



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Arquitectura

Max Cetto

***“Infraestructura verde y azul para el manejo de agua
pluvial en la zona del Pedregal de Santo Domingo,
Coyoacán, CDMX”***

Tesis para obtener el título de Arquitecto presentan:

**José Francisco Benítez Alarcón
y
Sergio García Gutiérrez**

Arq. Auribel Villa Avendaño

Arq. Ricardo Pinelo Nava

Mtro. en Desarrollo Sustentable Antonio Suárez Bonilla

Ciudad Universitaria, Cd. de México, Octubre 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

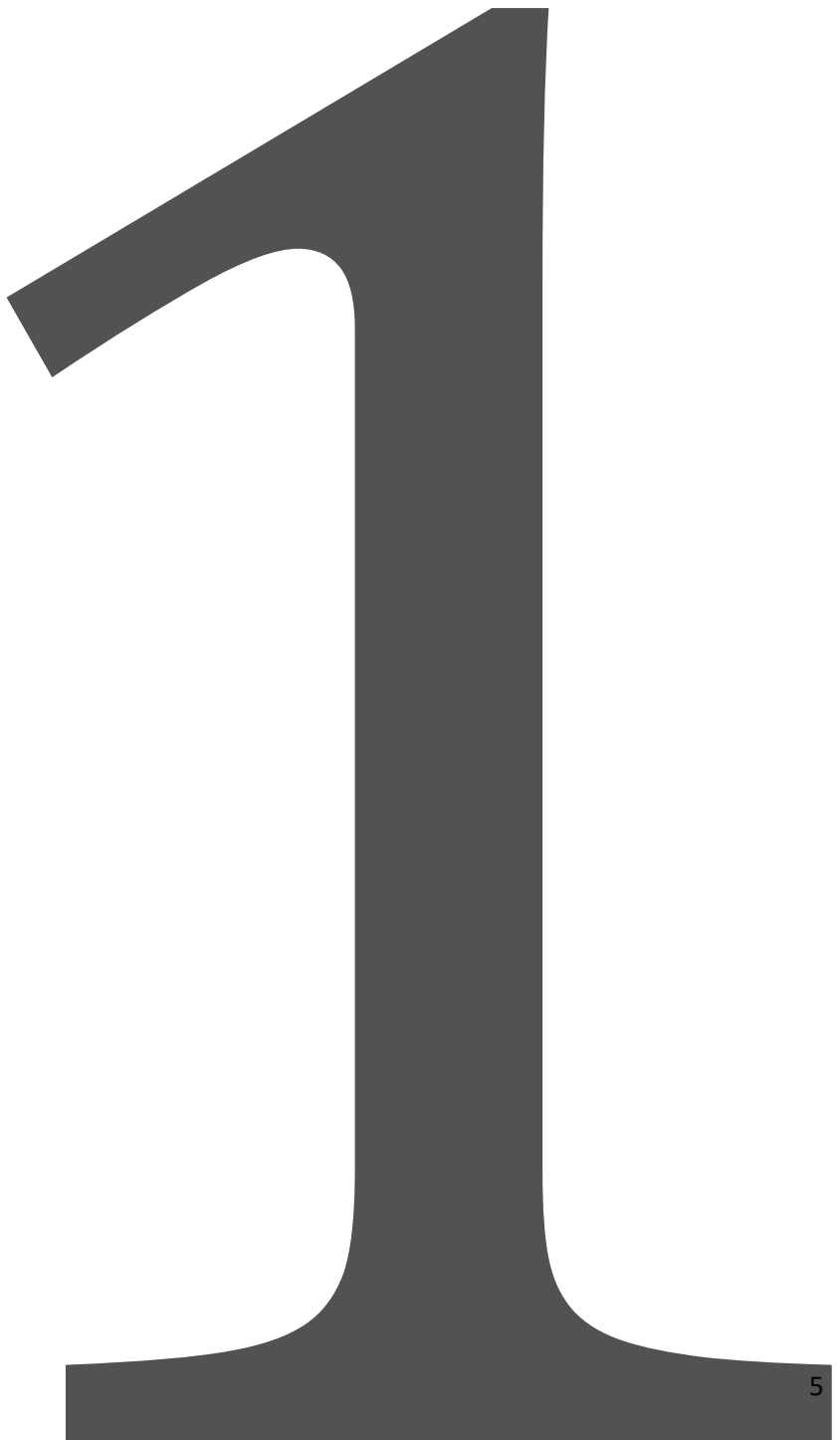
Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

1. Introducción	6
2. Antecedentes y conceptos clave	9
2.1. Estrategia de resiliencia de la CDMX	10
2.2. Hacia una Ciudad sensible al agua	13
2.3. Infraestructura verde y corredores ecológicos en los pedregales	17
3. Análogos	24
3.1. Cancha Infiltrante Granada	24
3.2. Jardín Infiltrante Legaria	25
3.3. Proyecto de Infraestructura verde	26
4. Postura	29
5. Conceptos y definiciones	31
5.1. Conceptos	31
5.2. Definiciones	31

6. Antecedentes y referencias	
6.1. Antecedentes	33
6.2. Referencias	34
7. Anteproyecto	36
7.1. Análisis ambiental	36
7.1.1. Ubicación	
7.1.2. Clima	
7.1.3. Lluvia	
7.2. Análisis urbano	37
7.2.1. Delimitación de la zona de estudios	
7.2.2. Uso de suelo y vegetación	
8. Proyecto	41
8.1. Descripción del proyecto	41
8.2. Planos y renders	44
9. Conclusiones	68



1. INTRODUCCIÓN

Sergio García Gutiérrez participó y colaboró en la elaboración del documento, tanto en la investigación como en el desarrollo del proyecto “Infraestructura verde y azul para el manejo de agua pluvial en la zona del Pedregal de Santo Domingo, Coyoacán, CDMX” en el seminario I y II del Taller Max Cetto durante el periodo escolar 2018 1 y 2.

El enfoque principal de esta investigación es la infraestructura verde y la infraestructura azul; de este modo todo el planteamiento y desarrollo de esta tesis de investigación se fundamenta en tres interrogantes fundamentales que dan sentido y forma a todos nuestros planteamientos. Estos interrogantes son los siguientes: ¿Cómo evitar las inundaciones y mitigar el desperdicio del agua pluvial? ¿Cómo integrar la infraestructura verde y azul en los pedregales? ¿Podemos generar una relación entre usuarios, calles y el corredor como proyecto?.

El territorio de la Ciudad de México es un espacio donde antes se encontraba una extensa cuenca conformada por varios lagos. Al modificar las condiciones naturales del territorio, hemos llegado a una problemática como la que veremos actualmente, en gran parte de la ciudad se presentan anualmente fuertes precipitaciones que ocasionan varias inundaciones; esto ocasionado por el mal manejo del sistema hídrico, el desperdicio del agua pluvial y otros problemas claros que provocan inundaciones en alcaldías como Tlalpan, Miguel Hidalgo, Álvaro Obregón, Iztacalco, Coyoacán, entre otras más. Un ejemplo claro de este problema es la zona del centro de la ciudad, donde el tipo de suelo es lacustre, lo que ocasiona que varios de los edificios y monumentos históricos se estén hundiendo actualmente.

Una de las zonas más afectadas por estos problemas hídricos, es el pedregal de Santo Domingo. Estos problemas son ocasionados por las condiciones de suelo, la cultura hídrica y la planeación territorial. Esta zona también sufre bastante desperdicio de agua pluvial lo cual genera un problema que afecta a nivel social, ecológico, cultural y económico. Además de ser una zona que se ve afectada por las inundaciones, es una zona que frecuentamos constantemente, ya que nuestras viviendas y escuela quedan ahí, gracias a esto conocemos bien los problemas que se presentan. Es por esto que esta tesis se centra en esta zona, para poder darle una solución a los problemas que se nos presentan año con año, cada temporada de lluvias.

El pedregal de Santo Domingo está constituido por un amplio depósito de lava, lo cual generó un terreno con pendiente irregular de poniente a oriente. Cuenta con una traza con forma ortogonal y con la existencia de algunos callejones. Es uno de los principales centros de habitación del sur de la Ciudad de México, principalmente habitan poblaciones jóvenes en edad laboral y un gran número de estudiantes; debido a esto, solo el 3.61% de su área corresponde a área verde.

La intervención que se diseñó plantea impulsar la resiliencia hídrica, con la ayuda de la infraestructura verde, como un esquema para el manejo del agua en los pedregales, viendo estas dos partes al final como una sola que se complementa entre sí. La idea es integrar diferentes componentes que ayuden al mejoramiento del espacio público, principalmente en Eje 10 Sur y Av. Aztecas, tener zonas de tránsito más calmadas y la inducción de especies vegetales del pedregal; todo esto en funcionamiento con la idea de mitigar los problemas principalmente de inundaciones, desperdicio de agua pluvial, aparte de proponer un espacio público que no solo sea bonito si no que sea funcional y útil para la zona. Centrándonos en estas 2 infraestructuras (verde y azul) podemos dar solución indirectamente a varios temas sin la necesidad de desviarnos del tema principal, ya que el proyecto es de cierta forma multifuncional y multiescalar; un ejemplo de esto son las islas de calor, ya que este problema está íntimamente vinculado al ciclo del agua al intervenir en el tipo de suelo, en la vegetación y al retraso de la evaporación del agua podemos contrarrestar de cierta medida este problema sin la necesidad de tenerlo como eje principal.

2

2. ANTECEDENTES / CONCEPTOS CLAVE

Esta investigación parte de la inquietud de realizar el reacondicionamiento de las vialidades Av. Eje 10 y Av. Aztecas integrando la infraestructura verde y azul, para reducir los problemas hídricos que se generan en la zona. En concreto, la investigación que presentamos se acoge con la finalidad de generar una propuesta o modelo de corredor de los pedregales.

Para entender el tema de estudio planteado, son esenciales tres conceptos: resiliencia, gestión hídrica y la infraestructura verde. La resiliencia es la capacidad que consiste en recuperarse rápido de los impactos que sufre el sistema. La gestión hídrica es la administración de los recursos hídricos. Y la infraestructura verde es la red de espacios verdes interconectados que conserva los valores y funciones naturales del ecosistema a la vez que provee de beneficios a las poblaciones humanas, según Benedic y MacMahon en el libro de Infraestructura verde y corredores ecológicos de los Pedregales.

El libro *“Estrategia de resiliencia de la CDMX”*, data del año 2016, su autor es la Oficina de Resiliencia CDMX, su enfoque es fomentar la construcción de resiliencia urbana en la ciudad con cinco ejes de trabajo para mejorar las capacidades de adaptación, respuesta y desarrollo de la CDMX. El libro forma parte de la iniciativa de las 100 Ciudades Resilientes promovida por la Fundación Rockefeller.

El documento *“Hacia una ciudad sensible al agua”*, fecha del año 2016, su autor es el Gobierno de la Ciudad de México y la Autoridad del Espacio Público (AEP), en el documento colaboró De Urbanisten y Deltares y apoyó la Universidad Nacional Autónoma de México. El propósito de este documento es invitar a re-imaginar la relación de la CDMX con su realidad y su legado hídrico. También busca fomentar la cultura de respeto al medio ambiente para sensibilizarlos respecto al recurso del agua. El documento también forma parte de la iniciativa de las 100 Ciudades Resilientes.

El documento *“Infraestructura verde y corredores ecológicos de los Pedregales: ecología urbana al sur de la Ciudad de México”*, edición de diciembre del 2011, producido por el Instituto de Biología y la Secretaría Ejecutiva de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de la UNAM (Antonio Suárez, Pedro Camarena, Ismael Herrera y Antonio Lot). El enfoque de este documento es el mejoramiento del entorno urbano; en este se promueve la eficiencia ambiental, social y económica a través de propuestas paisajísticas arquitectónicas con un gran impacto en la zona de los pedregales. Estas propuestas están fundamentadas en el concepto de una red de infraestructura verde para la zona metropolitana de la CDMX.

2.1 Estrategia de resiliencia CDMX

Basándonos en la **estrategia de resiliencia CDMX** rescatamos el segundo eje donde se habla de la integración de un diseño urbano sensible a la situación hídrica, por medio de intervenciones que mejoren la resiliencia, así como buscar alternativas para la captura, retención, regulación e infiltración de agua de lluvia y prevención de inundaciones, esto funcionó para marcar un marco general, sin embargo aún se habla de una escala más grande de la que llegaríamos a intervenir.

¿Qué es la resiliencia?

De acuerdo con el documento “Estrategia de Resiliencia CDMX” la resiliencia se refiere a la capacidad de las personas, comunidades, empresas y sistemas que se encuentran dentro de una ciudad para sobrevivir, adaptarse y crecer, independientemente de los tipos de tensiones crónicas e impactos agudos que experimenten.

¿Cómo se hizo?

La estrategia de resiliencia de la Ciudad de México fue elaborada en el marco de iniciativa 100 Ciudades Resilientes; México fue elegida para formar parte de esta iniciativa en 2013. La iniciativa fue promovida por a Fundación Rockefeller, la cual busca que dichas ciudades estén preparadas para la construcción de resiliencia urbana en torno a los desafíos sociales, económicos y físicos del siglo XXI.

La iniciativa 100 Ciudades Resilientes apoya a las ciudades mediante financiamiento, asistencia técnica, acceso a servicios de organizaciones a nivel global, oportunidades para intercambiar experiencias y mejores prácticas entre las ciudades participantes y acceso a herramientas para la construcción de resiliencia.

La Estrategia de Resiliencia de la CDMX se realizó gracias al apoyo de la Comisión Interinstitucional de Cambio Climático del Distrito Federal (CICCDF), y la creación del Comité Directivo de Resiliencia, conformado por el Jefe de Gobierno, SEDEMA, SEDECO, SEDESA, SEDESO, SEDUVI, SEMOVI, SPC, SSP, AEP, CAEPCMM, y SACMEX, con la participación de miembros de la sociedad civil, la comunidad científica y el sector privado.

¿Qué otros temas aborda?

Los temas que se abordan en la estrategia de resiliencia de la Ciudad de México son: gestión integral del agua y movilidad, futuro abasto y la gestión del recurso hídrico, plantación urbana y territorial, y movilidad. Estos temas están divididos en cinco ejes de trabajo que impulsan la implementación de acciones para mejorar las capacidades de adaptación, respuesta y desarrollo de la CDMX. Estos ejes son:

Eje 1: fomentar la coordinación regional

La visión de este eje es lograr que la Megalópolis y la Zona Metropolitana del Valle de México operen bajo un marco institucional regional en temas clave que generen una agenda común y aseguran la responsabilidad compartida para la construcción de resiliencia.

Eje 2: impulsar la resiliencia hídrica como nuevo paradigma para el manejo del agua en la cuenca de México

La visión para este eje es que el agua en la Cuenca de México se maneja bajo una gestión integrada de recursos hídricos urbanos, para responder a los riesgos e impactos asociados con el cambio climático y presiones socioambientales, asegurar la equidad en el acceso, y garantizar la seguridad hídrica de los habitantes.

Eje 3: Planear la resiliencia urbana y territorial

La visión para este eje es que los ciudadanos de la CDMX tengan un acceso equitativo a equipamiento urbano, vivienda, áreas verdes y espacios públicos, y se mejore el entorno y mitiguen los riesgos a través del manejo sostenible de los recursos naturales.

Eje 4: mejorar la movilidad a través de un sistema integrado, seguro y sustentable

La visión del eje 4 es que la CDMX y la zona metropolitana cuenta con un sistema integrado de movilidad que priorice al transporte público sobre el vehículo particular, y provea un entorno urbano seguro para el peatón y el ciclista.

Eje 5: desarrollar la innovación y la capacidad adaptativa.

Este eje tiene como objetivo que la CDMX incremente su capacidad para responder a un contexto de riesgos dinámicos y cambiantes de origen social o natural, sin comprometer la competitividad económica y el desarrollo sostenible.

El eje en el que queremos hacer énfasis es en el eje 2 “impulsar la resiliencia hídrica como nuevo paradigma para el manejo del agua en la cuenca de México”.

Aquí se menciona que algunos de los factores que han contribuido a incrementar la demanda de agua en la Zona Metropolitana del Valle de México son: la pérdida del 41.4% del agua en fugas del sistema de distribución de agua potable; la expansión de la mancha urbana y el aumento de la población al interior de la ciudad; así como la falta de conciencia por parte de algunos sectores de la población sobre el impacto de su consumo excesivo.

Lo que ha permitido satisfacer las necesidades incesantes y crecientes por el agua es la sobreexplotación del acuífero. Sin embargo, esto ha alterado su balance hídrico, ya que se ha extraído más de la capacidad que tiene de recarga por infiltración; esto ha generado importantes hundimientos diferenciales.

La mala gestión de residuos sólidos y los hundimientos diferenciales han provocado que la infraestructura de desagüe pierda su capacidad de desalojar agua de lluvia, generando grandes inundaciones que se presentan en la época de lluvias (que es de mayo a octubre). Las inundaciones son unos de los impactos más recurrentes de la ciudad, los cuales, aunque generan daños económicos directos menores, afectan severamente el sistema de movilidad de la ciudad y de la Zona Metropolitana.

El plan de resiliencia hídrica propone varias metas y acciones para combatir dichos problemas pero las que más nos conciernen respecto a nuestro tema e intereses son la meta 2.1 “reducir la pobreza y la desigualdad hídrica” y la meta 2.4 “integrar infraestructura verde y azul, y un diseño urbano sensible a la situación hídrica, por medio de intervenciones que mejoren la resiliencia”.

Con la meta 2.1 se planea identificar las oportunidades y los impactos de megaproyectos de infraestructura sobre la seguridad hídrica. Se evaluarán los impactos que tienen los megaproyectos en la región, como el desarrollo de procesos de urbanización en sus zonas de influencia, situación que tiene repercusiones en la demanda de agua y en la generación de aguas residuales de la zona. También se promueve el establecimiento temporal de esquemas de captación de agua de lluvia y 'kioscos' de agua en zonas y viviendas con pobreza hídrica. El valor que le da esta meta a la resiliencia es que por medio de esta acción, se garantiza el acceso a un servicio básico en zonas marginadas por medio de un sistema flexible, y se contribuye a dar continuidad al servicio en zonas con acceso limitado.

Con la meta 2.4 se busca que a través de diversos métodos y tecnologías de infraestructura verde y azul se capte, retenga, regule e infiltre el agua de lluvia para su posterior utilización y para propiciar su infiltración en acuíferos; esto también serviría para prever inundaciones. Este tipo de proyectos buscan también crear espacios públicos inclusivos y que, al mismo tiempo, fomenten la educación y concientización sobre el cuidado del agua en las ciudades (algunos tipos de proyectos los cuales se podrían emplear son plazas de agua, áreas verdes y estacionamientos multifuncionales).

2.2 Hacia una Ciudad sensible al agua

El siguiente documento del que queremos hablar es “**Hacia una ciudad sensible al agua**”, este documento deriva de la estrategia de resiliencia de la CDMX. En este documento se tienen mejor pulidas las ideas principales que se ven en la estrategia de resiliencia de la CDMX al ser una investigación centrada en la cuestión hídrica y ser un documento generado con ayuda de *DE URBANISTEN* (despacho holandés) se tiene un panorama más actual y centrado con el que podemos analizar resultados y datos en cuestiones ambientales, topográficas, geológicas entre otras aparte de tener una parte destinada a la historia de la cuenca de México que ayuda para aterrizar y entender el panorama actual al que nos enfrentamos de aquí se marca una postura que es clave para entender las medidas sensibles al agua. Esta misma define los objetivos a alcanzar para cerrar el ciclo del agua y crear un balance hídrico sustentable a largo plazo.

La historia del lago

El origen de la Ciudad de México está ligado íntimamente con el agua. El territorio donde hoy se asienta una de las ciudades más grandes del mundo, fue anteriormente ocupado por un sistema de lagos interconectados que dominaba las planicies de la Cuenca.

La Cuenca de la Ciudad de México es endorreica: Es una cuenca hidrográfica cerrada que retiene el agua y no permite que sea drenada hacia otros cuerpos externos, tales como ríos. Almacena el agua de la lluvia y los caudales que escurren desde las montañas circundantes, para después infiltrarse muy lentamente al subsuelo, debido a una gruesa capa de sedimentos impermeables llamada el acuitardo.

En 1604 y 1607 los gobernantes españoles decidieron construir los canales de Huehuetoca y el Tajo de Nochistongo para crear el primer drenaje artificial de la Cuenca. Este gigantesco emprendimiento ingenieril marca el inicio de un esfuerzo por drenar este sistema lacustre que ha persistido por más de cuatro siglos.

Hacia finales del Siglo Diecinueve la construcción del Gran Canal del Desagüe fue uno de los esfuerzos ingenieriles más importantes del gobierno del general Porfirio Díaz.

Hacia finales de los setentas, el área Metropolitana tenía bastante más de 9 millones de habitantes. Hoy en día, la Ciudad de México es una de las metrópolis más grandes del mundo.

Con una población conurbada de más de 22 millones de habitantes (8 millones dentro de la entidad propiamente) el territorio urbanizado se extiende más allá de lo imaginable y es extremadamente difícil servirlo mediante infraestructuras apropiadas de transporte y agua.

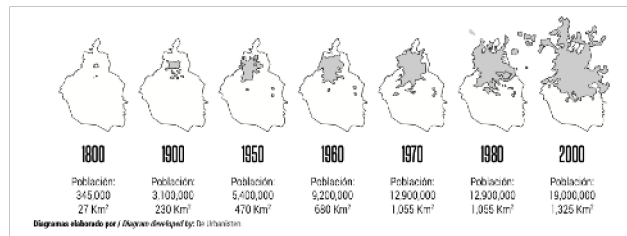


Imagen 1: Crecimiento de la población en el área metropolitana de la CDMX. Tomada del documento "Hacia una ciudad sensible al agua".

Zonas climáticas y precipitación

En el Área Metropolitana de la Ciudad de México, los niveles de precipitación varían entre 600 y 1,500 milímetros anuales; estos se distribuyen a lo largo del año de manera desigual: la mayor parte de la lluvia cae entre junio y octubre. En la CDMX el agua de lluvia se evapora en promedio un 75%, escurre por canales y ríos en promedio un 11% y se infiltra en el suelo (en promedio un 14%).

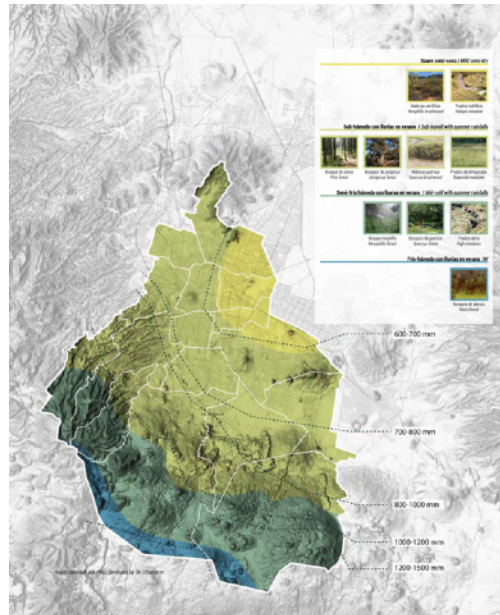


Imagen 2: Precipitación en el área metropolitana de la CDMX. Tomada del documento "Hacia una ciudad sensible al agua".

Área de recarga del acuífero

La extensión de tierra no urbanizada, los bajos índices de evapotranspiración y la composición geológica del suelo por rocas volcánicas, hacen de ésta un área adecuada y potencialmente muy interesante para la recarga de agua en el acuífero de la Ciudad de México. Las rocas basálticas en sí mismas no son permeables, pero tienen un gran número de cavidades y orificios que sirven como canales a través de los cuales puede fluir el agua. Actualmente el porcentaje del agua de lluvia que se infiltra al acuífero anualmente se divide de la siguiente manera: el 11% se va en escurrimientos, el 14% se infiltra y el 75% se evapora.

Inundaciones

Las áreas al oeste y suroeste, en las faldas de la Sierra de las Cruces, reciben una mayor cantidad de lluvia y un mayor número de eventos de lluvia extremos, debido a la escorrentía natural ilustrada en las páginas anteriores. Adicionalmente, el riesgo representado por una mayor probabilidad de lluvia se ve reforzado por las condiciones específicas del terreno, pues es en esta área que se localizan los sedimentos volcánicos más inestables (Lahar) y las laderas más agrestes y urbanizadas de la Ciudad.

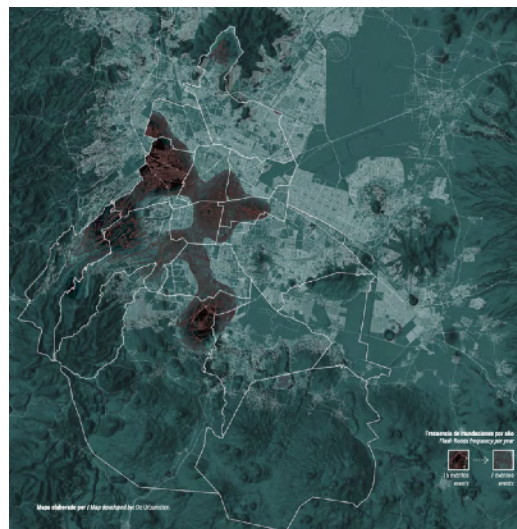


Imagen 3: Inundaciones en el área metropolitana de la CDMX. Tomada del documento "Hacia una ciudad sensible al agua".

Ciclo hidrológico de la Cuenca de México

En la cuenca de México la cantidad de agua que entra a la cuenca (215 m³/s) y el volumen de agua que se evapora (160 m³/s) se han mantenido igual desde la Gran Tenochtitlán. El agua importada de otras cuencas fuera de la ciudad por medio del drenaje es de 70 m³/s, de esos 70 m³/s, 20 m³/s son de agua de lluvia; el volumen de agua de lluvia que se pierde en las alcantarillas de la CDMX corresponde al mismo valor de agua de lluvia que se infiltra de otras cuencas, el cual es 20 m³/s.

El agua extraída como fuente de agua potable (64 m³/s) es el doble que el agua de lluvia que se infiltra y permite la recarga al acuífero (32 m³/s), debido a esto estamos secando el acuífero; lo cual ha desglosado en hundimientos en distintos lugares de la CDMX.

Problemas identificados por zonas geográficas

En el documento se dividen por zonas los problemas de la CDMX.

La zona 1 corresponde a las montañas volcánicas (suelo de conservación) y los problemas que se tienen en esta zona son deforestación de las laderas y el agua escurre sin retraso. La zona 2 corresponde a las laderas (sur, este y norte) y los problemas que se tienen aquí son que la creciente pavimentación de la zona hace que la bajada de agua se acelere. La zona 3 es laderas de lahar (oeste) y los problemas son que la creciente pavimentación acelera la bajada del agua y que se tienen grandes riesgos de deslaves. La zona 4 corresponde al poniente de la cuenca (es el extinto lago de agua dulce) y los problemas son que se tienen inundaciones por intensas lluvias, problemas de sequías y fuertes ondas de calor. La zona 5 es el oriente de la cuenca (extinto lago de agua salada), los problemas que se tienen en esta zona son ondas de calor, altos índices de evapotranspiración, falta agua potable y extracción de agua constante. La zona 6 corresponde a Xochimilco y los problemas son que las aguas residuales y de drenaje se encuentran en los lagos y canales de la zona y la escasa disponibilidad de agua limpia.

Las soluciones que se presentan ante estos problemas pueden ser entendidas como contribuciones para atender el atrofiado ciclo de agua de la Ciudad de México. Una estrategia de espacio público sensible al agua supone ofrecer medidas que soluciones problemáticas locales y de manera simultánea hacer una contribución efectiva para la restauración del balance hídrico en toda la Ciudad.

En la zona 1 la solución que se propone es retrasar y almacenar, en la zona 2 retrasar y retener, en la zona 3 retrasar y almacenar, en la zona 4 retener y reutilizar, en la zona 5 retener y reutilizar y en la zona 6 almacenar y limpiar.

Para poder almacenar, retrasar, retener, reutilizar e infiltrar en las diferentes zonas se usan distintos tipos de estrategias. Las estrategias que se pueden aplicar en el área donde estamos enfocando este trabajo (corresponde a la zona 2 y zona 4) pueden ser: lagunas de infiltración, filtros naturales de purificación de agua, áreas de retención urbana, reutilización de orillas, calles de agua, plazas de agua, áreas de biorretención y jardines pluviales.

2.3 Infraestructura verde y corredores ecológicos de los Pedregales: ecología urbana al sur de la Ciudad de México

Por último se encuentra el libro de **“Infraestructura verde y corredores ecológicos de los Pedregales: ecología urbana al sur de la Ciudad de México”** que ayuda como cierre y complemento de la investigación. Este documento nos genera prototipos que van centrados especialmente en la zona del pedregal y tienen como resultado estrategias viables para la zona y que complementa con otros componentes claves como lo son movilidad, espacio público y biodiversidad.

Primero empezamos con una definición de infraestructura verde que nos da el libro que la dijeron Benedic y MacMahon en 2006, la infraestructura verde es la red de espacios verdes interconectados que conserva los valores y funciones naturales del ecosistema a la vez que provee de beneficios a las poblaciones humanas.

Ahora hay que diferenciar entre infraestructura gris e infraestructura verde. La infraestructura gris tiene superficies impermeables, tiene pavimento, zonas de inundaciones y sistema de drenaje y la infraestructura verde tiene superficies permeables, áreas verdes permeables, zonas de infiltración que recargan el acuífero. Dicho esto, podemos decir que la infraestructura verde enfatiza la conservación de los recursos naturales dentro del ecosistema urbano, es multiescalar, o sea trabaja en pequeñas y grandes escalas integrando diferentes disciplinas y es útil en la planeación urbana y contextualiza el crecimiento sustentable de las ciudades.

Pedregal de San Ángel

El pedregal de San Ángel es una extensión de lava volcánica que cubrió un total de 70 km² al sur poniente de la cuenca de México.

Al sur del pedregal está el origen del derrame en las faldas del Ajusco a 3000 msnm. Al norte limita con los antiguos asentamientos de San Ángel, Chimalistac y Coyoacán, que son las partes más bajas a una altitud de 2240 msnm. En el oriente limita con el Ejido de Huipulco, San Antonio Tomatlán y Coapa; la conurbación del centro de Tlalpan y Sta. Úrsula que sube hacia los poblados de San Pedro Mártir y San Andrés Totoltepec. Hacia el poniente limita con el poblado de San Nicolás Totolapan, Contreras, Sta. Teresa y los ríos Eslava, Viborillas y Magdalena.

El clima de los pedregales corresponde a un clima templado húmedo y régimen de lluvias en verano, cuenta con precipitaciones que van desde los 700 a 900 mm anuales, la temperatura media anual es de 15.5 oC y los vientos dominantes provenientes del noreste. Los pedregales disipan el calor durante la época seca y son fuente de humedad durante el verano, en sentido contrario sucede cuando el clima se torna frío en el invierno.

Para determinar las tipologías existentes en la zona de pedregales se tomaron en cuenta 4 principales factores: geografía y pendiente, altura, traza urbana y densidad de población.

Una vez analizada y recopilada la información de los cuatro factores principales se procedió a comparar las características existentes que dan forma entre sí y distinguen al territorio de los pedregales del sur de la ciudad.

Como resultado se obtuvieron nueve patrones seleccionados; algunos de los patrones incluyen a barrios enteros y otros al conjunto de una, dos o más colonias.

El proyecto de infraestructura verde de los pedregales enfatiza los siguientes principios para la apropiación de tecnologías y el cambio de hábitos enfocados a elevar la calidad de vida en los grandes conglomerados:

Equidad - acceso a bienes y servicios urbanos de la misma calidad y cantidad, por ejemplo: drenaje, agua potable, espacios abiertos, transporte, parques, etc. Las diferencias en el pedregal son de tal magnitud que en un mismo territorio encontramos diferentes ciudades.

Cultura - El objetivo es inducir el gusto, el respeto y la utilidad por el ecosistema original con base en prácticas sustentables en la vida cotidiana.

Comunicación - Las nuevas infraestructuras verdes deberán ser por si mismas un elemento de comunicación y promoción que por su funcionalidad y estética inviten a su uso, disfrute y replica a lo largo y ancho del territorio.

Mejoramiento ambiental - Los objetivos de la infraestructura verde en el pedregal deben ser múltiples, como: prevenir *inundaciones*, incrementar las *áreas para la infiltración* de aguas pluviales, la *reintroducción de la vegetación* de pedregal, evitar las *islas de calor* y los efectos del calentamiento global y proveer de espacios para la *movilidad sustentable*.

Visión regional - generar redes y conexiones que den sentido al territorio y al resto de las infraestructuras ambientales.

Planeación multidisciplinaria - Se requiere de la interacción y trabajo conjunto entre múltiples especialistas dispuestos a diseñar soluciones sencillas.

En este mapa se puede observar los elementos y componentes de la infraestructura verde urbana en los pedregales.

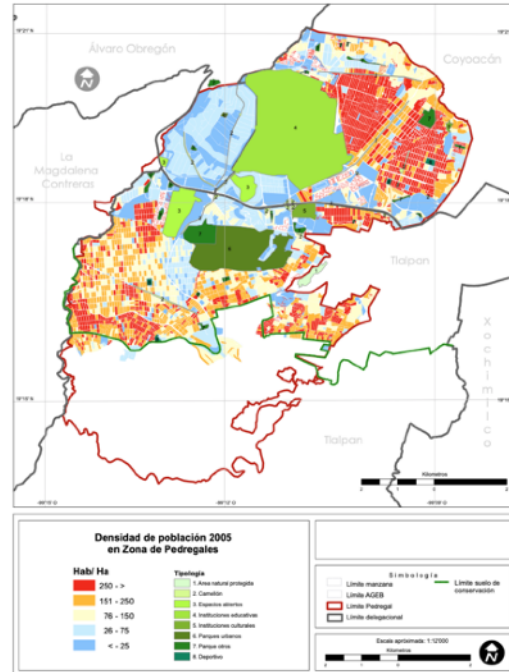


Imagen 4: Densidad de población 2005 en zona de Pedregales. Tomada del documento "Infraestructura verde y corredores ecológicos de los Pedregales: ecología urbana al sur de la Ciudad de México".

Los elementos de la infraestructura verde interactúan entre sí y se dividen en dos grupos principales:

- a. Infraestructura verde de naturaleza existente: son los ecosistemas, paisajes o fenómenos naturales que anteceden o son independientes de la actividad humana. Los grandes parques, reservas o aquellos relictos de vegetación representativos por su especificidad, belleza escénica, importancia ecológica y servicios ambientales.
- b. Infraestructura verde de construcción humana: se consideran todas aquellas iniciativas de manufactura o inducción que sin la presencia del ser humano no existirían.

De estos dos grupos se han dividido en 4 ejes temáticos, en los cuales se pueden enmarcar algunas de las problemáticas, actores y tipos de tecnologías a desarrollar:

1. Tecnologías (agua)

En la mayoría de la zona de los pedregales se cuenta con el estrato ideal para la infiltración de forma natural pero el agua pluvial se manda hacia los drenajes.

2. Diseños (movilidad)

La proporción de metros cuadrados de asfalto en zonas de pedregal es inversamente proporcional a la cantidad de agua disponible para infiltración: por cada m² de asfalto en área de pedregal se pierde la posibilidad de infiltrar entre 700 y 900 mm al año. Es decir, se pierde la oportunidad de infiltrar entre 70 y 90 lt. por cada m² de superficie de pedregal al año.

3. Cultura (espacio público)

La inequidad en la accesibilidad y calidad del espacio público en los pedregales involucra a todos los estratos socioeconómicos en la ciudad, generando una complicada convivencia urbana, fragmentada espacial y socialmente, en muchos casos por exceso de urbanización y en otros por la carencia tan solo de puntos de encuentro social.

4. Corredores (biodiversidad)

La restauración de un ecosistema fragmentado por el paisaje urbano pero “latente” por su estructura geológica como lo es el caso del pedregal, requiere de una “deconstrucción controlada”, acciones en su conjunto que influyan directamente en la articulación del paisaje urbano y la restauración del ecosistema original, para garantizar la conectividad de la flora y la fauna en un tejido urbanizado en extremo.

Pedregal de Santo Domingo

Hoy en día el Pedregal de Santo Domingo constituye uno de los principales centros de habitación del sur de la Ciudad de México donde conviven poblaciones jóvenes en edad laboral y un gran número de estudiantes. Por la diversidad de servicios, la densidad de población y los usos de suelo mixtos el Pedregal de Santo Domingo representa un modelo de ciudad en sí mismo. Consta de un área de 910.58 Ha del cual, el área verde es de 32.86 Ha, es un 3.61 % del área del pedregal de Santo Domingo.

Por ser originalmente un amplio depósito de lava el terreno presenta una pendiente irregular de poniente a oriente con diferencias no mayores al 15%. Con una altura que va desde los 2240 msnm en su parte más baja hasta los 2300 msnm en la parte más alta.

Originalmente se constituyó con un uso de suelo orientado a la dotación de vivienda pero debido a la lejanía con los centros de abasto se ha ido conformando un uso de suelo mixto, con gran diversidad y accesibilidad a servicios y bienes.

Actualmente cuenta con un gran número de servicios e infraestructura amplia dentro de las que destacan: comercio, educación desarrollo social y salud.

Es la colonia del Pedregal con mayor dotación de transporte público, entre los que destaca la estación terminal del metro Ciudad Universitaria y la estación Copilco, conectando al oriente con el tren ligero y al norte con el metro Taxqueña. Debido a la amplitud de calles, la desconexión con vías primarias y las distancias de recorrido existen múltiples rutas de transporte concesionado (microbuses).

La del Pedregal de Santo Domingo corresponde a una traza con forma ortogonal con secciones amplias en general y la existencia de algunos callejones.

Algunos de los principales retos en el Pedregal de Santo Domingo son:

El agua. El agua es un reto aquí ya que tiene una gran proporción de su territorio cubierto de asfalto lo que impide la recarga de aguas hacia el sustrato original. Buena parte del espacio en las calles del Pedregal de Santo Domingo se encuentra subutilizado, razón por la cual existe un enorme potencial para revegetar con especies de pedregal y prototipos que puedan captar agua pluvial, inclusive conducirla para usos secundarios. Gracias a esto, en épocas de lluvias se inunda varias veces, para mitigar esto habría que aumentar las áreas de infiltración.

La biodiversidad. Santo Domingo es contradictoriamente la zona de pedregales con menor accesibilidad a espacios verdes. La integración de diferentes componentes orientados al mejoramiento del espacio público, las zonas de tránsito calmado, la movilidad no motorizada, la instalación de prototipos para la captación de agua y la inducción de especies vegetales de pedregal apuntan directamente a la creación de corredores de biodiversidad.

Dentro de Av. Aztecas y Eje 10 sur existen 2 andadores actualmente la idea es dotar de infraestructura verde y azul estas dos vialidades.

(La infraestructura verde consiste en la utilización de vegetación, suelos y procesos naturales para funciones tales como la gestión del agua de lluvia y la creación de ambientes más saludables. Llega debido a necesidades cruciales (pérdida de paisaje, fragmentación de hábitats y problemática de biodiversidad) de una comunidad, región o territorio).

(La infraestructura azul comprende la rehabilitación y restauración de ríos, quebradas, humedales integrados a las ciudades, terrazas o suelos porosos para captación de aguas, jardines que captan agua de lluvias y los infiltran; todos los sistemas de gestión de agua en una ciudad hacen parte de la infraestructura azul).

Av. Aztecas y Eje 10 Sur tiene características propias y aunque las 2 son andadores públicos tienen ciertas particularidades cada una que hace que no sea la misma intervención en ambas zonas, aunque al final del proyecto estas sean vistas como un solo proyecto integral en cuanto a Av. Aztecas por las dimensiones y el uso actual que se tiene de la zona se toman en cuenta análogos como la *Cancha Infiltrante Granada (2017)* y *The Rotterdam Water Plaza designed by De Urbanistenserves (2014)* que son proyectos más adecuados para esta sección del proyecto ya que esta parte cuenta con más equipamiento deportivo en comparación y las dimensiones del andador se prestan para una intervención a una mayor escala, mientras que en Eje 10 Sur podemos tener otras soluciones como es el caso de los análogos *Jardín Infiltrante Legaria (2016)* y *Proyecto de Infraestructura Verde (UNAM)* estas soluciones son más aptas para esta sección del proyecto por la escala del andador y que esta zona se inunda con más frecuencia.

Esta diversidad que podemos explotar mediante diferentes estrategias al final funciona como un ejemplo sólido de soluciones al problema hídrico que presenta la zona y marcar una diferencia y esperamos que a un futuro no muy lejano una tendencia que como se puede abordar la infraestructura verde y azul en la ciudad y a diferentes escalas. Tomando en cuenta todos estos puntos; como reducir la pobreza hídrica y desigualdad, buscar alternativas para la captura, retención, regulación e infiltración de agua de lluvia, promover el establecimiento temporal de esquemas de captación de agua de lluvia viene de un estudio previo en el que podemos aterrizar un proyecto más centrado y eficiente, posturas como el Retrasar + Retener + Almacenar + Reutilizar + Drenar nos ayudan a generar nuestra propia visión y así tener un punto crítico de que se podría mejorar o qué temas no se abordan y son relevantes para nuestro proyecto.

3

3. ANÁLOGOS

A continuación, se mencionan algunos ejemplos análogos que se han realizado o proyectado con los cuales podemos aterrizar nuestras ideas para darnos una idea de cómo se realiza un proyecto de este tipo.

3.1 Cancha Infiltrante Granada

Cancha Infiltrante Granada (2017) Lago Guadalupe, Col. Granada, Miguel Hidalgo.

La jefa delegacional en Miguel Hidalgo, Xóchitl Gálvez inauguró la primera cancha Infiltrante de la Ciudad de México, ubicada en la calle Lago de Guadalupe, colonia Granada Resaltó que este lugar tiene una superficie total de mil 865 metros cuadrados, de los cuales 754 corresponden a una cancha permeable que facilita la captación e infiltración de hasta mil metros cúbicos de agua.

Explicó que esta cancha cuenta con dos rampas laterales que primero conducen el agua hacia unas rejillas que retienen los residuos sólidos y posteriormente hacia la superficie permeable. Esta área también cuenta con 203 metros cuadrados de áreas verdes, mobiliario urbano con material reciclado, vegetación a base de especies endémicas y 15 lámparas tipo led de bajo consumo.

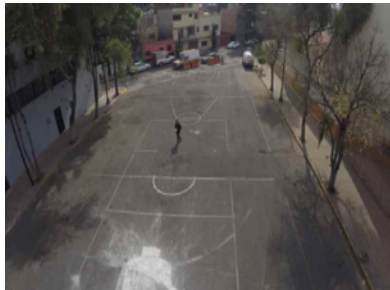


Imagen 5: Estado de la cancha antes de la rehabilitación.



Imagen 6: Proceso de rehabilitación de la cancha.



Imagen 7: Proyecto finalizado.

Tomadas de Rehabilita AMH Cancha Infiltrante / Boletín de prensa No 397. (s.f.) Alcaldía Miguel Hidalgo. Consultado en abril del 2020 de <https://miguelhidalgo.cdmx.gob.mx/rehabilita-amh-cancha-infiltrante-boletin-de-prensa-no-397/>.

3.2 Jardín Infiltrante Legaria

Jardín Infiltrante Legaria (2016)

Calzada Legaria, Col. México, Miguel Hidalgo.

La delegada de Miguel Hidalgo, Xóchitl Gálvez Ruiz, inauguró el primer jardín infiltrante en la Ciudad de México con el cual se captará agua de lluvia para regresar al subsuelo con el objetivo de aportar en alguna medida, a la recarga de los mantos acuíferos. Se añadió en un comunicado que, en total, el jardín puede captar un promedio de 300 metros cúbicos de líquido.

El jardín infiltrante, ubicado en Calzada Legaria, en la colonia México Nuevo, consta de 140 metros cuadrados de áreas infiltrables, que además de área verde, dan cabida a una plazoleta, construida con adoquines elaborados con más de una tonelada de basura plástica, y tres módulos de venta de comida, los cuales cuentan con trampa de grasa y conexión de agua.



Imagen 8: Imagen objetivo del Jardín Infiltrante Legaria.

Tomadas de Jardín Infiltrante Legaria.(s/f). eeTestudio. Consultado en abril del 2020 de <https://www.eetestudio.com/jardin-infiltrante-legaria>.



Imagen 9: Proceso constructivo del jardín.



Imagen 10: Proyecto finalizado.

3.3 Proyecto de Infraestructura verde

Proyecto de Infraestructura verde

UNAM, Col. C.U., Coyoacán.

El periférico sur es uno de los bordes más evidentes pero lo son también Av. de los Insurgentes sur, la carretera Picacho-Ajusco, el Eje 10, Av. del Imán, y una serie de calles que además han sellado el sustrato rocoso. Estas marcas en el paisaje urbano, el individualismo cibernético, la televisión y la inseguridad, generan una subutilización del espacio abierto y nos condenan a un tipo de vida sedentaria.

El proyecto de arquitectura de paisaje sustentable retoma una propuesta de xerojardinería (diseño con plantas que requieren poca agua) e incorpora una paleta vegetal con potencial de ornato, flora característica del ecosistema. Además en el caso de los pedregales se agrega el potencial de infiltración de este sustrato; es paradójico que una zona tan permeable sufra de inundaciones constantes durante el verano lluvioso de la CDMX, por lo tanto debe considerarse el uso de la vegetación nativa adaptada a vivir en las rocas y permita el paso del agua ya que no necesita de tierras y otros rellenos.

También posible hacer un mapeo topográfico que permitió identificar zonas de inundación recurrente, y al mismo tiempo corredores con alto potencial de manejo para la infiltración de aguas torrenciales; ejemplo de ello son los grandes camellones sobre ejes viales primarios que atraviesan la zona del pedregal de Santo Domingo y que conservan afloramientos naturales de piedra.

En una segunda etapa del proyecto se estudiaron diferentes prototipos de diseño urbano, geometría vial y reforestación urbana con especies nativas del pedregal, como propuestas para la modificación y ampliación de aceras de bajo mantenimiento, dotación de carriles para la movilidad ciclista y colocación de dispositivos para la reducción de la velocidad vehicular.



Intervención esquinas. Prototipo constructivo de ampliación de banqueta con xerojardinería para la infiltración del agua de lluvia.

Imagen 11: Imagen objetivo del proyecto, específicamente de la intervención en esquinas con xerojardinería.

Tomada de Camarena Berruecos, P. (2013). Proyecto de infraestructura verde: Ejercicio de integración transdisciplinaria en la UNAM. Bitácora Arquitectura, (25). Consultado en Abril del 2020 de <https://doi.org/10.22201/fa.14058901p.2012.25.36135>

Después de haber revisado estos tres análogos, concluimos que actualmente la tendencia es que solo se aplica una intervención de infraestructura verde o azul en los proyectos; en los proyectos lo manejan como 2 cosas separadas y presentan soluciones fragmentadas que podría haber tenido un mejor resultado si se hubieran contemplado las dos infraestructuras desde un principio.

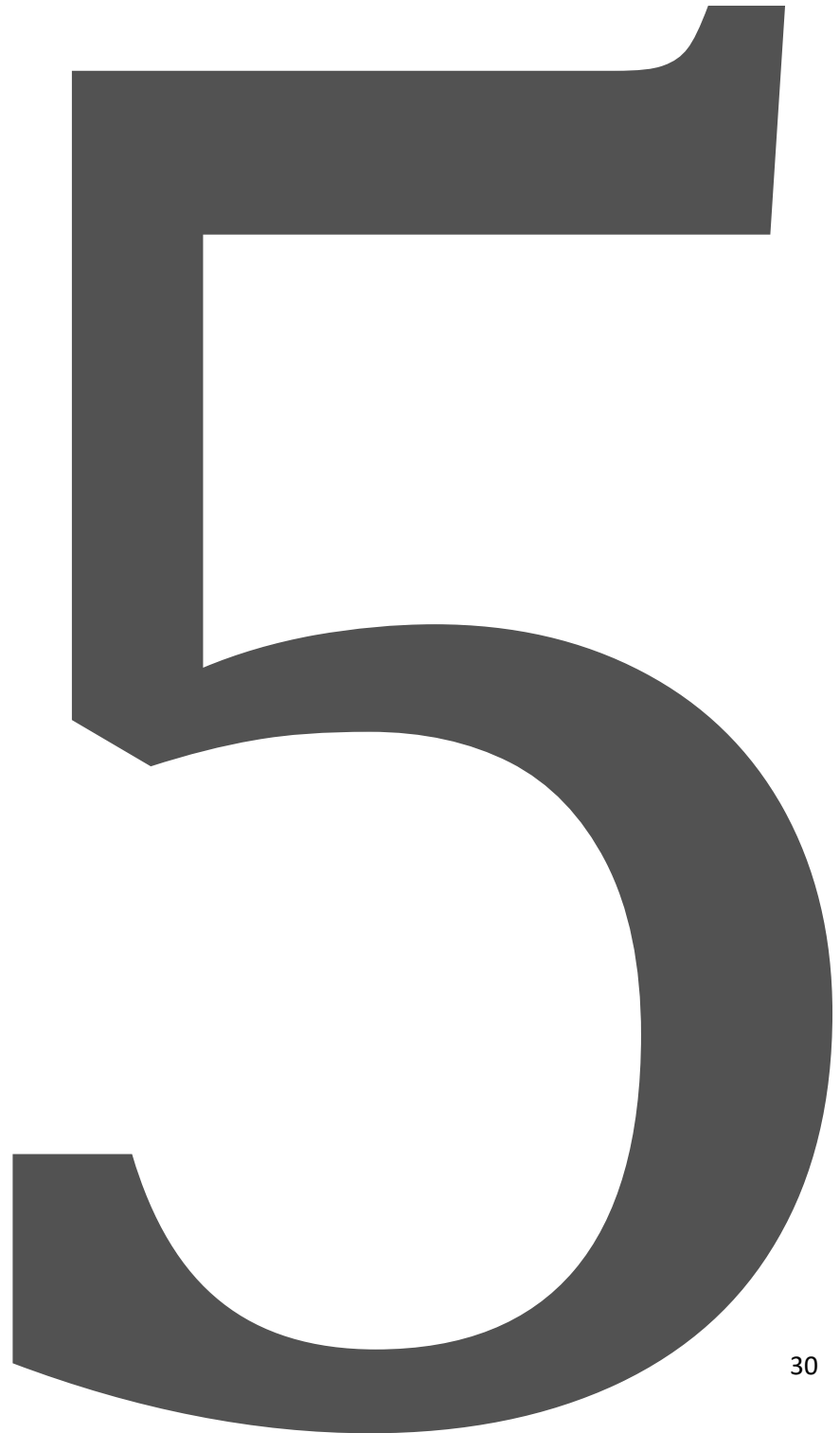
4

4. POSTURA

¿La infraestructura verde y azul deberían de dejar de verse como 2 ejes diferentes al aplicarse en las ciudades?

Como postura debemos aclarar que esta surge por el interés de solucionar un tema importante y primordial en nuestro contexto inmediato, mediante la investigación previa y la problemática y nuestro tema como eje principal, podemos decir que la infraestructura verde y azul no se puede ver como algo separado, debería de estar ligado en un solo eje y ser un caso de estudio que siempre integre las 2 partes.

Al realizar una intervención únicamente de infraestructura azul o verde en nuestra opinión no se tiene un desarrollo máximo de esta y se obtendrían resultados deficientes o que simplemente se habla de una intervención que no es multifuncional, al aplicarse la infraestructura azul y verde como un conjunto se presentan mejores resultados para mitigación de los problemas hídricos y del cambio climático.



5. CONCEPTOS Y DEFINICIONES

Los conceptos y definiciones mencionados en este apartado ayudarán a entender mejor el tema que aborda esta tesis.

5.1 Conceptos

- Infraestructura azul
- Infraestructura verde

5.2 Definiciones

Infraestructura azul

La infraestructura azul comprende la rehabilitación y restauración de ríos, quebradas, humedales integrados a las ciudades, terrazas o suelos porosos para captación de aguas, jardines que captan agua de lluvias y los infiltran; todos los sistemas de gestión de agua en una ciudad hacen parte de la infraestructura azul. Una planificación y gestión adecuada del agua y de sus ecosistemas asociados resulta imprescindible para la mejora integrada de los procesos territoriales; no solo por las cuestiones ligadas al recurso, sino también por sus efectos psicológicos y emocionales en los ciudadanos.

Para obtener esta definición se revisaron numerosas descripciones de páginas de internet y de diversos autores pero las que más nos ayudaron a entender el concepto y así poder crear nuestra propia definición fueron las siguientes: *“Es una red ecológica de zonas naturales y seminaturales y de otros elementos ambientales, diseñada y gestionada para la conservación de la biodiversidad y uso sostenible de los servicios de los ecosistemas.”* Infraestructura verde-azul de Bizkaia (s/f) Bizkaia. Definición tomada en julio del 2022 de <https://web.bizkaia.eus/es/cambio-climatico/infraestructura-verde-azul>.

Otra definición es: *“La Infraestructura Azul-Verde (IAV) es una red interconectada de paisajes naturales y diseñados que incluyen cuerpos de agua (azul) y espacios verdes abiertos (verde) y proporcionan servicios ecosistémicos relacionados con las aguas pluviales como control de inundaciones, almacenamiento de agua para riego y uso industrial, áreas de humedales para el hábitat de la vida silvestre, entre otros.”* ¿Qué es la infraestructura verde-azul? (Julio 2021). Transecto. Definición tomada en julio del 2022 de <https://transecto.com/2021/07/que-es-la-infraestructura-azul-verde/>

Infraestructura verde

La infraestructura verde consiste en la utilización de vegetación, suelos y procesos naturales para funciones tales como la gestión del agua de lluvia y la creación de ambientes más saludables. Llega debido a necesidades cruciales (pérdida de paisaje, fragmentación de hábitats y problemática de biodiversidad) de una comunidad, región o territorio. Este tipo de infraestructura ayuda a conectar entre sí las zonas naturales existentes y a mejorar la calidad ecológica. La infraestructura verde ayuda a mantener los ecosistemas, de manera que se puedan seguir brindando cualidades como aire limpio y agua pura a una sociedad. (Agencia Europea del Medio Ambiente, 2019).

6

6. ANTECEDENTES Y REFERENCIAS

6.1 Antecedentes

Estrategia de resiliencia de la CDMX. *Oficina de Resiliencia CDMX. (Septiembre 2016). Estrategia de Resiliencia CDMX transformación adaptativa, incluyente y equitativa . 100 Ciudades Resilientes. Consultado en marzo del 2020.*

Hacia una ciudad sensible al agua. *Gobierno de la Ciudad de México y Autoridad del Espacio Público (AEP). (2016) Hacia Una Ciudad Sensible al Agua. Consultado en marzo del 2020 de <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2018/01/Hacia-una-Ciudad-de-México-sensible-al-agua.pdf>.*

Infraestructura verde y corredores ecológicos en los pedregales: ecología urbana del sur de la Ciudad de México. *P. Camarena, I. Herrera, A. Lot, A. Suarez. (2011) Infraestructura verde y corredores ecológicos de los Pedregales: ecología urbana al sur de la Ciudad de México. Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel UNAM. Consultada en marzo del 2020 de http://centro.paot.org.mx/documentos/unam/infraestructura_verde.pdf.*

6.2 Referencias

- A. López Rosas. (Septiembre 2021) *“Entre piedras sembramos la esperanza”: 50 años de la fundación de Pedregal de Santo Domingo*. Pie de Página. Consultado en Noviembre 2021 de <https://piedepagina.mx/entre-piedras-sembramos-la-esperanza-50-anos-de-la-fundacion-de-pedregal-de-santo-domingo/>
- C. Ayala, L. Zambrano (Junio 2021) Los espacios verdes y azules de las ciudades II. Nexos, La brújula. Consultado en Octubre del 2021 de <https://labrujula.nexos.com.mx/los-espacios-verdes-y-azules-de-las-ciudades-ii/>
- Camarena Berruecos, P. (2013). Proyecto de infraestructura verde: Ejercicio de integración transdisciplinaria en la UNAM. Bitácora Arquitectura, (25). Consultado en Abril del 2020 de <https://doi.org/10.22201/fa.14058901p.2012.25.36135>
- Gobierno de la Ciudad de México y Autoridad del Espacio Público (AEP). (2016) Hacia Una Ciudad Sensible al Agua. Consultado en marzo del 2020 de <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2018/01/Hacia-una-Ciudad-de-México-sensible-al-agua.pdf>.
- Jardín Infiltrante Legaria. (s/f) eeTestudio. Consultado en abril del 2020 de <https://www.eetestudio.com/jardin-infiltrante-legaria>.
- Jardín Infiltrante Legaria. (s/f) Infraestructura Verde y Ciudades. Consultado en abril del 2020 de <https://www.infraestructuraverdeyciudades.com/StudyCases/Content/6>
- M. Navarrete Rodríguez. (Febrero 2021). *Así nació la colonia Santo Domingo al sur de la capital*. El Universal. Consultado en mayo del 2021 de <https://www.eluniversal.com.mx/opinion/mochilazo-en-el-tiempo/asi-nacio-la-colonia-santo-domingo-al-sur-de-la-capital>.
- Oficina de Resiliencia CDMX. (Septiembre 2016). Estrategia de Resiliencia CDMX transformación adaptativa, incluyente y equitativa . 100 Ciudades Resilientes. Consultado en marzo del 2020.
- P. Camarena, I. Herrera, A. Lot, A. Suarez. (2011) Infraestructura verde y corredores ecológicos de los Pedregales: ecología urbana al sur de la Ciudad de México. Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel UNAM. Consultada en marzo del 2020 de http://centro.paot.org.mx/documentos/unam/infraestructura_verde.pdf
- Rehabilita AMH cancha infiltrante. (s/f). Avenida Juárez. Consultado en abril del 2020 de <https://avenida-juarez.com/2021/01/30/rehabilita-amh-cancha-infiltrante/>.
- Rehabilita AMH Cancha Infiltrante / Boletín de prensa No 397. (s.f.) Alcaldía Miguel Hidalgo. Consultado en abril del 2020 de <https://miguelhidalgo.cdmx.gob.mx/rehabilita-amh-cancha-infiltrante-boletin-de-prensa-no-397/>.
- Secretaria del Medio Ambiente, CDMX. (Febrero 2020). Infraestructura Verde. Consultado en agosto del 2021 de <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/programas/programa/infraestructura-verde>
- Soluciones Hidropluviales. (S/f). Infraestructura verde y azul. Consultado en octubre del 2021 de <https://hidropluviales.com/2020/06/03/infraestructura-verde-y-azul/>
- Weather Spark. (S/f). El clima y tiempo promedio en Coyoacán México. Weather Spark. Consultado en mayo del 2020 de <https://es.weatherspark.com/y/5670/Clima-promedio-en-Coyoacán-México-durante-todo-el-año>



7. ANTE PROYECTO

7.1 Análisis ambiental

Para la elaboración de este proyecto, se investigó de manera particular cada una de las temáticas. Este análisis ambiental nos sirve además para conocer las condiciones de los ecosistemas y ver que funciones se pueden restaurar o reintegrar esto para entender y comprender mejor el ambiente del área de estudio, para ayudarnos a la toma de decisiones en cuanto a las estrategias y propuestas que se usarán en el proyecto retomamos nuestra postura, ya que aunque hemos modificado la ciudad a través del tiempo el pedregal debería de ser tratado como tal, siendo claros desde un inicio con sus problemáticas y sus beneficios eso persiste en la actualidad y la infraestructura azul y verde deberían de ser 2 ejes importantes al momento de diseñar en estas zonas. Este punto es de gran importancia para nosotros ya que el proyecto gira entorno al manejo de agua pluvial.

En la alcaldía de Coyoacán la temporada seca es parcialmente nublada y es cómodo durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente va de 6 °C a 26 °C y rara vez baja a menos de 2 °C o suba a más de 30 °C.



Imagen 12: Tipos de estrategias para el manejo de agua en la zona metropolitana de la CDMX. Gobierno de la Ciudad de México y Autoridad del Espacio Público (AEP). (2016) Hacia Una Ciudad Sensible al Agua. Consultado en marzo del 2020 de <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2018/01/Hacia-una-Ciudad-de-México-sensible-al-agua.pdf>.

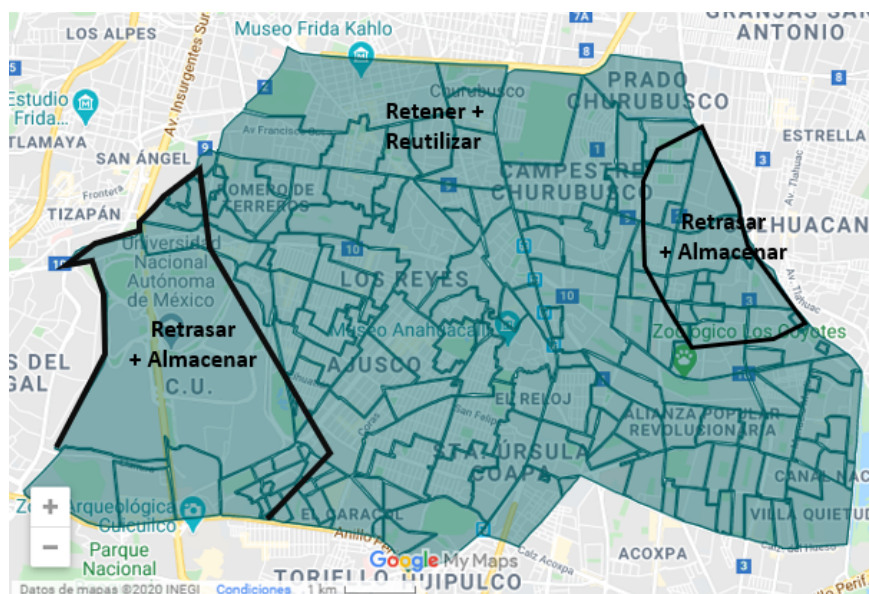


Imagen 13: Estrategias implementadas en los distintos puntos de la zona de estudio del proyecto. Imagen de autoría propia creada en mayo del 2020.

7.1.2 Clima

En la alcaldía de Coyoacán, la temporada templada es de marzo a junio; en estas fechas, la temperatura máxima promedio es de 26 °C y mínima de 13 °C. La temporada fresca corresponde a los meses de noviembre y febrero, la temperatura máxima promedio es de menos de 22 °C y la mínima promedio es de 6 °C. (Información sacada de Weather Spark).

7.1.3. Lluvia

La temporada de lluvia en Coyoacán va de abril a noviembre. El mes con más lluvia en Coyoacán es julio con un promedio 126 milímetros de lluvia. De noviembre a abril son los meses donde menos lluvia cae, con un promedio de 4 milímetros de lluvia. El mes con menos lluvia es diciembre, con un promedio de 3 milímetros de lluvia. (Información sacada de Weather Spark).

7.2 Análisis urbano

El Pedregal de Santo Domingo se creó en el año de 1971. Sus calles fueron planeadas sobre rocas volcánicas y una pendiente irregular de poniente a oriente, gracias a la erupción del volcán Xitle hace 700 mil años. La traza de sus calles resultaron ser más rectas y espaciosas hacia el norte y más caóticas y angostas hacia el sur. La colonia se encuentra ubicada al Sur de la Ciudad de México, en la delegación Coyoacán. Actualmente colinda al poniente con la UNAM, al norte con la colonia Romero de Terreros, al sur con el Pueblo de los Reyes, al - oriente con la colonia Ajusco y al noroeste con Complicó el Alto. Su área consta de 910.58 Ha, de las cuales solo el 3.61% es de área verde. En el Pedregal de Santo Domingo habitan unas 82,300 personas en 21,400 unidades habitacionales, siendo así una de las colonias más pobladas de México. Se registran 3,521 habitantes por km², con una edad promedio de 32 años. Debido a la carencia de suelo y alta densidad poblacional existente, dificulta la existencia de espacios y servicios de equipamiento recreativo para áreas verde. Resultante del alto índice de densidad de población, la mayoría de uso de suelo de la colonia corresponde a habitacional y después de habitacional con comercio. El Pedregal de Santo Domingo presenta una calidad de agua variable, esto quiere decir que en la colonia hay poca y presión y un alto índice de fugas de agua debido a la antigüedad de las tuberías.

7.2.1. Delimitación de la zona de estudio

La zona elegida para desarrollar el proyecto se ubica sobre el camellón ubicado sobre Eje 10 Sur. Este camellón se eligió porque cuenta con varias áreas subutilizadas que tienen un gran potencial para servir como áreas verdes y áreas sociales o de recreación, mismas que hacen falta en esta zona. Esto aunado a que en la zona hay mucho flujo de personas, más el fin de semana ya que sobre esta calle se coloca un tianguis que mide casi un tercio de nuestra área de intervención; pensamos que las propuestas planteadas están en un lugar en el que una intervención puntual podría tener efecto sobre un alto porcentaje de la población.

Otra razón de la elección de la zona es porque visitamos el sitio en temporada de lluvias y presenta varias áreas que se inundan (imágenes que se muestran debajo), la cual generan caos tanto a los peatones como a los automovilistas de la zona, por lo que complica la movilidad de la zona.



Imagen 14: Escorrentías en las calles de la zona del proyecto. Imágenes de autoría propia creadas en octubre del 2022.

7.2.2. Uso de suelo y vegetación

El uso de suelo que predomina en la zona es habitacional, seguido de habitacional con comercio, en tercer lugar, está equipamiento, después centro de barrio y por último, se cuentan algunos predios con uso de suelo sin especificar

Dentro de la zona las áreas verdes dentro del espacio urbano, se encontraron los camellones que se ubican sobre Eje 10, estas sirven de bordes que separan la dirección del flujo vehicular. Estas áreas verdes cuentan con arbolado urbano en toda su extensión, pero se encuentran en mal estado o descuidados, por falta de mantenimiento.

La vegetación que se encontró en la zona de estudio es la siguiente:




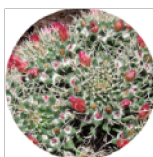
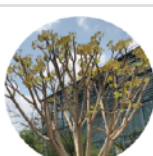
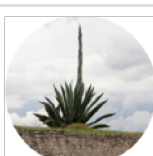
Plantas con flores:

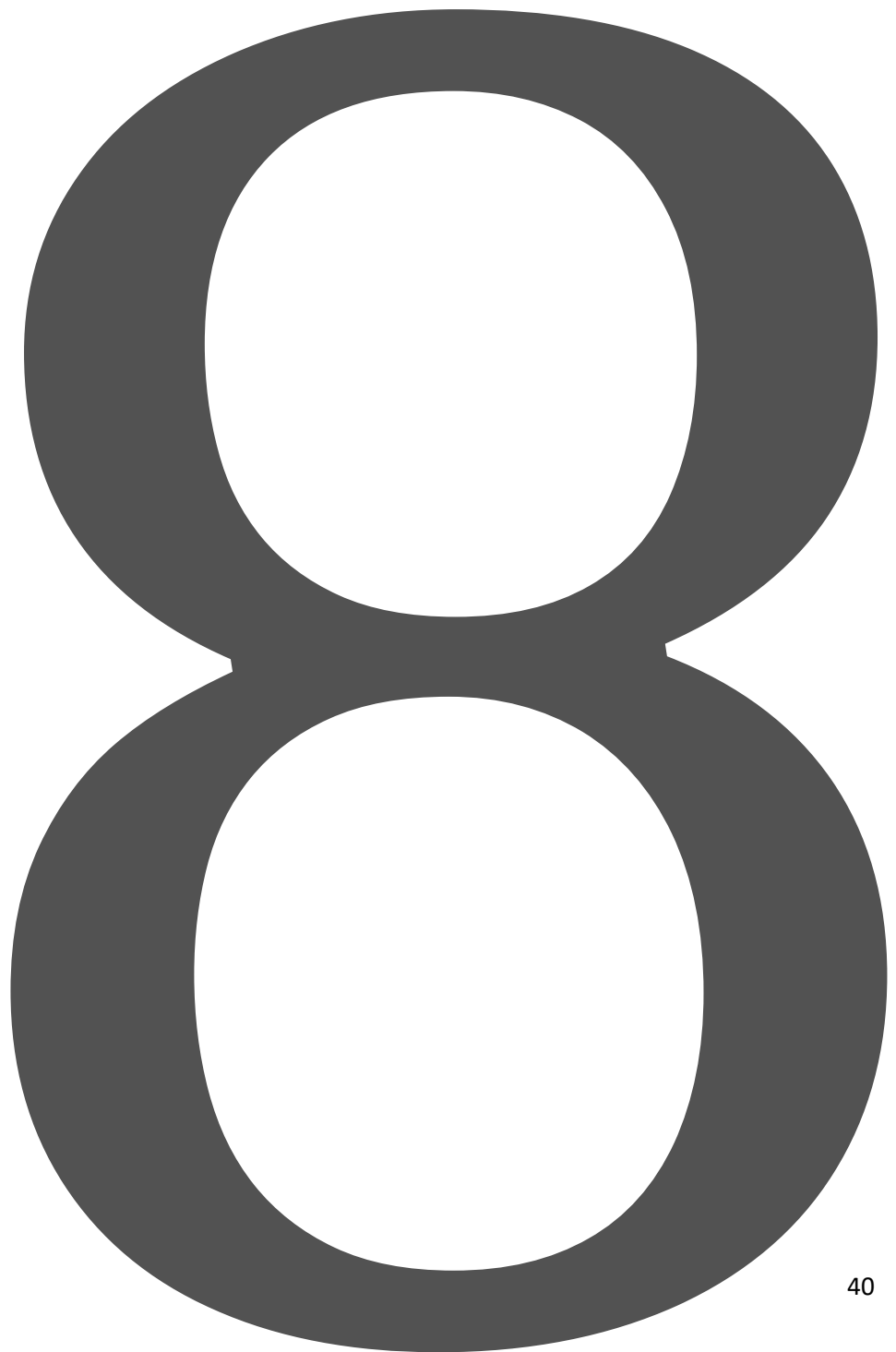
Los beneficios de estas plantas son que sirven de alimento para especies polinizadoras y al usar plantas endémicas se reduce la necesidad de mantenimiento y asegura que no se dañe el ecosistema local, también se necesita una menor cantidad de agua para su cuidado y también crean recorridos peatonales más atractivos, también se debe mencionar que en el andador actualmente existe tierra y pedregal (rocas volcánicas), esto hace que tengamos vegetación específica que solo crece en el pedregal y no en tierra y viceversa esto amplía el ecosistema y la biodiversidad de vegetación que utilizaremos.

	Zapatilla Escarlata		Commelina tuberosa
	Trompetilla		Gigantón
	Chichicastle Manzo		Oceloxóchitl
	Huescaxóchitl		Cingo llagas

Árboles y cactáceas:

Los beneficios de estos árboles son que los árboles de mayor tamaño pueden superar los 10 m de altura, proporcionando sombras y un microclima agradable para visitantes, con sus ramas y espinas, pueden servir como una barrera poco intrusiva para evitar el paso a ciertas zonas, con mínima poda, estas especies pueden delimitar los recorridos de una manera cómoda para el usuario.

	Palo azul		Nopal chamacuero
	Copal		Biznaga de espina solitaria
	Palo loco		Agave pulquero



8. PROYECTO

8.1 Descripción del proyecto

El proyecto surge principalmente en respuesta a la problemática que se presenta en toda la zona del pedregal (principalmente en la zona urbanizada), un problema que refleja la importancia del urbanismo y la arquitectura en el desarrollo y planeación de las ciudades.

El pedregal es esta área que como su nombre ya hace una pequeña alusión; se desarrolla sobre roca volcánica en su mayoría proveniente del volcán Xitle que hizo erupción varios años atrás en esta megalópolis ya conocida actualmente como Ciudad de México.

El andador eje 10 tiene la idea que ser un parteaguas importante sobre el cuidado y buen manejo de la infraestructura verde y azul, ya que se planea que este conecte en un futuro con el camellón de Av. Aztecas y que su impacto sea usado de referente para proyectos similares. Al tener estas dos infraestructuras la idea principal es ver cómo se relacionan entre ellas, ya que creemos que para alcanzar la esencia de este proyecto se tiene que trabajar estas dos partes de manera conjunta.

En el documento de “Hacia una ciudad sensible al agua” nos ayudan a entender el panorama actual de la Ciudad de México y nos marca la pauta y postura que es clave para entender las medidas sensibles al agua. Con esto generan un alcance y objetivos a alcanzar para poder crear un balance hídrico sustentable a largo plazo en la ciudad y también para poder generar una conversación sobre como las inversiones en infraestructura de gestión hídrica pueden materializarse también en vibrantes espacios públicos en la Ciudad de México.

En cuanto a la infraestructura azul, de acuerdo con las investigaciones que se realizaron en el documento (Hacia una ciudad sensible al agua), los ejes en los que nos basamos son: la retención y la reutilización esto nos facilitó el trabajo de cierta forma ya que nuestra postura y previo análisis se puede respaldar en un estudio más a profundo centrado en ese tema y dejándonos el camino para desarrollar un diseño puntual de acuerdo a la necesidad. Estos conceptos los desarrollamos en todo el andador, básicamente se traducen en zonas de biorretención (las cuales incluyen suelos esponja y pavimentos porosos) lo cual también generara una conciencia colectiva sobre el manejo de estos recursos. Otro punto clave del proyecto son el manejo de las escorrentías naturales, ya que estas mitigan el problema de las inundaciones en la zona. Por último, tenemos la infraestructura verde, comenzamos con un estudio donde se refleja el tipo de vegetación que es endémica en estas zonas. Esto nos sirvió como guía para el rediseño de los jardines, al tener este tipo de vegetación contamos con la dualidad. Por un lado, están los xerojardines y por otro lado están los jardines secos, estos dos, aunque son muy diferentes usados de manera correcta ayudan al mismo propósito. Esto también se refleja en calles más verdes que no precisamente tiene que ser pasto para considerarse infraestructura verde, estos jardines secos al contar con la vegetación correcta no necesitan de un riego constante de agua y sirven como polinizadores naturales.

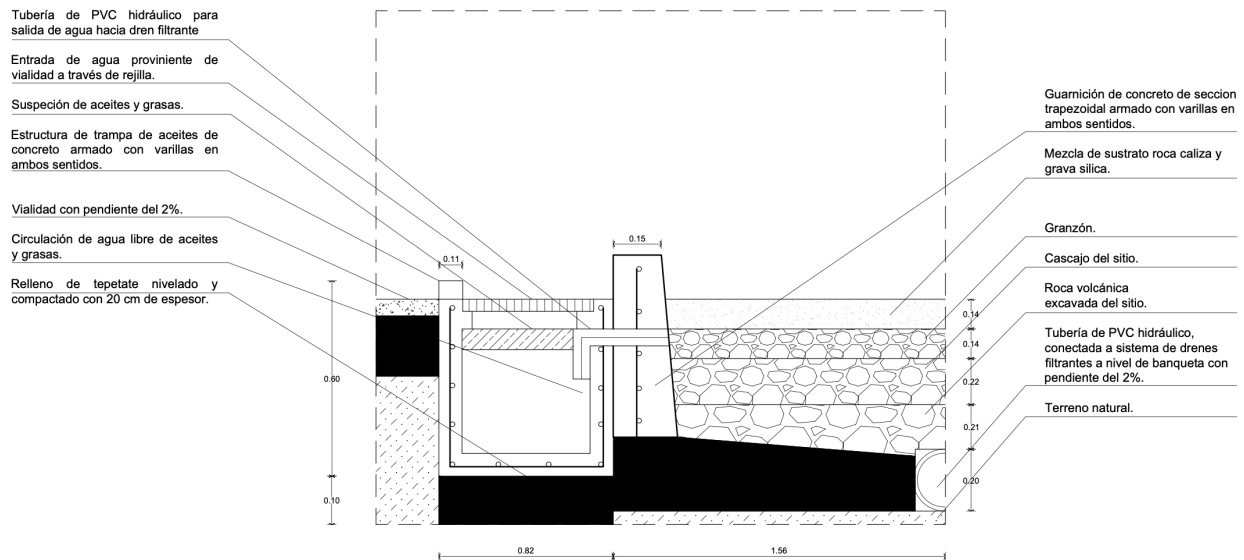


Imagen 15: Detalle constructivo para la infiltración del agua pluvial. Imagen de autoría propia creada el abril del 2022.

Estas dos infraestructuras van de la mano con el diseño arquitectónico para llegar al punto de un todo y cumplir con el objetivo principal, a esto se le suma el rediseño completo del andador, el rediseño de los cruces peatonales, la explotación de zonas actuales en desuso o mal uso y por último, el desarrollo de áreas en común para el futuro usuario. Por último, también valdría la pena mencionar que se integrará un pequeño rediseño con la infraestructura vial y también se agregará una ciclopista sobre Av. Pedro Henríquez Ureña, vale la pena tomar en cuenta este punto porque al final si estamos hablando de un diseño como ecosistema no podemos dejar aun lado la realidad y manejar estos cruces mas amigables junto con nuestro andador y xerojardines sería la mejor forma de tener una propuesta definitiva; la ciclopista va a ser de gran ayuda y apoyo a los ciclistas que pasan por la zona ya que actualmente es peligroso para ellos por todos los carros mal estacionados sobre la avenida.

Propuesta a futuro para generar una red de conectividad

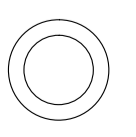
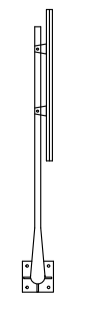
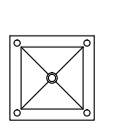

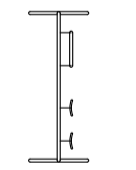
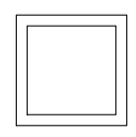
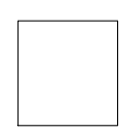
Las principales intervenciones que le darían continuación a este proyecto para poder generar una red serían en el camellón de Av. Aztecas y de Av. Antonio Delfín Madrigal. Esto sería replicar el proyecto de nuestro camellón en los dos camellones mencionados y así poder generar continuidad a los principios de la infraestructura verde. Las conexiones que sugerimos que se lleven a cabo en un futuro son sobre las calles: Calle Copal, Papalolt, Calle Toltecas, Calle Iztaccihuatl, Av. Escuinapa, Rey Nezahualcoyotl, Acatempa y Rey Tepalcatzin. Estas calles son de gran importancia ya que la mayoría de ellas son amplias y se puede intervenir de mejor manera en ellas, y también conectan los camellones que se encuentran sobre Av. Aztecas y de Av. Antonio Delfín Madrigal. También encontramos tres pequeños parques-glorietas en la colonia; que aproximadamente suman 2,250 m², que si son intervenidas correctamente podrían funcionar como pequeños oasis en la zona, ya que son las únicas áreas verdes que encontramos dentro de la colonia. Esto traería múltiples beneficios a la zona y a las zonas aledañas, dado que con las correctas intervenciones puede mejorar el espacio público, puede retejer las conexiones entre estaciones naturales circundantes para restablecer y potenciar los servicios ecosistémicos que se encuentran perdidos actualmente, igualmente puede mejorar la movilidad de la zona y promover el uso de transportes no motorizados y primordialmente, puede seguir el correcto manejo y gestión integral de los recursos hídricos de la zona y zonas colindantes.

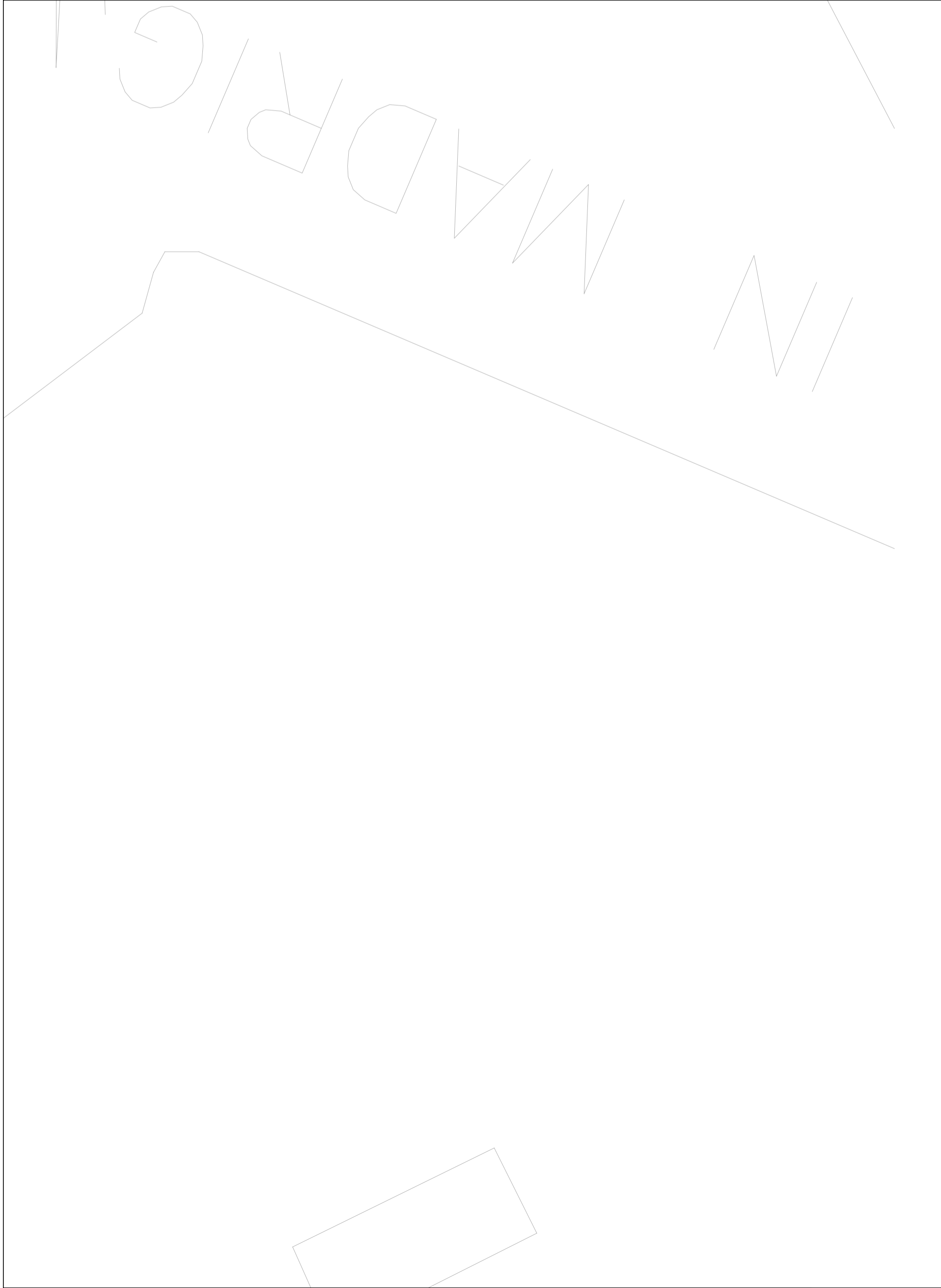



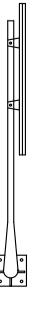
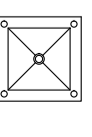




Imagen 16: Propuesta para generar una red de conectividad del proyecto con la zona. Imagen de autoría propia creada en octubre del 2022.

8.2 Planos y renders


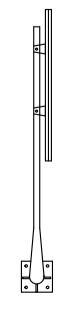
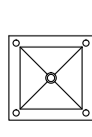

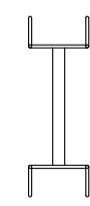
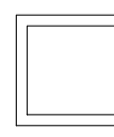



SIMBOLOGÍA	
	Postes en banqueta
	Letrero Calle
	Luminaria Farol
	Banca Concreto
	Juegos infantiles y aparatos ejercicio
	Guarnición - banqueta
	Registros o servicio publicos

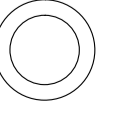

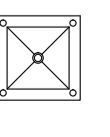

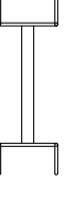
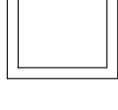



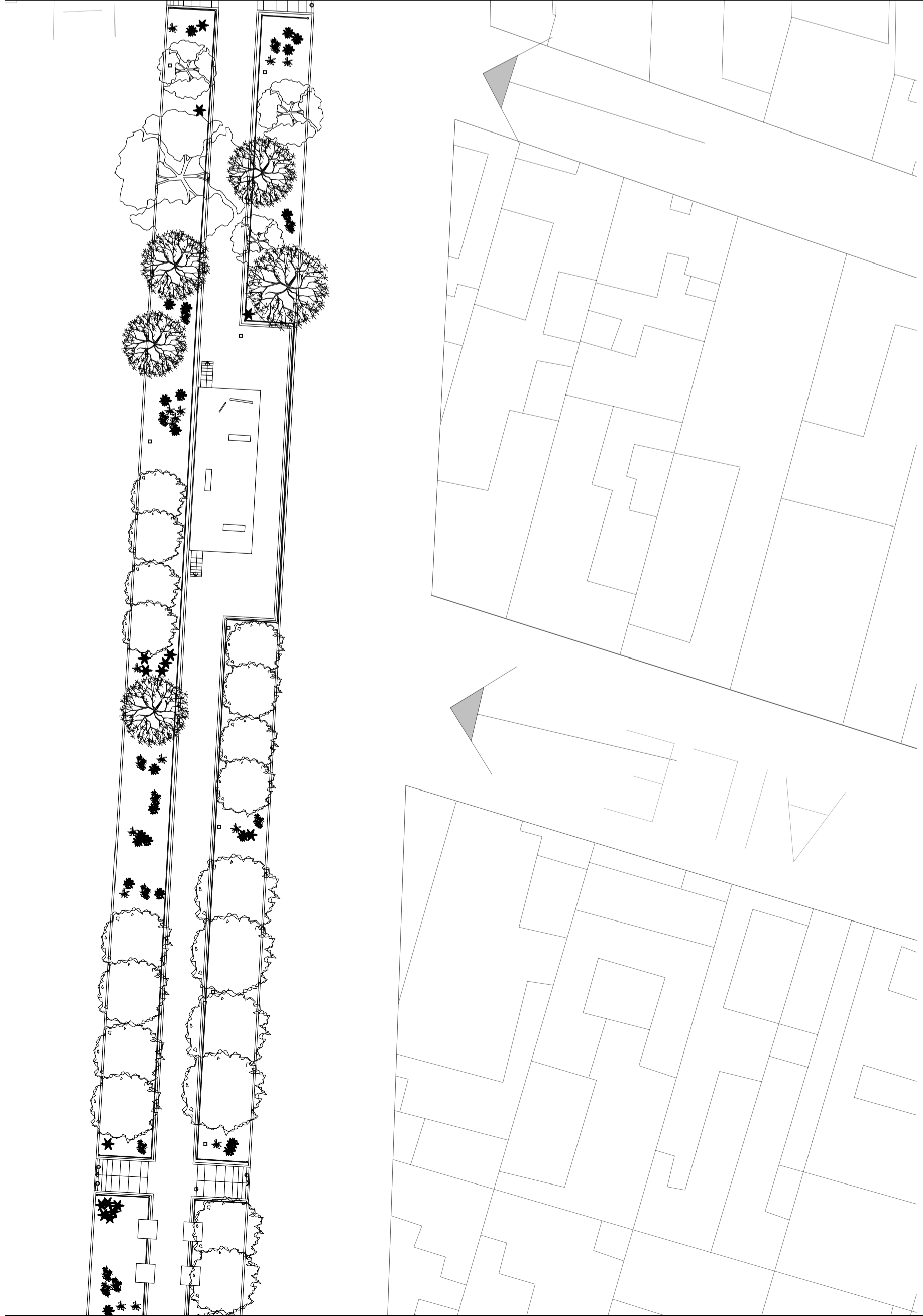
SIMBOLOGÍA	
	Poste en banqueta
	Letrero Calle
	Luminaria Farol
	Banca Concreto
	Juegos infantiles y aparatos ejercicio
	Guarnición - banqueta
	Registros o servicio publicos



SIMBOLOGÍA	
	Poste en banqueta
	Letrero Calle
	Luminaria Farol
	Banca Concreto
	Juegos infantiles y aparatos ejercicio
	Guarnición - banqueta
	Registros o servicio publicos

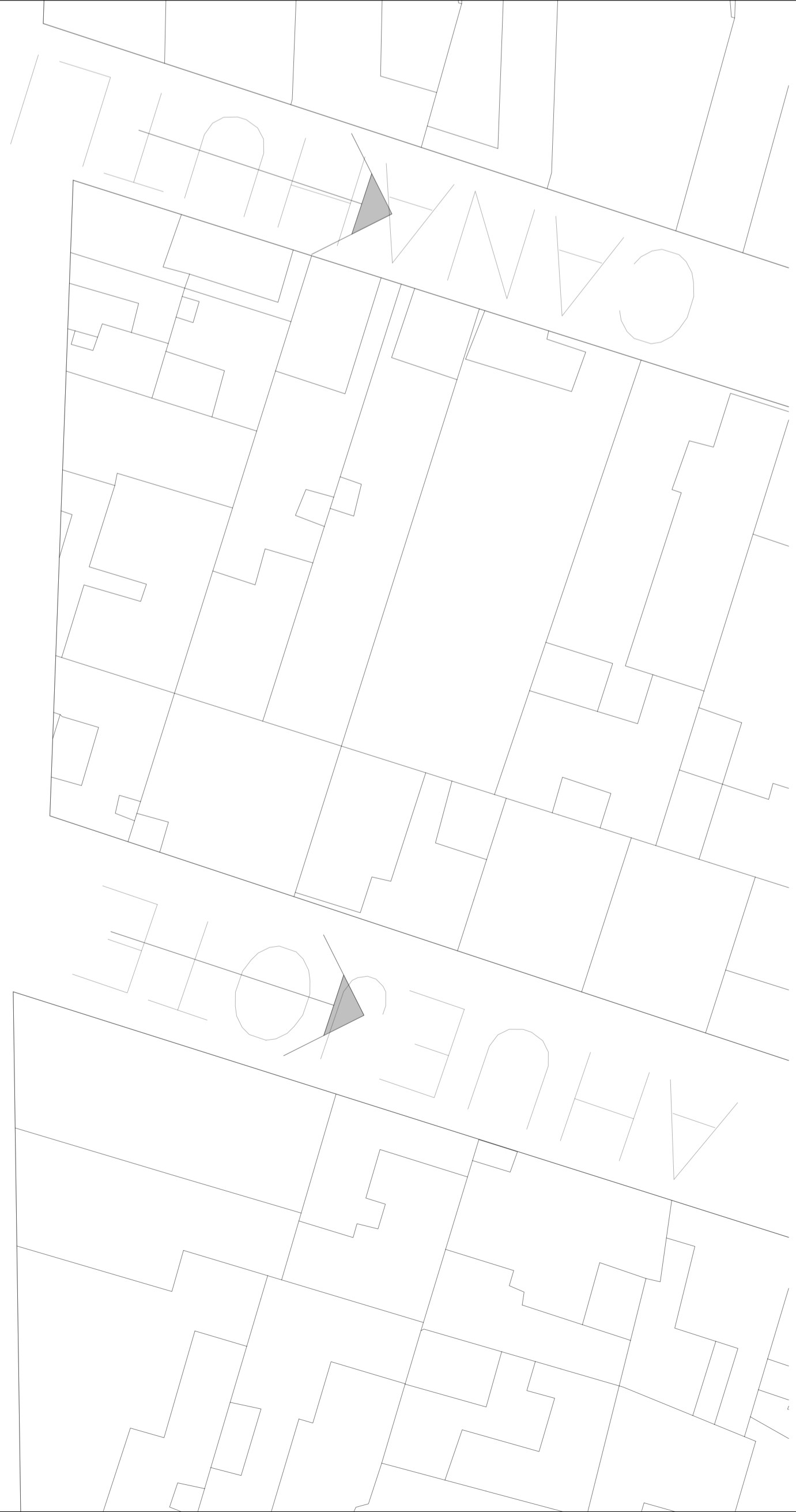
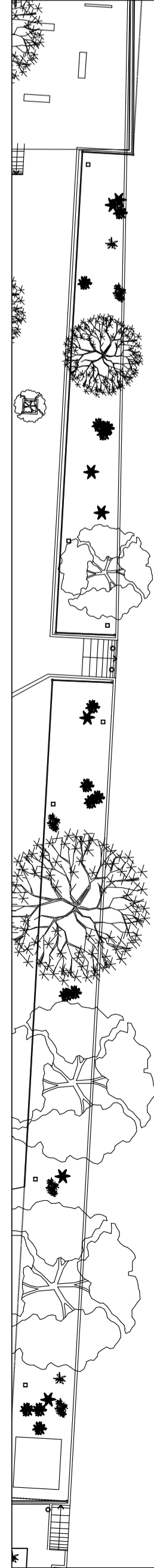



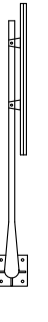
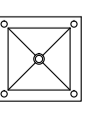




SIMBOLOGÍA	
	Poste en banqueta
	Letrero Calle
	Luminaria Farol
	Banca Concreto
	Juegos infantiles y aparatos ejercicio
	Guarnición - banqueta
	Registros o servicio publicos

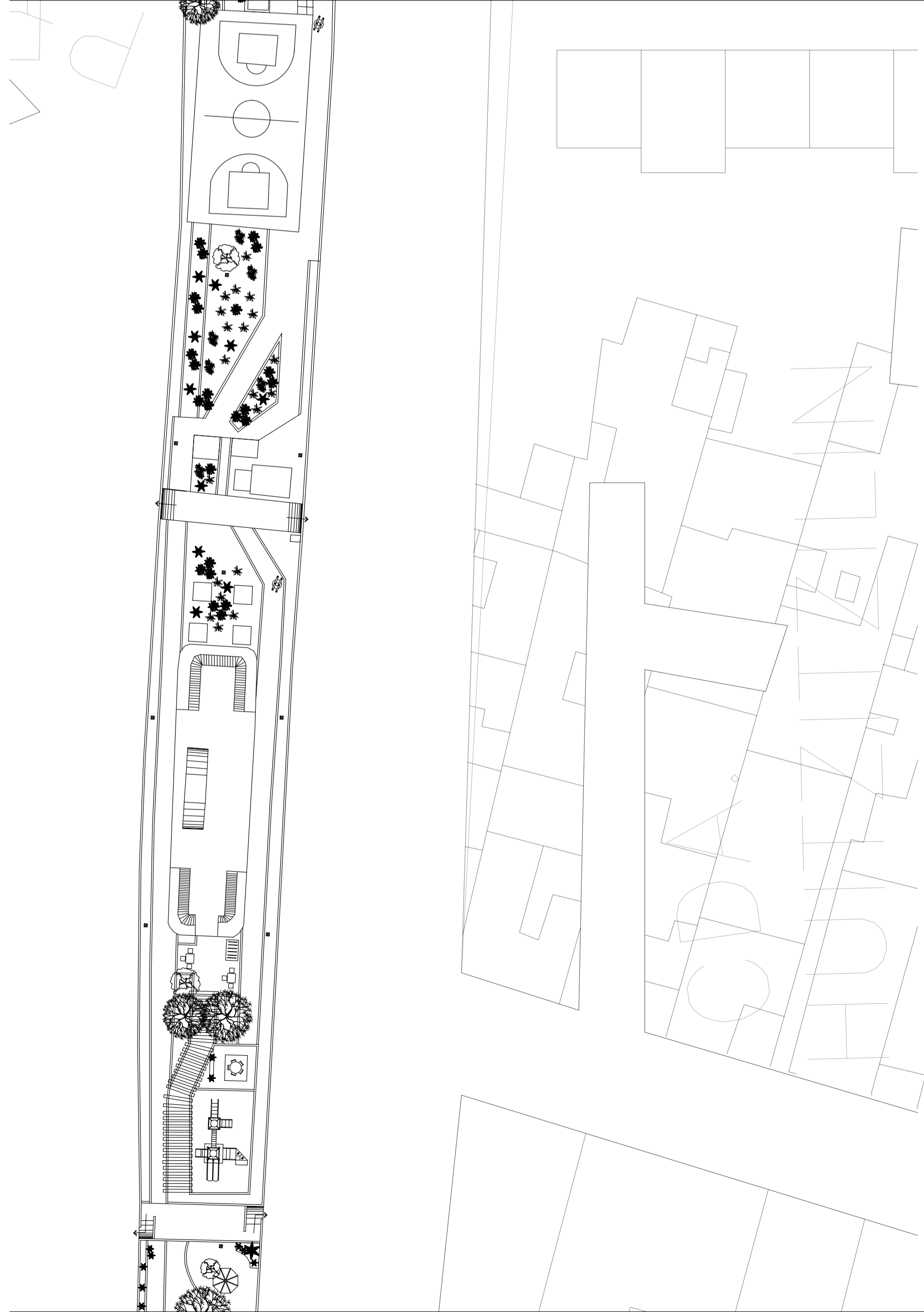


SIMBOLOGÍA


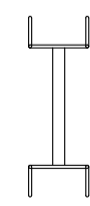
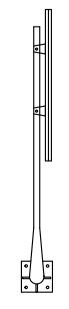
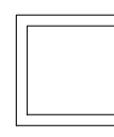
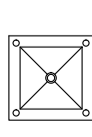


	Poste en banqueta		Juegos infantiles y aparatos ejercicio
	Letrero Calle		Guarnición - banqueta
	Luminaria Farol		Registros o servicio publicos
	Banca Concreto		

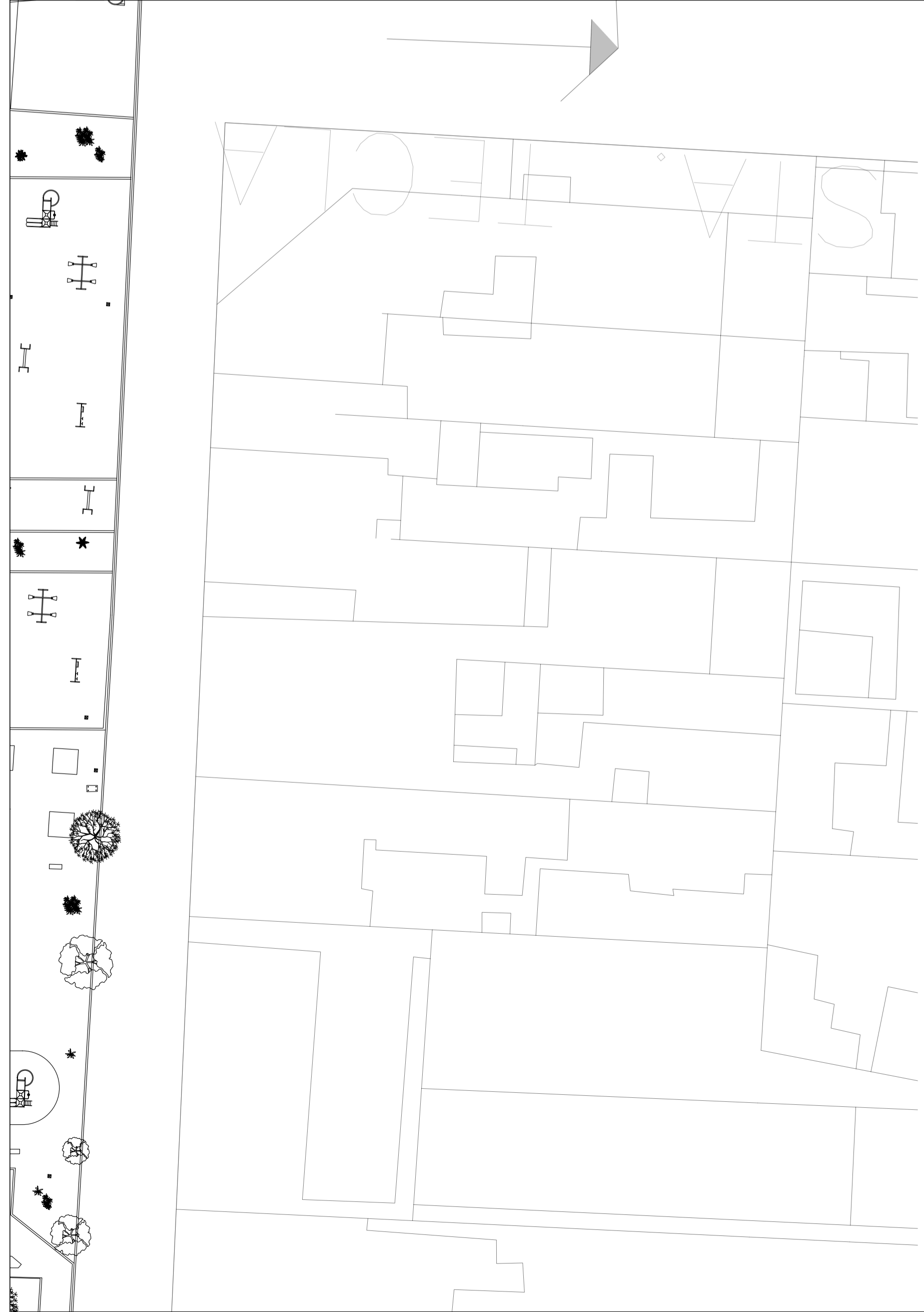


SIMBOLOGÍA	
	Poste en banqueta
	Letrero Calle
	Luminaria Farol
	Banca Concreto
	Juegos infantiles y aparatos ejercicio
	Guarnición - banqueta
	Registros o servicio publicos



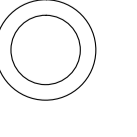
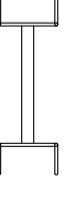

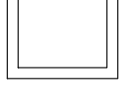
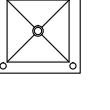
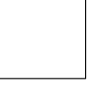

SIMBOLOGÍA

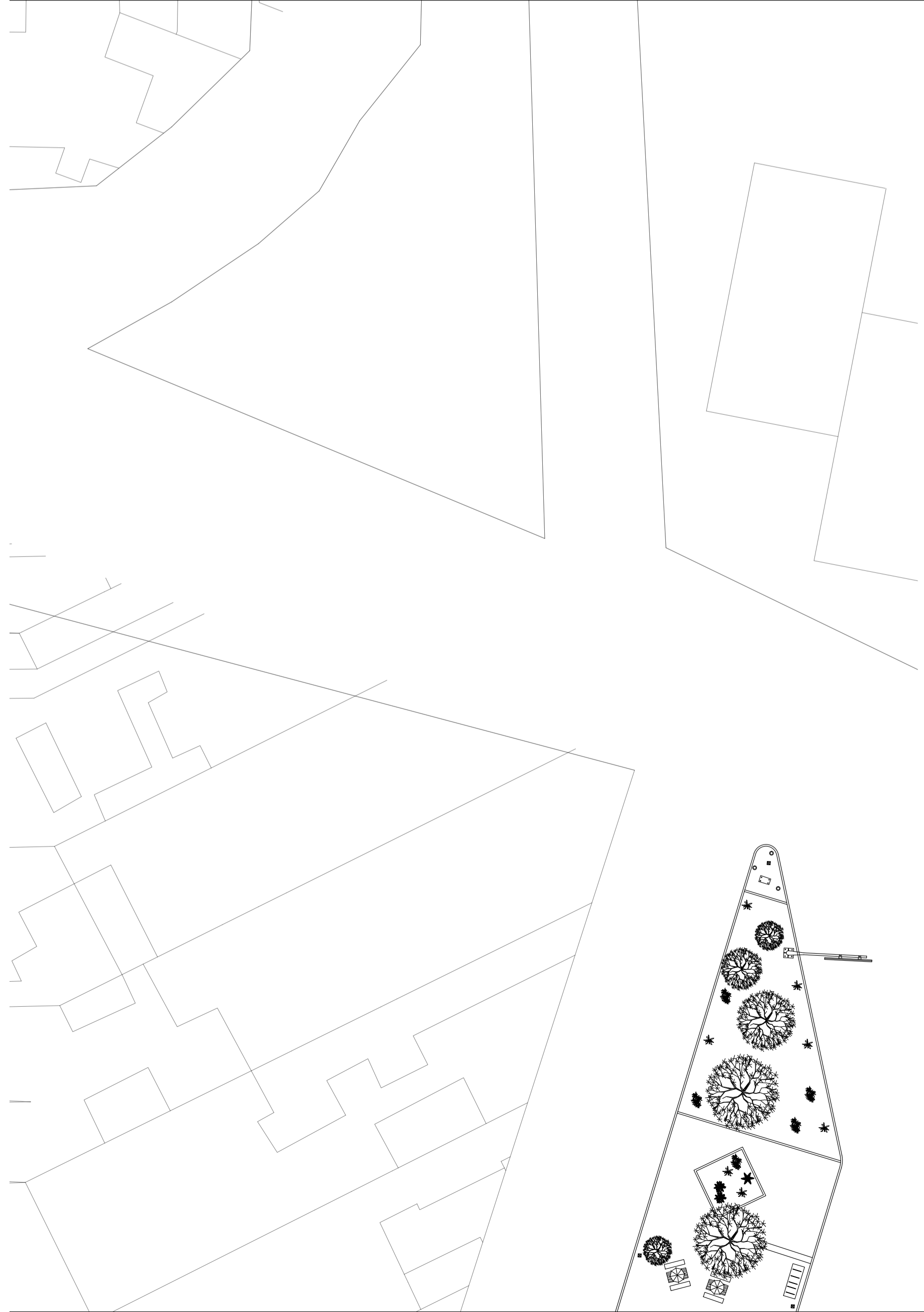
	Poste en banqueta		Juegos infantiles y aparatos ejercicio
	Letrero Calle		Guarnición - banqueta
	Luminaria Farol		Registros o servicio publicos
	Banca Concreto		


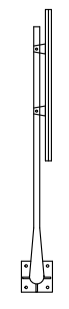
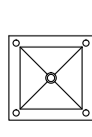

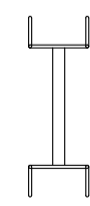
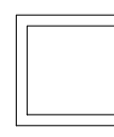



SIMBOLOGÍA	
	Poste en banqueta
	Letrero Calle
	Luminaria Farol
	Banca Concreto
	Juegos infantiles y aparatos ejercicio
	Guarnición - banqueta
	Registros o servicio publicos

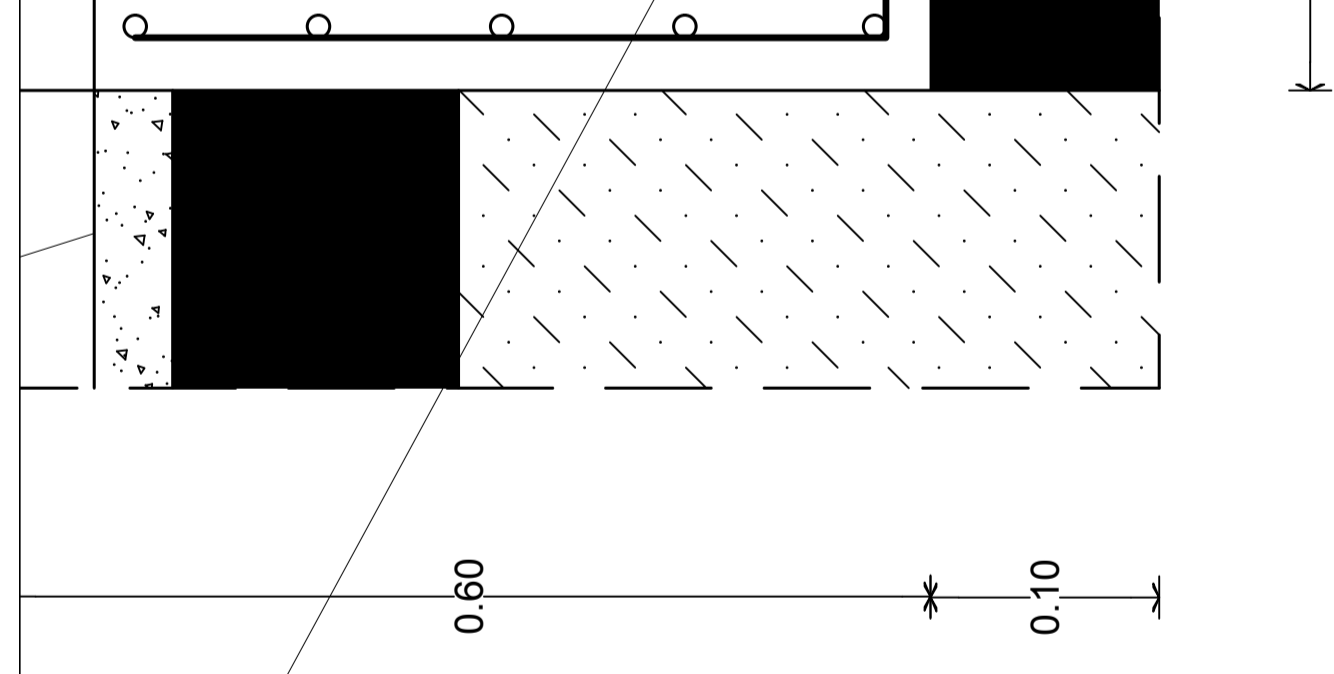


SIMBOLOGÍA			
	Poste en banqueta		Juegos infantiles y aparatos ejercicio
	Letrero Calle		Guarnición - banqueta
	Luminaria Farol		Registros o servicio publicos
	Banca Concreto		



SIMBOLOGÍA	
	Poste en banqueta
	Letrero Calle
	Luminaria Farol
	Banca Concreto
	Juegos infantiles y aparatos ejercicio
	Guarnición - banqueta
	Registros o servicio publicos

Repleno de repetate invertido y compactado con 20 cm de espesor.



SIMBOLOGÍA



UNAM / Facultad de Arquitectura
Benítez Alarcón José / García Gutiérrez Sergio

PROYECTO : Infraestructura verde y azul para el manejo de agua pluvial en la zona del Pedregal de Santo Domingo

UBICACIÓN:
Camellón ubicado sobre Eje 10 que va desde Cerro del Agua a Av. Aztecas.

PARTIDA:
Renders

CONTENIDO:
Cruce Peatonal

CLAVE:
RE-01



UNAM / Facultad de Arquitectura
Benítez Alarcón José / García Gutiérrez Sergio

PROYECTO : Infraestructura verde y azul para el manejo de agua pluvial en la zona del Pedregal de Santo Domingo

UBICACIÓN:
Camellón ubicado sobre Eje 10 que va desde Cerro del Agua a Av. Aztecas.

PARTIDA:
Renders

CONTENIDO:
Sendero Camellón

CLAVE:
RE-02



UNAM / Facultad de Arquitectura
Benítez Alarcón José / García Gutiérrez Sergio

PROYECTO : Infraestructura verde y azul para el manejo de agua pluvial en la zona del Pedregal de Santo Domingo

UBICACIÓN:
Camellón ubicado sobre Eje 10 que va desde Cerro del Agua a Av. Aztecas.

PARTIDA:
Renders

CONTENIDO:
Juegos Infantiles

CLAVE:
RE-03



UNAM / Facultad de Arquitectura

Benítez Alarcón José / García Gutierrez Sergio

PROYECTO : Infraestructura verde y azul para el manejo de agua pluvial en la zona del Pedregal de Santo Domingo

UBICACIÓN:

Camellón ubicado sobre Eje 10 que va desde Cerro del Agua a Av. Aztecas.

PARTIDA:

Renders

CONTENIDO:

Sendero Camellón

CLAVE:

RE-04



UNAM / Facultad de Arquitectura

Benítez Alarcón José / García Gutiérrez Sergio

PROYECTO : Infraestructura verde y azul para el manejo de agua pluvial en la zona del Pedregal de Santo Domingo

UBICACIÓN:

Camellón ubicado sobre Eje 10 que va desde Cerro del Agua a Av. Aztecas.

PARTIDA:

Renders

CONTENIDO:

Cruce Peatonal

CLAVE:

RE-05



UNAM / Facultad de Arquitectura

Benítez Alarcón José / García Gutiérrez Sergio

PROYECTO : Infraestructura verde y azul para el manejo de agua pluvial en la zona del Pedregal de Santo Domingo

UBICACIÓN:

Camellón ubicado sobre Eje 10 que va desde Cerro del Agua a Av. Aztecas.

PARTIDA:

Renders

CONTENIDO:

Aérea de Estar

CLAVE:

RE-06



UNAM / Facultad de Arquitectura Benítez Alarcón José / García Gutierrez Sergio	PROYECTO : Infraestructura verde y azul para el manejo de agua pluvial en la zona del Pedregal de Santo Domingo	UBICACIÓN: Camellón ubicado sobre Eje 10 que va desde Cerro del Agua a Av. Aztecas.	PARTIDA: Renders	CONTENIDO: Vista lateral	CLAVE: RE-07
--	--	---	----------------------------	------------------------------------	------------------------



UNAM / Facultad de Arquitectura

Benítez Alarcón José / García Gutierrez Sergio

PROYECTO : Infraestructura verde y azul para el manejo de agua pluvial en la zona del Pedregal de Santo Domingo

UBICACIÓN:

Camellón ubicado sobre Eje 10 que va desde Cerro del Agua a Av. Aztecas.

PARTIDA:

Renders

CONTENIDO:

Xerojardín

CLAVE:

RE-08



UNAM / Facultad de Arquitectura

Benítez Alarcón José / García Gutierrez Sergio

PROYECTO : Infraestructura verde y azul para el manejo de agua pluvial en la zona del Pedregal de Santo Domingo

UBICACIÓN:

Camellón ubicado sobre Eje 10 que va desde Cerro del Agua a Av. Aztecas.

PARTIDA:

Renders

CONTENIDO:

Xerojardín

CLAVE:

RE-09



UNAM / Facultad de Arquitectura

Benítez Alarcón José / García Gutiérrez Sergio

PROYECTO : Infraestructura verde y azul para el manejo de agua pluvial en la zona del Pedregal de Santo Domingo

UBICACIÓN:

Camellón ubicado sobre Eje 10 que va desde Cerro del Agua a Av. Aztecas.

PARTIDA:

Renders

CONTENIDO:

Área de estar

CLAVE:

RE-10



UNAM / Facultad de Arquitectura

Benítez Alarcón José / García Gutierrez Sergio

PROYECTO : Infraestructura verde y azul para el manejo de agua pluvial en la zona del Pedregal de Santo Domingo

UBICACIÓN:

Camellón ubicado sobre Eje 10 que va desde Cerro del Agua a Av. Aztecas.

PARTIDA:

Renders

CONTENIDO:

Corte Xerojardín

CLAVE:

RE-11

9

9. CONCLUSIONES

Después de haber analizado el estado actual en el que se encuentra la Ciudad de México y en específico de la Avenida Eje 10 que se ubica en la zona de los Pedregales, se hace ostensible que México y los mexicanos aún no comprendemos la importante relación que tiene la humanidad con el medio en el que desarrolla su vida diaria; dicho esto es evidente que aún no hemos sacado provecho de las condiciones naturales que nos rodean y no hemos mantenido el equilibrio que existe ante el medio natural.

A México y a la sociedad mexicana aún le cuesta trabajo valorar los recursos naturales que gozamos por la ubicación geográfica en la que nos ubicamos. Con el paso del tiempo, poco a poco se van viendo más intervenciones o mayor número de acciones y/o propuestas para tomar acciones en el tema hídrico, pero aún nos falta mucho camino por recorrer para lograr a un estado idóneo del aprovechamiento de los recursos naturales.

Cada día se cuentan con menos áreas naturales a causa de la sobrepoblación, esto genera un efecto mariposa en el cual toda la población se ve afectada; sin embargo, pensamos que esta problemática viene desde el ámbito de la ciudad, ya que no existe una cultura adecuada que vea por el cuidado y buen manejo de los recursos naturales, comenzando por nuestro tema que es el recurso hídrico, en específico de las aguas pluviales.

En función a este pensamiento e ideología es que desarrollamos el presente trabajo, cuyo tema principal y fundamental fue el manejo del agua pluvial en el espacio urbano y que finalmente verifica el potencial que tiene un proyecto con estas particularidades que logra convertir un fenómeno social y urbano como la son las inundaciones, en una pertinencia para generar espacios que brinden servicios culturales, recreativos, y deportivos que actualmente hacen mucha falta en una zona tan poblada como lo son los Pedregales.

Así mismo se reitera el poderío, la capacidad y el alcance que tiene el uso de la infraestructura verde y azul como una sola. Ya que cuando estas van de la mano, se obtienen mejores resultados y se logran intervenciones multifuncionales. En México se lograrían muchos cambios si se tuvieran varios proyectos que cuenten con estas dos infraestructuras, esto mejoraría la calidad ambiental y espacial teniendo como resultado una mejor calidad de vida.

Al final de este proyecto creemos que se llegó a una solución puntual que cubre las necesidades en base a la investigación y antecedentes previos. El conjunto de estrategias y ejes que fueron seleccionados da como resultado un proyecto muy amplio y puntual, explotamos los espacios y el manejo de la infraestructura azul y verde como uno solo eje. Claro que al principio, juntar estas piezas del rompecabezas fue difícil y no teníamos muy claro que tanto debíamos de abarcar de cada uno de estos factores y hacia dónde teníamos que llegar para que el futuro habitador sintiera un cambio realmente. Afortunadamente como un primer acercamiento cumplimos con nuestra visión inicial de lo que queríamos lograr en la zona.

Al estudiar nuestros 3 principales libros tuvimos una guía bastante extensa de cómo aterrizar las cosas para lograr el proyecto. La zona de Santo Domingo tampoco fue fácil, pero creemos que en muchas otras partes de la ciudad ya son más atendidas y queríamos centrarnos en una zona que realmente necesita un cambio de este tipo. Al final, quedamos tranquilos al saber que trabajamos en algo que de verdad puede servir en un futuro. La cuestión verde y azul ahora más que nada es algo que nos interesa a todos y estos temas deberían de ser puntos de partida en la mayoría de los proyectos arquitectónicos.

El proyecto en general desde nuestro punto de vista es bastante asequible, ya que al implementar todas estas estrategias es algo que beneficiara a la larga toda esta área y creemos que el costo beneficio compensa todo el proyecto, pues la vegetación, los drenes, repavimentaciones y agregados es algo pequeño pero que al final pensamos tendrá resultados bastantes prometedores. Claro que estas estrategias aplicadas en un contexto virgen facilitaría demasiado las cosas, tienes mas opciones de jugar con la idea y se explotaría al cien porciento todos estos conceptos.