

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Arquitectura y Diseño Interior

Filtro Urbano

**Centro de Sostenibilidad Hídrica: red de prototipos arquitectónicos
desarrollados dentro del Plan Urbano Machay Ally Yaku**

**María Victoria Montenegro Robles
David Matías Moya Villacreses**

Arquitectura

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de
Arquitecto

Quito, 8 de mayo de 2025

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Arquitectura y Diseño Interior (CADI)

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA**

Filtro Urbano

**Centro de Sostenibilidad Hídrica: red de prototipos arquitectónicos
desarrollados dentro del Plan Urbano Machay Ally Yaku**

María Victoria Montenegro Robles

David Matías Moya Villacreses

Arq. Jaime López Andrade, PhD

Quito, 8 de mayo de 2025

© **DERECHOS DE AUTOR**

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: María Victoria Montenegro Robles
David Matías Moya Villacreses

Código: 00212737
00323215

Cédula de identidad: 1724061393
1721765855

Lugar y fecha: Quito, 8 de mayo de 2025

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETheses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETheses>.

RESUMEN

El Centro de Sostenibilidad Hídrica forma parte del Plan Urbano Urbano Machay Ally Yaku, una estrategia integral para la recuperación del río Machángara en la ciudad de Quito. Este plan busca revertir el deterioro histórico del río y reincorporarlo como elemento clave en la dinámica urbana. El proyecto se localiza específicamente en la comunidad hídrica de Solanda, un sector del sur de Quito con un fuerte vínculo territorial con el río.

El centro se compone por seis edificios, concebidos como una red de infraestructuras hídricas distribuidas estratégicamente en Solanda. Estas infraestructuras están orientadas a la restauración del acuífero sur de Quito, la educación ambiental y la resiliencia urbana. El edificio desarrollado en esta tesis funciona como un prototipo de filtración de agua, un dispositivo arquitectónico y paisajístico que integra sistemas naturales y tecnológicos para mejorar la filtración y recarga de agua subterránea. Este prototipo se articula con la trama urbana existente a través de una red de circulación peatonal que conecta a nivel barrial con los distintos componentes del sistema, facilitando el acceso y conexión con los sistemas hídricos propuestos en el plan Machay. El edificio, denominado filtro urbano, se compone de una estructura modular geométrica expandible inspirado en el mecanismo de sombrilla que permite captar agua de lluvia y dirigirla a sistemas de filtración.

Para su desarrollo específico, se profundizó en el desarrollo arquitectónico y programático del Jardín Botánico y Centro Ambiental, con el fin de crear un espacio de concientización sobre la vida del río que incorpore espacios de investigación y ambientes botánicos que promuevan la educación y conservación de la flora y fauna de los ecosistemas del Ecuador.

Palabras clave: Sostenibilidad Hídrica, Río Machángara, Filtración, Educación Ambiental, Jardín Botánico.

ABSTRACT

The Water Sustainability Center is part of the Machay Ally Yaku Urban Plan, a comprehensive strategy for the restoration of the Machángara River in the city of Quito. This plan seeks to reverse the historical degradation of the river and reintegrate it as a key element in urban dynamics. The project is located in the hydrological community of Solanda, a southern sector of Quito with strong territorial ties to the river.

The Center consists of six buildings, conceived as a network of strategically distributed water infrastructures in Solanda. These infrastructures are designed to restore the southern aquifer of Quito, promote environmental education, and enhance urban resilience. The building developed in this thesis functions as a water filtration prototype, an architectural and landscape device that integrates natural and technological systems to improve groundwater filtration and recharge. This prototype connects with the existing urban fabric through a pedestrian circulation network that links at the neighborhood level with the different components of the system, facilitating access and integration with the proposed water systems in the Machay plan. The building, called the Urban Filter, features an expandable geometric modular structure inspired by the umbrella mechanism, which allows for rainwater collection and redirection to filtration systems. For its specific development, the architectural and programmatic design of the Botanical Garden and Environmental Center was further explored. This space aims to raise awareness about river ecosystems by incorporating research areas and botanical environments that promote education and conservation.

Key words: Water Sustainability, Machángara River, Filtration, Environmental Education, Botanical Garden.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	10
DESARROLLO DEL TEMA	11
a. El río Machángara.....	11
i. Geografía y ubicación	11
1. Historia del río.	11
2. Componentes geográficos del río.....	12
3. Interacción con la morfología de Quito.	13
ii. Estado actual	15
1. Contaminación.	15
2. Quebradas e Inundaciones.	16
3. Demanda.	17
b. Plan Maestro Machay Ally Yaku	17
i. Marco General	17
1. Precedentes.	17
2. Metodología.	18
3. Propuesta.....	19
ii. Sistemas	20
1. Sistema Verde.....	20
2. Sistema Azul.	20
3. Sistema Gris.....	21
iii. Comunidades hídricas	22
1. Concepto General.....	22
2. Solanda.....	23
3. Propuesta para Solanda.	24
c. Centro de Sostenibilidad Hídrica y Filtro Urbano: Agua + Habitar	25
i. Concepto	25
1. Agua + Habitar.....	25
2. Proceso que acelerar: filtración y recarga de acuíferos.	26
ii. Forma	27
1. Justificación.	27
2. Materiales y métodos.	28
3. Resultados.....	29

iii. Otros componentes de diseño.	30
1. Recorrido y programa.	30
CONCLUSIONES	32
BIBLIOGRAFIAS	33
ANEXO A: Planimetría	34
ANEXO B: Maquetas	41
ANEXO C: Proceso de Diseño	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del río.	11
Figura 2. Mapa de evolución histórica del río.	12
Figura 3. Mapa de la hidrografía del río.	13
Figura 4. Corte ecosistémico.....	13
Figura 5. Mapa de urbanismo del paisaje	14
Figura 6. Mapa de sinergias urbanas.....	15
Figura 7. Mapa de zonas industriales.....	16
Figura 8. Mapa de zonas con riesgo de inundación.	17
Figura 9. Mapa base de análisis.	19
Figura 10. Mapa Plan Maestro Machay.	20
Figura 11. Mapa propuesta corredores verdes.	20
Figura 12. Mapa sistema verde-azul.	21
Figura 13. Mapa de sistemas verde – azul – gris.	22
Figura 14. Cortes por Marcos.	22
Figura 15. Plan urbano Solanda.	24
Figura 16. Diagrama de concepto	26
Figura 17. Estudio de suelos / Análisis de flujos subterráneos.	26
Figura 18. Estudio de interacción de tejidos en Solanda.	27
Figura 19. Maqueta de funcionamiento de mecanismo.	28
Figura 20. Modelo de cubiertas en Rhino	29
Figura 21. Secuencia de Grasshopper para el modelado y simulación de la cubierta.	29
Figura 22. Diagrama de estructura.....	30
Figura 23. Diagrama de programa en corte/ Diagrama de circulación en planta	31

INTRODUCCIÓN

En un contexto urbano marcado por la indiferencia y el deterioro de los ríos que recorren y forman la capital, Quito enfrenta el desafío de reconectar con sus sistemas naturales. El río Machángara recorre la ciudad en medio de la fuerte urbanización y es relegado como una cloaca urbana. Frente a esta problemática, se propone el Plan Urbano Machay Ally Yaku, una estrategia que busca recuperar el valor ecológico, social y cultural del río, reinsertándolo como un eje vital de la ciudad.

En este marco, se desarrollaron barrios denominados Comunidades Hídricas, dentro de las cuales se propone infraestructuras habitables que responden a problemáticas específicas del lugar. Nace así el Centro de Sostenibilidad Hídrica, un conjunto de seis infraestructuras distribuidas en la Comunidad Hídrica de Solanda, y conectadas entre sí por medio de una red peatonal. Sus intervenciones buscan fortalecer la conexión entre los tejidos sociales, urbanos y naturales. El proyecto se enfoca en el diseño de un edificio: el Filtro Urbano, concebido como un prototipo arquitectónico capaz de captar agua y recargar el subsuelo mediante su estructura, además de permitir a los habitantes una interacción directa con sistemas hídricos. Para profundizar su programa se desarrolla de forma programática el Jardín Botánico y Centro de Investigación Ambiental que se enfoca en la educación, concientización e investigación de cinco ecosistemas ecuatorianos.

A través de la intervención de este proyecto, se propone un modelo de infraestructura hídrica que responde a las necesidades ambientales y acerca a las personas a los procesos hídricos, además de resaltar la importancia del río y el agua dentro de los ecosistemas que este recorre.

largo de río desde el centro histórico a los valles (figura 2), espacios que una vez eran periferias como Solanda se convirtieron en barrios densos gracias a la rápida urbanización y el movimiento de industrias. Es en este proceso que ciertos tramos del río se entuban para permitir el desarrollo vial y varias quebradas se rellenan para construcción.



Figura 2. Mapa de evolución histórica del río. Elaboración: López et al., (en prensa). Machay Ally Yaku, Plan Maestro para la recuperación del río Machángara.

Componentes geográficos del río.

El río Machángara nace en las laderas orientales del cerro Atacazo y drena las vertientes del Rucu Pichincha. Su cuenca principal abarca 11.000 ha. y se divide en varias microcuencas a lo largo del DMQ, algunas de estas con las quebradas Ortega, Rumipamba, El Batán y la Tola (Acosta y Romero, 2015). El río recibe caudales del río Grande en el sur y forma una compleja red de drenajes compuestos por quebradas abiertas y cerradas a lo largo de la ciudad.

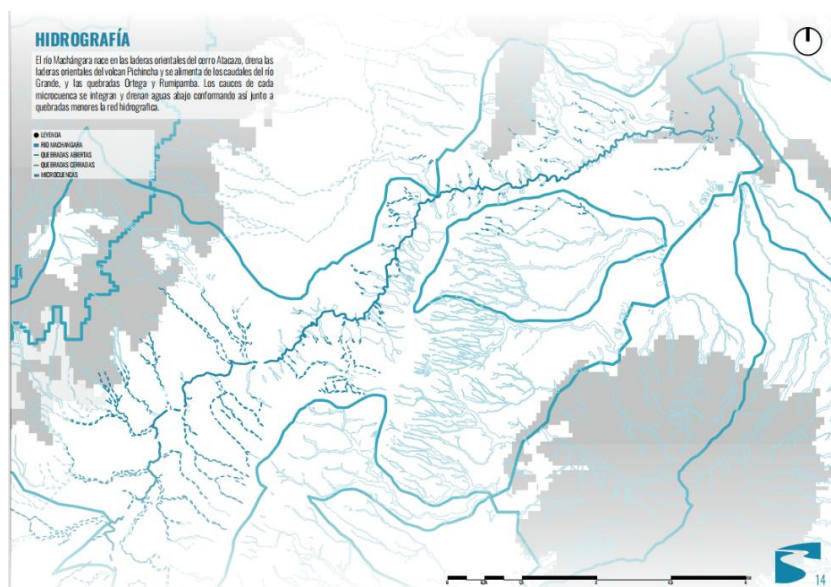


Figura 3. Mapa de la hidrografía del río. Fuente: geoportalquito.gob.ec 2024. Elaboración: López et al., (en prensa). Machay Ally Yaku, Plan Maestro para la recuperación del río Machángara.

La formación del río desde los páramos hasta su desembocadura en el valle ha llevado a conformar una serie de ecosistemas a los cuales este alimenta. Se realizó un corte transversal en el que se observa la relación entre las alturas y los ecosistemas, lo que permite identificar la cobertura vegetal, flora y fauna. (Villamarín-Cortez & Mena-Valenzuela, 2018).

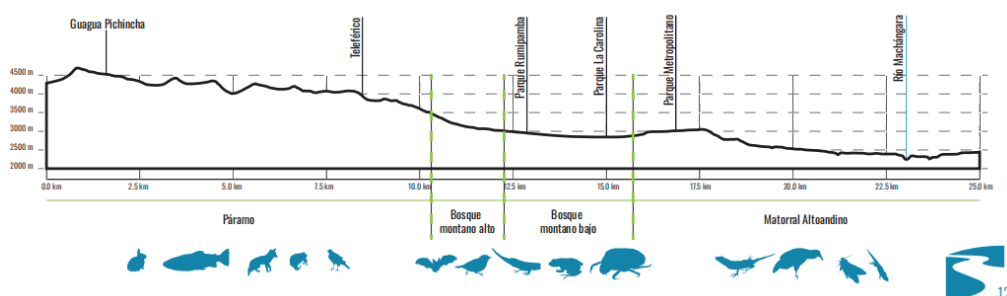


Figura 4. Corte ecosistémico. Fuente: *Ecosistemas del Distrito Metropolitano de Quito* (Villamarín-Cortez & Mena-Valenzuela, 2009). Elaboración: López et al., (en prensa). Machay Ally Yaku, Plan Maestro para la recuperación del río Machángara.

Interacción con la morfología de Quito.

El río Machángara forma un límite natural para la ciudad, separa el área Metropolitana de los Valles de Cumbayá y Tumbaco. Del norte al sur, se observa como el río y los espacios urbanos interactúan entre sí y con el río. Al norte existe un patrón de crecimiento que toma en cuenta las relaciones con elementos naturales como quebradas y corredores verdes, mientras que, hacia el sur, la densidad de espacio urbano interrumpe la conexión con el río.

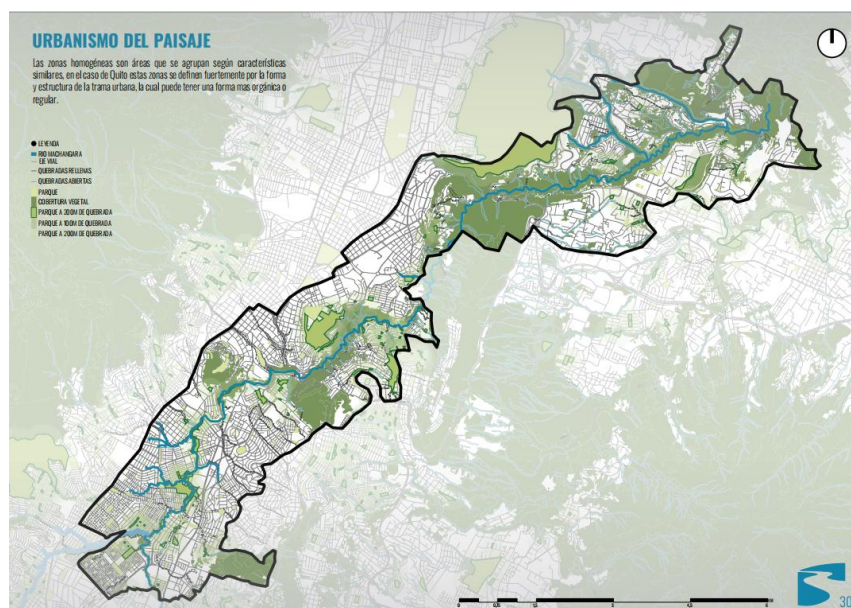


Figura 5. Mapa de urbanismo del paisaje del río. Fuente: geoportalquito.gob.ec 2024. Elaboración: López et al., (en prensa). Machay Ally Yaku, Plan Maestro para la recuperación del río Machángara.

Así mismo se estudió las sinergias urbanas, es decir la interacción entre elementos urbanos que generan actividad y su conexión con el río. Su análisis propone zonas o nodos estratégicos que ofrecen la infraestructura necesaria para intervención. Se analiza la convergencia de transporte público, equipamiento de salud, educativo y deportivo.

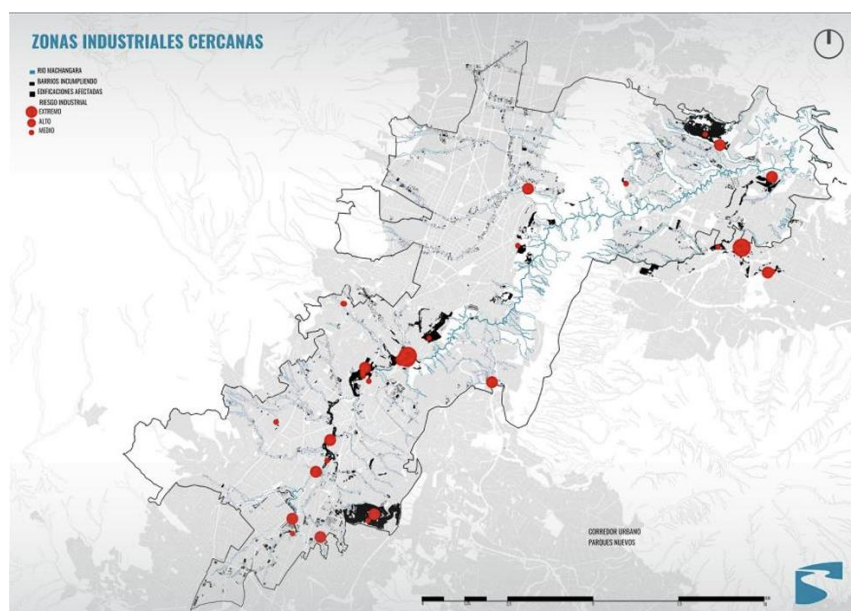


Figura 7. Mapa de zonas industriales. Fuente: geoportalquito.gob.ec 2024. Elaboración: López et al., (en prensa). Machay Ally Yaku, Plan Maestro para la recuperación del río Machángara.

Quebradas e Inundaciones.

Una de las problemáticas más asociadas al río son las inundaciones en eventos pluviales. Por la topografía del río, las edificaciones en riesgo son aquellas que se encuentran en zonas como Solanda y La Villaflora. La figura 8 refleja niveles de riesgo en medio, alto, y muy alto. Este problema se relaciona directamente con el relleno y canalización de quebradas que evitan el correcto drenaje del caudal y que, junto a la impermeabilización del suelo, provoca la acumulación de escorrentía (Reinoso, 2015).

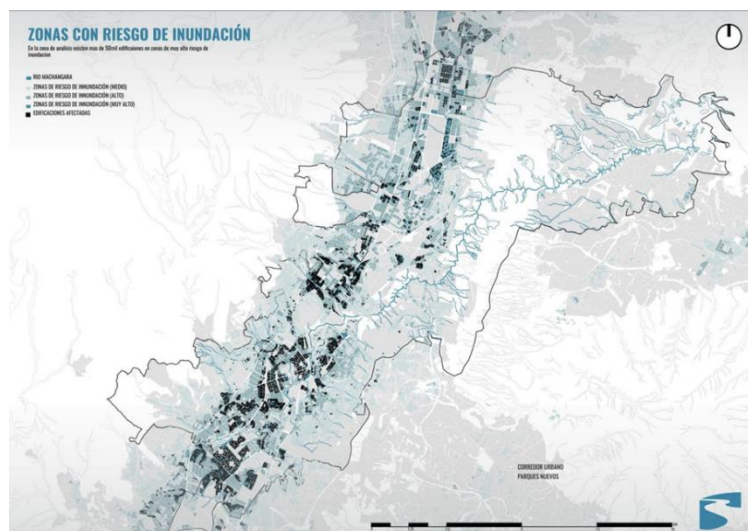


Figura 8. Mapa de zonas con riesgo de inundación. Fuente: geoportalquito.gob.ec 2024. Elaboración: López et al., (en prensa). Machay Ally Yaku, Plan Maestro para la recuperación del río Machángara.

Demanda.

El precedente legal del río Machángara, se da a partir de la sentencia del río Monjas y la Ordenanza Verde Azul. En 2024, la Corte Constitucional del Ecuador reconoció al río Machángara como sujeto de derechos, obligando al Municipio de Quito su recuperación y protección de sus derechos. La sentencia indica que debe de ejecutarse un plan de descontaminación por medio de estrategias de tratamiento de agua.

Plan Maestro Machay Ally Yaku

Marco General

Precedentes.

El primer precedente estudiado fue el Plan del Río Yamuna en Nueva Delhi, propuesta por la Universidad de Virginia. El proyecto aborda el problema de la contaminación de río mediante estrategias gestión del agua, descontaminación y preservación del ecosistema. El siguiente precedente que se estudió fue el proyecto Parque del Río

Medellín, una propuesta que busca recuperar el río como un eje verde importante de la ciudad. Busca reconectar la ciudad con el río que fue aislado por infraestructura vial y propone un set de espacios públicos, zonas verdes, y zonas artísticas culturales que lo revitalicen. El último precedente utilizado fue el Plan Maestro del Río de Los Ángeles, el cual busca restaurar 51 millas del río en un corredor ecológico que integra objetivos como control de inundaciones, restauración ambiental, vivienda asequible y arte público, este proyecto fue desarrollado por Gehry Partners y OLIN.

Metodología.

Para el estudio y propuesta del Plan Machay, se utilizó diferentes formas de visualización y presentación de la información. La primera metodología utilizada incluye el uso de información geolocalizada de fuentes oficiales como lo son el Geoportal del Municipio de Quito, estas se descargaron en forma de mapas en ArcGis y se las gestionaron como capas de información. Así mismo se utilizó una herramienta llamada la regla del río, que permite organizar esta información y visualizarla más claramente al organizarla a lo largo de su kilometraje. El siguiente enfoque para estudiar el río fue las secciones transversales, se realizaron 16 cortes cada 1.5 km del río y así evaluar su comportamiento en cuanto a flujo, erosión y relación con las zonas urbanas aledañas. Esto consecuentemente nos llevó a delimitar 6 marcos de estudio en base a la topografía que facilitan la identificación de áreas de intervención.

sólidos. Al unir este sistema con el verde, también se impulsa la implementación y gestión de elementos como parques inundables, humedales junto con el corredor verde urbano.

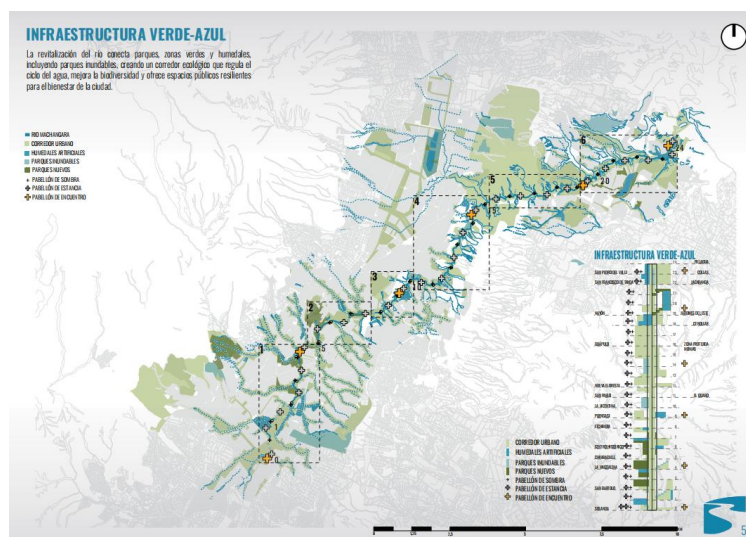


Figura 12. Mapa sistema verde-azul. 2024. Elaboración: López et al., (en prensa). Machay Ally Yaku, Plan Maestro para la recuperación del río Machángara.

Sistema Gris.

El sistema gris busca reestructurar la conexión con el río por medio infraestructura que provea de mejor calidad de vida tanto al río como a sus habitantes. Este incluye estrategias como mitigar los riesgos de viviendas en zonas vulnerables a impactos ambientales, crear una red espacios públicos verdes con conexión al río, programas de concientización en comunidades locales y la implementación de infraestructura de tratamiento de agua. Este sistema trabaja en conjunto con los sistemas verde y azul al integrarlos con el espacio urbano y comunitario.

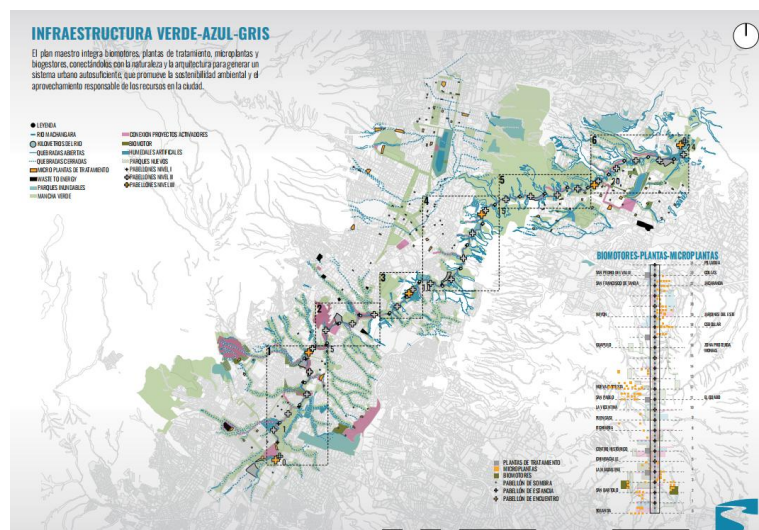


Figura 13. Mapa de sistemas verde – azul – gris. Fuente: geoportalquito.gob.ec 2024. Elaboración: López et al., (en prensa). Machay Ally Yaku, Plan Maestro para la recuperación del río Machángara.

Comunidades hídricas

Concepto General.

Las comunidades hídricas son barrios que tienen una relación directa o indirecta con el río Machángara. Seleccionados en base a los cortes topográficos (figura 14) y conocimiento de algunas de sus problemáticas, son concebidos como espacios de intervención en el Plan Machay.

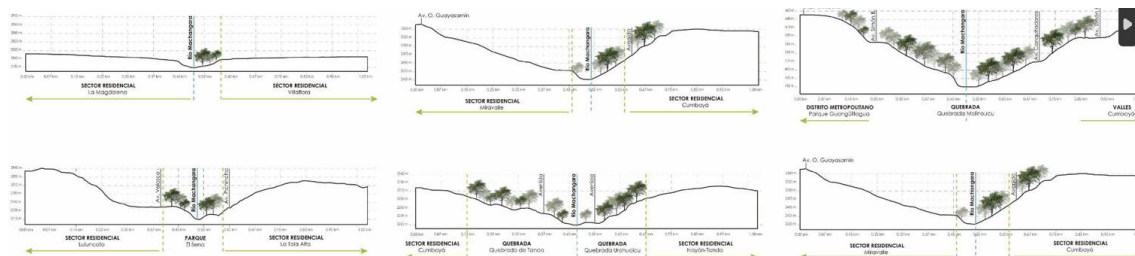


Figura 14. Cortes por Marcos. Fuente: Google Earth. 2024. Elaboración: López et al., (en prensa). Machay Ally Yaku, Plan Maestro para la recuperación del río Machángara.

Estas comunidades son espacios en los que se propone regenerar el vínculo entre ciudad y agua a través de elementos específicos. Busca incorporar 14 estrategias, las cuales incluyen: parques inundables, parques, recuperación y limpieza de quebradas abiertas, recuperación de quebradas cerradas, redes de riego, humedales urbanos, plantas de tratamiento de aguas residuales, jardines de lluvia, densificación de barrios, accesibilidad al río, manejo de desechos, edificios vivos y edificios sensibles al agua. El proyecto desarrolla cuatro comunidades específicas con problemáticas distintas, de sur a norte: Solanda, La Villaflora, La Mariscal y Cumbayá. Se plantea una estrategia específica adaptada a su contexto urbano, social e hidrológico. En esta tesis se presentará el trabajo planteado para el barrio de Solanda.

Solanda.

El barrio de Solanda se ubica al sur de Quito, dentro del marco 1 del Plan Machay. Su relación con el río la más directa y accesible y su hidrografía se caracteriza por drenajes naturales como la quebrada Ortega y la quebrada del Río Grande, además de asentarse sobre una reserva de agua subterránea: el acuífero sur de Quito. Su tejido urbano está caracterizado por una trama regular en la zona planificada mientras que en zonas cercanas a la industria se da una trama orgánica no planificada. Solanda es uno de los barrios más densos del Quito, con una densidad de 1350 hab./ha, y surge como parte del Plan Solanda, un barrio obrero planificado por la Junta Nacional de Vivienda en respuesta a la rápida industrialización del sur (VanSluys, C., & Jaramillo, E., 2022). Asentado en lo que una vez fue parte de la hacienda Marquesa de Solanda, se inaugura como un barrio modelo de vivienda progresiva, es decir que dentro de sus planes cada vivienda tenía posibilidad de ampliarse vertical y horizontalmente.

La autoconstrucción en Solanda se convirtió en un problema cuando esto se reflejó en los problemas de hundimiento y grietas de ciertas casas, y que fueron adjudicadas a la construcción del Metro de Quito, sin embargo, un informe de la entidad refleja que esto se debe al movimiento de flujos y estrés sobre el suelo de calidad pantanosa debido al drenaje del acuífero del sur (Bucheli, 2018).

Propuesta para Solanda.

La propuesta de Solanda (figura 15) busca enfrentar sus principales problemáticas: su alta densidad, sobre construcción, drenaje de acuíferos y falta de espacio público.



Figura 15. Plan urbano Solanda. 2024. Elaboración: López et al., (en prensa). Machay Ally Yaku, Plan Maestro para la recuperación del río Machángara.

Para esto se proponen cuatro estrategias. La primera es una red de canales y parques inundables, la cual busca regular el flujo de agua y al mismo tiempo recargar el acuífero en zonas específicas. La segunda es la implementación de una barrera verde que pueda delimitar y controlar la densidad del sector. Estas estrategias implicarían el movimiento de personas y expropiación de lotes específicos, lo que nos lleva a la propuesta de vivienda corporativa de interés social, que busca generar vivienda de alta densidad zonas previamente utilizadas por

industrias que contaminan el río. Por último, se propone un sistema de movilidad en el que se reactive la zona del ferrocarril. Estas estrategias se complementan con los sistemas verdes gris y azul planteadas a lo largo del plan maestro.

Centro de Sostenibilidad Hídrica y Filtro Urbano: Agua + Habitar

Concepto

Agua + Habitar.

El desarrollo del concepto a partir de palabras clave: agua y habitar. El agua se define como un líquido vital que sigue un ciclo de transformación y es sensible a cambios externos. Desde el punto de vista social, el agua ha sido el factor que ha permitido la permanencia de las primeras civilizaciones. El término habitar significa permanecer y de acuerdo con Heidegger, “Habitar es el modo en que los mortales son sobre la tierra.”. Con esto se refiere a que habitar va más allá de solo ocupar un espacio, sino que es la manera de ser en el mundo vinculado al cuidado, arraigo y relación con la tierra y los otros. Por lo mismo, nos preguntamos ¿cómo se habita el agua? Y nos deja de lección la importancia de la convivencia y visualización del agua en las facetas cotidianas. Para eso es necesario incorporar el agua dentro de los tejidos que conforman un todo: natural, urbano y social.

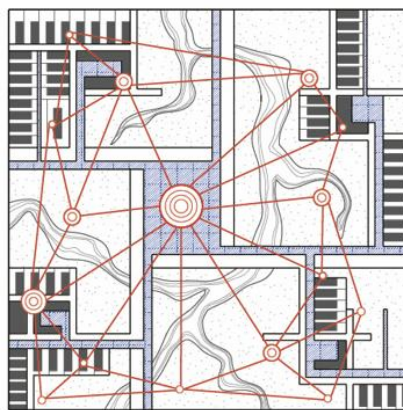


Figura 16. Diagrama de concepto. Elaboración Victoria Montenegro, 2025. Coautor Matias Moya, 2025.

Nuestro concepto es incorporar los tejidos para formar una eutopía (“el buen lugar”). A diferencia de una utopía, la eutopía es lograble, es decir que no existe, pero puede ser construida a través de transformaciones alcanzables, en este caso por medio de la evolución de los tres tejidos: natural, urbano y social dentro del marco del plan Machay.

Proceso que acelerar: filtración y recarga de acuíferos.

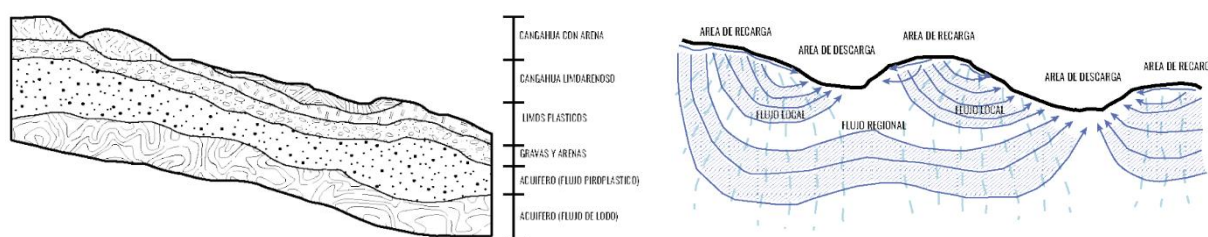


Figura 17. Estudio de suelos / Análisis de flujos subterráneos. Fuente: Estudio de Diagnóstico - Preliminar “Asentamientos de viviendas en el Barrio de Solanda Elaboración Matías Moya, 2025. Coautor Victoria Montenegro, 2025.

Se tomó en cuenta los procesos hídricos y urbanos presentes en Solanda, se decidió trabajar con dos de ellos: la filtración de agua y la recarga del acuífero sur de Solanda. Se

inició por analizar cómo funcionan los flujos de recarga a lo largo de la cuenca hidrográfica y se encuentra que Solanda se encuentra en una de recarga de flujo local importante para la recarga del acuífero. Luego, un análisis de suelos, que indicó las propiedades de permeabilidad y profundidades de las capas de suelo y acuíferos de Solanda.

Forma

Justificación.

La forma del proyecto surge a partir de el estudio de los tejidos que conforman Solanda. El proyecto debía de funcionar en espacios estratégicos y complementarse por medio de la infraestructura urbana hídrica, por ello se escogieron 6 puntos en los que interactuaban fuertemente dos a tres tejidos y se propuso para uno de ellos un tipo de programa que luego se complementaría con otro tejido en otros espacios, estos se mantenían interconectados por la malla urbana de canales y una malla peatonal integrada al espacio urbano, humedales y parques inundables.



Figura 18. Estudio de interacción de tejidos en Solanda. Elaboración Matías Moya, 2025. Coautor Victoria Montenegro, 2025.

Materiales y métodos.

La forma propuesta de cada edificio, se la trabajó por la manipulación y el entendimiento de que cada edificio debía de tener una malla en contacto con el suelo, una malla de espacio público, una malla de programa privado y además una malla de cubierta que se relacionara de forma directa con la precipitación. Al manipular esta ultima malla llegamos a la propuesta de que esta tuviera pendientes pronunciadas para captar agua lluvia y luego redirigirla a pozos de filtración. Esto se agregó a la idea de que mientras más área tenga la cubierta va a captar más agua, por lo que nos llevó a proponer una cubierta desplegable que funcionara con un mecanismo de sombrilla que subiera y bajara para retraer y desplegar. Se modeló este mecanismo por medio de palos de madera, bases de balsa y alfileres para simular rotores, vigas y placas de anclaje.



Figura 19. Maqueta de funcionamiento de mecanismo.

Por otro lado, el modelo de la cubierta se desarrolló en Rhino con el plugin de Grasshopper CRANE, que permite la construcción de piezas origami a partir de varias geometrías y el modelado de las piezas con marcos rígidos y modelos de bisagra.

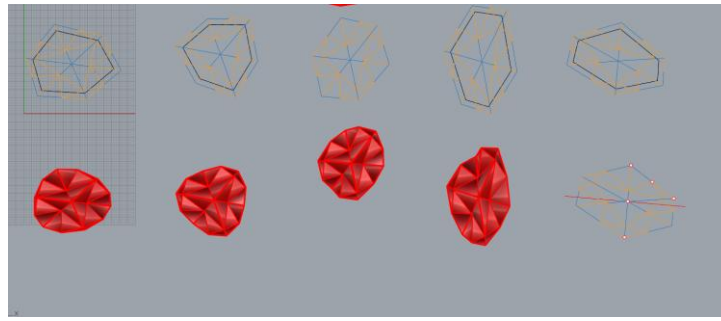


Figura 20. Modelo de cubiertas en Rhino

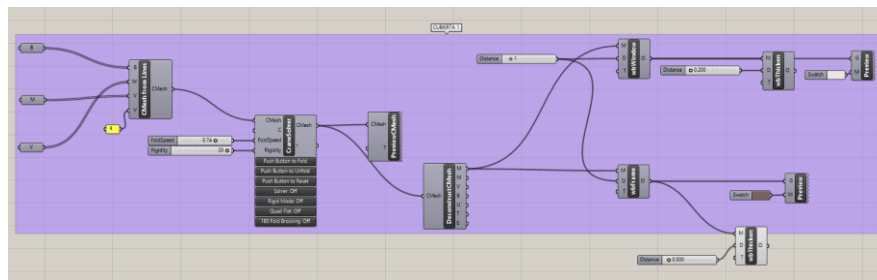


Figura 21. Secuencia de Grasshopper para el modelado y simulación de la cubierta.

Resultados.

Los resultados de esta exploración y el trabajo de maqueta nos llevaron a desarrollar una estructura con rotores en vigas de metal y cables tensores que controlaban la apertura del edificio para que este se expanda verticalmente aproximadamente 4 metros. La forma del modelo se modificó a raíz de la geometría de cubierta, trabajada como un modelo origami de un hexágono irregular. Esta forma nos permitía desplegar la cubierta y crear la geometría con pendientes para la recolección de agua. La unión de la estructura y la cubierta nos llevó al desarrollo de pliegues en la fachada, en la que se diseñó piezas triangulares con bisagras y anclajes de rotación que permite el movimiento de la fachada junto al resto de la estructura. Los patrones triangulares de la fachada se diseñaron siguiendo la geometría de la cubierta. La circulación dentro de esta estructura de edificio se da por medio de puentes anclados a la placa superior con cables, lo que permite que estos se muevan cuando el edificio se abre y se

anclan a núcleos de circulación vertical estáticas. Las depresiones en las cubiertas permiten el anclaje a tubos de vidrio que bajan hacia tanques de filtración profunda y pozos de biorretención para la filtración de agua.

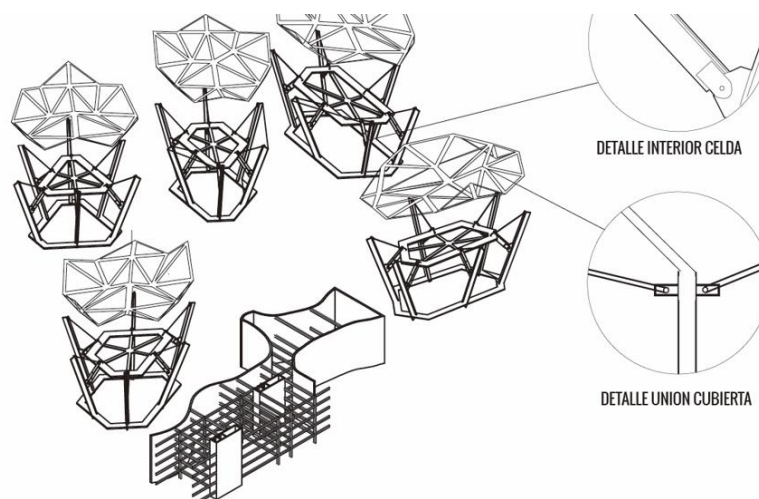


Figura 22. Diagrama de estructura. Elaboración Matías Moya, 2025. Coautor Victoria Montenegro, 2025.

Otros componentes de diseño.

Recorrido y programa.

El Centro de Sostenibilidad Hídrica se compone de 6 infraestructuras con los siguientes programas: Centro de Investigación Hídrico, Centro de Tratamiento de Agua, Centro de Producción Sostenible, Centro Cultural y Deportivo, Laboratorio Agrícola y Centro de Investigación Ambiental. Para el desarrollo programático y arquitectónico se desarrolló más a profundidad la ultima infraestructura, usando cinco de los prototipos para trabajar ambientes botánicos anclados a un basamento de cinco plantas. Las primeras plantas son de carácter público, con programa dedicado a la educación comunitaria en técnicas de cultivo y purificación de agua lluvia. Las plantas inferiores se dedican a la investigación y enseñanza de la calidad de agua, suelo y aire para la salud de los ecosistemas ecuatorianos. Finalmente tenemos los ambientes botánicos, que buscan crear un recorrido por la vida del

río Machángara, desde su nacimiento en los páramos hasta su muerte en el océano Pacífico.

Los ecosistemas en el proyecto son: páramo, bosque montano alto, bosque seco, bosque tropical y manglar.

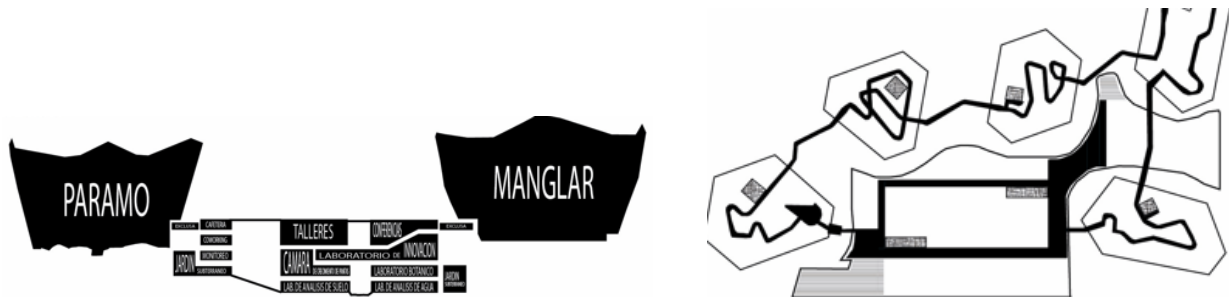


Figura 23. Diagrama de programa en corte/ Diagrama de circulación en planta. Elaboración Matías

Moya, 2025. Coautor Victoria Montenegro, 2025.

CONCLUSIONES

El plan Machay Ally Yaku, busca incorporar los diversos elementos que conforman la sinergia entre ciudad y naturaleza para una correcta gestión de los recursos hídricos. Su objetivo busca convertir al río Machángara en un pulmón verde que incorpore los espacios urbanos de Quito por medio de estrategias que generen espacios de bienestar. El proyecto Centro de Sostenibilidad Hídrica, propuesto dentro del plan Urbano Machay, busca funcionar como un forma de incorporar el ciclo del agua a la trama urbana. El filtro urbano funciona como un prototipo de edificio mecánico que reacciona al peso del agua y permite su recolección, tratamiento y filtración para la recarga del acuífero sur de Quito. El proyecto propone la integración de varias infraestructuras que involucren al habitante de Solanda en los procesos hídricos y como estos se reflejan en su día a día para demostrar una cultura de cuidado, concientización e interacción con el agua, el río y sus sistemas interconectados.

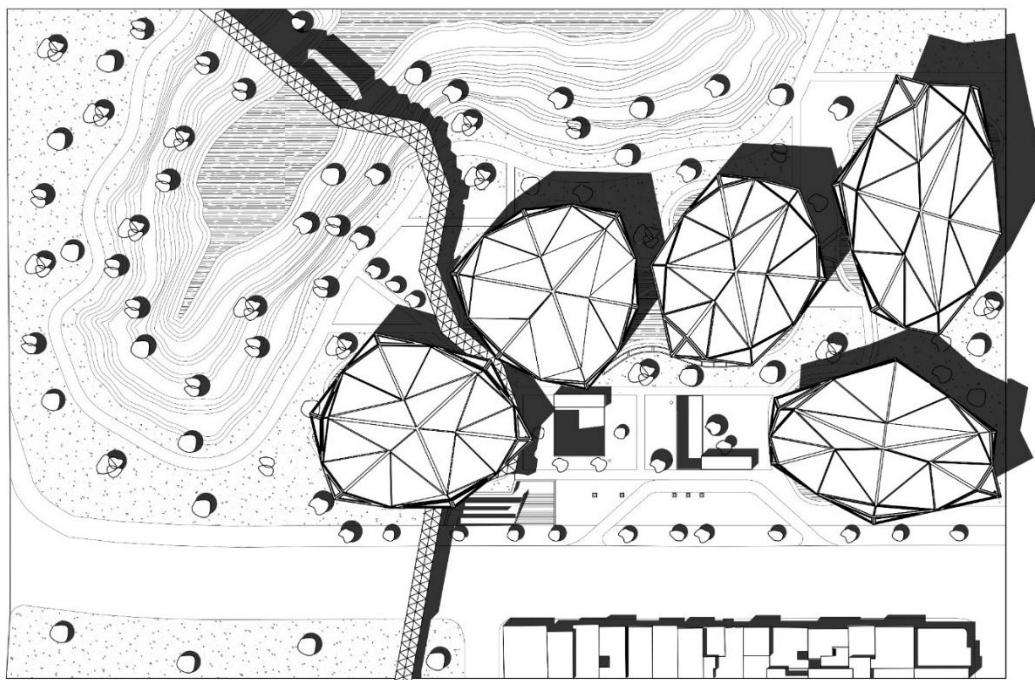
BIBLIOGRAFIAS

- Bucheli, J., & Realpe, G. (2018). *Estudio de Diagnóstico - Preliminar “Asentamientos de viviendas en el Barrio de Solanda, en la ciudad de Quito de la provincia de Pichincha”*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE), Laboratorio de Resistencia de Materiales, Mecánica de Suelo, Pavimentos y Geotecnia. Obtenido el 8 de mayo de 2025 de https://metrodequito.gob.ec/wp-content/uploads/2021/01/PUCE-DIAGNOSTICO-SOLANDA_compressed.pdf
- López, J. Cabrera, L., Cárdenas, M.J., Chamorro, P., Garófalo, D., Montenegro, V., Moya, M., Oyarte, R., Puga, D., Romo, J., Silva, M., Sinchiguano, S., Tamayo, M., Troya, P., Villacís, M. (2024). *Machay Ally Yaku, Plan Maestro para la recuperación del río Machángara*. Trabajo de titulación de estudiantes arquitectura. Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador. in press.
- Los Angeles County Public Works. (2022). *Los Angeles River Master Plan: Plan Summary*. Los Angeles County. Obtenido el 8 de mayo de 2025 de <https://larivermasterplan.org/wp-content/uploads/LARiverMasterPlan-PlanSummary-DIGITAL.pdf>
- Ríos-Touma, B., Villamarín, C., Jijón, G. *et al.* Aquatic biodiversity loss in Andean urban streams. *Urban Ecosystems*, 1619–1629 (2022). Obtenido el 8 de mayo de 2025 de <https://doi.org/10.1007/s11252-022-01248-1>
- VanSluys, C., & Jaramillo, E. (2022). *Solanda: Vivienda popular y autoconstrucción. Una historia hecha de cemento*. UNACEM Ecuador. Obtenido el 8 de mayo de 2025 de <https://unacem.com.ec/obras-emblematicas/wp-content/uploads/2022/03/DG-SOLANDA-web.pdf>
- Villamarín-Cortez, S., & Mena-Valenzuela, P. (Eds.). (2018). *Ecosistemas del Distrito Metropolitano de Quito*. Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales (MECN) & Fondo Ambiental del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito.

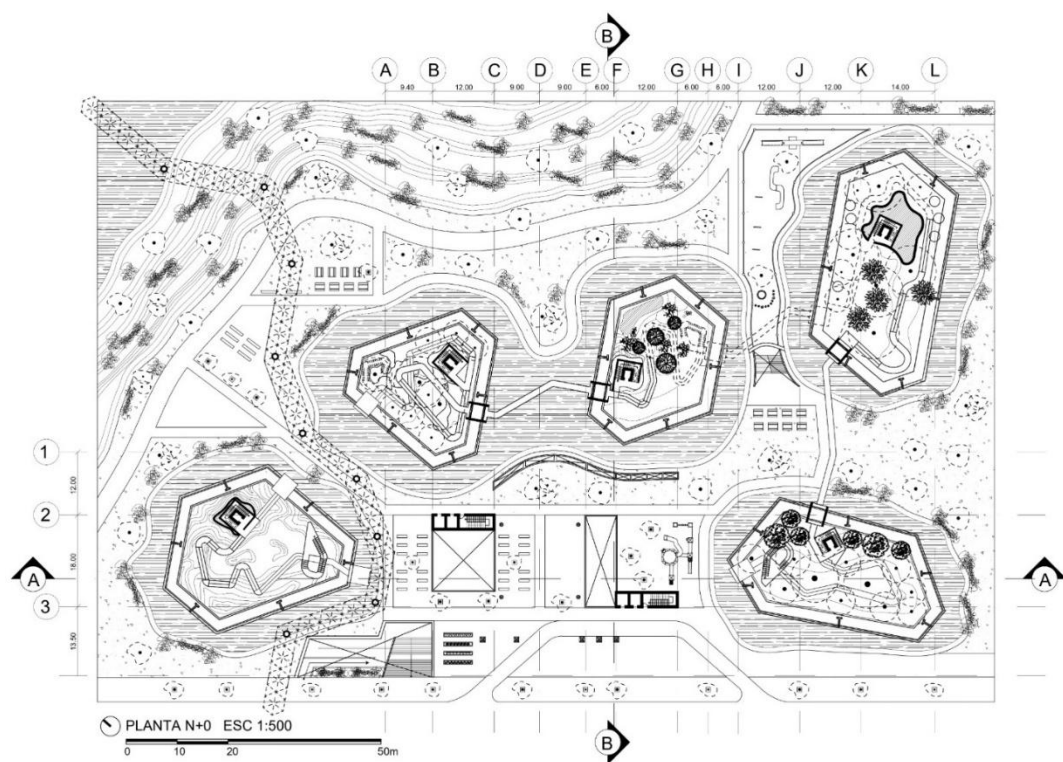
ANEXO A: Planimetría



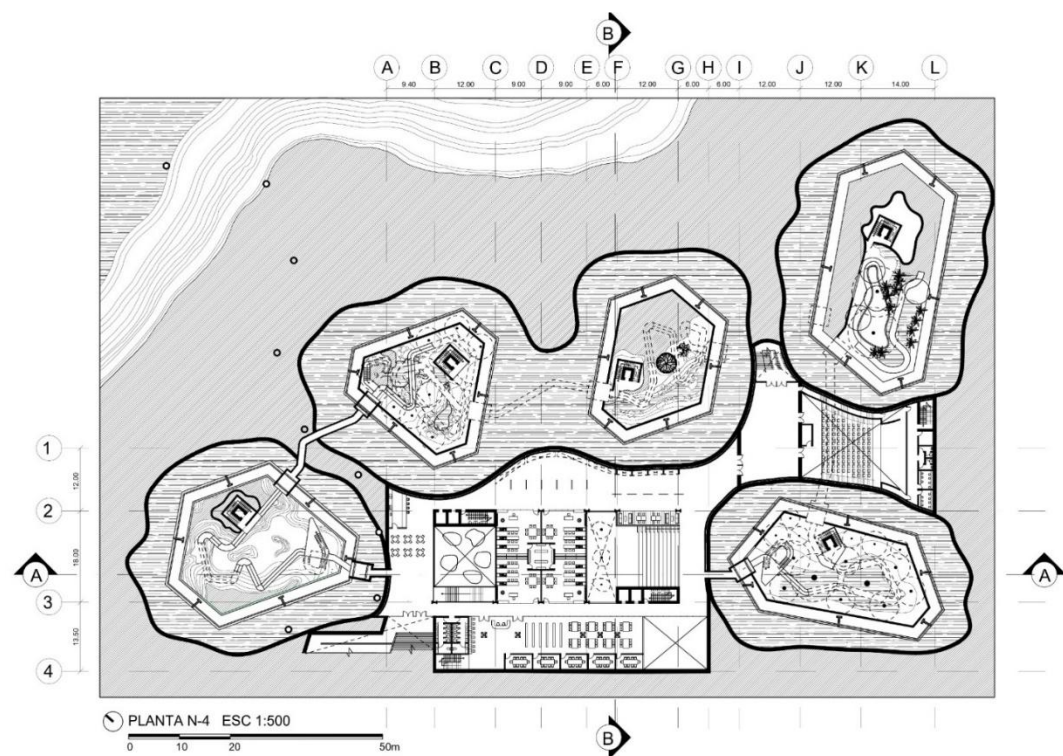
. Implantación Centro de Sostenibilidad Hídrica.



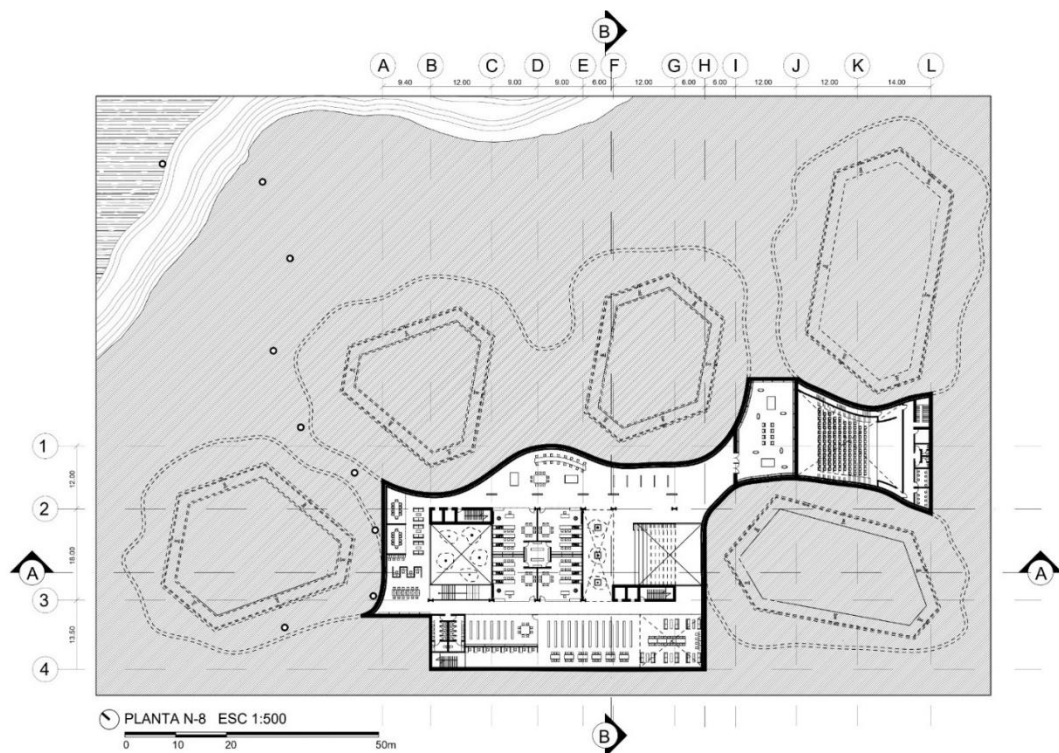
Implantación Centro de Investigación Ambiental



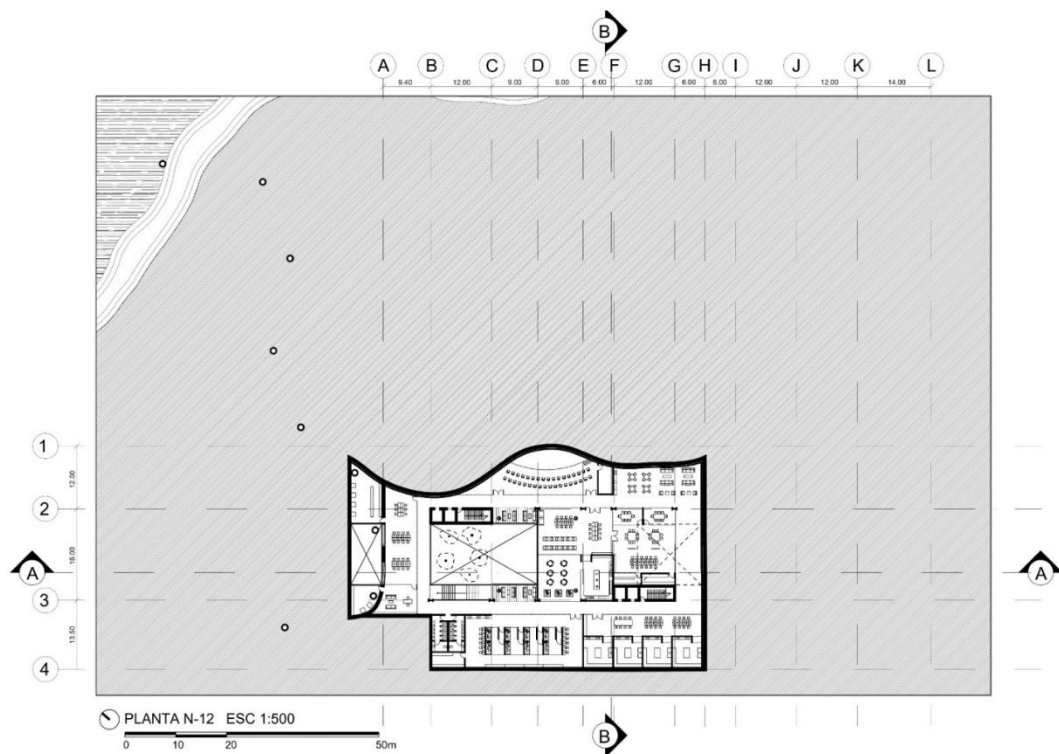
Planta n. 0.0 m.



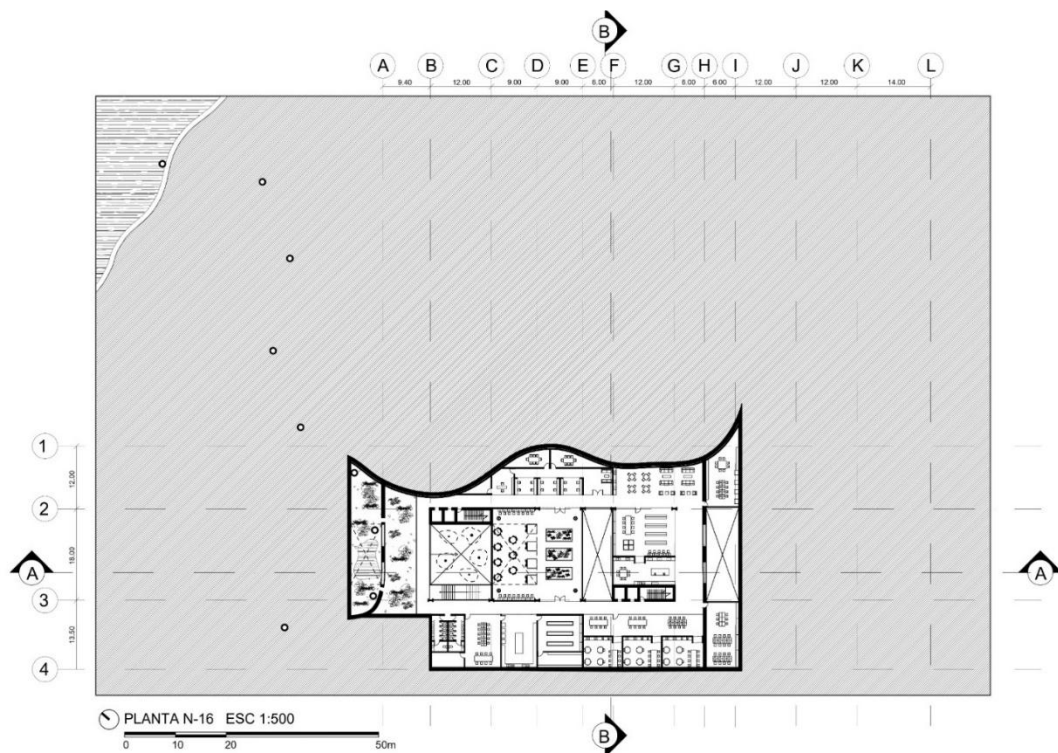
Planta n. -4.00 m.



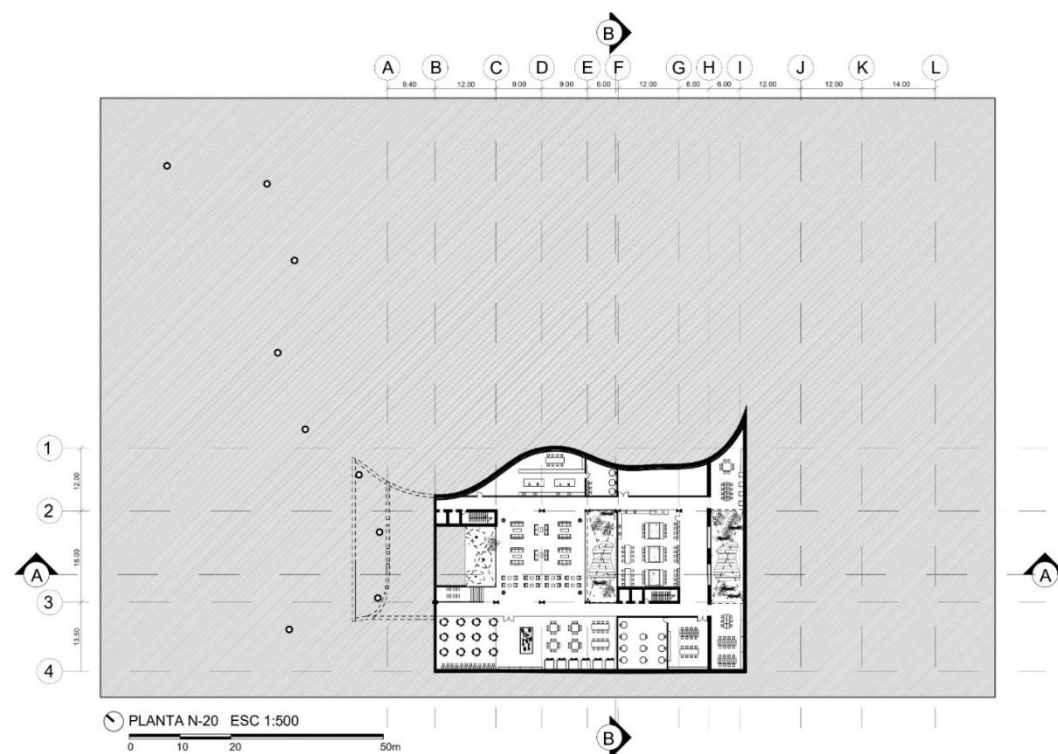
Planta n. -8.00 m.



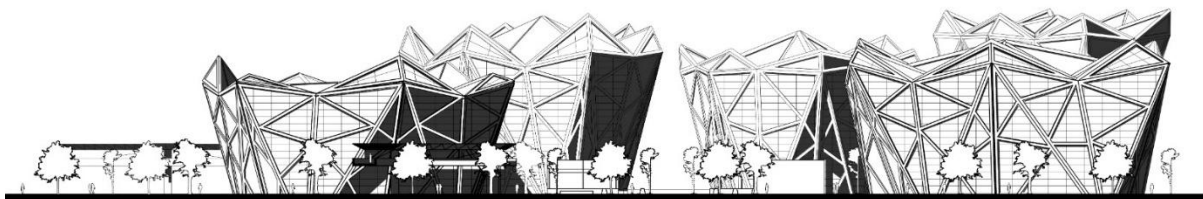
Planta n. -12.00 m



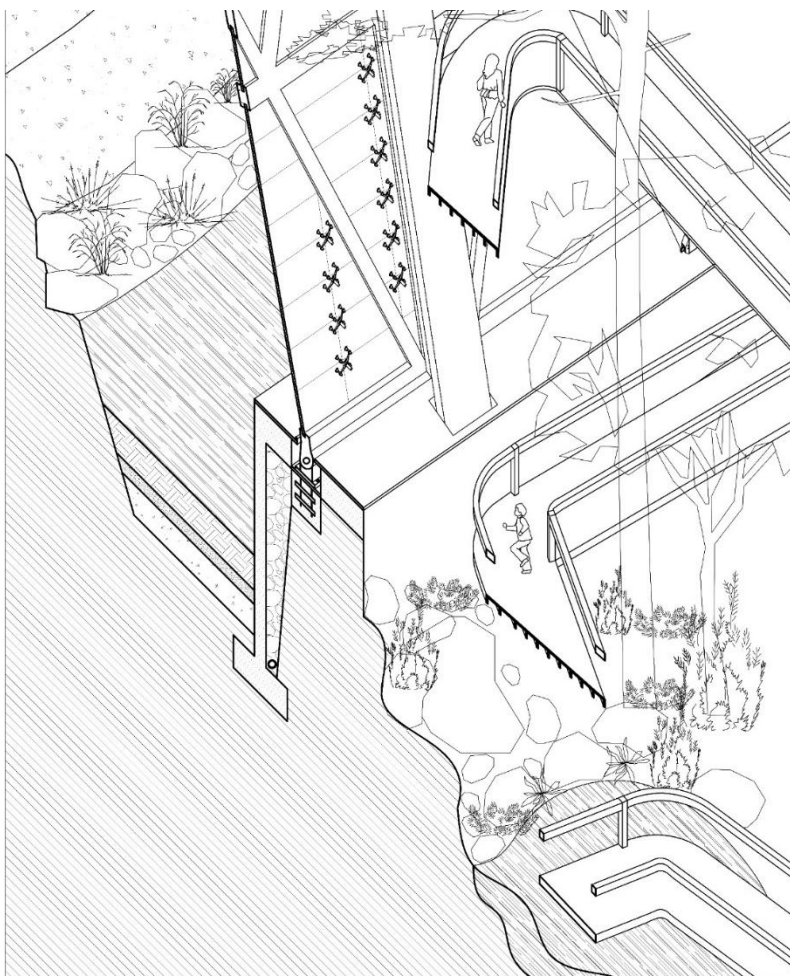
. Planta n. -16.00 m.



Planta n. -20.00 m.



. Fachada principal.



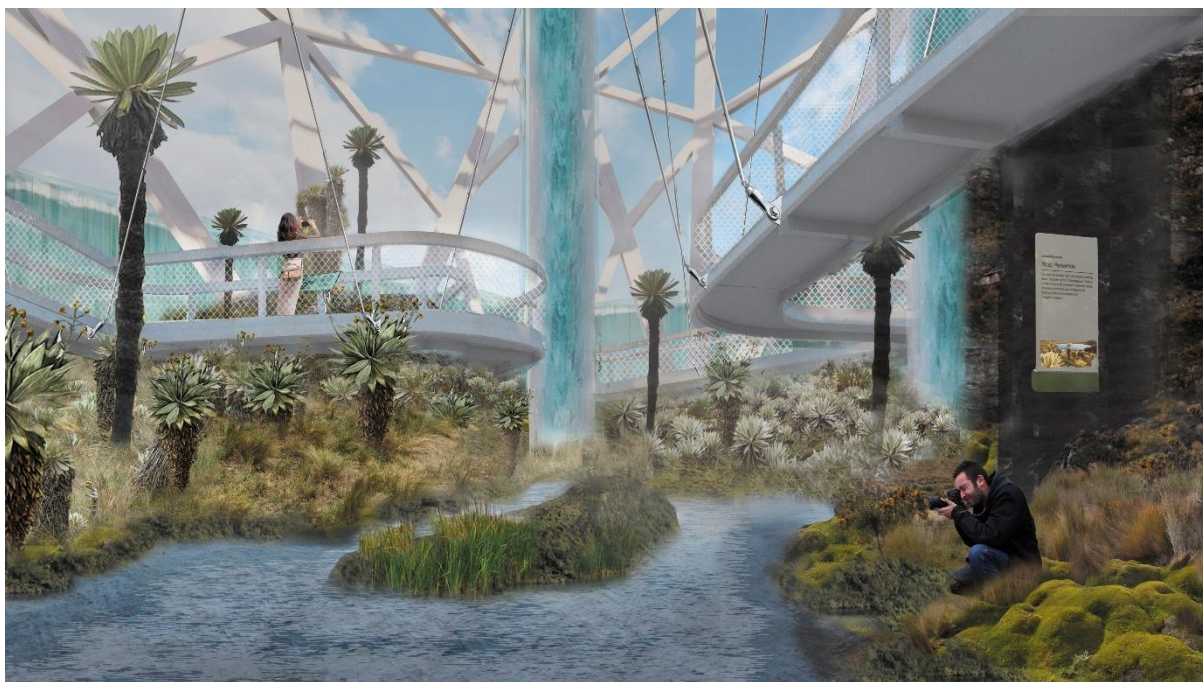
Detalle por Fachada



Vista aérea.



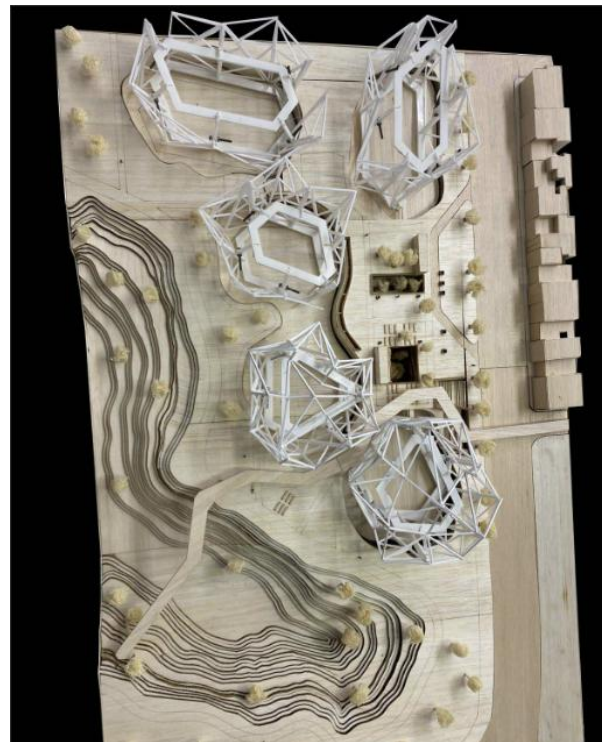
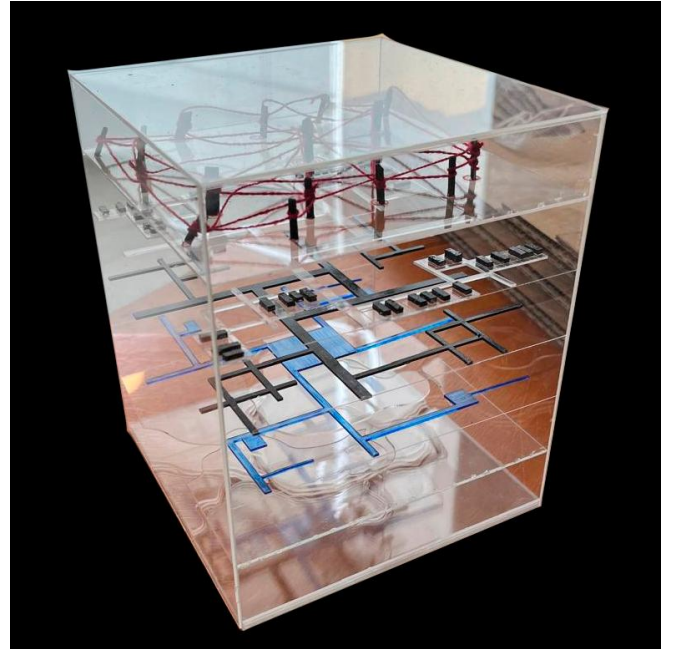
Vista exterior.

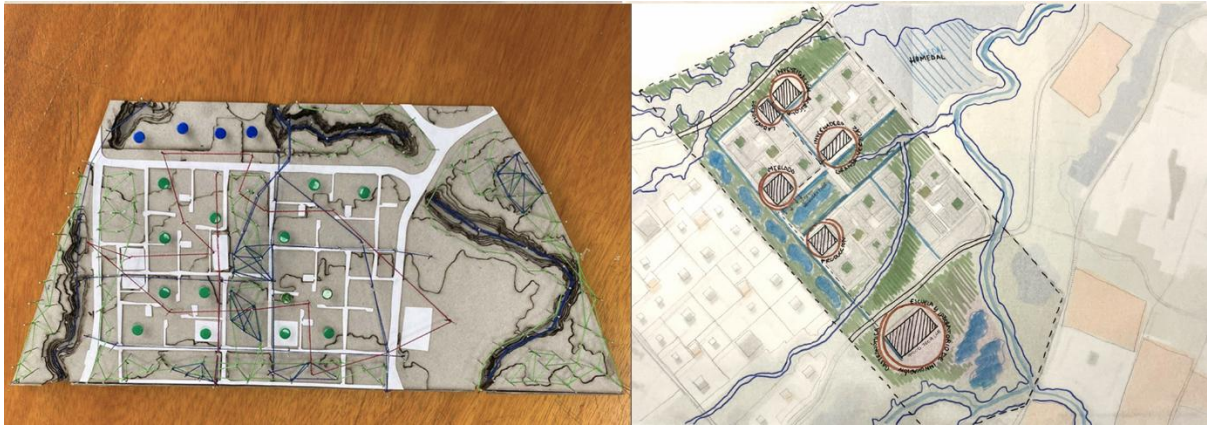


Vista interior ambiente botánico páramo.

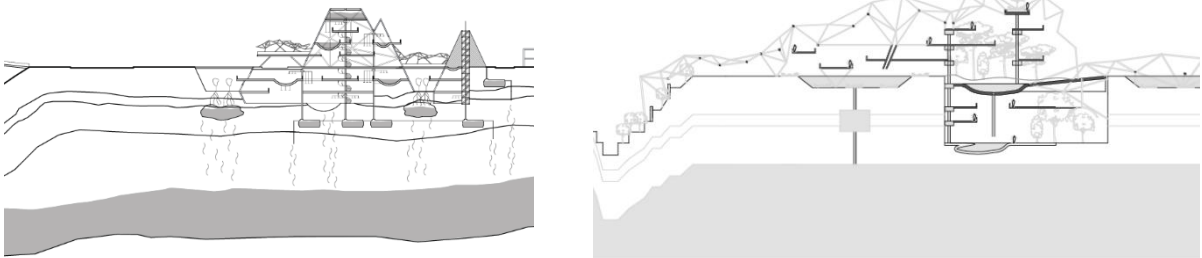


Vista interior ambiente botánico manglar.

ANEXO B: Maquetas



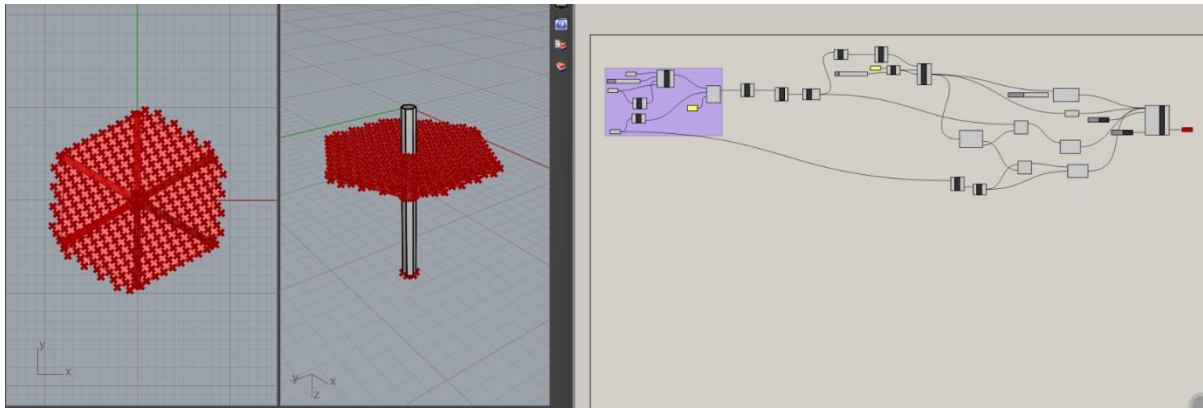
Maqueta de interacción de tejidos y posibles implantaciones / Diagrama de propuesta urbana



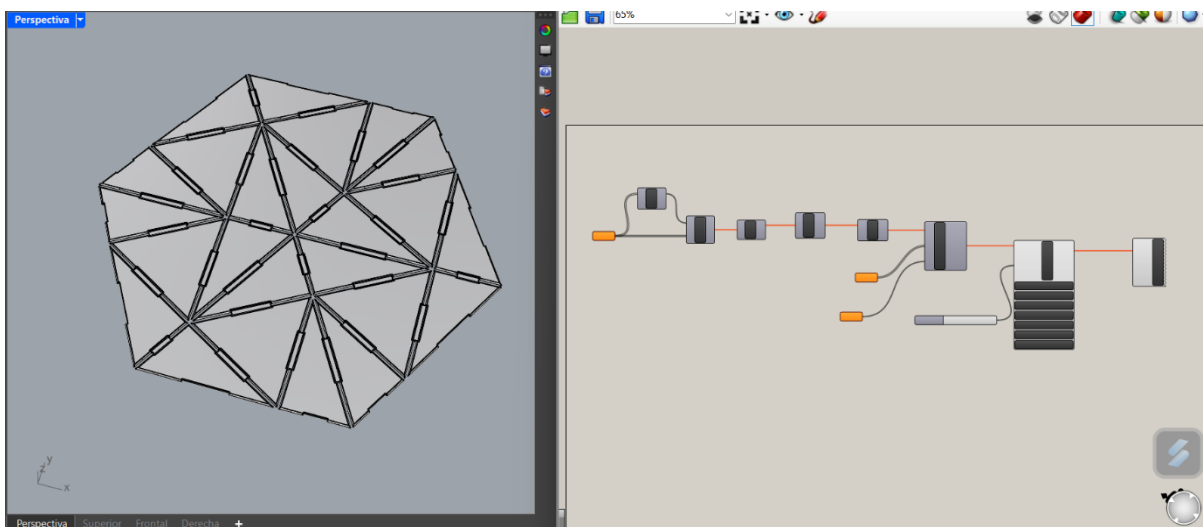
Primeras aproximaciones a corte por el edificio



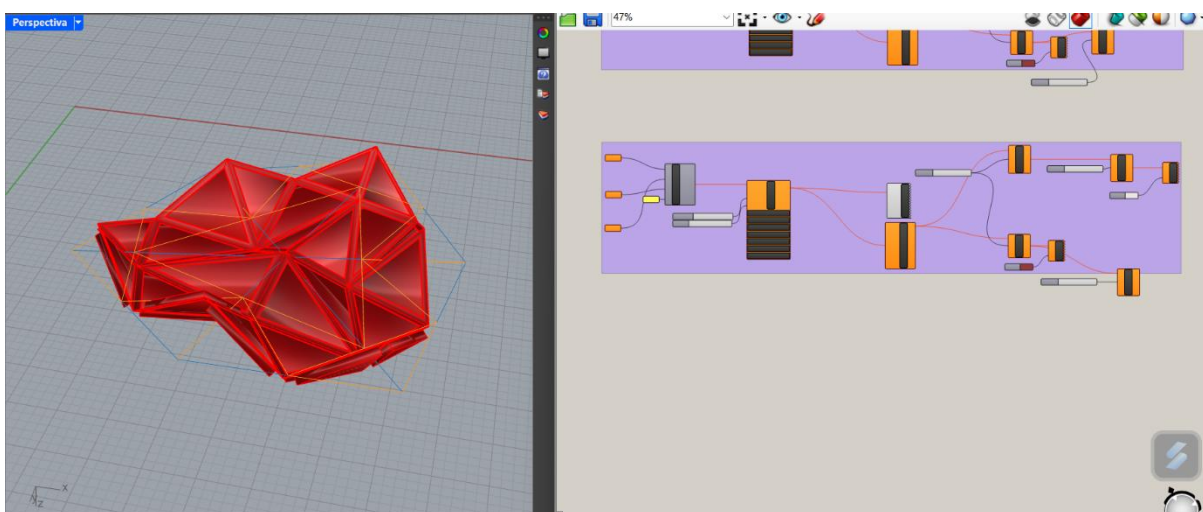
Primeras aproximaciones al mecanismo de apertura, estructura y cubierta.



Primera aproximación a Rhino y Grasshopper, estructura de sombrilla



Geometría delimitada, uso de grasshopper para modelado, uso de CRANE como plug in para estructura de las piezas que permiten el origami.



Geometría final y simulación de doblez usando CRANE.

