

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Arquitectura y Diseño Interior (CADI)

**1er Arcología Hidrológica: Restauración nativa y aceleración
hídrica en La Mariscal – Plan Ally Yaku machay 2125**

David Alejandro Garófalo Zambrano

Arquitectura

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

Quito, 18 de Septiembre de 2025

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Arquitectura y Diseño Interior (CADI)

HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

**1er Arcología Hidrológica: Restauración nativa y aceleración hídrica en La Mariscal –
Plan Ally Yaku Machay 2125**

David Alejandro Garófalo Zambrano

Nombre del profesor, Título académico

Arq. Jaime López Andrade, PhD

Quito, 18 de septiembre 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 el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Nombres y apellidos: David Alejandro Garófalo Zambrano

Código: 00322019

Cédula de identidad: 1724641186

Lugar y fecha: Quito, 15 de septiembre 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UNPUBLISHED DOCUMENT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

Quito es vulnerable por su dependencia de trasvases entre cuencas y la degradación de ecosistemas urbanos. Este trabajo propone una Arcología Hidrológica en la zona alta de La Mariscal, inscrita en el Plan Ally Yaku Machay 2125 y articulada con otras dos arcologías para conformar un sistema. La intervención aborda 72 ha afectadas por monocultivo de eucalipto y orienta la restauración con especies nativas para acelerar el ciclo hidrológico urbano. Cada arcología asume un rol específico del ciclo (precipitación, recarga, evapotranspiración) y opera como infraestructura ecológica y social. El dispositivo central es un Banco de Semillas para conservar, germinar y distribuir nativas (fijadoras de nitrógeno, atractores de polinizadores y dispersoras), a fin de recuperar suelos y biodiversidad. La hipótesis sostiene que la mejora edáfica y el aumento de cobertura vegetal incrementan infiltración y evapotranspiración, favoreciendo precipitación local. Ubicada en la franja de mayor pluviosidad, la arcología capta y almacena lluvia para abastecer las otras piezas en estiaje, cerrando un ciclo continuo de restauración y redistribución. Como resultado proyectual, el sistema de cuatro arcologías permitiría avanzar hacia la autosuficiencia hídrica de Quito hacia 2125 y reintegrar las quebradas a su metabolismo ecológico.

Palabras clave: Arcología, autosuficiencia hídrica, banco de semillas, evapotranspiración, hidrología urbana, infiltración, La Mariscal, Plan Ally Yaku Machay, quebradas, restauración ecológica.

ABSTRACT

Quito is vulnerable due to its reliance on inter-basin water transfers and the degradation of urban ecosystems. This thesis proposes a Hydrological Arcology in the upper zone of La Mariscal, embedded in the Ally Yaku Machay 2125 Plan and interconnected with two additional arcologies to form a system. The intervention targets 72 ha affected by eucalyptus monoculture and guides restoration with native species to accelerate the urban hydrological cycle. Each arcology assumes a specific role within the cycle (precipitation, aquifer recharge, evapotranspiration) and operates as ecological and social infrastructure. The central device is a Seed Bank to conserve, germinate, and distribute native species (nitrogen fixers, pollinator attractors, and seed dispersers) to recover soils and biodiversity. The hypothesis holds that improved soils and increased vegetative cover heighten infiltration and evapotranspiration, favoring local precipitation. Located in the band of highest rainfall, the arcology captures and stores rainwater to supply the other components during the dry season, closing a continuous loop of restoration and redistribution. As a design outcome, the three-arcology system would enable Quito to move toward water self-sufficiency by 2125 and reintegrate urban ravines (quebradas) as essential elements of the city's ecological metabolism.

Keywords: Arco|logy, water self-sufficiency, seed bank, evapotranspiration, urban hydrology, infiltration, La Mariscal, Ally Yaku Machay Plan, quebradas, ecological restoration.

TABLA DE CONTENIDO

EL RÍO MACHÁNGARA – INTRODUCCIÓN	11
MORFOLOGÍA DEL RÍO MACHÁNGARA	12
DESARROLLO URBANO DE QUITO Y SU RELACIÓN CON EL RÍO MACHÁNGARA	12
<i>Análisis histórico morfológico de Quito y el río Machángara.</i>	<i>13</i>
ESTADO ACTUAL DEL RÍO	14
<i>Quebradas rellenadas.</i>	<i>16</i>
EL RÍO MACHÁNGARA TIENE DERECHOS	17
PLAN MAESTRO ALLY YAKU MACHAY 2125	18
VISIÓN	18
SISTEMAS	18
ESTUDIOS PARA UNA HISTORIA OPERANTE EN LA MARISCAL	20
<i>Comunidad hídrica La Mariscal.</i>	<i>21</i>
ARCOLÓGIA DE LADERA: AGUA + CONOCIMIENTO	22
CONCEPTUALIZACIÓN	22
<i>Concepto de agua.</i>	<i>22</i>
<i>Balance hídrico en La Mariscal.</i>	<i>23</i>
<i>Concepto de conocimiento.</i>	<i>24</i>
<i>Sobre la sección del valle, fanalsterios y arcologías.</i>	<i>24</i>
<i>Proceso acelerado – Precipitación.</i>	<i>25</i>
INVESTIGACIÓN - RESTAURACIÓN ECOLÓGICA	26
<i>Aplicación en La Mariscal–Machángara,</i>	<i>27</i>
FORMA – ARQUITECTÓNICA	27

<i>Programa.</i>	28
CONCLUSIONES	30
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
ANEXO A: PLANIMETRIA	33
ANEXO B: MAQUETAS	41
ANEXO C: PROCESO DE DISEÑO	42

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Análisis de quito con enfoque en el río machángara	12
<i>Figura 2.</i> Morfología histórica con enfoque en 3 zonas de estudio.....	13
<i>Figura 3.</i> Trama urbana con enfoque en 4 tipos de estructura identificadas en quito	14
<i>Figura 4.</i> Zonas industriales cerca al río.	14
<i>Figura 5.</i> Construcciones en quebradas.....	15
<i>Figura 6.</i> Hidrografía del río con enfoque en quebradas abiertas y rellenadas	16
<i>Figura 7.</i> Riesgo de inundación y posibles para prevenir inundaciones.	17
<i>Figura 8.</i> Plan maestro ally yaku machay	18
<i>Figura 9.</i> Comunidades hídricas..	19
<i>Figura 10.</i> Quebradas de quito y su influencia en la morfología de manzanas perimetrales de 1921.....	20
<i>Figura 11.</i> Proyección de la mariscal con estructura en damero 1888 y comparación con realidad 1931.....	21
<i>Figura 12.</i> Sistemas verde, azul y gris comunidad hídrica la mariscal	21
<i>Figura 13.</i> Hidrología de la mariscal.....	22
<i>Figura 14.</i> Corte hidrología de la mariscal	23
<i>Figura 15.</i> La sección del valle de patrick geddes.....	24
<i>Figura 16.</i> Aceleración del ciclo hidrológico 2025-2125.....	25
<i>Figura 17.</i> Deterioro nbosque nativo.....	27

<i>Figura 18.</i> Proceso para obtención de forma.....	27
<i>Figura 19.</i> Síntesis de programa.....	28

EL RÍO MACHÁNGARA – INTRODUCCIÓN

Esta introducción se elaboró en colaboración con el equipo del Plan Ally Yaku Machay 2125 (López et al., 2024) y con R. Oyarte (2024) como coinvestigador. El trabajo aborda la vulnerabilidad hídrica de Quito —dependencia de trasvases, degradación de ecosistemas urbanos y desconexión entre forma urbana y ciclo del agua— y propone articular territorio, biodiversidad y agua mediante un sistema de tres arcologías hidrológicas (precipitación, recarga y evapotranspiración), con una primera implementación en La Mariscal y un banco de semillas como núcleo programático.

En el contexto ecuatoriano, la propuesta gana relevancia por el reconocimiento jurídico de ríos y quebradas como sujetos de derechos, por décadas de canalización y relleno que comprometieron el drenaje natural y por la expansión de coberturas no nativas que alteran el balance hídrico y la biodiversidad. La metodología integra una lectura histórico-morfológica de las quebradas y del río Machángara, un balance hídrico mensual como base métrica (precipitación, evapotranspiración, infiltración y escorrentía) y la definición de comunidades hídricas como unidades de intervención que combinan reapertura de quebradas, drenajes urbanos sostenibles y restauración con especies nativas.

Se entiende por arcología hidrológica una infraestructura urbana alineada a un rol del ciclo del agua; por quebrada, un cauce andino de alta pendiente que conecta la escorrentía con ríos mayores; y por comunidad hídrica, un barrio priorizado que articula gestión de vegetación y agua. La primera parte presenta el diagnóstico urbano-hidrológico del Machángara; la segunda, el Plan Maestro Ally Yaku Machay 2125; la tercera, el marco Agua + Conocimiento y el diseño de la arcología de La Mariscal; y, finalmente, resultados, discusión y conclusiones. A continuación, se desarrolla el diagnóstico de la morfología del río Machángara y su relación histórica con la forma urbana.

MORFOLOGÍA DEL RÍO MACHÁNGARA

El río Machángara, de 22 km, nace en las faldas del Guagua Pichincha y recorre Quito de norte a sur, atravesando 33 barrios y conectando zonas rurales, urbanas e industriales; cerca de 300 000 personas viven a menos de un kilómetro de su cauce (López et al., 2024, p. 11). A lo largo de su curso recibe descargas domésticas, industriales y pluviales y, al unirse con el San Pedro en Nayón, forma el Guayllabamba, que finalmente desemboca en el Pacífico a través del río Esmeraldas.

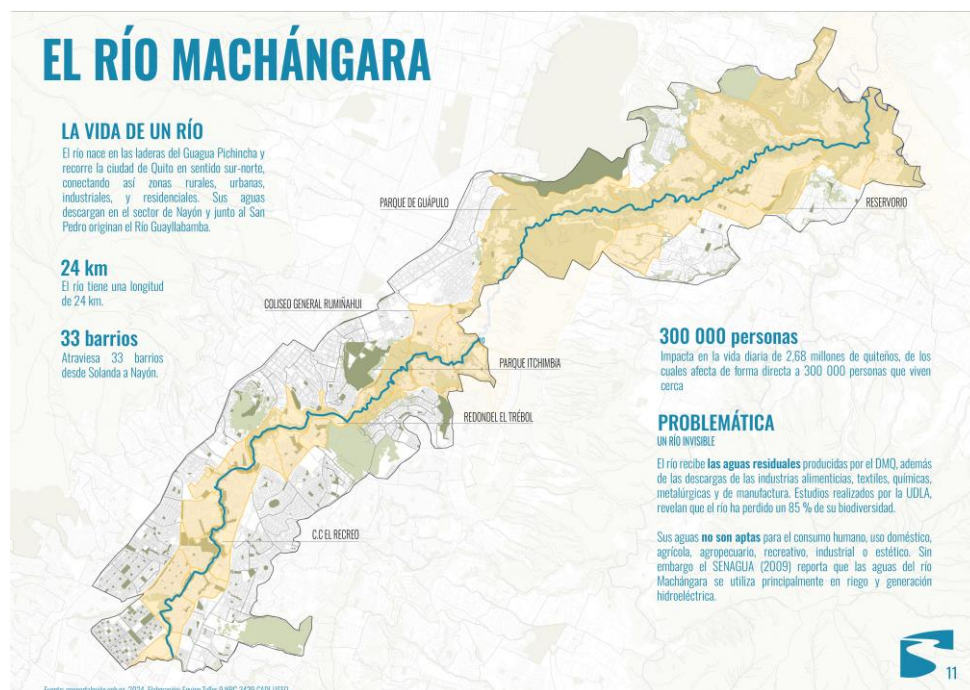


Figura 1. Análisis de Quito con enfoque en el río Machángara. Elaborado por: López, J., Cabrera, L., Cárdenas, M., Chamorro, P., Garófalo, D., Montenegro, V., Moya, M., Oyarte, R., Puga, D., Romo, J., Silva, M., Sinchiguano, S., Tamayo, M., Troya, P., & Villacís, M. (2024).

Desarrollo urbano de Quito y su relación con el río Machángara

En Quito, el río Machángara pasó de funcionar como infraestructura productiva colonial (batanes, curtiembres, molinos) a convertirse en un cauce progresivamente confinado conforme la ciudad se expandió y se rellenaron quebradas para dar continuidad vial. La llegada del ferrocarril (1908) aceleró la expansión, desplazó la industria hacia el sur y consolidó un eje norte–sur con creciente segmentación socioespacial; el Plan Regulador de

Jones Odríozaola (1946) institucionalizó ese patrón. Intervenciones viales como el intercambiador de El Trébol —con el encauzamiento del río durante ~60 m en un conducto de 5×5 m— y la ampliación de la avenida Oriental reforzaron el confinamiento del Machángara; el corredor hídrico quedó aislado dentro de la ciudad consolidada (Altamirano, 2022, pp. 7–13).

Análisis histórico morfológico de Quito y el río Machángara.

Desde la perspectiva de Aldo Rossi, la ciudad es un artefacto creado por el hombre que (Rossi, 2015)., junto a la teoría de la escuela italiana de Saverio Muratori, permite inferir que la ciudad acumula memoria: sus formas no desaparecen, se superponen y dejan huellas que ayudan a entender por qué el territorio es como es. Con esa base, este estudio se define zonas homogéneas que para criterios de este estudio se definen como áreas donde coinciden escala, topografía, tipología, estructura (organización de lotes en grilla, manzana, híbrida u orgánica), cultura y economía.



Figura 2. Morfología histórica con enfoque en 3 zonas de estudio. Elaborado por: López, J., Cabrera, L., Cárdenas, M., 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).

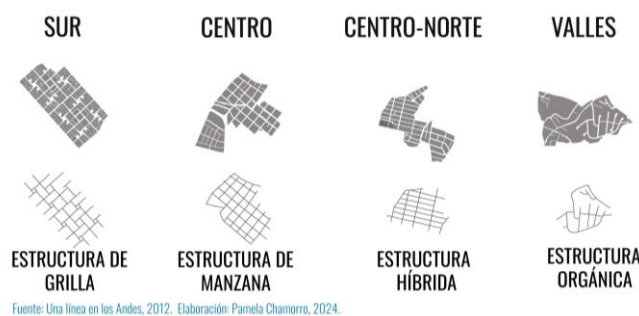


Figura 3. Trama urbana con enfoque en 4 tipos de estructura identificadas en Quito. Elaborado por: López, J., Cabrera, L., Cárdenas, M., Chamorro, P., Garófalo, D., Montenegro, V., Moya, M., Oyarte, R., Puga, D., Romo, J., Silva, M., Sinchiguano, S., Tamayo, M., Troya, P., & Villacís, M. (2024).

Bajo ese criterio, se realizó un análisis histórico–morfológico a lo largo del corredor sur–norte del Machángara entre los años 1888–2022 en el sur, centro y norte de la ciudad. El panorama actual (fig. 3) resume tendencias vistas en cuatro tipos de estructura: grilla sur poco adaptada al relieve, damero central con huellas de quebradas, malla híbrida en el centro–norte y valles de trazado orgánico. En conjunto, el análisis muestra una urbanización que canaliza o cubre quebradas, pero en ningún caso se reacciona o considera al Machángara como parte de la ciudad, excepto en aquellos lugares donde la ciudad ocupó laderas, bordes de cauce o asentamientos recientes en Cumbayá (López et al., 2024).

Estado actual del río

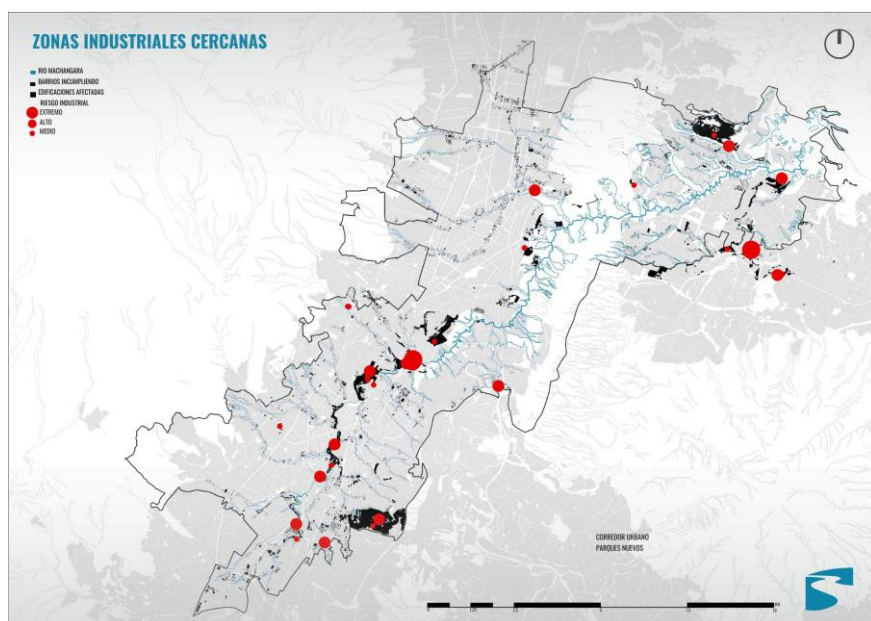


Figura 4. Zonas industriales cerca al río. Elaborado por: López, J., Cabrera, L., Cárdenas, M., Chamorro, P., Garófalo, D., Montenegro, V., Moya, M., Oyarte, R., Puga, D., Romo, J., Silva, M., Sinchiguano, S., Tamayo, M., Troya, P., & Villacís, M. (2024).

El Machángara recibe la totalidad de las descargas domésticas, industriales y pluviales de la capital; su deterioro se relaciona directamente con las zonas homogéneas, infraestructuras y actividades alrededor de su cauce. El análisis identifica más de 40 tipos de industria de alto impacto a lo largo del corredor (fig. 4) y alrededor de, ≈ 47.000 edificaciones situadas a < 30 m del borde de quebradas abiertas y rellenas (fig. 5) y con descargas frecuentes al cauce (López et al., 2024). En consecuencia, se registra oxígeno disuelto muy bajo y altas concentraciones de coliformes fecales (Clavijo, 2025), lo que clasifica al río y su biodiversidad en estado crítico.

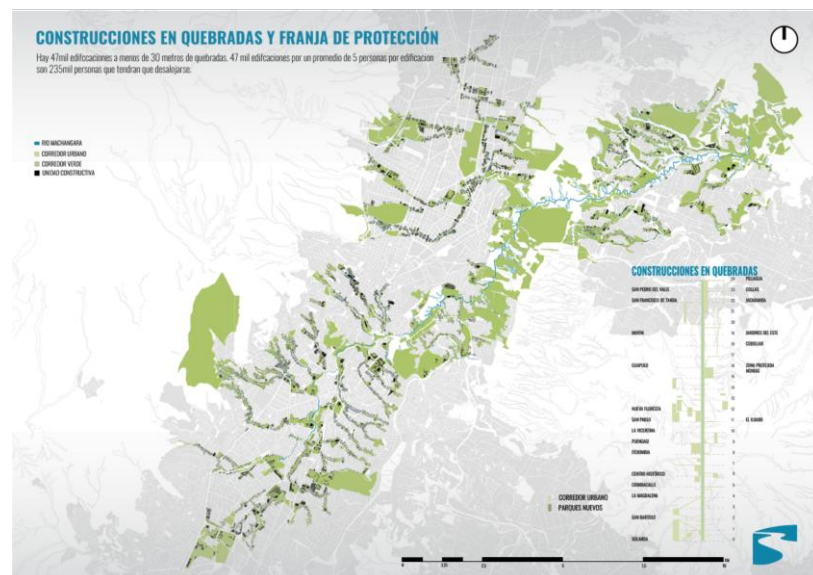


Figura 5. Construcciones en quebradas. Elaborado por: López, J., Cabrera, L., Cárdenas, M., Chamorro, P., Garófalo, D., Montenegro, V., Moya, M., Oyarte, R., Puga, D., Romo, J., Silva, M., Sinchiguano, S., Tamayo, M., Troya, P., & Villacís, M. (2024).

Alrededor de 47.000 construcciones —muchas informales— invaden la franja de protección y generan $\approx 60\%$ de los residuos sólidos (Clavijo, 2025). Recuperar el borde exigiría reubicar ≈ 235.000 personas. La ocupación de quebradas y los usos industriales elevan el riesgo de inundación y urgen un reordenamiento ante lluvias más intensas a 100 años (López et al., 2024).

Quebradas rellenadas.

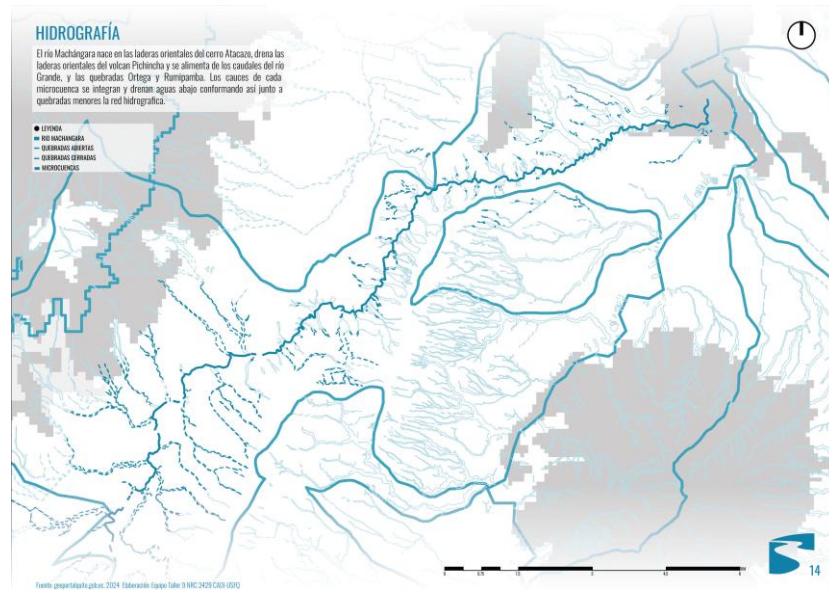


Figura 6. Hidrografía del río con enfoque en quebradas abiertas y rellenadas. Elaborado por: López, J., Cabrera, L., Cárdenas, M., Chamorro, P., Garófalo, D., Montenegro, V., Moya, M., Oyarte, R., Puga, D., Romo, J., Silva, M., Sinchiguano, S., Tamayo, M., Troya, P., & Villacís, M. (2024).

En el contexto andino, una quebrada es un cauce natural —a menudo estacional y de fuerte pendiente— que conduce la escorrentía hacia ríos mayores y favorece la infiltración, funcionando como drenaje natural e infraestructura verde-azul. En Quito se han identificado ≈ 711 km de quebradas rellenadas, muchas convertidas en vías o suelo construido; décadas de edificación sobre estos rellenos interrumpieron la escorrentía y la infiltración que conectaban las lluvias con los cauces principales (López et al., 2024). La pérdida de corredores y zonas de absorción concentró el flujo en superficie, elevó picos de caudal y el riesgo de inundación. El caso de La Gasca lo ejemplifica: asentado sobre una quebrada rellenada y flanqueado por otras dos, registró un flujo de detritos al verse sobrepasada la quebrada El Tejado; existe antecedente en 1975 (Cargua, 2023). No es un hecho aislado: con ≈ 47.000 edificaciones a menos de 30 m del borde de quebrada y ≈ 711 km de cauces rellenados, la huella potencial de inundación en la ciudad es extensa (López et al., 2024).

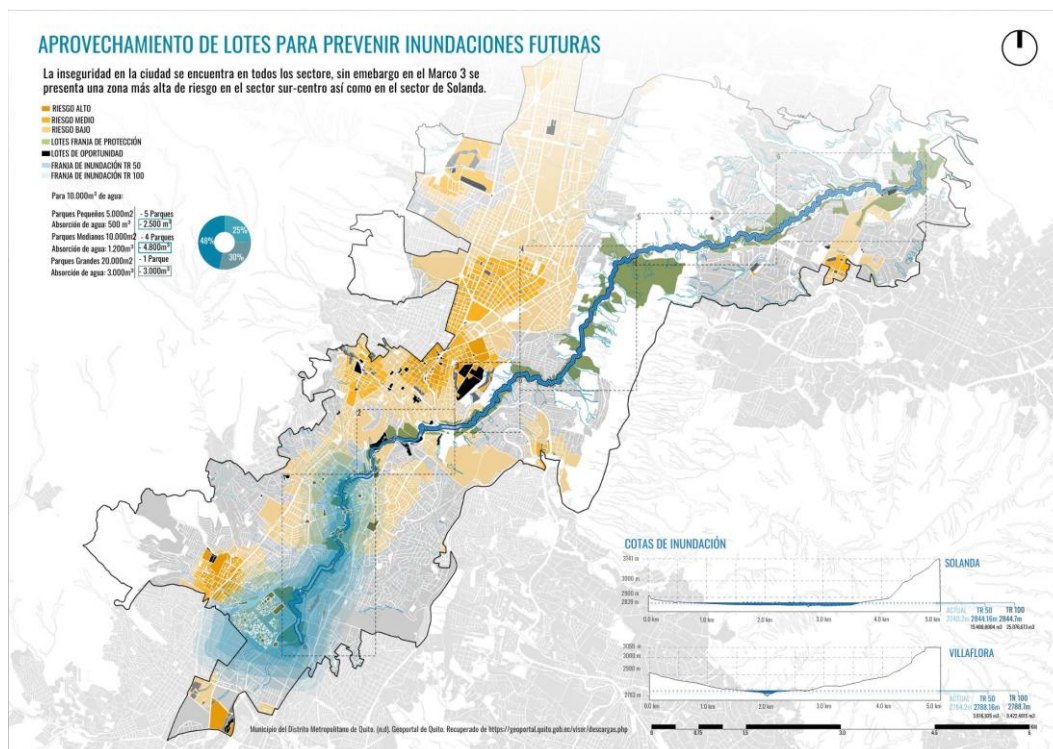


Figura 7. Riesgo de inundación y posibles para prevenir inundaciones. Elaborado por: López, J., Cabrera, L., Cárdenas, M., Chamorro, P., Garófalo, D., Montenegro, V., Moya, M., Oyarte, R., Puga, D., Romo, J., Silva, M., Sinchiguano, S., Tamayo, M., Troya, P., & Villacís, M. (2024).

El río Machángara tiene derechos

En Ecuador, la protección de ríos y quebradas avanzó por la vía jurídica: la Constitución de 2008 reconoció a la naturaleza como sujeto de derechos (art. 71), en 2022 la Corte Constitucional otorgó ese estatus al río Monjas y sus quebradas, y en 2024 se reconoció formalmente al Machángara (Constitución del Ecuador, 2008; Corte Constitucional, 2022). Estos derechos abarcan vida, identidad, regeneración, acceso al agua y componentes hidromorfológicos (Cevallos, 2020), pero persisten vulneraciones por contaminación, descargas y alteraciones físicas. La articulación de actores —pueblo Kitu Kara, consejos cívicos y ciudadanía— abrió una vía de ejecución mediante proyectos piloto municipales de restauración de quebradas, complementados por el plan Ally Yaku Machay para reconectar el tejido urbano con sus sistemas hídricos mediante infraestructura verde-azul y, cuando es necesario, gris (López et al., 2024).

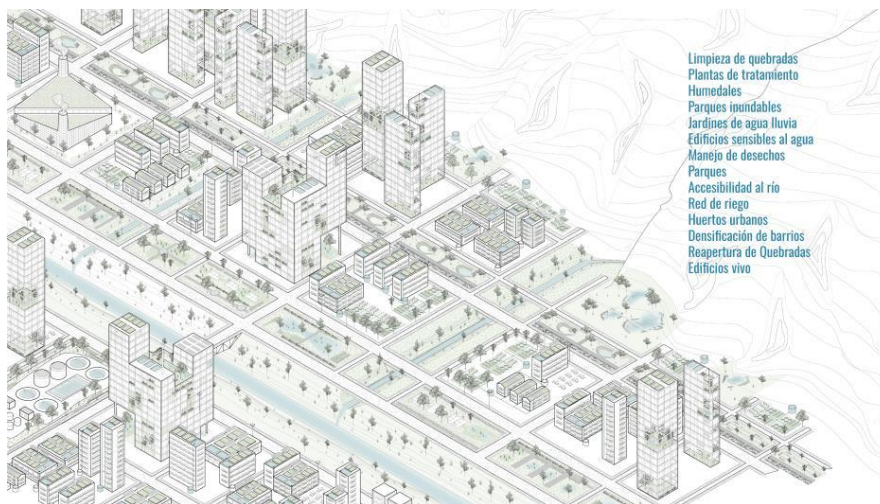


Figura 9. Comunidades hídricas. Elaborado por: López, J., Cabrera, L., Cárdenas, M., Chamorro, P., Garófalo, D., Montenegro, V., Moya, M., Oyarte, R., Puga, D., Romo, J., Silva, M., Sinchiguano, S., Tamayo, M., Troya, P., & Villacís, M. (2024).

Para materializar la visión del plan maestro se definen cuatro objetivos integrados: (1) Sistema Verde, para proteger y restaurar ecosistemas mediante gestión de suelos, vegetación y redes verdes cuenca–barrio; (2) Sistema Azul, para una gestión del agua viable, inclusiva y ambientalmente sostenible que revitalice el ecosistema fluvial; (3) Sistema Verde–Azul, para reforzar la resiliencia ante eventos extremos con SUDS tipo “ciudad esponja” (retención, infiltración y descarga controlada); y (4) Sistema Gris–Verde–Azul, para rearticular río e infraestructura urbana y elevar la calidad de vida y el uso responsable del espacio (López et al., 2024, p. 36). Estos objetivos se territorializan en Comunidades Hídricas —barrios priorizados para concentrar restauración, gestión del agua y mejora urbana— mediante rehabilitación de quebradas y franjas de protección, redes de parques y corredores, SUDS (humedales, parques inundables, terrazas), captación y almacenamiento de lluvia con riego, huertos–viveros y plantas de tratamiento a escala barrial. Las comunidades proyectadas son Solanda, La Villaflora, Cumbayá y La Mariscal, desarrollándose esta última a continuación.

Estudios para una historia operante en La Mariscal

Desde la tradición tipológica italiana, Saverio Muratori entiende el territorio como un organismo histórico donde las formas urbanas se superponen por ciclos y deben juzgarse por su coherencia con el contexto más que por su antigüedad; el territorio condiciona las tipologías y ordena el crecimiento (Tagliazucchi, 2015). Esta sección toma La Mariscal como caso clave para leer la transición morfológica de Quito, examinando la relación entre la ciudad y sus quebradas: cómo fueron ocupadas, ocultadas o reabiertas y qué efectos morfológicos produjo cada proceso.

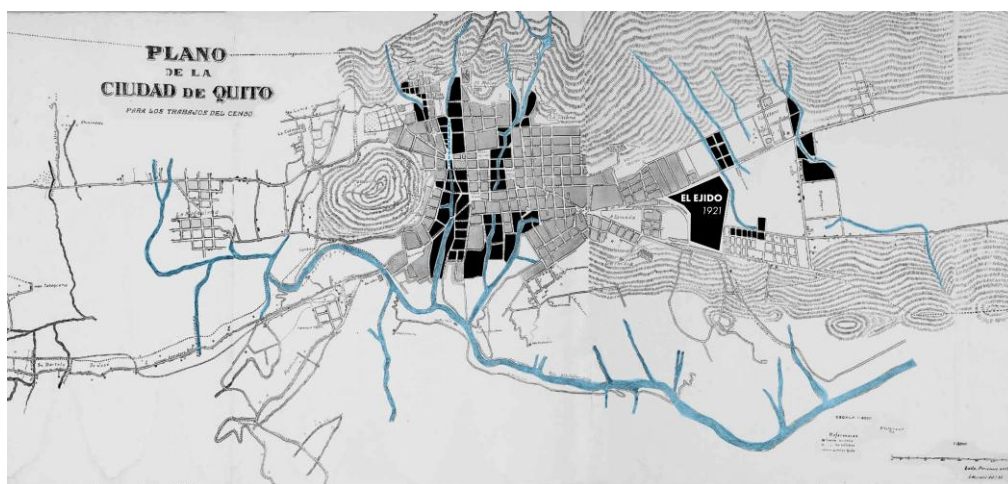


Figura 10. Quebradas de Quito y su influencia en la morfología de manzanas perimetrales de 1921. Fuente: Plano levantado para el censo, 1921. (IMP/CH); elaboración propia.

El plano de 1914 muestra una primera consolidación de viviendas al noroeste guiada por la quebrada de San Diego y un centro ya organizado en damero. Ese damero se adapta a la topografía y a las quebradas; aunque la avenida 24 de mayo aparece rellena, la morfología de las manzanas vecinas delata la antigua presencia de un cauce. Idea clave: las formas actuales conservan huellas del pasado. Pese al relleno y urbanización de muchas quebradas, persisten señales en el tejido —manzanas irregulares, chaflanes y cambios de dirección— que revelan la historia del Machángara y sus afluentes (fig. 10).

Comunidad hídrica La Mariscal.



Figura 11. Proyección de La Mariscal con estructura en damero 1888 y comparación con realidad 1931. Fuente: Ponce (2012).

El análisis histórico muestra que La Mariscal no fue un plan integral: rompió el damero colonial, adoptó un patrón “ciudad jardín” y creció por iniciativa de lotizadores privados con poco control público (Ponce, 2012). Eso extendió la grilla sobre laderas con quebradas (ya se veía en 1888) y, con el tiempo, muchas se canalizaron o se rellenaron (plano de 1931, fig. 11). El resultado fue un trazado que ignoró la hidrología. Es por ello que se presenta la Comunidad Hídrica de La Mariscal, cuya importancia radica en ese origen: aquí la reapertura selectiva de quebradas no es un capricho, sino una corrección técnica sustentada en la historia para reconocer las huellas del agua y del relieve. Operativamente, la propuesta se concentra en tres frentes: (1) reabrir quebradas articuladas con SUDS —jardines de lluvia, humedales y parques inundables—; (2) crear franjas verdes de protección en bordes y lotes vacantes para formar biocorredores públicos; y (3) integrar captación pluvial, techos y fachadas vegetadas, reúso in situ y drenajes urbanos sostenibles a escala de edificio y barrio.

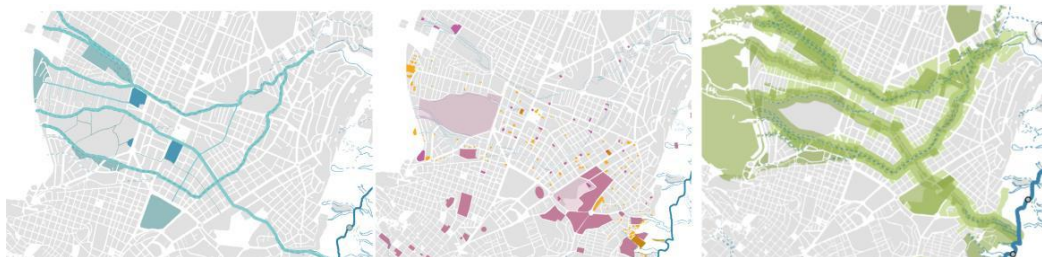


Figura 12. Sistemas verde, azul y gris comunidad Hídrica La Mariscal. Elaborado por: López, J., Cabrera, L., Cárdenas, M., Chamorro, P., Garófalo, D., Montenegro, V., Moya, M., Oyarte, R., Puga, D., Romo, J., Silva, M., Sinchiguano, S., Tamayo, M., Troya, P., & Villacís, M. (2024).

ARCOLÓGIA DE LADERA: AGUA + CONOCIMIENTO

Conceptualización

Concepto de agua.

El diseño parte de definir el “agua” desde el ciclo hidrológico: es decir, un flujo continuo entre atmósfera, superficie y subsuelo, que ocurre a través de los cambios de estado del agua impulsados por la energía solar y la gravedad (Araque, 2019). Se entiende por cuenca hidrográfica el territorio cuyas aguas drenan hacia un mismo cuerpo a través de una red conectada; su organización es jerárquica en cuencas, subcuencas y microcuencas (Araque, 2019, p. 16). Como ejemplo, la cuenca del río Esmeraldas integra la subcuenca del Guayllabamba y microcuencas como Ingapirca (fig. 13). La cuenca constituye la unidad clave para la planificación y gestión de los recursos hídricos.



Figura 13. Hidrología de La Mariscal. Fuente: geoportalquito.gob.ec (2024); Elaboración: Oyarte R. (2025).

Los componentes principales del ciclo hidrológico son: la precipitación que ocurre cuando el aire asciende, se enfría y el vapor se condensa (puede ser convectiva, orográfica o frontal); la evaporación que convierte el agua líquida en vapor desde láminas y suelos, y la evapotranspiración suma a la evaporación la transpiración de las plantas; la escorrentía que es cuando el excedente de agua recorre hacia los cauces como flujo superficial y la infiltración—

percolación que se refiere a cuanto el agua entra al suelo y desciende por sus poros hasta capas profundas y acuíferos (Araque, 2019).

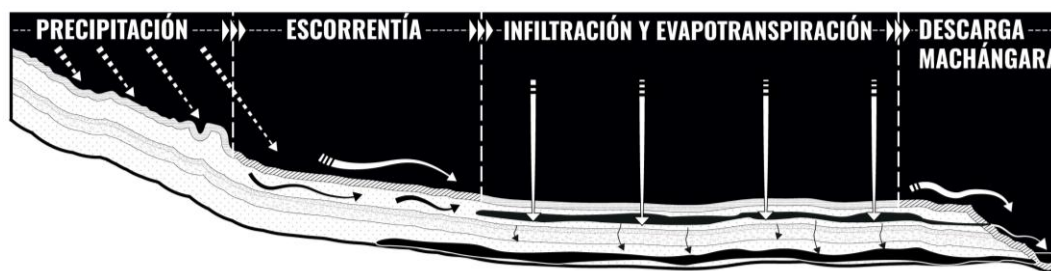


Figura 14. Corte hidrológico de La Mariscal. Fuente: geoportalquito.gob.ec (2024); Elaboración: Oyarte R. (2025).

Balance hídrico en La Mariscal.

Una vez entendido el agua desde el ciclo hidrológico, es clave incorporar el balance hídrico, la “contabilidad” del agua en un período dado: entradas (principalmente precipitación) menos salidas (evapotranspiración y escorrentía) igual al cambio de almacenamiento en suelos y acuíferos. Calculado mes a mes, revela la estacionalidad — meses con superávit (agua disponible para infiltrar, almacenar o laminar) y meses con déficit (demanda no cubierta)— y convierte esa lectura en una base medible para el diseño.

Bajo un escenario climático proyectado para Ecuador a 100 años (+2,5 °C y +11 % de precipitación; Armenta, 2016), se analizó el balance hídrico de la microcuenca Ingapirca. Se calculó el balance hídrico mensual (precipitación – evapotranspiración de referencia) para la microcuenca Ingapirca con datos de la estación Iñaquito; para el escenario 2125 se aplicó +11 % de precipitación y +2,5 °C de temperatura, estimando la evapotranspiración con el método de Thornthwaite. Los resultados muestran estacionalidad marcada: abril concentra el máximo de lluvia y entre junio y septiembre persiste un déficit; además, bajo el escenario proyectado, las sequías se prolongan y los eventos lluviosos se intensifican. Esta lectura entrega una base medible para el diseño y, en La Mariscal, justifica intervenir sobre la fase de precipitación.

Concepto de conocimiento.

Este apartado aborda el concepto de conocimiento desde la epistemología y, en particular, desde un enfoque constructivista (epistemología genética) centrado en cómo se construye el conocimiento en individuos y comunidades científicas (Piaget, citado en García, 2006). La epistemología estudia la teoría del conocimiento, es decir, cómo se genera y valida el saber. La equilibración es el proceso cognitivo que explica tanto el aprendizaje infantil (por ejemplo, al distinguir colores) como la construcción de teorías científicas: incluye la asimilación de lo nuevo, el desequilibrio ante anomalías, la acomodación de esquemas y el logro de un nuevo equilibrio (reequilibración mayorante) (García, 2006).

Sobre la sección del valle, falansterios y arcológias.

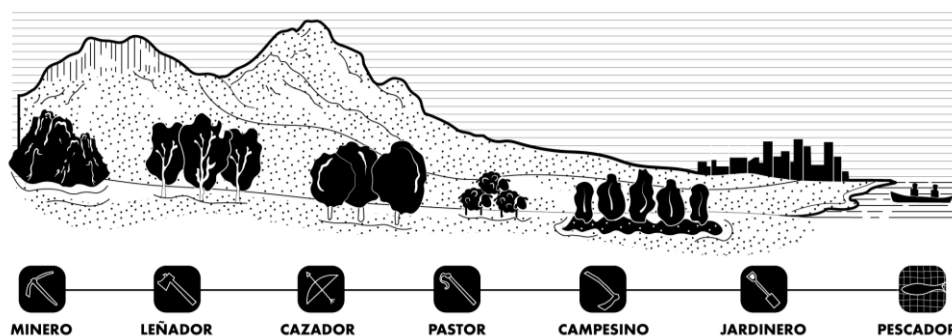


Figura 15. La sección del valle de Patrick Geddes. Elaboración propia

Una vez comprendido el concepto de conocimiento, se incorporan referentes que estructuran el marco conceptual de la tesis. Se inicia con la sección del valle de Patrick Geddes (Welter, 2001), un método gráfico que, en un corte de montaña a costa, muestra cómo la geografía (altitud, clima, suelos) y los ecosistemas estructuran oficios, usos del suelo y asentamientos, y revela la interdependencia entre territorio y sociedad (véase fig. 15).

El falansterio de Charles Fourier (Vasques, 2022) propone una comunidad cooperativa autosuficiente, de escala intermedia, que integra vida y trabajo en un soporte común. Su organización por afinidades garantiza un mínimo vital, dignifica el trabajo y

distribuye excedentes según capital, trabajo y talento, ofreciendo una célula socioeconómica operativa para alinear gestión comunitaria, producción y bienestar.

Siguiendo a Paolo Soleri (Cámara, 2024), una arcología (arquitectura + ecología) es una forma urbana compacta y tridimensional que integra vivienda, trabajo y servicios para reducir desplazamientos, minimizar el consumo de suelo y energía y cerrar ciclos metabólicos (agua, energía, residuos) mediante sistemas pasivos y renovables.

Con estas dos piezas —la lectura territorial de la sección del valle y la organización cooperativa del falansterio— se reinterpreta el concepto de arcología para aplicarlo en La Mariscal como una síntesis de agua + conocimiento: una arcología calibrada al sitio y al ciclo del agua. Aquí entendemos las arcologías como formas que articulan territorio, biodiversidad y gestión hídrica. En esta tesis se especializan por función hidrológica —precipitación, recarga y evapotranspiración—; en particular, a partir del balance hídrico de La Mariscal, el déficit entre mayo y septiembre orienta la pieza de diseño hacia una arcología de precipitación que eleva la humedad disponible y activa disparadores microclimáticos para formar lluvia a escala de ladera–valle.

Proceso acelerado – Precipitación.

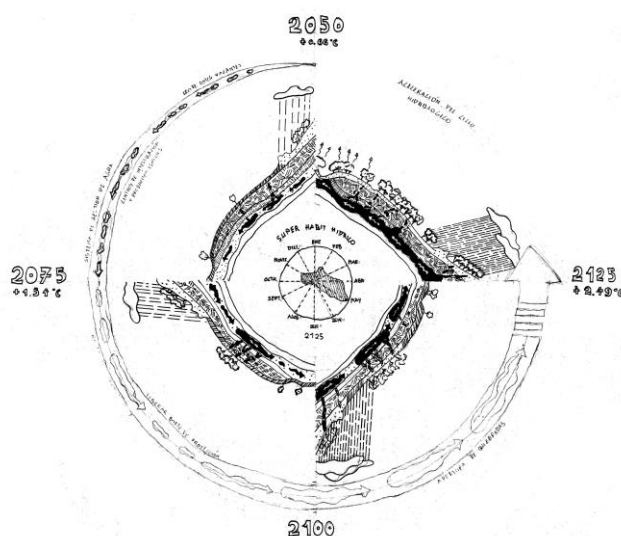


Figura 16. Aceleración del ciclo hidrológico 2025-2125. Elaboración propia

El balance hídrico de la microcuenca Ingapirca evidencia un déficit en La Mariscal entre mayo y septiembre, por lo que la intervención se orienta a acelerar la precipitación: elevar la humedad disponible y activar disparadores microclimáticos a escala de ladera/valle. El principio operativo combina sostener una evapotranspiración alta y aumentar la rugosidad/heterogeneidad del paisaje para favorecer ascensos convectivos y orográficos. La Arcología de Precipitación–La Mariscal lo materializa mediante restauración nativa multiestrato, suelos vivos, mosaicos verdes (bosquetes, corredores, techos y fachadas vegetadas).

Investigación - Restauración ecológica

La restauración ecológica según Hopper (2007) es una intervención para reencauzar un ecosistema hacia un estado funcional y sostenible, tomando como referencia condiciones históricas y límites contemporáneos. Sus metas se articulan en tres planos: biológico (comunidades auto-mantenibles, resilientes y representativas), cultural (vincular a la sociedad con los procesos ecológicos mediante educación, organización y una estética del cuidado) y económico (recuperar servicios y bienes: aire y agua limpios, hábitat, alimentos, confort ambiental). Sus límites son tiempo, costo e incertidumbre. Un diseño eficaz parte de un ecosistema de referencia, ajusta hidrología, suelos y topografía, prioriza sucesión, ecotonos, conectividad, ciclo detritívoro, minimiza pesticidas, control de especies invasoras y preservando arbolado (pag.431-440).

Aplicación en La Mariscal–Machángara.

DETERIORO DE BOSQUE NATIVO 1900 - 2025

ANTES UNA ZONA BOSCOZA BIODIVERSA, AHORA UN MONOCULTIVO DE EUCALIPTOS PROPENSOS A CATASTROFES EN EPOCAS SECAS.

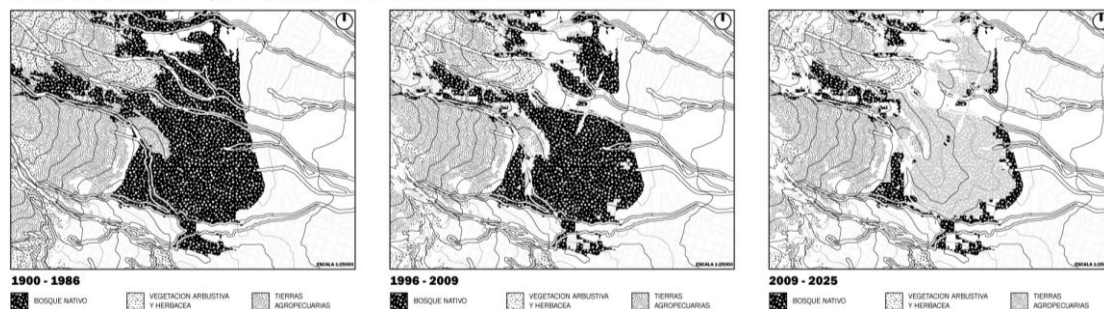


Figura 17. Deterioro nbosque nativo. Elaboración propia

La tesis se centra en una zona de 72 hectáreas de eucaliptos, en la parte alta de la Universidad Central del Ecuador; este monocultivo empobrece y erosiona el suelo. Por ello se adopta un marco claro para recuperar funciones de agua, suelo y biodiversidad. El sitio presenta suelos areno-francosos; con base en ello se proyecta un conjunto de 10 especies nativas que permita una vegetación estratificada y sucesional (pioneras fijadoras de N, nectaríferas y frugíferas, además de estructurales de copa). Asimismo, se proponen sistemas de captación pluvial, considerando el aumento de lluvia esperado con el tratamiento verde. Para viabilizar esta estrategia se plantea un edificio de germoplasma, es decir, un banco de semillas.

Forma – arquitectónica

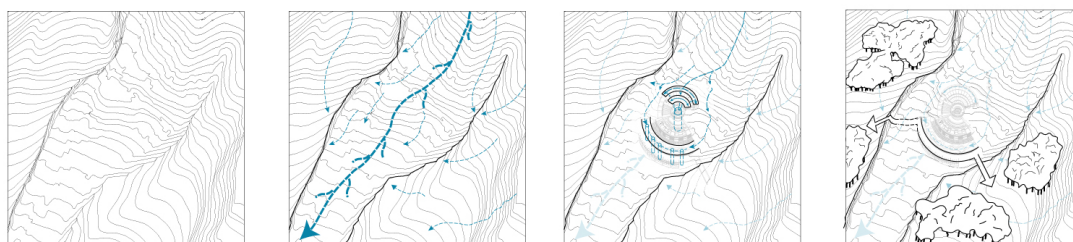


Figura 18. Proceso para obtención de forma. Elaboración propia

El proyecto se concibe como una pieza hidrológica adaptada a la ladera mediante formas semicirculares y aterrazamientos alineados a curvas de nivel. La forma deriva del

modelado previo del escurrimiento (líneas de máxima pendiente, cuencas de aporte y puntos de convergencia). Con esa lectura se emplazan dos cuerpos principales que operan como cuencos/embudos de captación: sus cubiertas y terrazas desaceleran y conducen el agua hacia viveros y jardines de infiltración para culminar en cisternas. La geometría semicircular rompe el flujo laminar, distribuye cargas y crea bordes vegetados que prolongan la humedad y habilitan la restauración. A escala de sitio, el conjunto cose y activa dos predios colindantes mediante franjas verdes continuas y pasarelas de baja pendiente, restituyendo la conectividad ecológica entre manchas de vegetación y consolidando un corredor verde-azul que integra captación, infiltración y transporte biológico en una sola operación arquitectónica.

Programa.

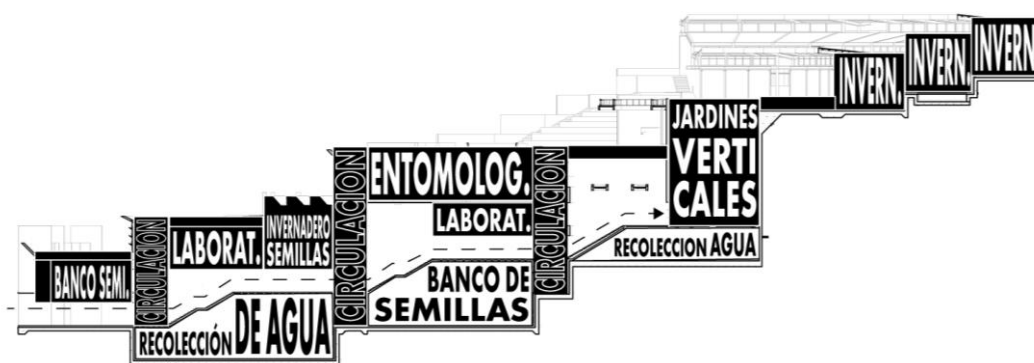


Figura 19. Síntesis de programa. Elaboración propia

El programa se apoya en la alta diversidad y los gradientes ecológicos del Ecuador y utiliza restauración con nativas para estabilizar procesos hidrológicos (sombra, evapotranspiración, infiltración), con un Banco de Semillas como pieza central: conserva diversidad (semillas ortodoxas en frío; recalcitrantes vía críoconservación o colecciones vivas) y opera con estándares de accesión-trazabilidad, limpieza, secado controlado, envasado-almacenamiento, pruebas de viabilidad y regeneración. Con esta base, la arcología de precipitación se organiza en cuatro bandas: (1) núcleo científico-técnico (recepción,

limpieza y secado, cámaras a -18°C , críopreservación, control de calidad, germinación y crecimiento/micropropagación); (2) producción-restauración (invernaderos por microclima, viveros, preparación de sustratos/micorrizas, germinación masiva y expedición); (3) educación-comunidad (sala “agua + conocimiento”, galería, aula, mediateca, miradores); y (4) infraestructura hídrica-energética (captación pluvial y cisternas, humedales/plazas filtrantes, terrazas de retención, jardines de infiltración, captación de niebla, techos y fachadas vegetadas, compostaje).

CONCLUSIONES

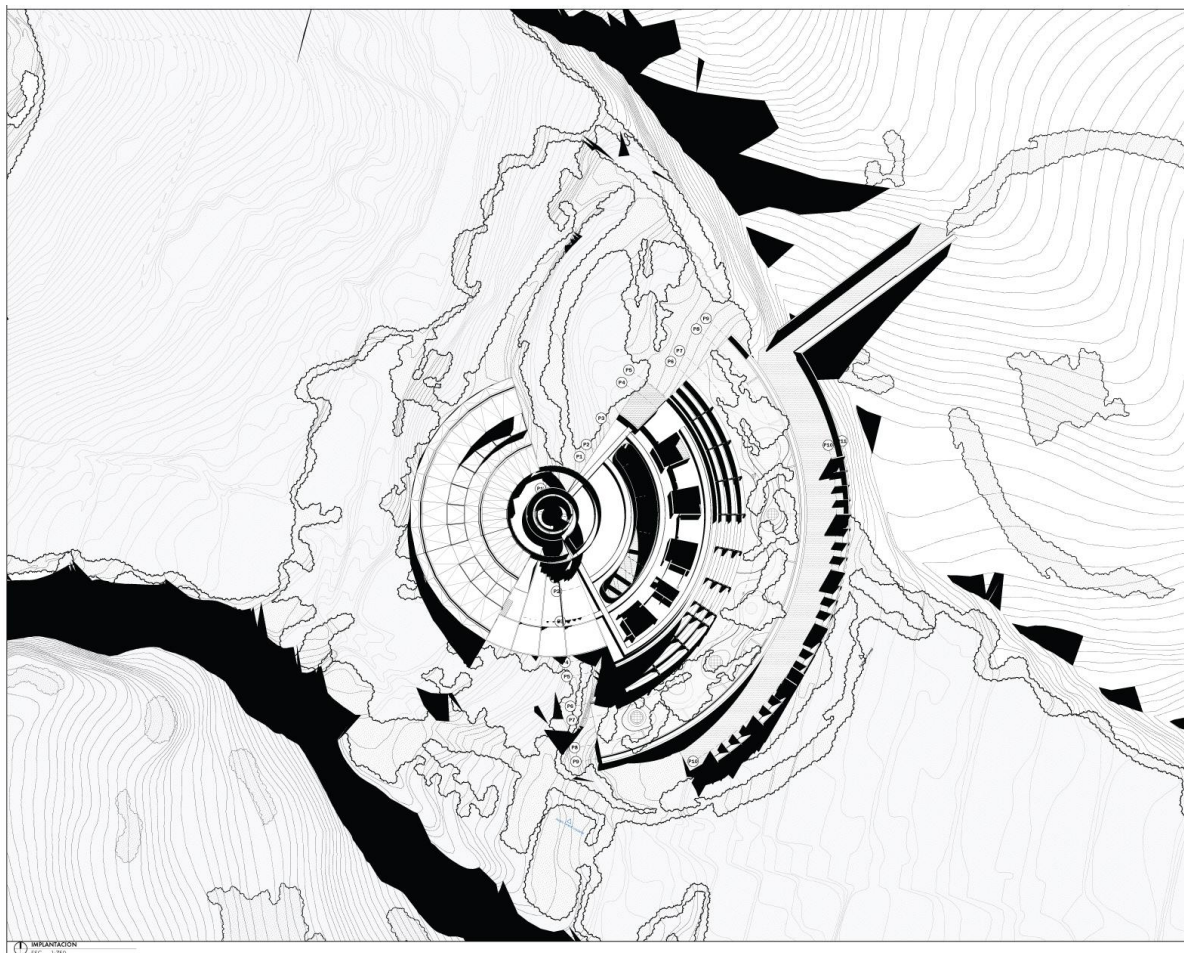
Este trabajo parte de un diagnóstico urbano-hidrológico de Quito y lo traduce en una propuesta integrada cuyo aporte central es la síntesis entre una lectura territorial (La sección del valle), una organización cooperativa (falansterio) y una tipología contemporánea (arcologías hidrológicas) entendida como agua + conocimiento. Metodológicamente, propone un marco replicable: lectura histórico-morfológica, “regla del río” para normalizar el Machángara, balance hídrico a escala de microcuenca para decidir qué fase acelerar y comunidades hídricas como unidades donde convergen SUDS, restauración con nativas y espacio público. Ante el déficit estacional de La Mariscal (mayo–septiembre), se desarrolla el prototipo Arcología de Precipitación–La Mariscal, que eleva la humedad y activa disparadores microclimáticos mediante restauración multiestrato, suelos vivos, mosaicos verdes, láminas de agua, captación de niebla y un Banco de Semillas que convierte la arquitectura en logística de restauración continua.

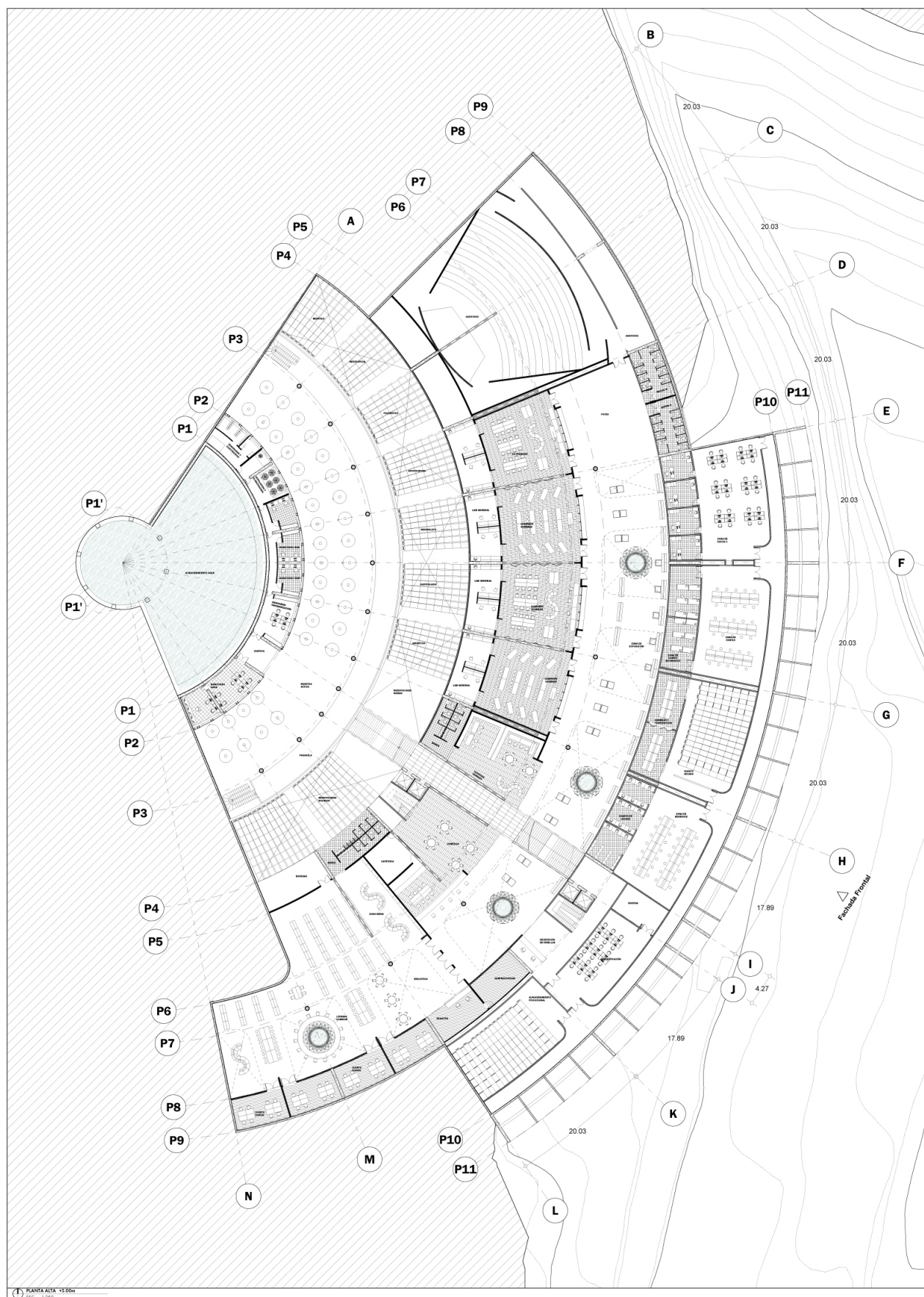
La relevancia profesional radica en demostrar al proyecto arquitectónico como pieza hidrológica medible, aterrizando los derechos de la naturaleza en reglas, métricas y gobernanza local, y dialogando con referentes internacionales desde un foco andino de alta montaña. Entre los aprendizajes destacan “hidrología primero” como secuencia trazable y el Banco de Semillas como motor operativo; los límites —datos heterogéneos, incertidumbre climática, coordinación institucional y tiempos ecológicos— exigen pilotos incrementales con evaluación adaptativa y cogestión comunitaria. En síntesis, se ofrece una ruta para reconectar Quito con su metabolismo hídrico: un método para decidir qué acelerar, una tipología para hacerlo y un programa que lo vuelve operativo.

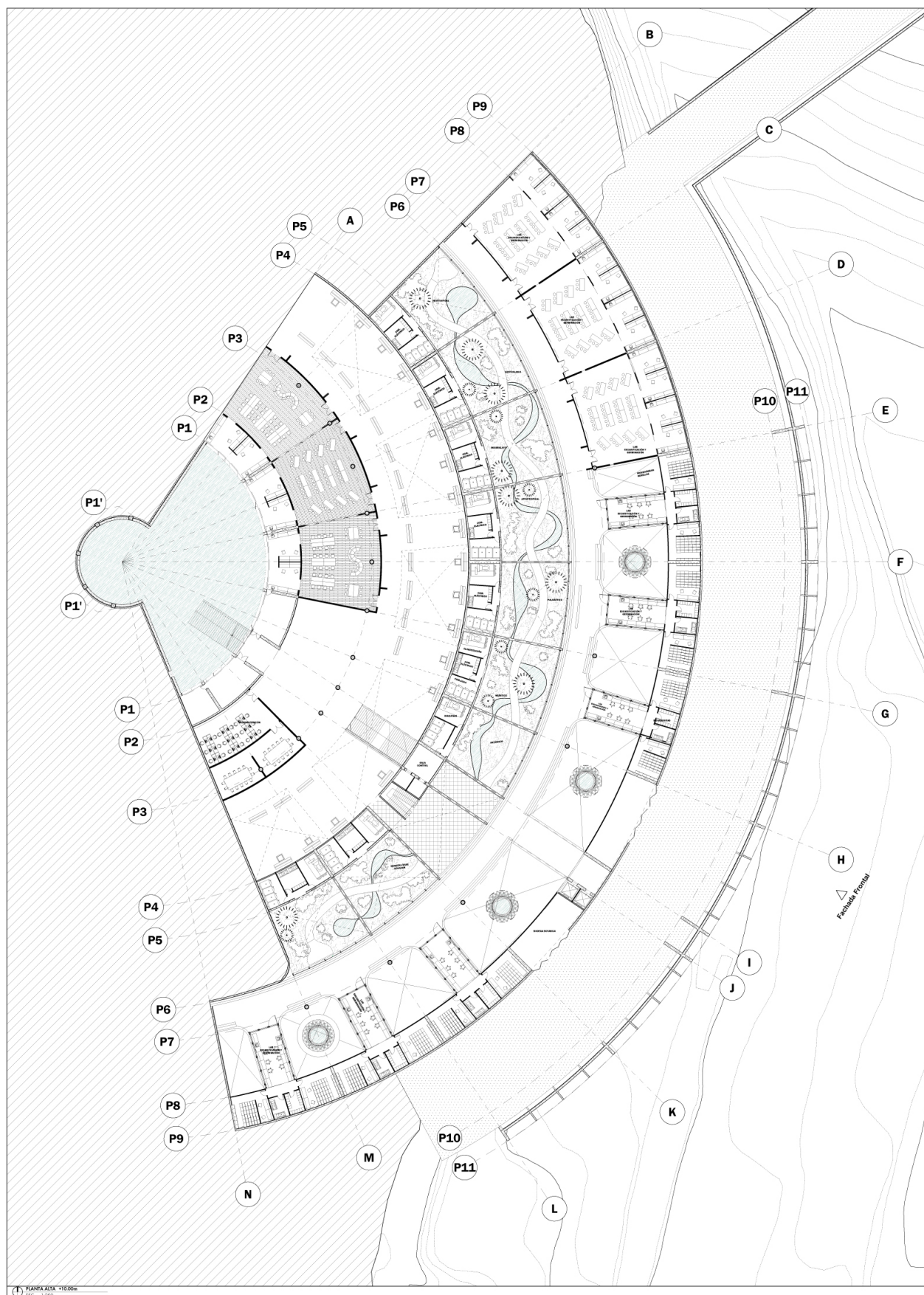
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

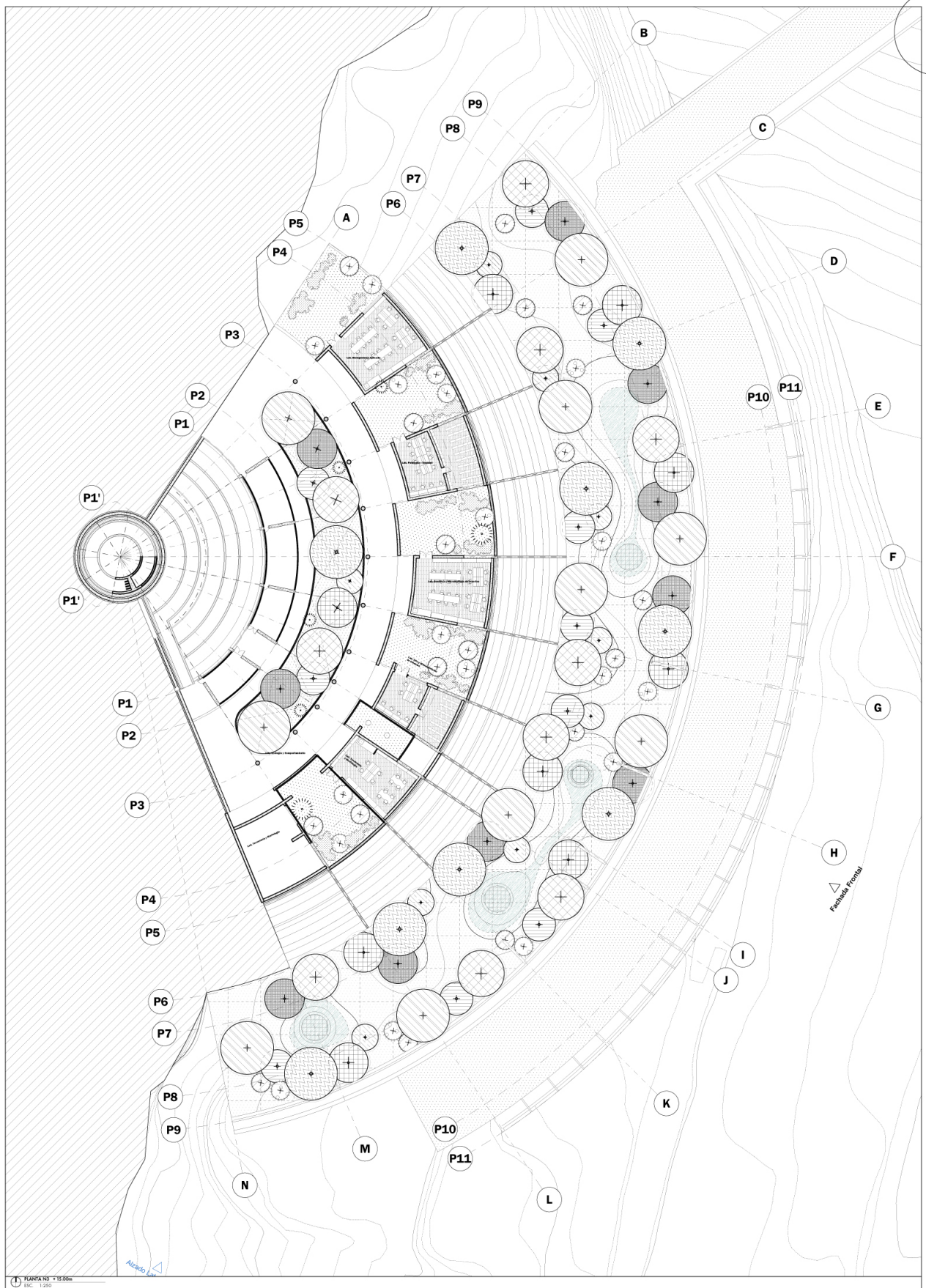
- Aguilar Alegría, A. G. (2010). Modelación hidrológica de crecidas en la cuenca del río Machángara en la ciudad de Quito (Tesis de pregrado, Escuela Politécnica Nacional). Quito, Ecuador.
- Alday, I., & Gupta, P. V. (2018). Yamuna river project: New Delhi urban ecology (1st ed.). Actar.
- Altamirano Terán, E. J. (2022). De borde, a eje vertebrador: reinserción urbana de la quebrada El Censo y zona central del río Machángara en la ciudad de Quito (Tesis de maestría, Universitat Politècnica de Catalunya).
- Anhalzer, J. (2024). La vida de un río – 2024 [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=w2lZk2YIpsg>
- Armenta, G., Villa, J., & Jácome, P. (2016). Proyecciones climáticas de precipitación y temperatura para Ecuador bajo distintos escenarios climáticos. *Revista Geográfica del Instituto Panamericano de Geografía e Historia*, (155), 55–74.
- Araque Arellano, M., Vásconez, M., Mancheno, A., Álvarez, C., Prehn, C., Cevallos, C., & Ortiz, L. (2019). Cuencas hidrográficas.
- Asamblea Constituyente de la República del Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Quito, Ecuador: Tribunal Constitucional del Ecuador. Registro Oficial No. 449, 79–93.
- Cámara Lázaro, L. (2024). Arcologías de Paolo Soleri. El Hyperbuilding como modelo de ciudad ecológica.
- Cargua Naula, E. A. (2023). Estudio geo–histórico de la quebrada El Tejado: una aproximación al aluvión del 31 de enero de 2022 en los barrios La Comuna y La Gasca (Tesis de licenciatura). Ríobamba, Ecuador.
- Cevallos, P. (2020). Los derechos del río Machángara (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <https://repositorio.puce.edu.ec/items/8d68319f-6a0d-410c-a106-ff60d6d080dc>
- Clavijo, P., Jara, M., Molina, K., & Manzaba, R. (2025). Determinación de calidad del agua por bioindicadores en el río Machángara, Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador. *Brazilian Journal of Development*, 11(2), e77350–e77350.
- Corte Constitucional del Ecuador. (2022). Sentencia No. 2167-21-EP/22 (Río Monjas). Quito, Ecuador. <https://www.corteconstitucional.gob.ec/sentencia-2167-21-ep-22/>
- Galeano Ponce, J. S. (2016). Perímetros de protección para las captaciones de agua subterránea influenciadas por la futura línea del metro de Quito.

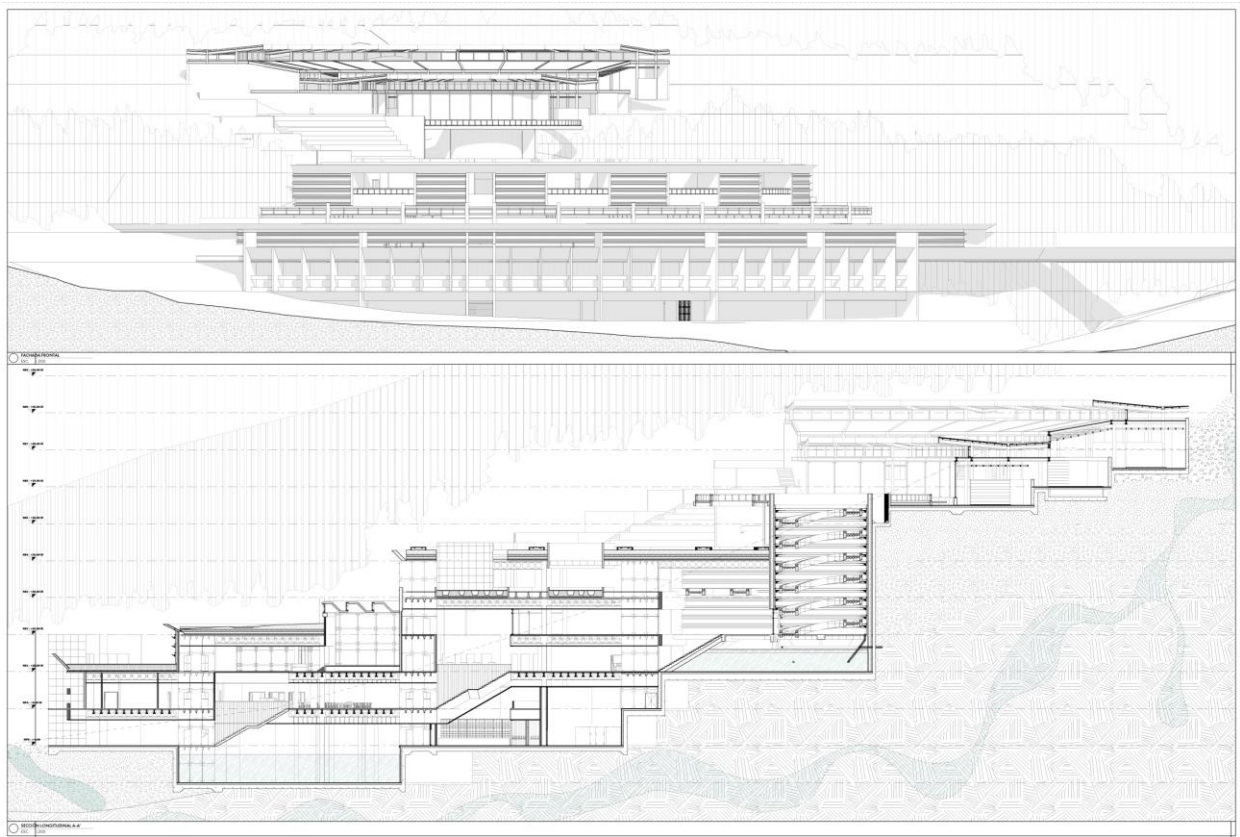
- García, R. (2000). El conocimiento en construcción: De las formulaciones de Jean Piaget a la teoría de sistemas complejos. Gedisa.
- García, R. (2006). Epistemología y teoría del conocimiento. *Salud Colectiva*, 2, 109–122.
- Hopper, L. J. (Ed.). (2007). *Landscape architectural graphic standards*. John Wiley & Sons.
- Jaramillo, C. (2022). La contaminación de recursos hídricos, un vistazo al río Machángara. *Catálisis* (revista digital).
- Los Angeles County Public Works. (2022). LA River Master Plan. Los Angeles County Public Works.
- López, J., Cabrera, L., Cárdenas, M., Chamorro, P., Garófalo, D., Montenegro, V., Moya, M., Oyarte, R., Puga, D., Romo, J., Silva, M., Sinchiguano, S., Tamayo, M., Troya, P., & Villacís, M. (en prensa). Machay Ally Yaku: Plan maestro para la recuperación del río Machángara (Trabajo de titulación de estudiantes de arquitectura). Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador.
- Montalbán, S. (2024). En E. Bravo (Ed.), *El Machángara debe volver a ser un río de menta: Problema urbano y expansión inmobiliaria* (p. 20).
- Oyarte, R. (2025). Cuenca arreica cognitiva: Infraestructura para el Plan Machay Ally Yaku 2125 (Tesis de pregrado).
- Ponce, A. (2012). *La Mariscal: historia de un barrio moderno en Quito en el s. XX*. Instituto Metropolitano de Patrimonio.
- Rossi, A. (2015). *La arquitectura de la ciudad*. Gustavo Gili. (Obra original publicada en 1966).
- Salmon, et al. (2023). *Guía para implementar soluciones basadas en la naturaleza en Quito*. Quito, Ecuador.
- Tagliazucchi, S. (2015). *Studi per una operante storia del territorio. Il libro incompiuto di Saverio Muratori*.
- Una línea en los Andes. (2012). *Una línea en los Andes: Taller de la cátedra de proyectos de arquitectura y urbanismo*, GSD, Harvard University y Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE).
- Vasques, R. A. (2022). *Ideologia e o espaço social: A utopia do Falanstério e a evolução da cidade contemporânea* (Master's thesis, Universidade do Porto).
- Welter, V. M. (2001). Post-war CIAM, Team X, and the Influence of Patrick Geddes. *CIAM team*, 10.

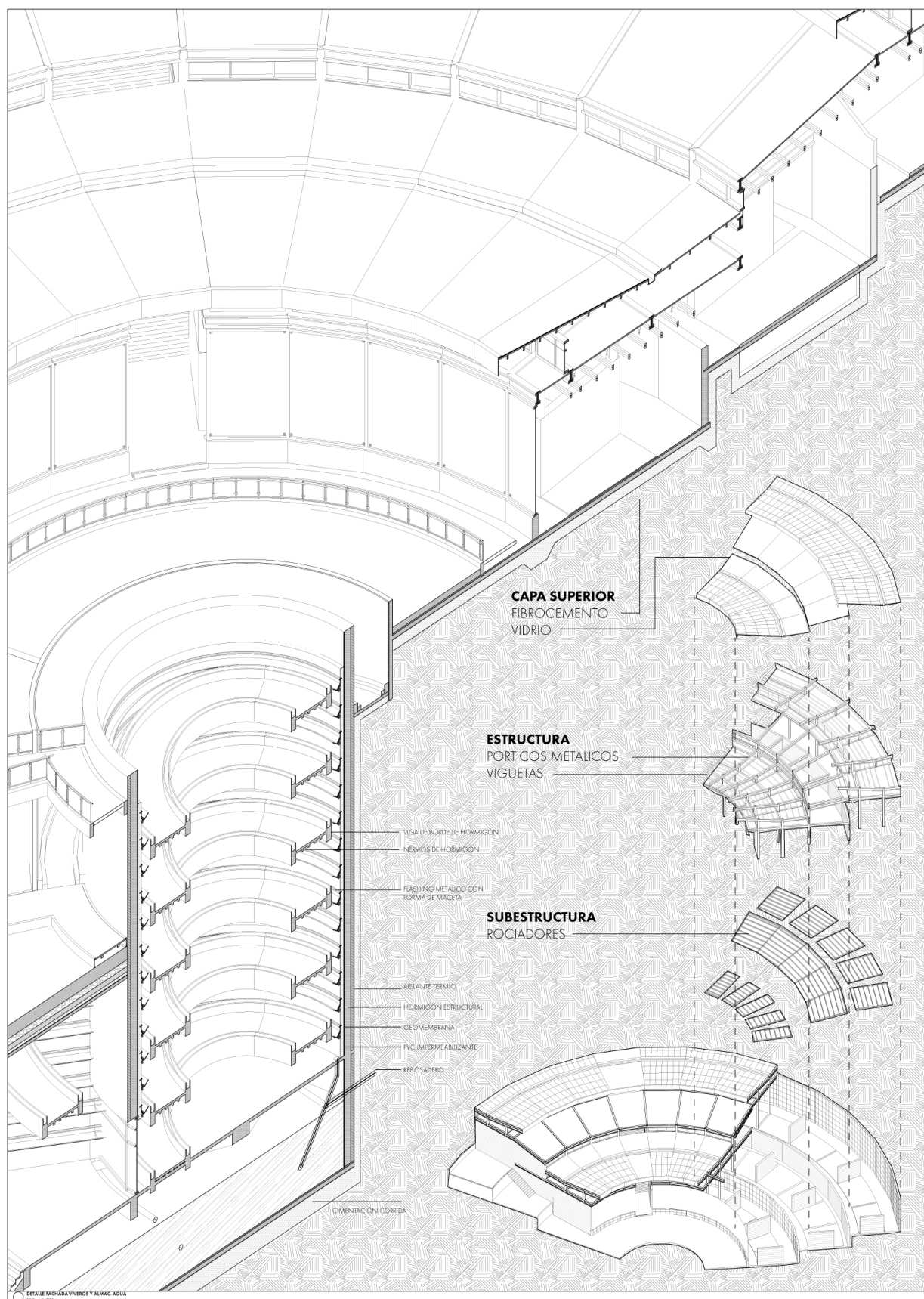
ANEXO A: PLANIMETRIA**Implantación**



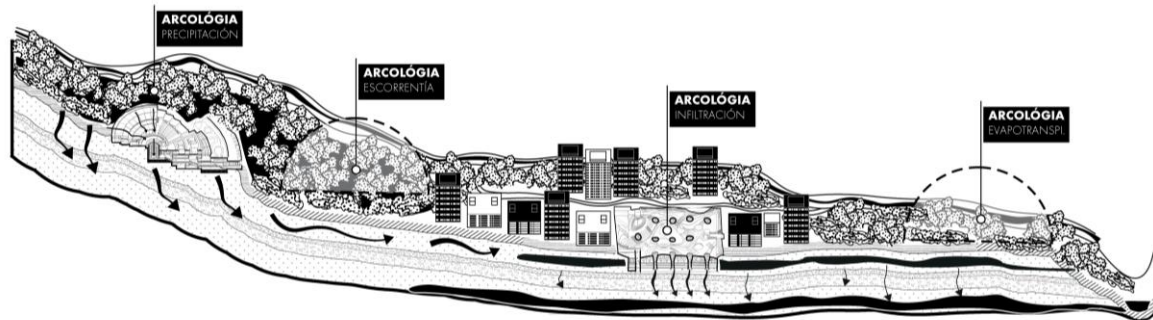






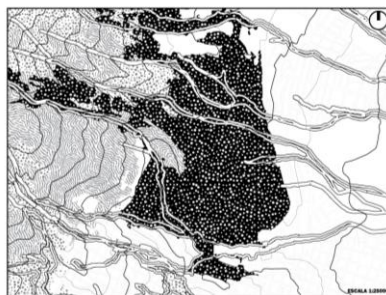


Diagramas



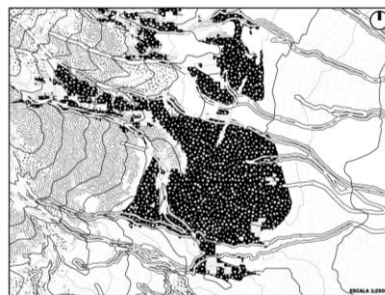
DETERIORO DE BOSQUE NATIVO 1900 - 2025

ANTES UNA ZONA BOSCOZA BIODIVERSA, AHORA UN MONOCULTIVO DE EUCALIPTOS PROPENSOS A CATASTROFES EN EPOCAS SECAS.



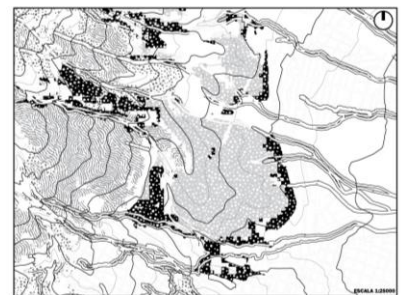
1900 - 1986

■ BOSQUE NATIVO ■ VEGETACION ARBUSTIVA Y HERBACEA ■ TIERRAS AGROPECUARIAS



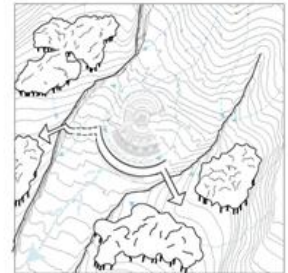
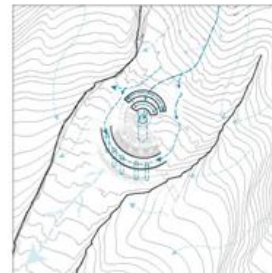
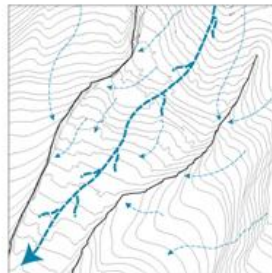
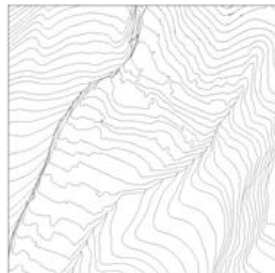
1996 - 2009

■ BOSQUE NATIVO ■ VEGETACION ARBUSTIVA Y HERBACEA ■ TIERRAS AGROPECUARIAS



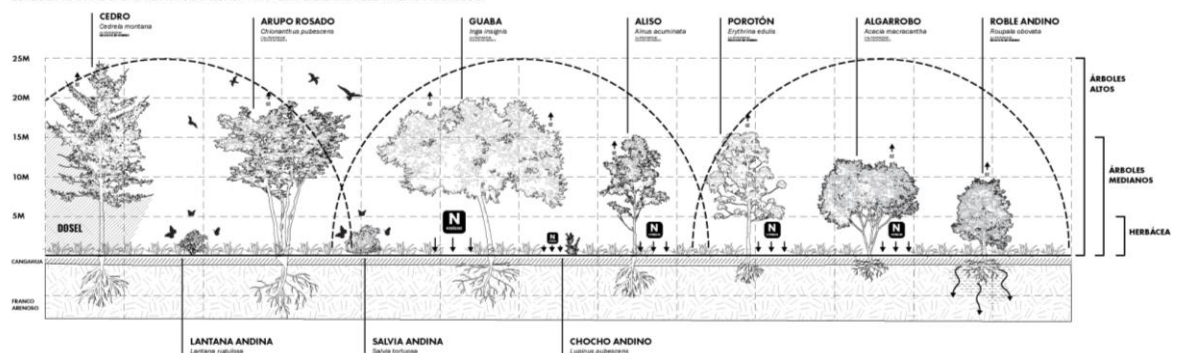
2009 - 2025

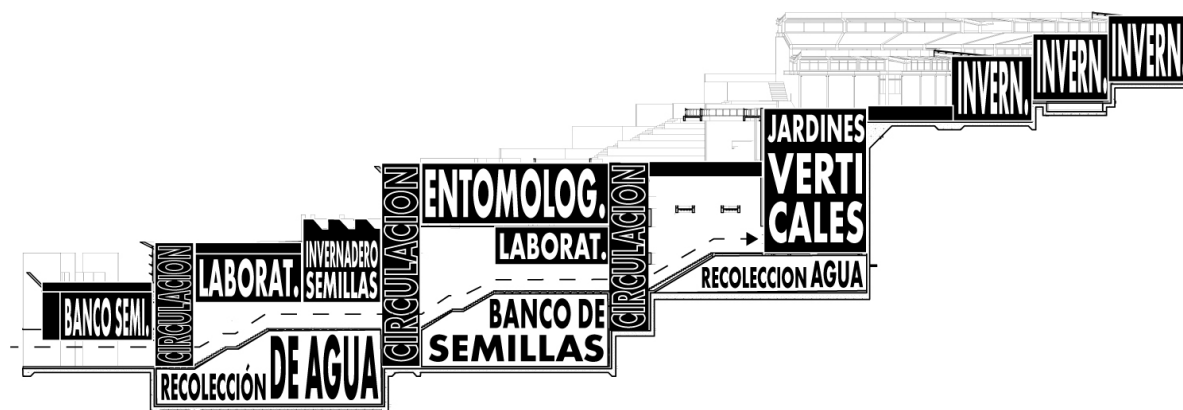
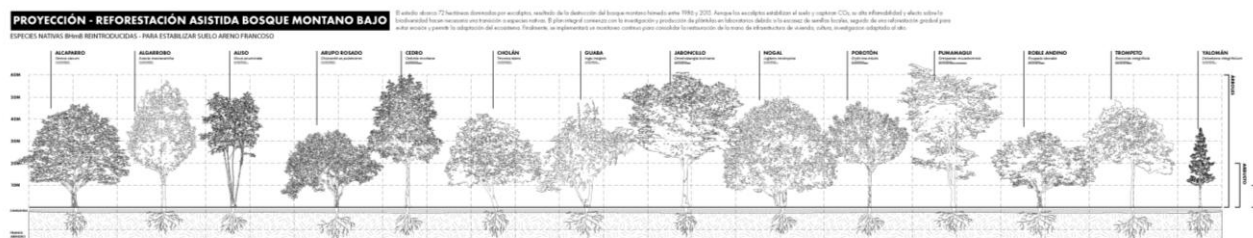
■ BOSQUE NATIVO ■ VEGETACION ARBUSTIVA Y HERBACEA ■ TIERRAS AGROPECUARIAS



MODULO 25X25M DE ESPECIES SELECCIONADAS

ESPECIES NATIVAS BHMb REINTRODUCIDAS - PARA ESTABILIZAR SUELO ARENO FRANCOSO





Vista



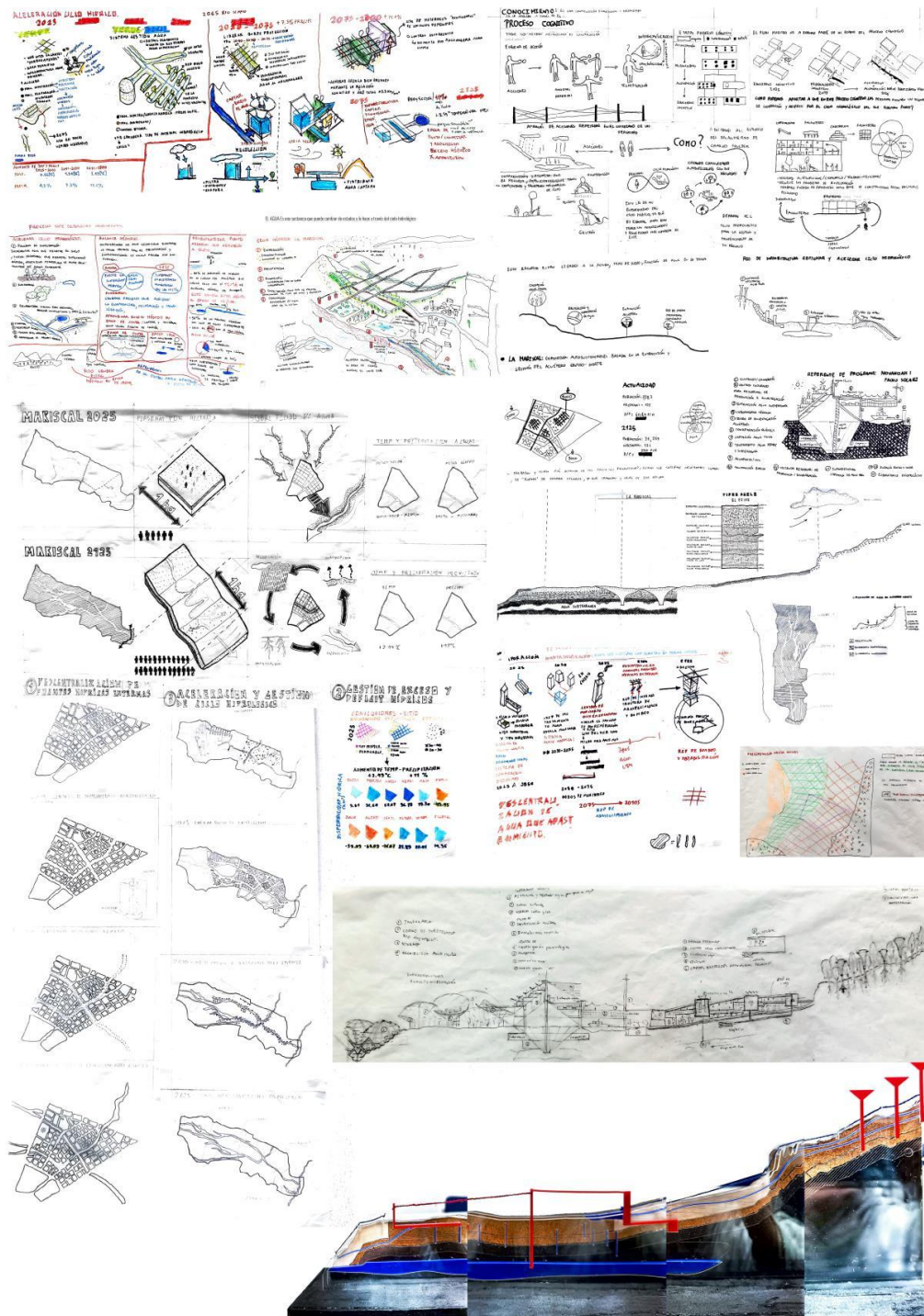
ANEXO B: MAQUETAS

Maqueta 1:500



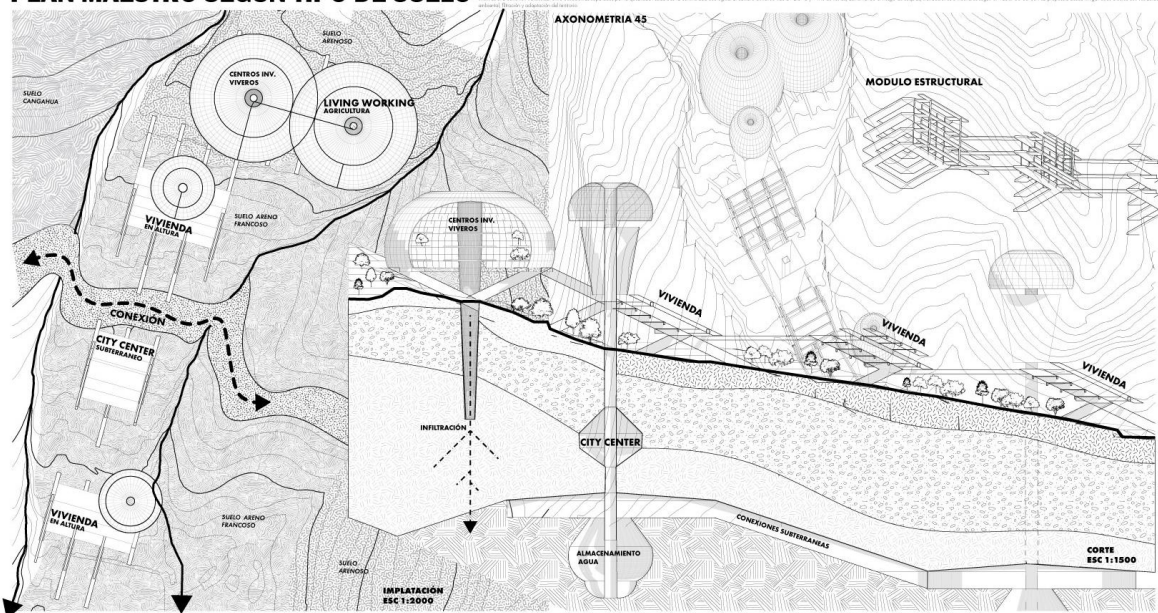
ANEXO C: PROCESO DE DISEÑO

Desarrollo de concepto junto a Rafael Oyarte



Anteproyecto 1

PLAN MAESTRO SEGÚN TIPO DE SUELO



Anteproyecto 2

Anteproyecto 3

