TÉRMICO, ELABORADO A PARTIR DE PIEDRA PIZARRA NATURAL



Los **paneles solares térmicos**, entregan la energía necesaria para la producción de calefacción, agua caliente o para la climatización de piscinas. (plataformaarquitectura, 2017) Los paneles que revisamos hoy son fabricados a partir de piedra pizarra natural, en formatos que van desde los 32x22 cm a los 50x25 cm. Estos elementos, además de asegurar su inercia térmica e impermeabilidad, pueden calentar hasta 50 litros de agua al día por m<sup>2</sup> de superficie, evitando la emisión media de 90 kg de CO<sub>2</sub>.

### ***En fachada***

La arquitectura contemporánea está mostrando un creciente interés por las cubiertas y fachadas ventiladas y por los diferentes tipos de materiales de las que éstas pueden componerse. Aprovechar la amplia superficie de la fachada de un edificio para instalar placas solares es una opción que agrega tanto beneficios económicos, como energéticos y medioambientales. (Zuleta, 2011)

Las instalaciones solares integradas en las fachadas de los edificios son sistemas cada vez más presentes en la arquitectura actual ya que ofrecen la posibilidad de conseguir un resultado estético atractivo desde el punto de vista del diseño y ofrecen al mismo tiempo la posibilidad de generar electricidad por medio de la energía solar. Las llamadas fachadas solares integran células fotovoltaicas que pasan a ser una alternativa sostenible de energía, haciendo interesante la introducción de estas fachadas en cualquier proyecto nuevo o de renovación, siendo una innovadora tecnología, tanto estética como ambiental. Existe la posibilidad de convertir la fachada en una gran manta solar, que combine la colocación de placas solares fotovoltaicas –destinadas a generar electricidad - y sistemas solares térmicos -para agua caliente sanitaria y calefacción.

Figura 32. EJEMPLO DE PROYECTO DE VIVIENDA CON USO DE FACHADA SOLAR



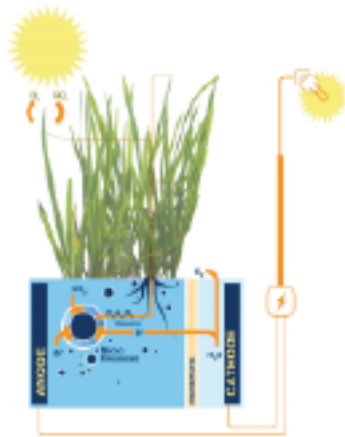
Tomado de: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-70481/en-detalle-fachadas-solares>

Dependiendo de la orientación de la fachada, la ubicación del edificio, y la tecnología fotovoltaica implementada, la energía eléctrica generada por un sólo metro cuadrado puede variar entre 40-200 kW/h anuales; energía suficiente para satisfacer hasta 10.000 horas de luz de bombillas de bajo consumo de 20W. (Zuleta, 2011)

## PLANT – E

**Plant-e** es una startup con sede en Wageningen, Holanda, que está desarrollando una tecnología que permite generar **electricidad** utilizando plantas como alternativa a los actuales sistemas de producción de energía renovable por viento o radiación solar. La ventaja de este método es que sólo necesita que la planta crezca en un medio saturado de agua, por ejemplo, un **pantano**, un **arrozal** o un **jardín**, para generar energía de forma **continua**. Por tanto, esta tecnología podría integrarse con la energía eólica o solar para subsanar los problemas de intermitencia, ya que funciona de forma ininterrumpida, incluso por la noche y cuando no hay viento.

Figura 33. ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE PLANT- E



### ***Cómo funciona?***

El excedente de materia orgánica generado por las plantas durante el proceso de fotosíntesis se trasfiere al suelo a través de sus raíces, lo que genera todo un ecosistema de microorganismos alrededor de ella que se alimentan de dicha materia liberando **electrones**. Pues bien, los científicos han desarrollado una tecnología que permite recolectar todos estos electrones mediante la colocación de **electrodos** junto a las raíces para obtener electricidad.

Aunque ya existen precedentes de sistemas similares para producir electricidad mediante plantas, sus creadores defienden que con la tecnología de Plant-e las plantas no sufren ningún daño, ya que no requiere manipularlas ni someterlas a ningún proceso. El único inconveniente es que en condiciones de calor extremo o temperaturas bajo cero, el proceso de generación de energía se interrumpe por la **evaporación** o **congelación** del agua del terreno. En estos casos, basta con añadir agua o derretir el hielo para que el sistema vuelva a entrar en funcionamiento.

Figura 34. SINTESIS DE USO DE ENERGÍAS RENOVABLES PARA EL PROYECTO

## Paneles Solares CUBIERTAS



TERMODINÁMICOS

Lluvia Día Noche



15 ° hacia el Sur

25 Años de vida

## Vidrio Fotovoltáico FACHADAS



Aislante térmico

Aislante Acústico

Filtro UV

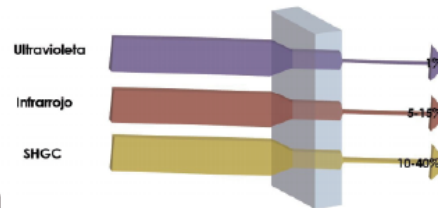
Integración estética

## Plant - E ESPACIO PÚBLICO



Energía limpia a partir de plantas vivas

Integración Espacial



La figura 26. Sintetiza las energías renovables que serán incorporadas en el proyecto, y describe los lugares o zonas donde éstas serán localizadas.

## 19. DISEÑO PASIVO

El diseño pasivo o el término Passivhaus, es entendido como un estándar de construcción, basado en la arquitectura sostenible, es decir busca que el edificio sea energéticamente eficiente, de gran confort interior, económicamente asequible y ecológico. Todos estos aspectos se trabajan simultáneamente a la hora de proyectar un edificio Passivhaus. (Lozano, 2015)

El término Passivhaus no es únicamente una marca o certificación energética, sino un concepto constructivo internacional, estudiado, analizado y con excelentes resultados obtenidos en sus más de 20 años de experiencia y 25.000 edificios construidos, que puede ser aplicado sobre cualquier edificación. (Lozano, 2015)

### Principios básicos

Los criterios de diseño de una casa Pasiva o Passivhaus se basan en una adecuada combinación de los siguientes aspectos:

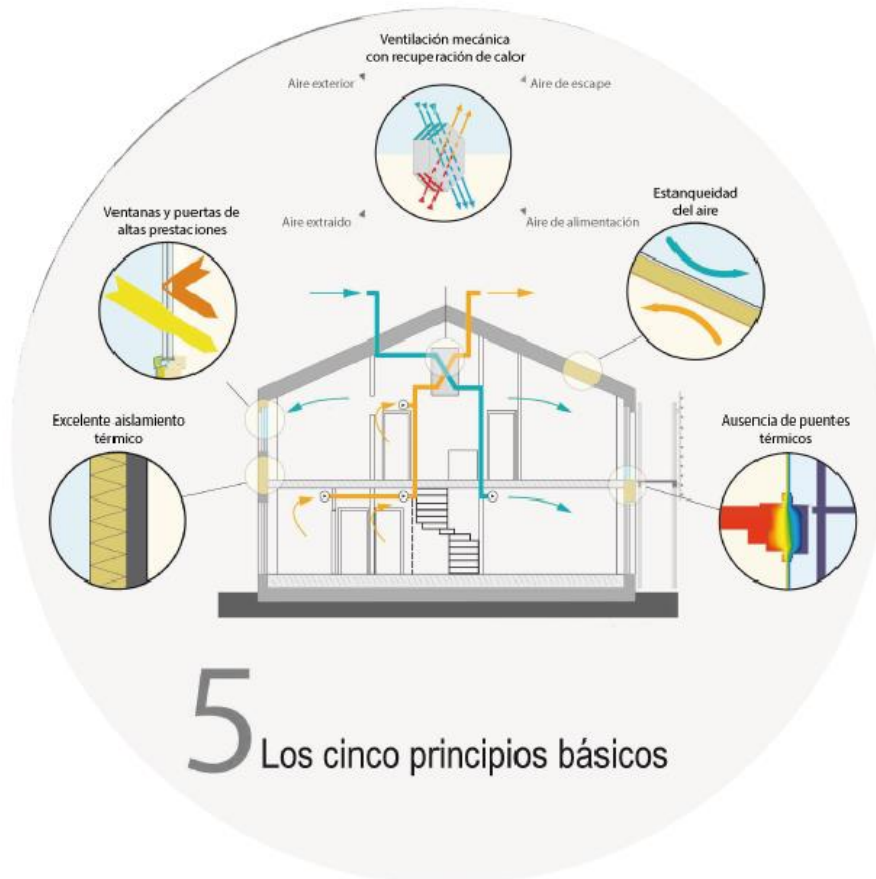
Compacidad: Definida como el cociente entre la superficie envolvente exterior y el volumen que encierra. Una alta compacidad reduce las pérdidas energéticas del edificio.

Protección solar: La radiación solar es la fuente pasiva de calefacción en invierno pero se convierte en un inconveniente en verano. La protección solar nos permite optimizar los huecos del edificio para maximizar las ganancias solares en invierno y minimizarlas en verano.

Orientación: La orientación del edificio afecta a la demanda energética a través del impacto de la radiación solar .

Reflectividad Solar: Al aumentar la reflectividad de las superficies exteriores se disminuye la absorción de la radiación solar disminuyendo así la demanda de refrigeración en verano.

Figura 35. CINCO PRINCIPIOS BÁSICOS PARA EL DISEÑO DE UNA PASSIVHAUS

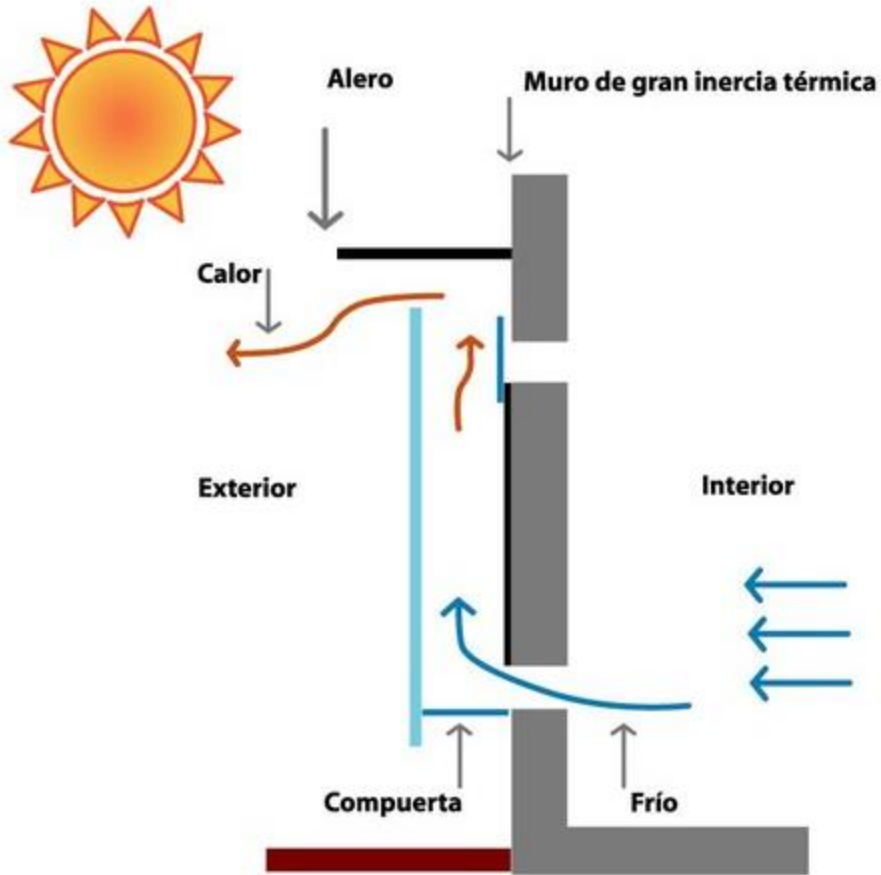


Tomado de: (Passivhaus, Lozano 2015)

## 20. SISTEMA DE MURO TROMBE

Un muro trombe es un muro o pared orientada al sol, preferentemente al norte en el hemisferio sur y al sur en el hemisferio norte, construida con materiales que puedan acumular calor bajo el efecto de masa térmica (tales como piedra, hormigón, adobe o agua), combinado con un espacio de aire, una lámina de vidrio y ventilaciones formando un colector solar térmico.

Figura 36. ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DEL MURO TROMBE



Los muros trombe se localizarán en las fachadas sentido oriente – occidente y las fachadas Sur, pues son las que más reciben radiación solar.

## 21. HUMEDALES ARTIFICIALES

Los humedales artificiales son zonas construidas por el hombre en las que, de forma controlada, se reproducen mecanismos de eliminación de contaminantes presentes en aguas residuales, que se dan en los humedales naturales mediante procesos físicos, biológicos y químicos.

El carácter artificial de este tipo de humedales viene definido por: el confinamiento del humedal, el cual se construye mecánicamente y se impermeabiliza para evitar

pérdidas de agua al subsuelo, el empleo de sustratos diferentes del terreno original para el enraizamiento de las plantas y la selección de las plantas que van a colonizar el humedal.

La tecnología de humedales artificiales puede ser considerada como un ecosistema en el que los principales actores son:

**El sustrato:** sirve de soporte a la vegetación, permitiendo la fijación de la población microbiana, que va a participar en la mayoría de los procesos de eliminación de los contaminantes.

**La vegetación (macrofitas):** contribuye a la oxigenación del sustrato, a la eliminación de nutrientes y sobre la que su parte subterránea también se desarrolla la comunidad microbiana.

**El agua a tratar:** circula a través del sustrato y de la vegetación.

Figura 37. ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE UN HUMEDAL ARTIFICIAL

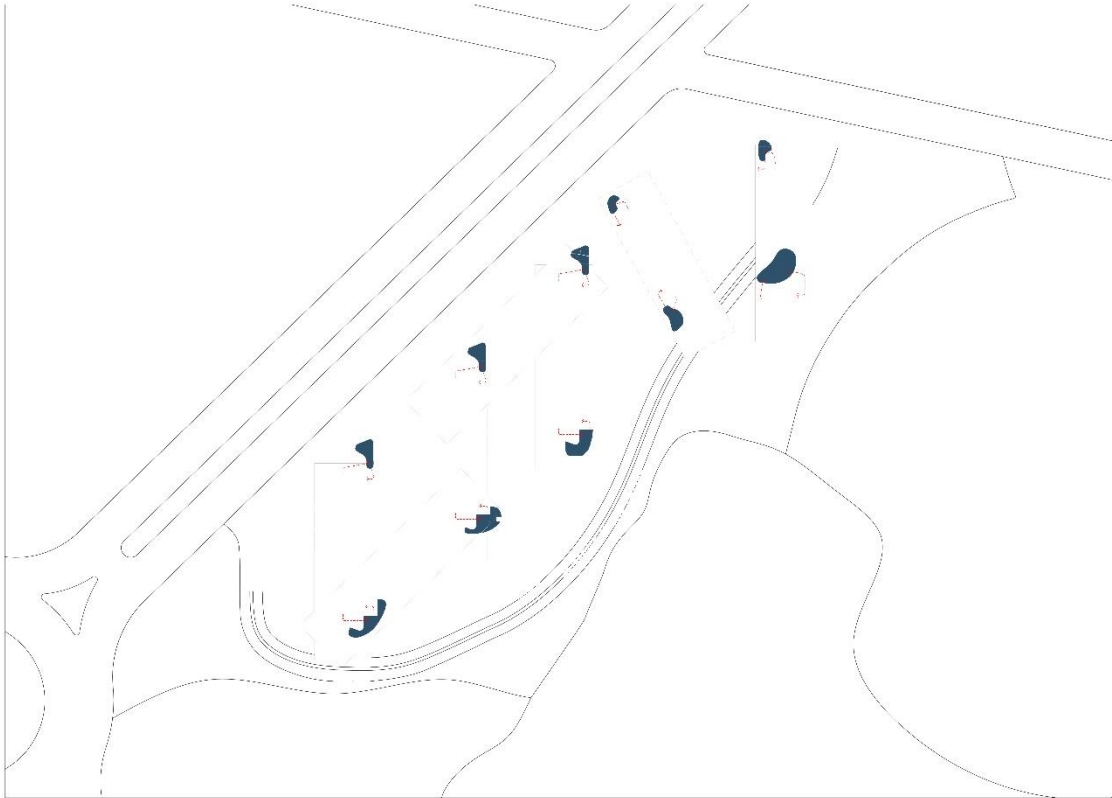


Los humedales artificiales se incorporarán en el proyecto, de la siguiente forma:

1. En cada acceso de cada torre, habrá un humedal artificial para el tratamiento de las **aguas grises** producidas por los apartamentos de la misma, apoyadas de una planta de tratamiento. Esta agua tratada, se usará para inodoros, redes de incendios y riego plantas.

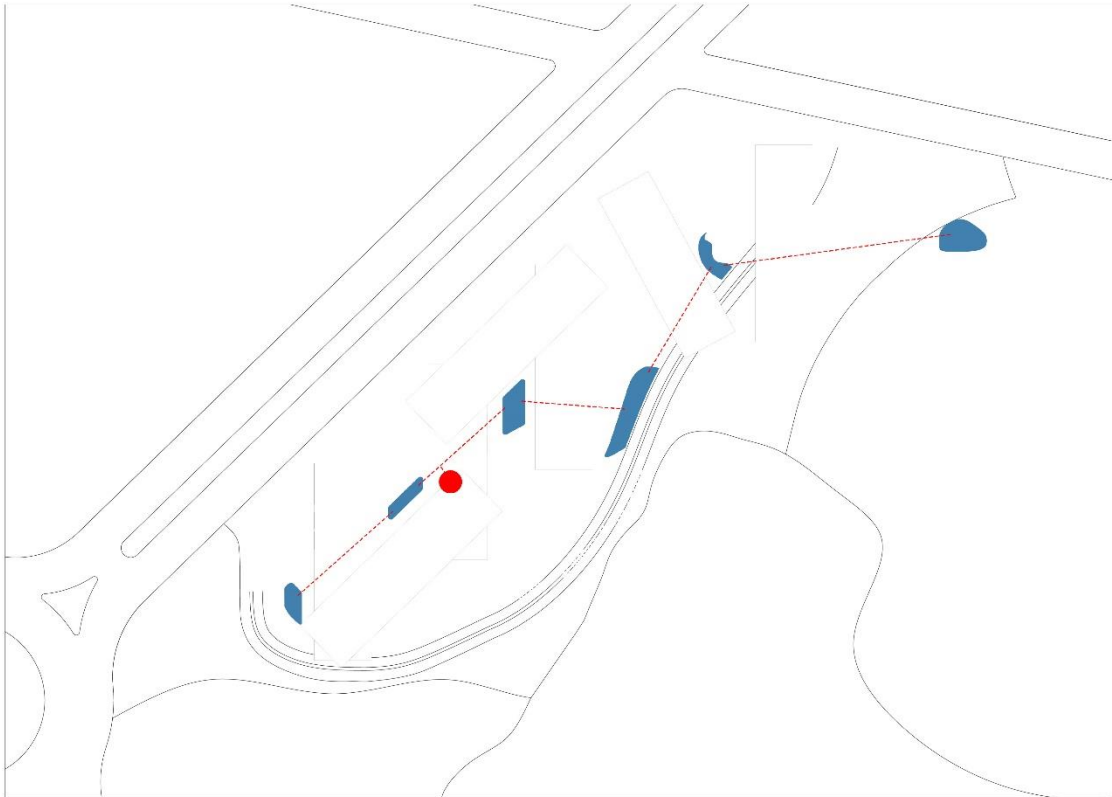
Figura 38. ESQUEMA DE HUMEDALES DE TRATAMIENTOS DE AGUAS GRISES





2. A lo largo del primer piso para la recolección de aguas lluvias. Luego de su tratamiento, se usará para aseo de zonas comunes, del espacio público y riego de plantas.

Figura 39. ESQUEMA DE HUMEDALES DE TRATAMIENTOS DE AGUAS LLUVIAS EN PRIMER PISO



3. En los bordes de la reserva y del proyecto, como forma de contención de aguas ante el suceso de inundación y a su vez, una vez tratada esta agua, se llevará a la reserva hídrica y la alimentará.

Figura 40. ESQUEMA DE HUMEDALES DE CONTENCIÓN ANTE INUNDACIONES, Y TRATAMIENTOS DE AGUAS LLUVIAS PARA ALIMENTACIÓN DE LA RESERVA HÍDRICA



## 22. VEGETACIÓN

De acuerdo a los análisis previos en la pag. 67. De vientos, solar, entre otros. Se realizó una selección y localización de especies de acuerdo a las siguientes necesidades:

1. Contención de Inundaciones
2. Termorregulación
3. Disminución de Vientos
4. Ornamentación
5. Capacidad de crecer y desarrollarse bajo zonas de sombra parcial y constante de sombra
6. Capacidad de actuar como barrera visual y acústica
7. Adecuación de suelos para procesos de infiltración
8. Protección y conservación de cuerpos hídricos

Figura 41. ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN Y USO DE ESPECIES SEGÚN ESTUDIOS REALIZADOS



## 23. ESTRATEGIAS DE DISEÑO

Luego de toda la investigación se concluyen las siguientes estrategias para diseño como respuesta a los lineamientos generales y el análisis del lugar climático.

### MITIGACIÓN

1. Usar paneles solares, vidrio fotovoltaico y tecnología Plant –e.
2. Incluir paraderos en el diseño urbano que se conecten con el sistema de transporte público del municipio.
  - 2.1 Diseño de parqueaderos de bicicletas para promover su uso.
3. Usar madera, concreto, ladrillo cerámico, caucho y acero reciclado

## ADAPTACIÓN

4. Plantear escenarios futuros y diseñar para adaptarse a su evolución.
5. Recuperación de los ríos, sus rondas y las reservas hídricas.
6. Diseñar sistemas de recolección de aguas lluvias y grises, mediante la implementación de humedales artificiales, sistemas de biofiltración y plantas de tratamiento.
7. Uso de vegetación, de acuerdo a los análisis de condiciones climáticas del lugar, además de la adecuación de suelos para procesos de infiltración y termorregulación.
  - 7.1 Diseñar la mayor cantidad de superficie verde posible.
8. Terraceo de volúmenes hacia el Sur, para recibir mayor radiación solar.
9. Zonificar apartamentos sentido Oriente- Occidente , para aprovechar la iluminación natural.

## 24. Referencias Bibliográficas

**Heck, Andre** (2006). «Organizations and strategies in Astronomy». Springer. p. 14. ISBN 1-4020-5300-2.

**Christian Oltra, Renato Marín** (2012). Los retos en la adaptación al cambio climático en entornos urbanos. *Papers 2013*, (98/2), 311-330.

**Colombia, uno de los diez países más vulnerables al cambio climático.** (2017,Abril 9).El universal .Recuperado de <http://m.eluniversal.com.co/ambiente/colombia-uno-de-los-diez-paises-mas-vulnerables-al-cambio-climatico-250551>

**Secretaria Distrital de Ambiente** (2014). Plan distrital de adaptación y mitigación a la variabilidad y el cambio climático (PDAMVCC). Documento de trabajo.

**IDEAM Colombia.** (2015). Fenomeno El nino en Colombia. De <https://www.youtube.com/watch?v=-HYuc35jqx4>.

**IDEAM Colombia.** (2016). Fenomeno La nina en Colombia. De [https://www.youtube.com/watch?v=y-dbLt\\_zKW0](https://www.youtube.com/watch?v=y-dbLt_zKW0).

**Cinco efectos visibles del cambio climático en Colombia.** (2017,enero 20). Revista semana. Recuperado de <http://www.semana.com/nacion/articulo/efectos-del-cambio-climatico-en-colombia/512637>

**Política nacional de cambio climático: documento para tomadores de decisiones** Murillo, Luis Gilberto.Ministro (2016); [Eds.] Dirección de Cambio Climático: Florián Buitrago, Maritza; Pabón Restrepo, GiovanniAndrés; Pérez Álvarez, Paulo Andrés; Rojas Laserna, Mariana; Suárez Castaño, Rodrigo. -Bogotá, D. C.Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017.

**Adaptaciones bases conceptuales, Marco conceptual y Lineamientos** (2012) Plan Nacional de adaptación al cambio climático (PNACC) . Marco conceptual y lineamientos. Bogotá,Colombia.

**Lineas de acción prioritarias para la adaptación al cambio climático en Colombia** (2016) Plan Nacional de adaptación al cambio climático (PNACC) . Bogotá,Colombia

**IDEAM, PNUD, Alcaldía de Bogotá, Gobernación de Cundinamarca, CAR, Corpoguavio, Instituto Alexander von Humboldt, Parques Nacionales Naturales de Colombia, MADS, DNP**(2014) Vulnerabilidad de la región capital a los efectos del cambio climático. Plan Regional Integral de Cambio Climático para Bogotá Cundinamarca (PRICC).

**Vulnerabilidad de la Región Capital a los efectos del cambio climático**, Plan regional integral del cambio climático. PRICC.

**Galeano, Luis fernando.** (2016). IV Congreso Internacional de arquitectura: Cambio de Clima. De [http://arquitecturaysociedad.org/\\_congreso-arquitectura-cambio-de-clima/](http://arquitecturaysociedad.org/_congreso-arquitectura-cambio-de-clima/)

**Pola Mora.** "Bjarke Ingels en #CambioDeClima: 'Para cambiar el mundo, las ideas innovadoras tienen que poder copiarse'" 01 jul 2016. Plataforma Arquitectura.

**Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático -IPCC-**. (2014). Cambio climático 2014. Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Berna - Suiza

**Lozano Reina, Marta** (2016). *Passivhaus : adaptación al clima mediterráneo*. (Proyecto de Pregrado). Recuperado de: <http://oa.upm.es/39278/>

**BIG visión de la ciudad de NY.** (2016). Plataforma arquitectura. Recuperado de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-349702/big-u-big-la-vision-de-la-ciudad-de-nueva-york-por-rebuild-by-design>

**Detalles de fachadas solares.** (2016). Plataforma arquitectura. Recuperado de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/876898/como-instalar-paneles-solares-termicos-imperceptibles-en-3-horas>

**Concurso rebuild design para la ciudad de NY.** (2016). Recuperado de <http://www.rebuildbydesign.org/our-work/all-proposals/winning-projects/big-u>

**Uso de Paneles solares.** (n.f). Plataforma arquitectura. Recuperado de <https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites>

**Mendoza, Gutiérrez, Rodríguez, Pulido y Gómez** (2016). Conocer: El primer paso para adaptarse. Guía básica de conceptos sobre el cambio climático.

**CEPAL.** (2013). Respuestas urbanas al cambio climático en América Latina. Santiago de Chile: Ed. Naciones Unidas

**IDEAM.** (2015). Tercera comunicación nacional sobre el cambio climático. Recuperado de [http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022964/documento\\_nacional\\_departamental.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022964/documento_nacional_departamental.pdf)

**Alisdair McGregor, Cole Roberts, Fiona Cousins** (2016) Two Degrees: the Built Environment and Our Changing Climate.

## ESTRATEGIAS PARA EL DISEÑO URBANO DE AGRUPACIONES DE VIVIENDA ORIENTADAS A PROCESOS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO. EL CASO DEL MUNICIPIO DE CHÍA

### MARCO CONCEPTUAL

El planeta está presentando cambios en sus patrones climáticos



Variaciones climáticas marcadas Variaciones en régimen de lluvias

Estaciones Tropicales

Qué lo causa? PRODUCCIÓN EXCESIVA DE GEI (CO2)



Colombia MUY VULNERABLE



- Inundaciones
- Aumento de Temperatura
- Aumento en la precipitación
- Cambios bruscos en la temperatura
- Reducción en la precipitación
- Incendios forestales
- Sequías
- Desastres Naturales

¿Como plantear estrategias de diseño urbano para agrupaciones de vivienda localizadas en territorios vulnerables frente a las consecuencias del cambio climático?

### CRITERIOS DE ELECCIÓN DEL LOTE

### PRESENCIA DE UN CUERPO HÍDRICO

Para explorar el potencial del cuerpo hídrico y las formas de armonizar la arquitectura con la naturaleza, ya que la naturaleza tendrá un significado muy importante en el futuro y este es un potencial del lugar que me ofrece explorar esta integración.

### LOCALIZACIÓN EN ÁREA DE EXPANSIÓN URBANA

Debido a la tendencia de crecimiento de Chía y a su presión de desarrollo.

Era importante buscar una zona que se inunde actualmente y que en un futuro pueda tener mayor riesgo de inundación, para poder explorar arquitectónicamente la adaptación a este condición.

### ZONA INUNDABLE, MITIGABLE Y MANEJABLE

### INSTITUCIONES PÚBLICAS

**POLÍTICA NACIONAL DEL CAMBIO CLIMÁTICO**

**PLAN NACIONAL DE ADPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO**

**PLAN REGIONAL INTEGRAL AL CAMBIO CLIMÁTICO**

Normativo

INSTITUCIÓN PRIVADA ARUP

Información de apoyo

### ANÁLISIS DEL LUGAR

COLOMBIA Departamentos con vulnerabilidad alta



### ESTRATEGIAS

**MITIGACIÓN** Proceso de reducción o minimización de actividades que afectan el cambio climático

- Reducción de emisiones de CO2
- Uso de energías renovables
- Incluir facilidades de movilidad y transporte bajas en CO2
- Uso de materiales de baja huella ambiental

### ESTRATEGIAS DE DISEÑO

- Usar paneles solares, vidrio fotovoltaico y tecnología Plant-e
- Incluir parapetos que se conecten con transporte público.
- Usar madera, concreto, ladrillo cerámico, caucho y acero reciclado.

**ADAPTACIÓN** Proceso de reducción o minimización de actividades que afectan el cambio climático

Ser resiliente / responder a las consecuencias del cambio climático

- Reconocer los cambios futuros anticipadamente
- Preservar, recuperar y cuidar la hidrología natural
- Mantenimiento y gestión de aguas pluviales y aguas grises
- Control de calor y generación de confort térmico
- Óptima orientación solar



LINEAMIENTOS GENERALES

**SABANA DE BOGOTÁ** Municipios con vulnerabilidad alta de inundaciones



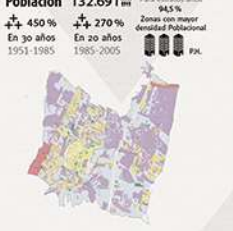
**MUNICIPIO DE CHÍA** Clima Templado-Frío 13.4°C



**INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS POBLACIÓN SOCIOECONOMICA**



**ANÁLISIS DE POBLACIÓN**



**ESCENARIOS**



### DIAGRAMAS DE FUNDAMENTACIÓN

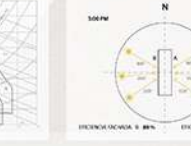
#### ENERGIAS RENOVABLES



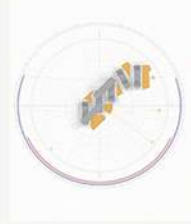
#### CONFORT TÉRMICO



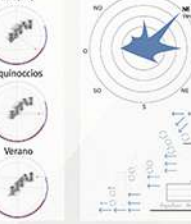
#### ANÁLISIS SOLAR



#### SOMBRAS



#### VIENTOS



#### VEGETACIÓN

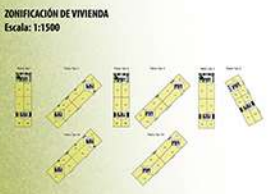
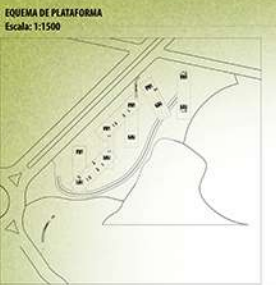
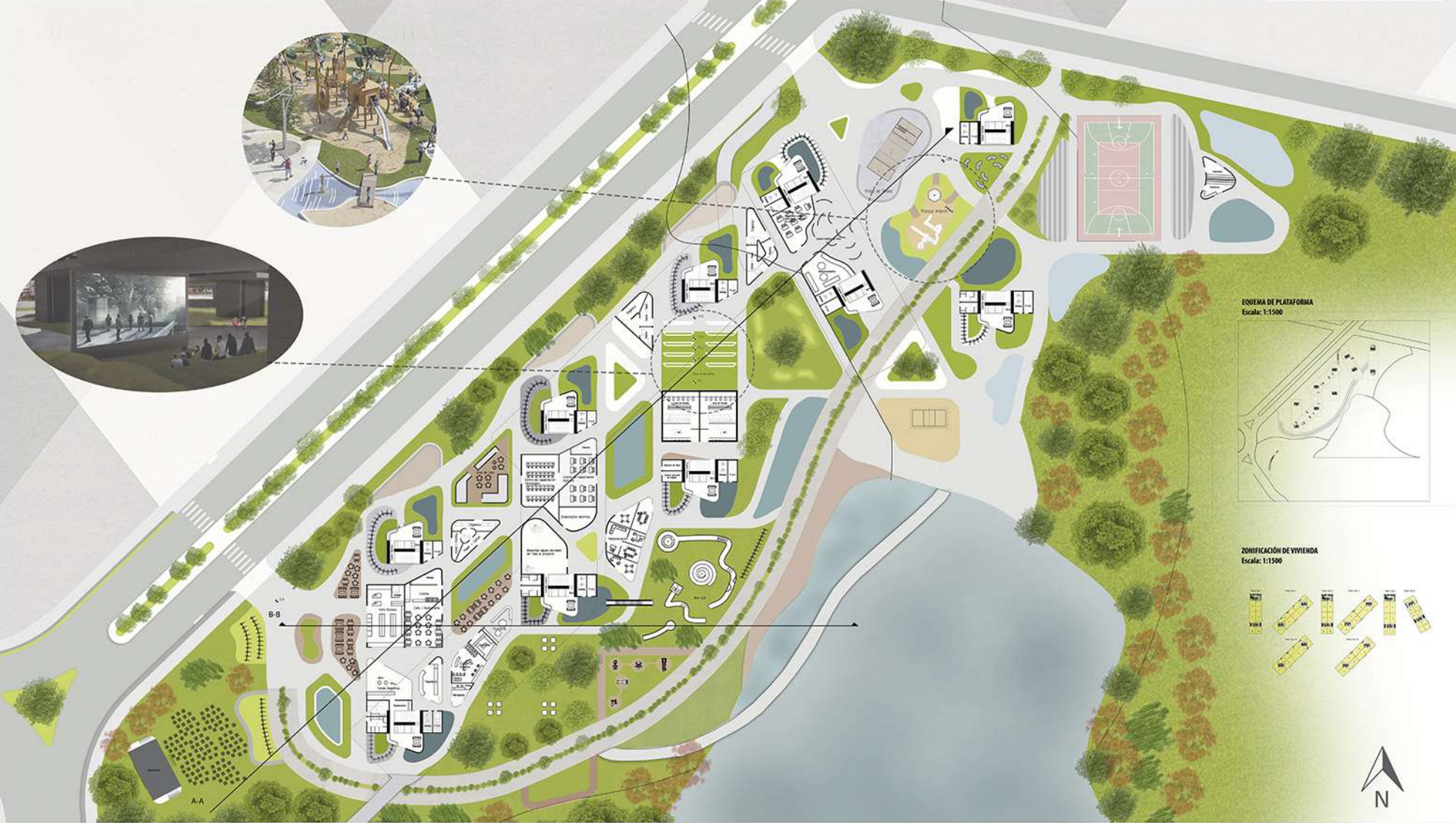
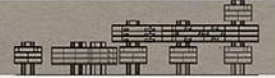


#### ZONIFICACIÓN



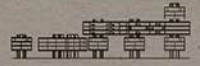


ESTRATEGIAS PARA EL DISEÑO URBANO DE AGRUPACIONES DE VIVIENDA ORIENTADAS A PROCESOS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO. EL CASO DEL MUNICIPIO DE CHÍA



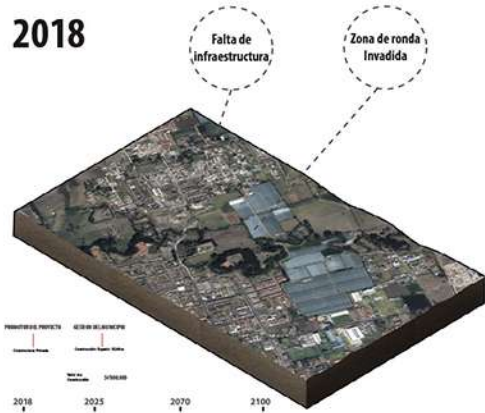
CORTE TRANSVERSAL A-A  
CORTE LONGITUDINAL B-B





## AXONOMETRIAS TEMPORALES

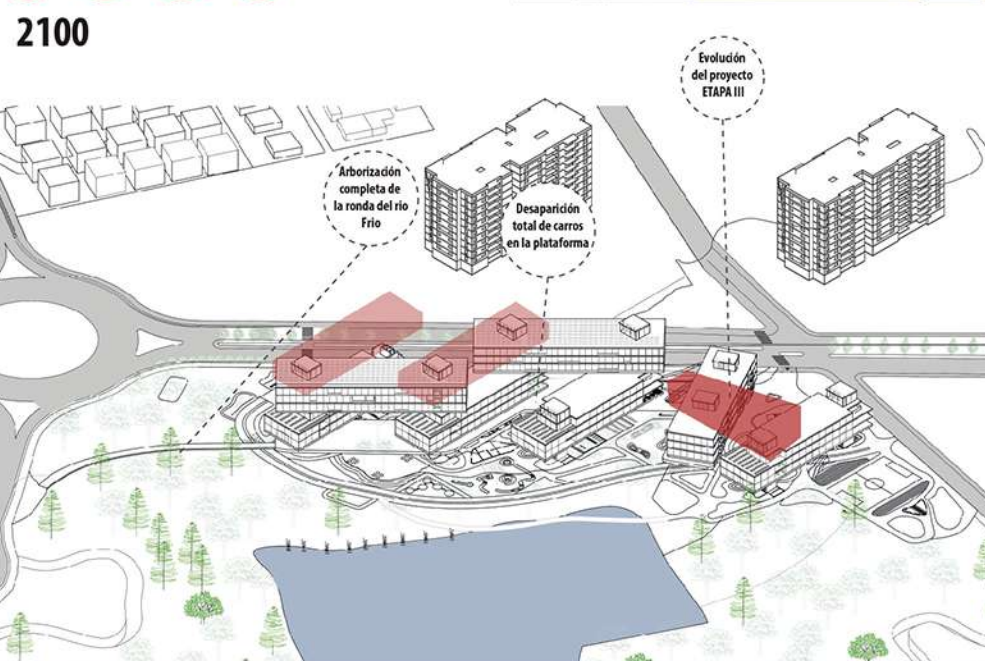
2018



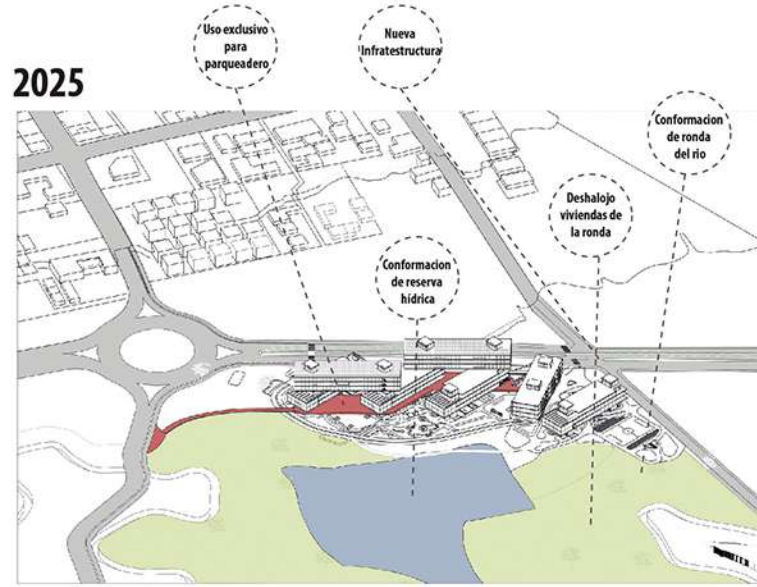
INDICADORES PRINCIPALES	2018	2025	2070	2100
Área Bruta	21,000 m <sup>2</sup>	21,000 m <sup>2</sup>	21,000 m <sup>2</sup>	21,000 m <sup>2</sup>
Área Construida	10,000 m <sup>2</sup>	10,000 m <sup>2</sup>	10,000 m <sup>2</sup>	10,000 m <sup>2</sup>
Área Verde	10,000 m <sup>2</sup>	10,000 m <sup>2</sup>	10,000 m <sup>2</sup>	10,000 m <sup>2</sup>
Área Acuática	10,000 m <sup>2</sup>	10,000 m <sup>2</sup>	10,000 m <sup>2</sup>	10,000 m <sup>2</sup>
Área de Infraestructura	10,000 m <sup>2</sup>	10,000 m <sup>2</sup>	10,000 m <sup>2</sup>	10,000 m <sup>2</sup>

**GESTIÓN**

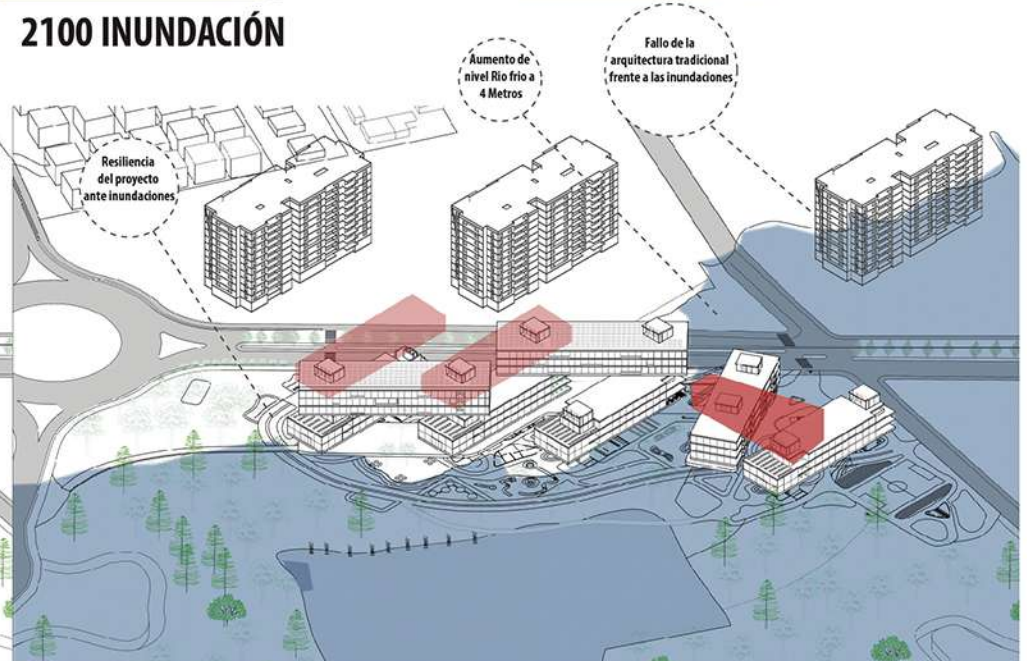
2100



2025



**2100 INUNDACIÓN**



2070

