

Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Arquitectura



Canal Nacional - Sistema Hídrico como generador de espacio público
Ciudad de México, México

Tesis que para obtener el título de Arquitecto, presentan:

Gabriela Díaz Cervantes

Martha Paola Nuñez López

Sinodales:

M. en Arq. Elena Tudela Rivadeneyra

M. en Arq. Loreta Castro Reguera Mancera

M. en Arq. Yvonne Labiaga Peschard

Ciudad Universitaria, Cd. Mx.

Junio, 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

AGRADECIMIENTOS

GABRIELA DÍAZ CERVANTES:

A mi mamá, que nunca dejó de creer en mí, que siempre me motivó y apoyó. Hoy no podría ser posible todo esto de no ser por ti, fuiste y serás mi gran soporte y ejemplo a seguir. Gracias por enseñarme a no darme por vencida y encontrar fortaleza en una misma, este es un logro para las dos; a mi hermano, que siempre me brindó una mano amiga, un abrazo reconfortante, una desvelada con su compañía y un consejo para seguir adelante. Los amo con todo mi corazón.

A mi familia, mi abuelita, mis tías, mis tíos; a Sergio, Alma y mis amigos, por jamás dejarme sola, procurarme y ayudarme a lo largo de la carrera y mi vida, ustedes son parte de quien soy hoy, y les estoy agradecida por todo lo que me han brindado.

A Paola Nuñez, por ser una gran compañera durante la tesis, fue una grandiosa experiencia compartir mi seminario contigo, pero sobretodo encontrar a una excepcional amiga en ti, te quiero mucho.

A mis sinodales, Mtra. Loreta Castro, Mtra. Elena Tudela y Mtra. Yvonne Labiaga, por el gran número de enseñanzas y retos a lo largo del seminario, por abrirme los ojos a nuevos panoramas, ideas y entendimientos de la arquitectura. Un placer enorme haber sido su alumna.

A mi universidad, mi UNAM, por brindarme todo.

PAOLA NUÑEZ LÓPEZ:

A mis padres por darme el apoyo incondicional sin importar las circunstancias. Por inculcarme los valores suficientes para enfretarme a la vida y por acompañarme en este camino tan lleno de buenas y no tan buenas experiencias. A mi hermano por ayudarme cuando lo necesité.

A Néstor por siempre motivarme a seguir e impulsarme a siempre hacer lo mejor. Y por ser parte incondicional y una de las mejores experiencias durante la carrera.

A Gabriela Díaz por haberla encontrado al final del viaje y convertirse en mi mejor amiga. Gracias por ser parte de esta tesis. Sin ella no hubiese sido posible.

A todos los amigos que permanecen en mi vida.

A mis sinodales, Mtra. Elena Tudela, Mtra. Loreta Castro y Mtra. Yvonne Labiaga: agradezco haber sido parte de este seminario y de todo el conocimiento y ayuda que recibí de su parte. Sin duda el mejor año dentro de la carrera.

Gracias a la UNAM por todo.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	VII
MARCO TEÓRICO	VIII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	X
HIPÓTESIS	XI
OBJETIVOS	XII
METODOLOGÍA	XIII
1. LA CUENCA DE MÉXICO	16
1.1 Historia de la Cuenca de México	18
1.2 Estado actual	22
1.3 Hundimientos diferenciales en la Ciudad de México	29
2. DIÁLOGOS CON LOS HUNDIMIENTOS DIFERENCIALES	37
2.1 Introducción	40
2.2 Diálogos 1, 2 y 3	41
2.3 Tlatelolco	65
2.4 Dispositivo de medición: Huella Imborrable	75
3. CANAL NACIONAL	81
3.1 Introducción	84
3.2 Análisis a escala cuenca	85
3.3 Análisis a partir del registro de hundimiento anual en la Ciudad de México. Delimitación sur.	89

95	3.4 Estado actual: análisis con base en capas de información cartográfica y estadística.
121	3.5 Selección del área de intervención
126	3.6 Diagnóstico
133	3.7 Pronóstico
134	3.8 Conclusiones
137	4. CANAL NACIONAL. SISTEMA HÍDRICO COMO GENERADOR DE ESPACIO PÚBLICO
140	4.1 Lineamientos y estrategias de diseño
160	4.2 Plan maestro. Canal Nacional tramo Calzada de la Virgen - Avenida Santa Ana
195	5. CONCLUSIONES
198	6. BIBLIOGRAFÍA

INTRODUCCIÓN

Para favorecer al desarrollo sustentable y a una ciudad resiliente, el Taller Hídrico Urbano (THU) se argumenta en la idea de que el Urbanismo de Paisaje funge como una infraestructura sensible al contexto de la Cuenca de México.

Bajo esta premisa, el THU se ha aproximado a diferentes zonas dentro de la cuenca proponiendo proyectos a escala regional y local, integrando el recurso del agua para generar una mejor utilización del recurso.

A lo largo de las diferentes generaciones que han pasado por el Taller Hídrico Urbano, se han hecho investigaciones y propuestas urbano arquitectónicas en zonas como Tláhuac y Mixquic; el centro de Iztapalapa; Zumpango, Estado de México; los ejes viales 5 y 6 de la Ciudad de México; y finalmente, la generación 2016 – 2017, se concentró en el tema de: Testigos del hundimiento. Agua, ciudad y subsidencias.

La finalidad de este documento es la investigación de las zonas mayormente afectadas por los hundimientos dentro de la metrópoli, a partir de un análisis a escala cuenca para posteriormente, definir un polígono de estudio y así gestar una propuesta en pro del mejoramiento de este fenómeno.

El primer capítulo se enfoca en la ubicación geográfica y geológica de la Cuenca de México, así como el proceso que sufrieron los lagos al ser drenados. También se incluyen los registros de hundimientos que han presentado la ciudad a partir del siglo XIX hasta nuestros días, así como los motivos que originan este suceso.

Para contraponer el fenómeno de subsidencia con el arte, se realizaron una serie de piezas artísticas a partir de textos con datos técnicos y la perspectiva de ciertos artistas, para así, ejemplificar las consecuencias de los hundimientos. Este proceso se muestra en el capítulo dos de este escrito.

Canal Nacional fue el área de actuación seleccionada a analizar, para luego hacer frente a la subsidencia por medio de un proyecto urbano arquitectónico que atendiese la problemática identificada. En el capítulo tres, es posible encontrar todo el estudio del canal y sus alrededores, incorporando la justificación del polígono de acción.

Finalmente, se muestra el capítulo cuatro con las estrategias hídricas propuestas y el plan maestro para la regeneración de Canal Nacional. Este apartado concluye con el desarrollo de un anteproyecto, el cual corresponde a la selección de una propuesta de 3 realizadas.

MARCO TEÓRICO

La relación y adaptación hombre – naturaleza dentro del entorno lacustre de la Ciudad de México Tenochtitlán, ha sido transformada en un problema que aqueja a la metrópoli en la actualidad. El crecimiento de la mancha urbana ha sido causa de estrategias inmediatas en cuanto a infraestructura, espacio público y movilidad, que hoy en día ya no son eficientes ni suficientes, además de generar una ruptura en el tejido social.

Es aquí, donde se hace presente el urbanismo de paisaje para evidenciar que el diseño urbano y arquitectónico contemporáneos son incapaces de atender problemáticas que mejoren la calidad de vida y el bien colectivo. A su vez, busca suprimir a la arquitectura para ser éste el soporte del diseño urbano.

Gary Strang, en *Infrastructure as Landscape*, define que los sistemas que conforman la infraestructura son un gran potencial adicional a la proyección de nuevas formas urbano arquitectónicas. También expresa que estos elementos, sirven como materia prima a la hora del diseño arquitectónico con la finalidad de establecer una identidad local que se relacione directamente con la región que lo contiene. Esto quiere decir que al crear nuevos espacios incluyendo el diseño paisajístico de las infraestructuras, se demuestra la importancia social confinando nuevas capas de hitos urbanos, espacios y conexiones.

Para Strang, lograr sistemas de infraestructuras presentes en las ciudades, tan complicados que se consideran resilientes y adaptables, significa trabajar en equipo con diversas disciplinas como son la arquitectura, la ingeniería civil y estructural, arquitectura de paisaje y la biología.

Por otro lado, es importante la técnica para la representación de proyectos paisajísticos infraestructurales, dado que de ello depende la imaginación de esas nuevas formas. James Corner, es un arquitecto paisajista que defiende la idea de encontrar nuevas maneras de representación que sean el medio para cumplir el objetivo.

En *Eidetic Operations and New Landscapes*, define lo eidético como un concepto mental que posee características tangibles, al mismo tiempo, acústicas, táctiles, cognitivas o intuitivas. Las imágenes eidéticas enmarcan un abanico de ideas que promueven la creatividad humana. Por medio de ello, idealiza el camino para el desarrollo del paisajismo moderno, ya que precisa de nuevas técnicas de conceptualización.

La creación de estas imágenes eidéticas, no representan la realidad de la idea, sino que muestra sus posibilidades. Se suman a esto, las técnicas de mapeo, planeación, diagramación, etcétera, los cuales permitirán avances en el desarrollo del proyecto y la concentración del enfoque del mismo en vez de mostrar el producto terminado.

El Sistema hídrico tiene como misión la adecuación artificial del agua para satisfacer las necesidades del hombre y su entorno artificial; las necesidades van desde la potabilidad del agua, bebida, higiene personal, riego, defensa y protección de sistemas productivos y asentamientos humanos ante peligros o catástrofes por inundaciones, lluvias, ciclones, etc., y preservar las fuentes de agua antes, durante y después de su aprovechamiento.

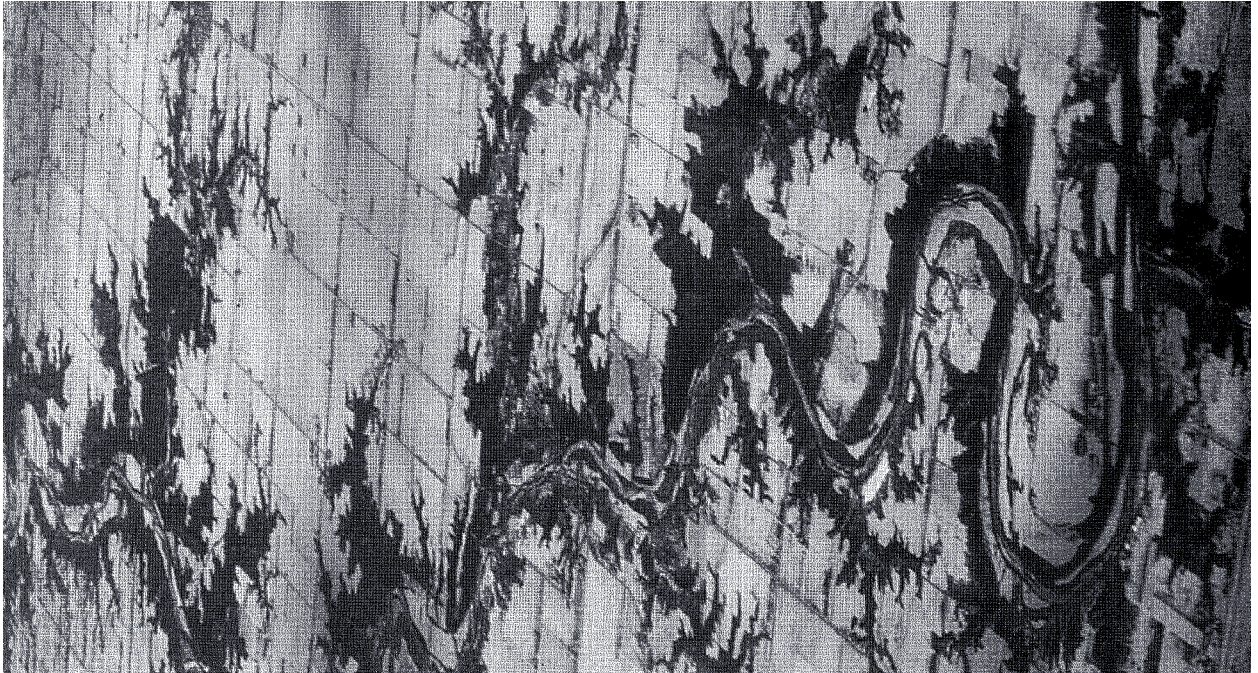
En la actualidad, disciplinas como la arquitectura, ingeniería, sociología, economía, biología y en éste caso, el urbanismo de paisaje, son y serán las áreas multidisciplinarias que tienen metas claras para mejorar y favorecer el desarrollo y calidad de vida del ser humano, pues el diseño de entornos artificiales que provean y satisfagan las necesidades básicas del hombre es urgente ante los desafíos que nos presenta el nuevo siglo y los modos de vida y consumo de la sociedad.

Una de las áreas que, en particular, comienzan a incluir de manera más acelerada diferentes disciplinas en su quehacer cotidiano es la del urbanismo, dedicada al entendimiento y determinación del desarrollo y diseño de las ciudades que habitamos. Y no parece ser un desacierto si tomamos en cuenta que son las grandes urbes del mundo las principales responsables de la creciente demanda de recursos y de la paulatina pérdida de hábitat natural derivada de su continua expansión. Ya se ha pronosticado que, en escasos treinta años, 80% de la humanidad habitará en asentamientos de tipo urbano y dichas aglomeraciones ocuparan tan sólo 2.7% de la superficie terrestre, pero demandarán satisfactorios para sus necesidades a la restante área planetaria sin urbanizar. (Montañana, Delfín y Natalia Gálvez. 2013).

Relacionado a lo anterior, el espacio público es el lugar para ser ocupado y disfrutado, donde las personas se identifican, se expresan y se encuentran, se construye para dar continuidad a la ciudad, para integrar los distintos lugares que la conforman independientemente de sus funciones y sin causar riesgos. La existencia del Espacio Público además de favorecer la accesibilidad y movilidad, coadyuva al Sistema Hídrico de la ciudad de manera adecuada para seguir promoviendo su sustentabilidad y sostenibilidad.

Missouri River Valley.

Fuente: Strang, Gary. 1996. Tomado de: Infrastructure as Landscape [Infrastructure as Landscape, Landscape as Infrastructure]



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El establecimiento de la Ciudad de México sobre uno de los cinco lagos dentro de la Cuenca de México, da constancia de la existencia de un sistema híbrido hombre – naturaleza. Esto quiere decir que los habitantes de la entonces Tenochtitlán tenían una perfecta adaptación al entorno lacustre en el que les tocó vivir. Desafortunadamente, tras la conquista el desecar la cuenca fue un sueño perseguido hasta apenas el siglo pasado, en el que grandes edificaciones de drenaje fueron construidas para su desecamiento. Sin dejar de lado, la perforación de pozos para la extracción de agua y abastecimiento de la misma, dado el avance en el crecimiento de la población.

El método utilizado para la obtención de agua de consumo humano, consiste en un 43% en la perforación de pozos de extracción. (SACMEX, 2012). Esta acción utilizada desmedidamente, ha causado la sobreexplotación del acuífero y, a su vez, la deshidratación de las arcillas en el subsuelo, lo que da paso al fenómeno de hundimientos diferenciales. A partir del siglo XIX, se ha tenido registro de hundimiento en zonas de la metrópoli donde existió el lago.

El crecimiento poblacional desmesurado dentro de la Ciudad de México, ha llevado al aumento en la demanda por abasto de agua, aunado al gran volumen de descargas de aguas residuales ocasionando que al paso de los años la mayor parte de cuerpos de agua en la Cuenca de México hayan sido entubados para recibir en ellos dichas descargas y para comunicar vehicularmente distintos puntos de la ciudad, además de aumentar la celeridad de subsidencia.

Canal Nacional (el Canal de La Viga), no fue la excepción a las transformaciones que ha vivido la ciudad. El cauce fue cegado para convertirse en una calzada que, a diario, alberga miles de automóviles. Actualmente existe un tramo a cielo abierto en el que su uso es para llevar agua tratada hacia los canales de Xochimilco y paralelo a él, existe un sistema de drenaje semiprofundo.

A pesar de que el canal es un límite político entre dos delegaciones de la Ciudad de México; Coyoacán e Iztapalapa, separa estas demarcaciones física, urbana y socialmente ya que una posee características de mayor estabilidad que otra, sin embargo, ambas carecen de espacios abiertos. En tanto Coyoacán le da la espalda al canal y lo mantiene en abandono, Iztapalapa se apropia de él conservando su vegetación y definiendo espacios de uso recreativo.

Esto es una muestra de que, al paso del tiempo, la evolución de la Ciudad de México, ha perdido ese equilibrio entre el hombre y la naturaleza a consecuencia de las necesidades de consumo que demandan los habitantes. Además de insistir con las infraestructuras de drenaje para continuar con el desagüe dentro de la ciudad, la cual sigue con la necesidad de apartar un recurso vital.

HIPÓTESIS

El crecimiento acelerado y a gran escala de la población a partir del siglo XX, desembocó en la priorización de vías de comunicación sobre los cauces naturales de ríos y canales. Canal Nacional fue parte de esta transformación y a lo largo de los años condicionó una ruptura entre las delegaciones adyacentes al mismo; Coyoacán e Iztapalapa. Dicha ruptura causó modificaciones; físicamente en la disparidad de la imagen urbana y socialmente, generando marginación quedando vulnerable Iztapalapa.

Entonces, ¿cómo modificar la condición de borde de Canal Nacional para que se convierta en un articulador entre los territorios de Coyoacán e Iztapalapa?

Por medio de la definición de un sistema hídrico será posible revertir las condiciones de desigualdad, dotar mayor espacio público y desdibujar la característica de patio trasero del canal. El sistema incorpora una nueva calidad de agua a través del aprovechamiento del recurso pluvial a lo largo de Canal Nacional, sus andadores y predios aledaños, con posibilidad de ser intervenidos a escala urbano arquitectónica.

OBJETIVOS

GENERALES

Consolidar un proyecto integrador entre los componentes urbanos y sociales de un sitio y las partes físicas y naturales que en él se encuentren.

Establecer una conexión entre una infraestructura, como lo es Canal Nacional, espacio público y estrategias que impliquen el buen uso del recurso agua.

PARTICULARES

XII

1. Regenerar la infraestructura que representa Canal Nacional para promover interacción social y dignificar el territorio entre Coyoacán e Iztapalapa.
2. Generar un sistema hídrico que forme parte de ambas demarcaciones y a su vez funja como espacio público.
3. Agregar una nueva calidad de agua al canal, siendo ésta el agua pluvial.
4. Fortalecer la imagen de Canal Nacional con nuevo equipamiento para dotar de éste a ambos sectores.

METODOLOGÍA

La metodología empleada para la investigación de este documento, tuvo como objetivo la indagación de las zonas más afectadas por el fenómeno de subsidencia, a partir de un primer estudio a nivel cuenca. Es decir, tener un seguimiento en las diferentes escalas, hasta confluir en una pequeña región en la cual se pudiese actuar en pro de los hundimientos diferenciales.

Cabe mencionar, que la investigación se dividió en dos partes. La primera, fue hacer una pesquisa sobre las causas y el origen de los hundimientos. Esto como parte de los primeros acercamientos y trabajos dentro del taller; Diálogos con los hundimientos diferenciales. Dentro de esta primera indagación, se incluyó un estudio sobre la Unidad Habitacional Nonoalco Tlatelolco para la construcción de una pieza artística que evidenciara un testigo del hundimiento dentro de la ciudad y la cual fue parte de la exposición en el Centro Cultural Universitario Tlatelolco: La Ciudad está allá afuera. Demolición, ocupación y utopía.

La segunda parte de la investigación, fue a partir de la determinación de un polígono de estudio en el cual se encontrase registro de hundimiento dentro de la Ciudad de México. Posteriormente, se procedió al análisis cartográfico de la zona a estudiar con ayuda de documentos como los "Atlas de Riesgos" de las delegaciones Coyoacán e Iztapalapa, información geográfica (INEGI) y Planes de Desarrollo Urbano de las delegaciones anteriormente citadas. El resultado de esta información quedó reflejado en una serie de mapeos que muestran características físicas del área de estudio, como son depresiones, topografía, encharcamientos, registro de hundimientos, pozos de extracción y absorción, edafología, escorrentías y el riesgo de inundación. También, se tomaron en cuenta las características urbanas, las cuales dieron como resultado mapas con el uso de suelo, marginación y densidades.

El producto de la unión de todos los mapeos, fue la selección de un polígono a menor escala para ser intervenido, con el propósito de mitigar encharcamientos que se presentan en las partes bajas del área, además de eliminar las diferencias sociales tan marcadas entre ambas delegaciones por Canal Nacional, por medio de un sistema hídrico que aproveche el agua pluvial y que al mismo tiempo aporte espacio público a ambos sectores.

Ya identificada la problemática del sitio, se realizó la caracterización de la zona para así poder elegir una serie de predios que trabajasen en conjunto con el sistema hídrico que se quería lograr para así revertir las condiciones en las que se encuentra hoy en día.

Finalmente, toda esta investigación desembocó en un proyecto integrador entre dos delegaciones carentes de espacios abiertos, marcadas por desigualdad social y divididas por un canal con un importante potencial para desvanecer dichas particularidades.





LA CUENCA DE MÉXICO

1.1 HISTORIA DE LA CUENCA DE MÉXICO

1.2 ESTADO ACTUAL

1.3 HUNDIMIENTOS DIFERENCIALES EN LA CIUDAD DE MÉXICO



Figura 1.0: Cuenca de México sobre Eje Volcánico Transversal

Fuente: Díaz, Gabriela. 2018

HISTORIA DE LA CUENCA DE MÉXICO

La cuenca de México es denominada como una cuenca endorreica, lo que significa que no posee salidas naturales de agua, esto debido a un largo proceso de modificaciones en el suelo. Es una altiplanicie en su mayoría lacustre rodeada de un sistema de sierras y llanuras aluviales, perteneciente al “Eje Volcánico Transversal Mexicano” con una altitud de 2240 m.s.n.m. (Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México [UNAM], s.f.)

Por su ubicación geográfica colinda al norte con la Sierra de Pachuca y Sierra Tezontlalpan, al sur con la Sierra Chichinautzin, al este con Sierra Nevada, Sierra Calpulalpan y Sierra Topozán, y por último al oeste con la Sierra Monte Bajo y Sierra de las Cruces. (Burns, 2009)

La formación de la cuenca data de aproximadamente 25 millones de años, en donde la creación de una zona de subducción, es decir, el hundimiento del terreno y modificaciones verticales del mismo debido al choque de placas tectónicas, dieron lugar a la posterior configuración de lo que conocemos como la cuenca del Valle de México. (Santoyo, 2005)

Como se mencionó con anterioridad, el choque tectónico y la actividad volcánica dieron lugar a las características físicas de la zona; fue el mismo material volcánico expulsado durante el periodo del Mioceno Tardío el que formó diversas estructuras geológicas en el oriente y poniente de la cuenca de México, desviando y obstruyendo los cauces de los ríos existentes. (Santoyo, 2005)

Es en el periodo del Plioceno que la cuenca comienza a albergar cuerpos de agua en su interior sin posibilidad de salidas naturales, ya que se forma la Sierra Chichinautzin al sur-oeste, la Sierra de las Cruces al este y el norte de la cuenca queda bloqueada por los derrames de lava. Una vez bloqueadas las desembocaduras, se forma el gran cuerpo hídrico en las áreas con depresiones, que en épocas de estiaje se dividía en 5 lagos, pero que cuando

presentaba sus mayores niveles se transformaba en un gran lago. (Mooser, 1975)

La composición geológica de la cuenca es de rocas volcánicas así como de sedimentos lacustres; las primeras como resultado de constantes derrames de lava, piroclastos y cenizas alrededor de las sierras, debido a la actividad volcánica de la zona; los segundos por su parte como consecuencia del sistema de lagos, debido al proceso de depósito de materiales aluviales en el suelo lacustre, y la filtración y evaporación del fondo del lago en temporadas de precipitaciones y posteriormente en la ausencia de éstas, generando arenas, limos, arcillas y cenizas distribuidos en capas horizontales a lo largo de la cuenca. (UNAM, s.f)

Pueden definirse 4 capas generales en el subsuelo de la cuenca con base en el funcionamiento hidráulico y las propiedades físicas de los materiales consolidados y no consolidados:

ACUITARDO SUPERIOR: Esta capa cubre el 30% de la Ciudad de México (Hernández - Espriú et al., 2014). Su composición se divide en las siguientes capas (Santoyo et al., 2005): costra superficial que presenta un espesor mayor en la zona centro para adelgazarse en las zonas perimetrales a la zona lacustre; capa superior de arcillas con una transformación gradual de blandas a muy blandas; capa dura con formaciones arcillosas compuestas por limos arenosos, arcillas y grava; capa inferior de arcillas; depósitos granulares.

ACUÍFERO SUPERIOR: Se localiza por debajo del acuitardo superior, y representa una zona de extracción de agua, y un espesor de 800m (Hernández - Espriú et al., 2014). Según afirma Edmunds (2002) el mayor flujo de recarga para el acuífero proviene de la Sierra Chichinautzin, de las Sierras de Pachuca, las Cruces y Nevada, mientras que el área urbanizada de la Ciudad de México proporciona un mínimo nivel de filtración al mismo.

ACUITARDO INFERIOR: Se encuentra conformado por depósitos lacustres, entre ellos, las arcillas y limos, formados antes de las erupcio-

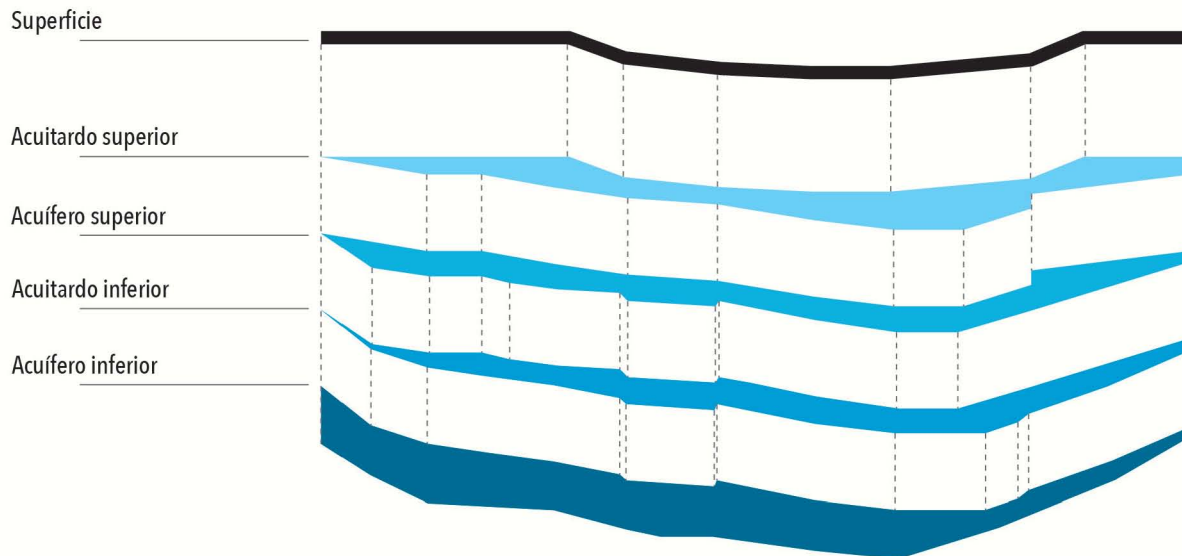


Figura 1.1: Capas físicas hidráulicas del subsuelo en la Cuenca de México.

Fuente: Díaz, Gabriela. 2018. Con información de Santillán, Luisa; Gutiérrez de Velasco, Beatrix. 2018.

nes que cerraron la salida del agua hacia el sur y que integraban a los antiguos lagos. (Hernández - Espriú et al., 2014; Lesser y Asociados, 2000)

ACUÍFERO INFERIOR: nuevamente conformada por materiales de origen volcánico con variabilidad en sus dimensiones, con un espesor no menor a 500m. El mayor espesor de la capa se halla en el noroeste y suroeste de la cuenca. (Hernández - Espriú et al., 2014)

Por otro lado la estratigrafía y estructura varía dependiendo de la zonificación en la cuenca, teniendo 3 zonas repartidas: zona de lago, zona de transición y zona de lomas.

FONDO DE LAGO: Posee una disposición con base en cinco capas, en estricto orden se ubican por (Gutiérrez, Mooser, Santoyo y Tamez, 1987):

- Costra superficial, cuya capa fue endurecida por el sol en épocas de estiaje.
- Formación arcillosa superior, que se conforma por arcillas blandas, con un espesor de 25 a 50m.
- Capa dura, que separa las formaciones arcillosas, compuesta de limos arenosos, bajos niveles de arcilla y grava.

- Formación arcillosa inferior, cuya composición posee arcillas con mayor grado de consolidación separadas por lentes duros, su profundidad es de 15m en la zona centro de la cuenca.

- Depósitos profundos con materiales granulares como arenas y grava aluviales limosas.

ZONA DE TRANSICIÓN: Es una franja que divide el suelo lacustre y el sistema de sierras que conforman la cuenca. Se distribuye según Gutiérrez, Mooser, Santoyo y Tamez, (1987) en dos capas:

- Inter-estratificada, barrancas por acumulación de acarreo fluviales de las lomas a la planicie.
- Abrupta, que es una transición en contacto entre arcillas lacustres y roca volcánica combinando arcilla y lente dura en una capa.

ZONA DE LOMAS: Ubicada a las faldas de las sierras, con una estructura de 3 partes:

- Tobas, o piedras volcánicas, en su estructura poseen porosidad, formada por cenizas, suele presentar fracturas.
- Depósitos de arenas compactas y semi compactas.

- Lahares, poco compactados, de compactaciones variables en sus componentes. (Gutierrez, Mooser, Santoyo y Tamez, 1987)

En cuanto a los cuerpos hídricos, fue en la parte más plana de la cuenca que surgió el lago Del Valle de México teniendo además un sistema de islas dentro del mismo de las cuales destacan Tenochtitlán, Tlatelolco, Nonoalco, Mixhuca y Tlalpan. Este lago era alimentado por una gran cantidad de ríos y manantiales. (Santoyo, 2005)

Dependiendo del clima, ya sea época de sequías o de precipitaciones, el nivel del gran lago descendía y surgían como consecuencia los 5 lagos por su ubicación de norte a sur Zumpango, Xaltocan, Texcoco, Xochimilco y Chalco.

La profundidad que poseían no era de proporciones grandes; la zona de mayor profundidad era el lago de Texcoco, con un aproximado de 700 a 1000 km² de desarrollo, por lo tanto sus niveles de salinidad eran los más elevados, mientras que el lago de Xochimilco poseía agua dulce. (Santoyo, 2005)

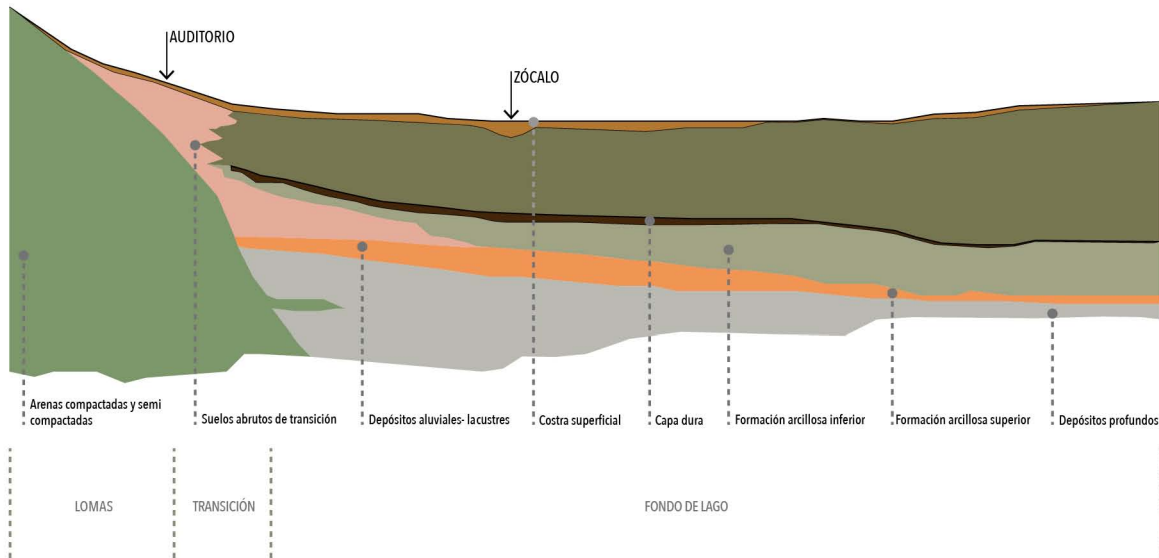
En cuanto a los ríos, eran aproximadamente 47 ríos los que llegaban al valle, 7 de

ellos fueron los más relevantes por sus grandes caudales o la trayectoria que poseían, siendo estos los ríos Cuautitlán, Tepotzotlán, Magdalena Contreras, Tlalnepantla, de los Remedios, Amecameca y Tlalmanalco.

Los manantiales que brotaban en la cuenca podían ser divididos en 3 categorías, agua dulce, de los principales Chapultepec, Xochimilco, Churubusco, Coyoacán y Santa Fe; de agua amarga, como los de Iztapalapa; y de aguas termales, teniendo como ejemplo los de Peñón de los Baños y el Pocito de Guadalupe. (Musset, 1992)

Figura 1.2: Secuencia estratigráfica de la Cuenca de México.

Fuente: Díaz, Gabriela. 2018. Con información de *Síntesis Geotécnica del Valle de México*. pp.22



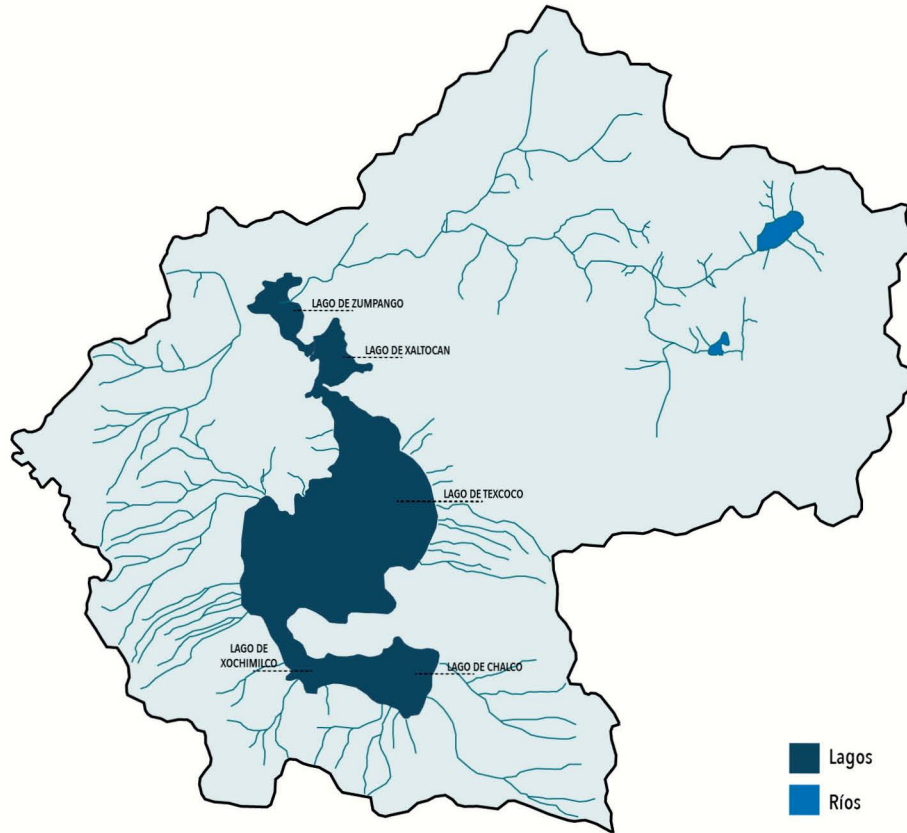


Figura 1.3: Hidrología en la Cuenca de México.

Fuente: Díaz, Gabriela. 2018. Con información de *Síntesis Geotécnica del Valle de México*. pp. 28

ESTADO ACTUAL

La cuenca ha sufrido grandes transformaciones físicas a lo largo de los años, desde su ocupación por civilizaciones prehispánicas, hasta su alto grado de urbanización en la década de los 70's.

Desde el año 1200 a.C., pueblos pertenecientes a la cultura de Cuicuilco tuvieron asentamientos en la cuenca, con poblaciones que sobrepasaban los 20,000 habitantes, pero el pueblo se vio destruido por una erupción del volcán Xitle antes del año 200 d.C. Posterior a este periodo, se consolidó en el norte de la cuenca la ciudad de Tenochtitlán, superando la población del pueblo de Cuicuilco, con 100,000 habitantes, y desapareciendo en el año 650 d.C. (Universidad Nacional Autónoma de México, [UNAM], s.f.)

Tiempo después llegan a la cuenca los Chichimecas apoderándose de las zonas territoriales de Tenayuca, Azcapotzalco, Texcoco, Xochimilco, Tláhuac y Chalco.

No es hasta 1300 d.C., que llegan los Aztecas a ocupar la cuenca, teniendo como única opción asentarse en una isla interior de Texcoco, debido a la previa ocupación del terreno en zonas aledañas. Es esta cultura la que eventualmente se apoderaría de la cuenca por medio del uso de chinampas, esculpiendo una ciudad sobre el agua; también realizaría varias construcciones hídricas como el Albarradón de Nezahualcōyotl para separar las aguas saladas de Texcoco de las aguas dulces de Xochimilco, así como calzadas, diques y canales. (Legorreta, 2006)

La conquista española es un parteaguas en la urbanización y desecación de los lagos en la cuenca. Cuando la capital de la Nueva España se fundó en lo que ahora fue la ciudad de Tenochtitlán-Tlatelolco, sufrió casi inmediatamente fuertes inundaciones, una de las principales causas era la previa destrucción del Albarradón de Nezahualcōyotl durante las guerras de la conquista, desde el cerro de Atzacolco hasta lo que conocemos como Iztapalapa. Otra de las causas fue el descuido de acequias y compuer-

tas. (Legorreta, 2006)

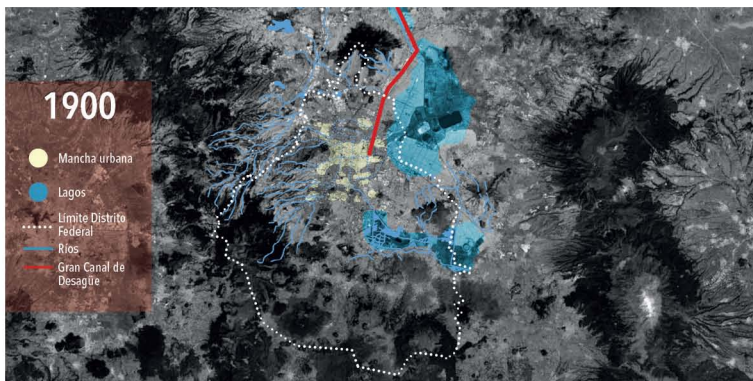
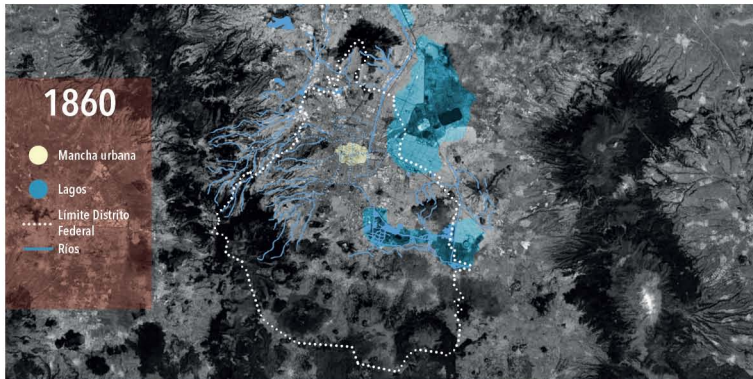
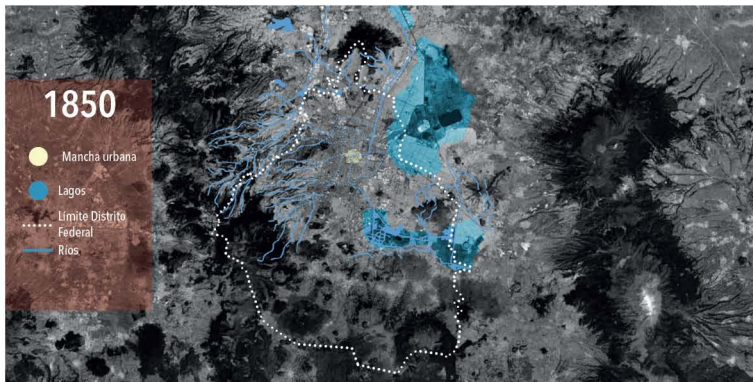
Durante la instauración de la nueva ciudad hubo un gran empeño en darle mayor importancia a las calles que a los canales, por lo que se emprendieron trabajos de relleno en éstos últimos. Para el año de 1525 el desperdicio y poco manejo del agua en el estilo de vida colonial detonaron la escases de agua, por lo que se realizaron trabajos de construcción de cañerías necesarias que llevaran agua limpia hasta el Zócalo, sin embargo no logra ser una solución satisfactoria ya que a pocos años después estas tuberías no fueron suficientes para el control de las aguas pluviales, lo que desencadenó en desbordamientos de las mismas. (Espinosa, 1991)

A lo largo del siglo XVI diversas inundaciones aquejaron a la ciudad, una de las más graves ocurrió en el año 1555 con severas repercusiones en la zona. Estos continuos fenómenos convocaron a soluciones prontas, como la construcción de un albarradón de protección llamado San Lázaro. (Legorreta, 2006)

No es hasta el siglo XVII en el año de 1607, luego de haber sufrido nuevamente una inundación en 1604, que se ordena la construcción del sistema de desagüe general de la ciudad a cargo del Ingeniero Enrico Martínez, cuyo proyecto consistió en el Túnel de Huehuetoca.

En el año 1627 las constantes precipitaciones continuaron inundando los alrededores de la ciudad, así como en 1628 y todavía en 1629 que duró hasta el año 1634. Es por ésta prolongada época de precipitaciones constantes y abundantes, que se decide ampliar el ya en construcción Túnel de Huehuetoca, planeando para esta ocasión que sea un tajo abierto, concluyendo su construcción en el año 1789 y denominándolo Nochistongo. (Legorreta, 2006)

Posteriormente, a finales de 1794, con el fin de seguir controlando el lago aún existente de Xaltocán, se construyó el canal de Castera que se conectaría en cierto punto el Tajo de Nochistongo. (Legorreta, 2006)



Para el siglo XIX, durante el gobierno de Maximiliano de Habsburgo, se construye un nuevo drenaje, nombrado el Canal de San Lorenzo, hoy día conocido como Canal de Garay, posteriormente el proyecto consistió en la creación de un sistema que permitiera reducir el nivel de agua en el lago de Texcoco proveniente de los lagos Xaltocán y Zumpango; a partir de este punto la estructura se extendió hasta Tequixquiac con 10.2 kilómetros para desbordar las aguas en el río del mismo nombre.

Las obras se vieron constantemente interrumpidas por los cambios de gobierno de la época y la intervención francesa.

Durante el mandato de Porfirio Díaz, se reanudan las construcciones del Gran Canal de Desagüe y el Túnel de Tequixquiac, tras vivir un estancamiento político por el cambio de gobierno.

En el año de 1897 se terminaron las obras del canal, para realizar pruebas en los años consecutivos hasta ser inaugurado en 1900 por el Sistema de Desagüe de la Ciudad de México cuyo mayor logro fue el funcionamiento por medio de gravedad.

Además del proyecto de desagüe, se contemplaron acciones de saneamiento para la ciudad, por medio de la construcción de redes que recogieran las aguas negras para descargarlas en el Gran Canal y al Lago de Texcoco.

Si bien la reducción en las consecuencias por las inundaciones fueron notables, el problema no logró ser abordado en su totalidad nuevamente, y a principios de 1900 el suroeste de la ciudad vuelve a albergar inundaciones. (Sistema de Aguas de la Ciudad de México [SACMEX], 2012)

Después del periodo de La Revolución Mexicana, con el proceso de consolidación político de la ciudad, se dispuso como prioridad la transformación para el tránsito de automóviles. Zonas como Coyoacán, Santa Fé, Iztapalapa, Xochimilco, Tlalpan y Tláhuac elevaron sus índices de urbanización, alcanzando para el año 1930, una población total de 950 000 habitantes, y 23 años después se triplicaría esta cantidad. Por supuesto, un incremento poblacional sin planeación se tradujo en sobresaturación en las existentes líneas de desagüe, obligando a

las autoridades proceder con la construcción de un nuevo sistema, llamado el Nuevo Túnel cuya operación inició en 1955. (Legorreta, 2006)

Para la década de los 40's, continuando con la pavimentación para que las calles fueran transitadas por los autos, se entubaron los ríos Churubusco, Magdalena Contreras, San Ángel, Mixcoac, de la Piedad, Becerra, Tacubaya, Consulado, San Joaquín y Miramontes, por decir los más importantes. (SACMEX, 2012)

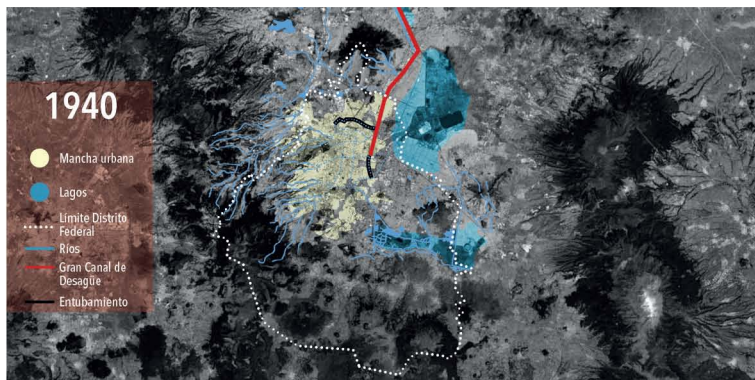
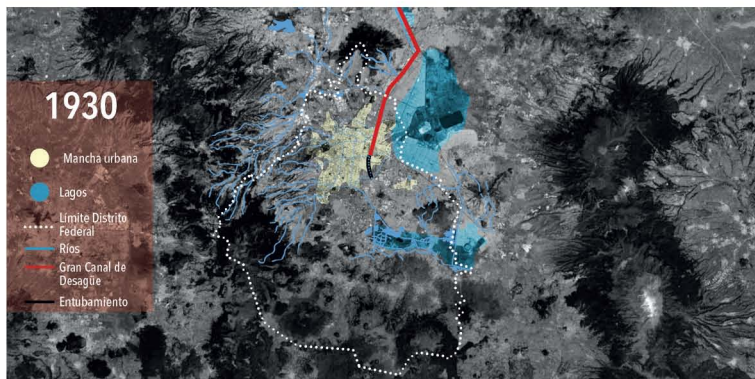
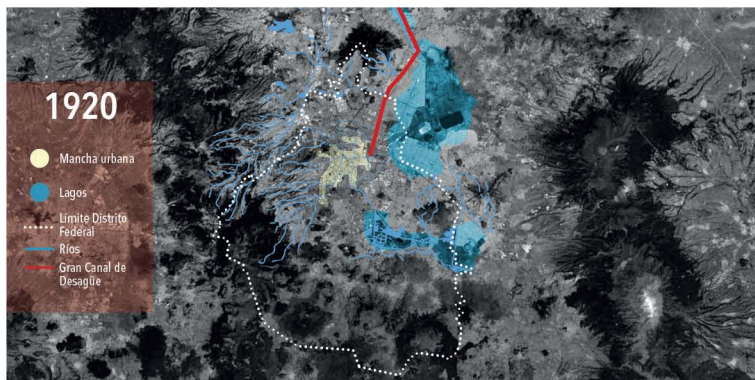
En la década de los 50's también se desvió el cauce del Río Churubusco, para poder rescatar la zona chinampera de Xochimilco y Tláhuac.

Otra de las consecuencias de los altos niveles de urbanización, fueron la disminución en los porcentajes de recarga y filtraciones de aguas pluviales a los subsuelos, acrecentando los hundimientos en el Centro Histórico y provocando que la pendiente del Gran Canal se viera afectada.

La década de los 50's fue significativa en cuanto a los aspectos hidráulicos de la ciudad. No sólo se construyó el Nuevo Túnel y se desviaron y entubaron los ríos, también se comenzó la planeación del Drenaje Profundo. Su construcción comienza en el año 1966 y la culminación de la primera fase fue en 1975, siendo suficiente apenas para el acelerado crecimiento que la población presentaba. (Legorreta, 2006)

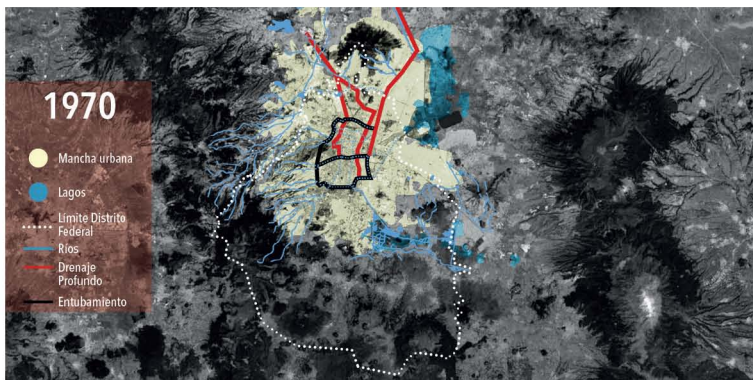
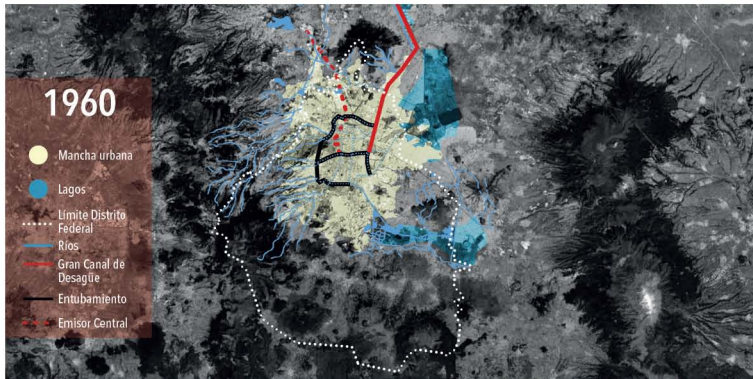
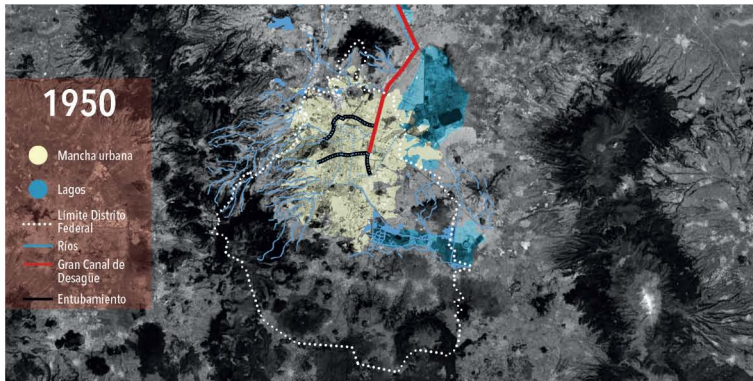
A grandes rasgos, el sistema consistió en dos túneles, el central y el oriente, con 8 y 10 kilómetros de extensión respectivamente, una profundidad no menor a los 30 metros y 5 metros de diámetro cada uno. Estos dos interceptores conducen el agua hasta el emisor central, con 6m de diámetro, 240m de profundidad y 50 km de longitud. La construcción del drenaje no cesó en 1975 pese a que entró en funcionamiento, y en el año 2006 alcanzó 110 kilómetros de desarrollo. (Legorreta, 2006)

El trayecto del Emisor Central da comienzo en Cuauhtepac de la delegación Gustavo A. Madero hasta el río El Salto.



Figuras 1.7; 1.8; 1.9: Mancha urbana, lagos e infraestructura hidráulica en la Cuenca de México.

Fuente: Nuñez, Paola. 2019.



Mientras tanto, el Interceptor Central mantiene su recorrido por Doctor Vértiz y Obrero Mundial; su trayecto toca los puntos con el río La Piedad, el río Los Remedios y Tlalnepantla.

Por último, el Interceptor Oriente se puede dividir en dos tramos, el norte que va desde la calle Agiabampo y Troncoso, pasando por Zaragoza, la calzada San Juan de Aragón y llegar hasta su intersección con el Emisor Central. El tramo sur por su lado, mantiene su trayectoria por el Eje 3 Oriente, pasando por Taxqueña y conectando a su vez con el Interceptor Canal Nacional-Canal de Chalco. (SACMEX, 2012)

Por un tiempo se lograron mantener las inundaciones con cierto control, pero el problema volvió afectar a la ciudad en el año 2000, cuando las fuertes lluvias provocaron la inundación de la zona de Chalco, así como el desbordamiento en varios canales de la ciudad. Teniendo en mente estos asuntos, se mandó a construir el Túnel Río de la Compañía, con una longitud de 6.7 km y 5m de diámetros en el oriente de la ciudad, el cual fue finalizado en el 2009. (Comisión Nacional del Agua [CONAGUA], 2018)

Ante la disminución en la capacidad del sistema de drenaje y el constante incremento tanto en la población como en los niveles de hundimientos en la ciudad, se convierte en necesidad invertir esfuerzos y recursos una vez más, y en el año 2007 se construyen 4 plantas de bombeo para el Gran Canal y el Emisor Poniente, reduciéndose el riesgo de inundación en el valle aunque no de manera definitiva.

La obra que dentro de su planteamiento establece resolver de fondo los problemas del actual sistema de drenaje es el Túnel Emisor Oriente, cuya construcción dio comienzo en el 2008 y su término se prevee para el año 2019.

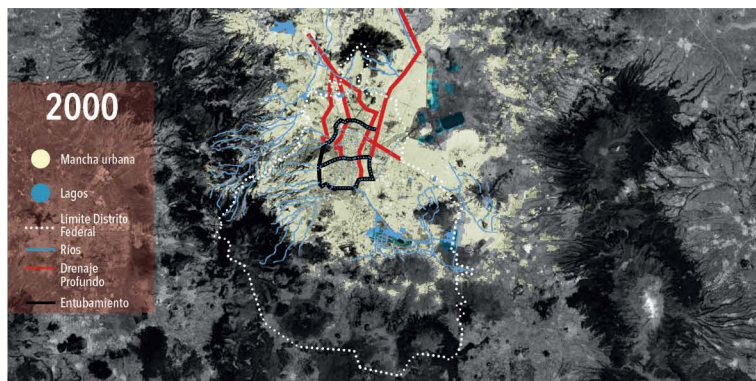
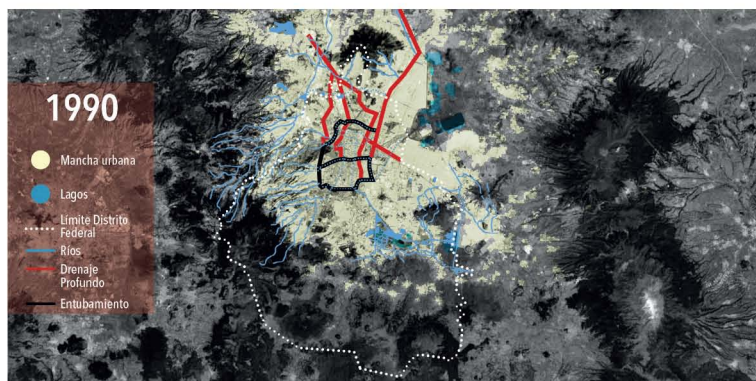
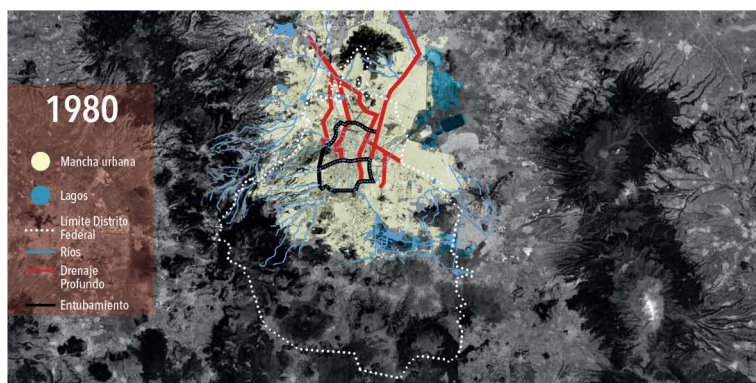
El "TEO" pretende ser el nuevo drenaje profundo con una extensión de 62 km y 7 m de diámetro, para ser capaz de conducir 150 m³/s. Su trayecto comienza desde el Río de los Remedios hasta el río El Salto en Hidalgo, y aun-

Figuras 1.10; 1.11; 1.12: Mancha urbana, lagos e infraestructura hidráulica en la Cuenca de México.

Fuente: Nuñez, Paola. 2019.

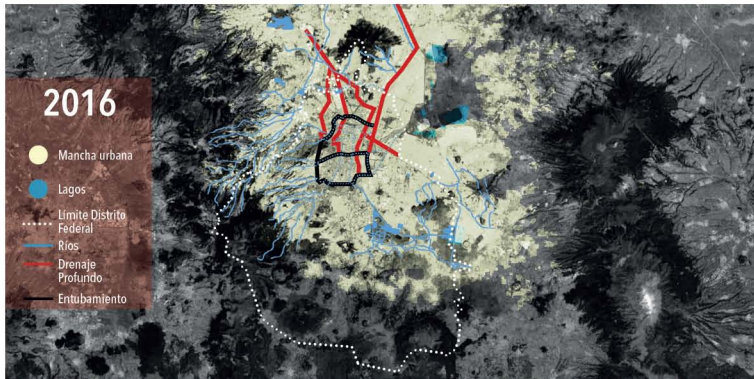
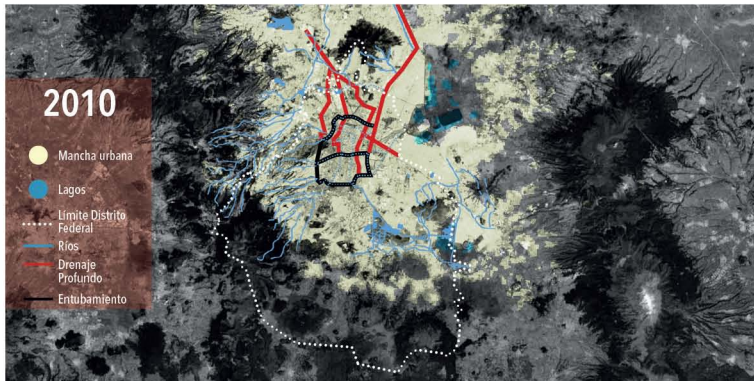
que aún no se concluyen sus obras, ya están en funcionamiento 10 km del mismo. Dentro de los objetivos del túnel se encuentra el poder conducir las aguas a una planta de tratamiento en Tula, Hidalgo. (CONAGUA, 2008)

A pesar de todos los esfuerzos y proyectos desarrollados para el control hídrico de la Ciudad de México, lo cierto es que al día de hoy, con los altos y alarmantes números de urbanización de la cuenca, la falta de agua en los acuíferos, y el problema cada vez más agravado de las inundaciones, se da cuenta que las soluciones presentadas hasta el momento carecen de un diálogo con los antecedentes del lugar, dejando entrever que la resolución puede no estar en los panoramas explorados e invitándonos casi de manera forzada a inferir en nuevas estrategias.



Figuras 1.13; 1.14; 1.15: Mancha urbana, lagos e infraestructura hidráulica en la Cuenca de México.

Fuente: Nuñez, Paola. 2019.



Figuras 1.16; 1.17: Mancha urbana, lagos e infraestructura hidráulica en la Cuenca de México.

Fuente: Nuñez, Paola. 2019.

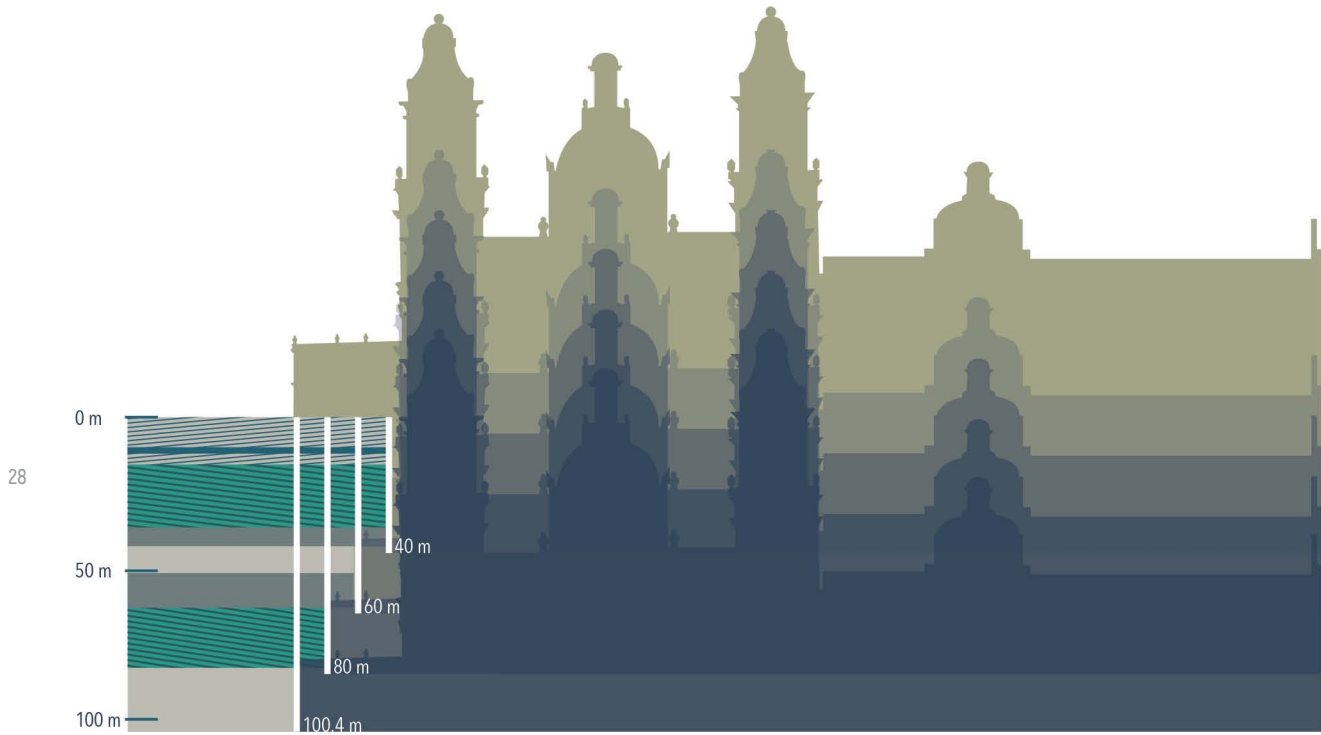


Figura 1.18: Hundimiento de la Catedral Metropolitana, Cd. México. De 1862 a 2011.

Fuente: Nuñez, Paola. 2019. Con información de "El Gran Reto del Agua en la Ciudad de México", pp. 125

HUNDIMIENTOS DIFERENCIALES EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Los hundimientos son un fenómeno que se ha presentado en la Ciudad de México a lo largo de su historia. Dado que fue establecida sobre el lecho de un antiguo lago, el subsuelo que la sostiene es de tipo blando y contiene extensos mantos acuíferos. Estas características provocan, con el paso del tiempo, la subsidencia en distintos puntos de la metrópoli debido al reblandecimiento del suelo o a la extracción de agua para el consumo humano. (Aguilera, 2013)

Cuando se extrae una cantidad de agua del acuífero mayor a la que se le infiltra, se considera sobreexplotado. El resultado de tal exceso se ve reflejado en la disminución del recurso así como en la compactación del subsuelo y por ende los hundimientos. De continuar con este proceso para la obtención del agua, es posible que la fuente principal se agote.

El cambio de nivel de un área de cualquier extensión, respecto a su nivel original se denomina hundimiento regional. Esto sucede porque la estratigrafía de la zona lacustre de la ciudad, se compone de materiales arcillosos y al realizar la extracción de agua por medio de bombeo, esta capa se va consolidando a medida que disminuye el nivel del líquido, por lo tanto, la superficie de la ciudad va en descendencia. Cuando se hacen presentes algunas aberturas en la superficie del suelo, se conoce como hundimiento diferencial. Esto quiere decir, que un inmueble o zona específica, no se hunde al mismo ritmo y compromete la estabilidad estructural de la misma y de los usuarios. (SACMEX,2016)

Dentro de la Ciudad de México, es común la subsidencia en zonas con tipo de suelo arcilloso combinado con depósitos volcánicos, a la cual se le denomina suelo de transición.

ANTECEDENTES

Los registros que se tienen sobre cuánto se ha hundido la ciudad, son variables. Aproximadamente, a finales del siglo XIX, la ciudad se había hundido 10 metros: casi 1 metro por década o 10 centímetros por año.

Conforme la mancha urbana iba creciendo, la demanda por el líquido iba en aumento. No era suficiente abastecer de agua a la zona norte por medio de un acueducto, construido en los primeros años del siglo XX, que llevaba agua desde Xochimilco hasta La Condesa. Sino que, al establecerse un nuevo comercio, industria o fraccionamiento, su abasto de agua era por medio de la extracción del subsuelo. Con este método, para el año de 1930, se extraía agua de 350 pozos profundos y la abertura de pozos iba a la alta, tanto que para 1950, funcionaban 700 pozos entre 12 y 45 metros de profundidad. Como consecuencia a este sistema de abastecimiento de agua, al pasar de los años, la ciudad ya mostraba índices de hundimientos: para 1938 se tenía el registro de 4.6 centímetros por debajo del nivel; de 1938 a 1948 16 cm/año; y de 1948 a 1956 de 35 cm/año. (Legorreta, 2006)

El doctor Nabor Carrillo, fue quien en 1946 confirmó que el hundimiento de la ciudad era consecuencia de la extracción de agua, la cual provocaba la pérdida de presión hídrica y a su vez la consolidación de las arcillas lacustres. Dichas arcillas, contienen 30% de sólidos y 70% de agua. Los mayores efectos de la subsidencia en ese entonces, fueron las graves inundaciones que se suscitaron en 1950 y 1951. Al hun-

dirse la superficie de la ciudad, el Gran Canal de Desagüe, había perdido su pendiente y su nivel estaba por encima de la región, por lo tanto no era posible captar y desalojar el agua de torrenciales lluvias. Después de mucho tiempo, volvió a formarse un lago. (Legorreta, 2006)

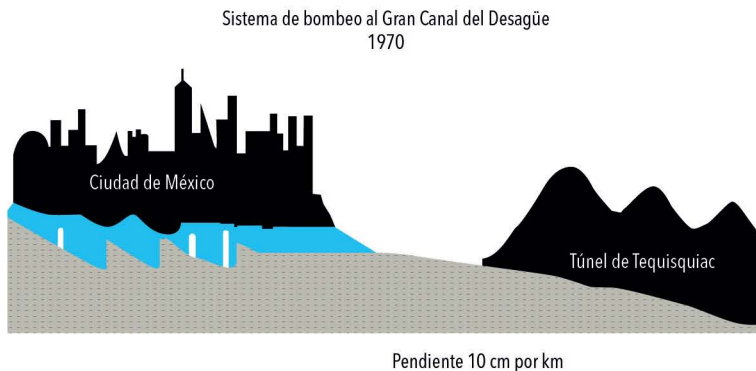
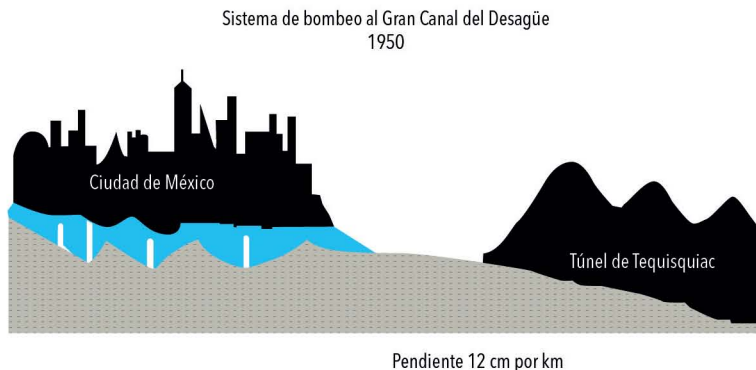
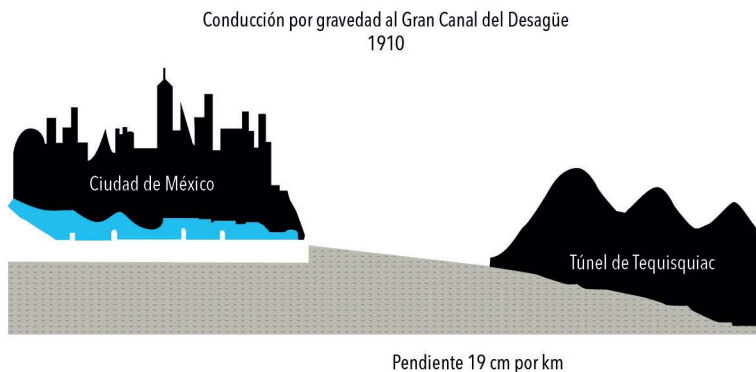
Como era de esperarse, la apertura de pozos iba en aumento y el suelo de la metrópoli en descenso, sin embargo, para la década de los 70's, la extracción de agua se desplazaría hacia el sur de la ciudad, con fuentes de abasto en municipios como Tláhuac, Mixquic y Tizayuca. Se confiaba en la idea de sustituir la provisión de agua por medio de pozos, por abastecimiento a través de una cuenca externa como es la de Cutzamala, pero el resultado no fue alentador. No se logró disminuir el consumo de agua en la Ciudad de México

En el decenio de los 90's, se obtuvo el registro de 2746 pozos profundos; el 33.1% le pertenecían al Distrito Federal; 55.7% en el Estado de México; y 11.2% a los estados de Hidalgo y Tlaxcala, y a su vez, se observaron disminuciones considerables en los hundimientos en comparación a los de mitad del siglo XX. Puesto que es imposible detener el consumo de este recurso vital para la vida humana, hubo un aumento en las zonas de extracción para ser suministradas a nuevos fraccionamientos de viviendas asentados en las localidades de Huehuetoca, Tizayuca, Teotihuacán, Chalco, Ixtapaluca y Amecameca. (Legorreta, 2006)

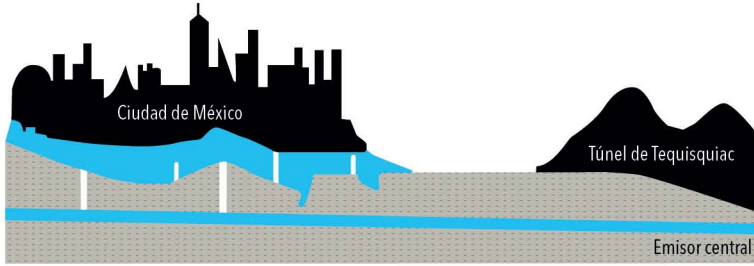
Actualmente, no se tiene el número exacto de pozos de extracción en la Ciudad de México, ya que existen también pozos clandestinos. Lo cierto es que el fenómeno de subsidencia va en aumento y el abasto de agua va decayendo y con ello consecuencias que con el paso del tiempo, son más difíciles de resolver.

Figuras 1.19; 1.20; 1.21: Hundimiento gradual de la Cd. de México y disminución en el nivel freático.

Fuente: Nuñez, Paola. 2019. Con información de "El Gran Reto del Agua en la Ciudad de México", pp. 128

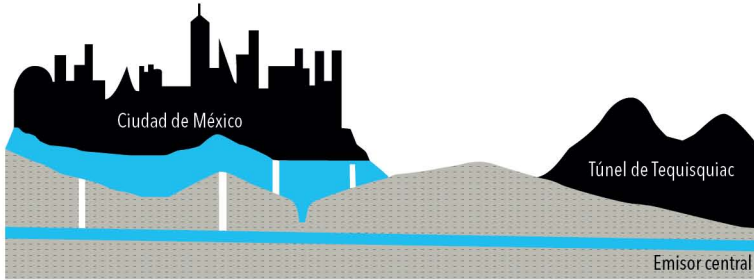


Sistema de bombeo al Gran Canal del Desagüe
1990



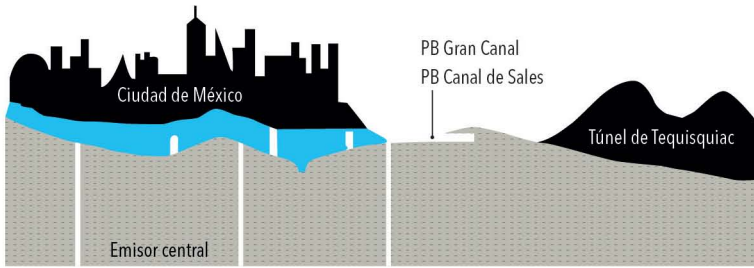
Pendiente casi nula

Sistema de bombeo al Gran Canal del Desagüe
1997



Contrapendiente

Sistema de bombeo al Gran Canal del Desagüe
2002



Km 18 + 500

Figuras 1.22; 1.23; 1.24: Hundimiento gradual de la Cd. de México y disminución en el nivel freático.

Fuente: Nuñez, Paola. 2019. Con información de "El Gran Reto del Agua en la Ciudad de México", pp. 128

TESTIGOS DEL HUNDIMIENTO EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Es importante mencionar las edificaciones que han servido como testigos históricos de estos hundimientos en la Ciudad de México. Uno de ellos, es el representativo Ángel de la Independencia, el cual es un caso interesante ya que al estar cimentado sobre pilotes y éstos al estar sobre la capa dura, tiene un efecto invertido, es decir, emerge de la tierra. Desde su inauguración en 1910, está por encima de la superficie casi dos metros. Desde entonces se le han añadido catorce escalones además de los 9 que tenía originalmente.

Sucede lo mismo con la cimentación del edificio Nuevo León, ubicado en la Unidad Habitacional Tlatelolco, caído tras el sismo de septiembre de 1985. La cimentación del edificio no fue removida, y actualmente, está emergiendo a la superficie, provocando rupturas en un reloj de sol que recuerda aquella tragedia.

Otro ejemplo, no es exactamente una edificación, sin embargo, la demarcación alberga muchos inmuebles con carga histórica: El Zócalo de la Ciudad de México. Se tiene el conocimiento de que esta zona, se hunde casi 3 centímetros por año. Así mismo, en sitios como Xochimilco y Netzahualcóyotl, el hundimiento sobrepasa los 15 y 20 centímetros anuales, respectivamente. (Legorreta, 2006)

CONSECUENCIAS DE LOS HUNDIMIENTOS DIFERENCIALES EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Los hundimientos fueron originados principalmente por la sobreexplotación del acuífero, los espesores de arcilla y el peso de la infraestructura urbana, los que a su vez, demandan una serie de problemas a la infraestructura hidráulica, como la ruptura de tuberías que provocan pérdidas de agua potable en un 40% y contaminación por aguas negras al subsuelo. Así mismo, se presentan contra-pendientes en

**AÑO
1910**

**AÑO
2015**



la misma red de drenaje general y secundaria, afectando su funcionamiento y eficiencia.

Las inundaciones se suman a esta secuela, ya que el cambio en las pendientes de los colectores urbanos, no permiten que los escurrimientos de descargas residuales y agua pluvial puedan ser captados por gravedad para después ser enviados fuera de la Cuenca Del Valle de México. Para drenar el agua estancada es necesario utilizar sistemas de bombeo.

La aparición de agrietamientos en la superficie, es un efecto más de la subsidencia. Durante época de lluvias, los encharcamientos abren fisuras en el pavimento que penetran y al hacer contacto con la tierra aumenta la presión en los poros arcillosos y por tensión del agua al suelo, la grieta comienza a propagarse de abajo hacia arriba haciéndose evidente en la superficie del suelo.

Así mismo, la pérdida de estabilidad en el subsuelo, ha provocado la aparición de grietas en zonas como san Gregorio Atlapulco, en Xochimilco, donde existe una grieta en la zona chinampera que fue consecuencia del sismo de 1985. De igual manera, existe el antecedente de otra grieta en predios cercanos a Canal Nacional, pero la grieta más relevante se encuentra en la colonia Ojo de Agua, en Tláhuac, con aproximadamente 200 metros de longitud. (Legorreta, 2006)

El cambio en la imagen urbana de una localidad, también puede verse afectado por los hundimientos diferenciales, como se explicaba anteriormente, en el Centro Histórico de la Ciudad de México, se encuentran inmuebles históricos dañados estructuralmente por este fenómeno. Tal es el caso de Palacio Nacional, el Antiguo Ayuntamiento, las oficinas del Gobierno de la ciudad y la Catedral Metropolitana. En dichos recintos ya se han realizado trabajos de excavaciones para igualar la subsidencia en algunos puntos de los edificios.

No obstante, otra consecuencia a cargo de la subsidencia es la presencia de contaminantes al subsuelo y a los mantos acuíferos por hidrocarburos, ya que el cambio en la pendiente de su red de tuberías, ocasiona averías y por consiguiente, la filtración del producto al subsuelo. (Hernández, 2013)

MEDIDAS PARA MITIGAR EL HUNDIMIENTO EN LA CIUDAD DE MÉXICO

La solución para detener los hundimientos en la ciudad, sería regresar el agua a su lugar de origen así como el cierre de pozos de extracción. Sin embargo, el crecimiento de la población demanda el abastecimiento del recurso.

Claro que es posible favorecer la recarga del acuífero con agua tratada y potabilizada, principalmente en la capa contigua a las arcillas, así como impulsar la apertura de pozos de absorción u otras infraestructuras para conducir el agua de lluvia hacia el subsuelo. Con estas medidas, se pretende que la recarga sea inyectada en las primeras capas del subsuelo, aproximadamente a 35 y 50 metros de profundidad, para que las arcillas recuperen su cohesión y no les sea posible consolidarse. Se piensa que con esta iniciativa, se podría abarcar un radio de 500 m al inyectar 4 l/s. (SACMEX, 2012)

También es importante contar con mediciones y modelos más precisos para monitorear la velocidad de la subsidencia, así como para reubicar los pozos de extracción o suprimir los que se encuentren contaminados para evitar que doten de agua insalubre a la población.

A pesar de que con el paso del tiempo se buscaron nuevas alternativas para abastecimiento de agua en la ciudad, como el sistema Lerma y Cutzamala, la extracción por medio de pozos no fue eliminada. Sin embargo, la celeridad de los hundimientos disminuyó en algunas regiones de la Ciudad de México y aumentó en otras, pero los daños que estos ocasionaron fueron permanentes.

Independientemente a las acciones que pueda tomar el gobierno de la Ciudad de México, es de suma importancia que las medidas para contrarrestar este fenómeno sean a pequeña escala. Es decir, implementar labores como la recolección del agua pluvial para uso doméstico o el tratamiento de aguas residuales en las industrias o unidades habitacionales.

Lo cierto es que mientras aumente la población,

aumentará la extracción de agua y con ello, el descenso del suelo de la ciudad debido a la subsidencia y los habitantes lidiarán con los detrimentos que los hundimientos dejen a su paso.



34



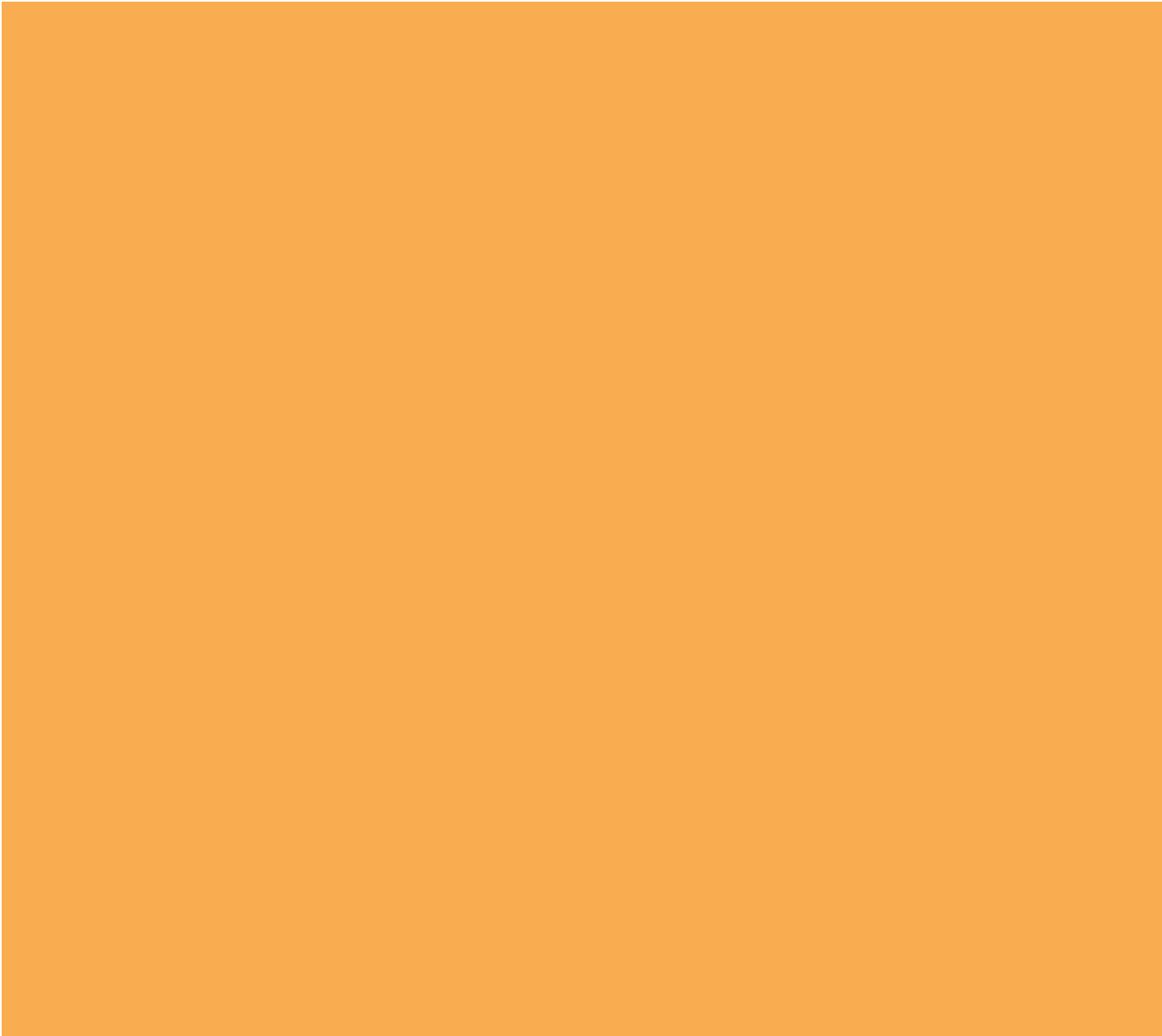
Figuras 1.26; 1.27; 1.28; 1.29; 1.30; 1.31; 1.32: Tuberías de drenaje averiada y encharcamientos.

Fuente: Nuñez, Paola. 2018.



Figuras 1.33: Subsistencia Centro Histórico de la Ciudad de México.

Fuente: "The New York Times". Imagen recuperada de: <https://www.nytimes.com/es/interactive/ciudad-de-mexico-al-borde-de-una-crisis-por-el-agua/>





**DIÁLOGOS CON LOS HUNDIMIENTOS
DIFERENCIALES**

2.1 INTRODUCCIÓN

2.2 DIÁLOGOS 1, 2 Y 3

2.3 TLATELOLCO

2.4 DISPOSITIVO DE MEDICIÓN: HUELLA IMBORRABLE



Figura 2.0: *The Duress Series: Person Climbing Exterior Wall of Tall Building / Person on Ledge of Tall Building / Person on Girders of Unfinished Tall Building.*

Fuente: Baldessari, John. 2003. Recuperado de <http://www.baldessari.org/unique/ln4m7jg0vxzwjx4ukmu80y8jcxhdj>

INTRODUCCIÓN

Relacionar temas de un ámbito académico y técnico con uno de carácter artístico y de expresión cultural no suelen ser un denominador dentro de un análisis, sin embargo es esta la manera en que se desarrolla el capítulo 2 de esta tesis, llamada "Diálogos con los hundimientos diferenciales".

Es aquí en donde se abordarán los problemas de la subsidencia, un fenómeno que aqueja a la Ciudad de México con mayor intensidad al paso de los años, pero buscando interactuar con el tema de una forma menos metódica y más flexible, en el que se persigue una expresión artística con un trasfondo técnico y así evidenciar un aspecto cotidiano y real de nuestras vidas por medio de una realidad estética.

Para lograrlo, el ejercicio se dividió en 2 partes; la primera llamada "Diálogos con el hundimiento" donde por medio del uso de dos lecturas, una técnica y otra de carácter artística, se llegó a una pieza física y estética que refleje el contenido especializado en la subsidencia. Este ejercicio se desarrolló en equipos, y cada uno de ellos construyó 3 diálogos.

La segunda etapa consistió en llevar los diálogos, que fungieron como ensayos, a una escala mayor, con uno de los mayores exponentes del hundimiento en la ciudad, Tlatelolco, para crear una pieza que se llamó "Dispositivo de medición" que manifieste y mida la subsidencia del polígono.

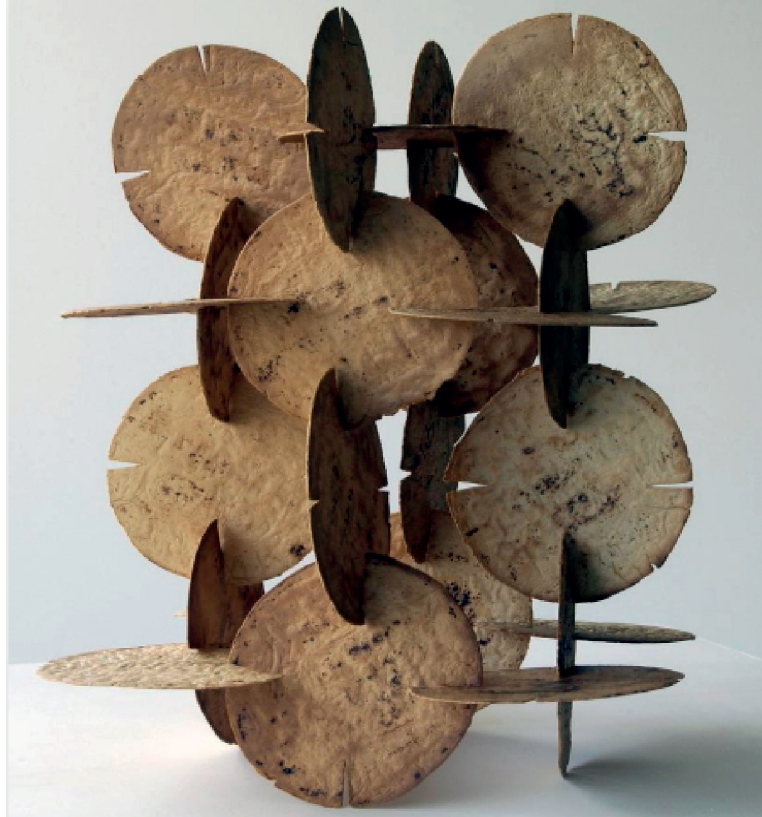


Figura 2.1: Módulo de construcción con tortillas.

Fuente: Ortega, Damían. 1998. Imagen recuperada de: <http://www.kurimanzutto.com/artists/damian-ortega>

DIÁLOGOS 1, 2 Y 3

DIÁLOGO 1: "THE OTHER SIDE OF THE SUBSOIL"

(Por Díaz, Gabriela; León, Adriana; Ortiz, Patricio)

Lectura técnica: "La relación de subsidencia del terreno InSAR-GPS y el abatimiento del nivel estático en pozos de la zona Metropolitana de la Ciudad de México".

Bohane, Adrián; Cabral Enrique; DeMets, Charles; Falorni, Giacomo; Hernández, Antonio; Salazar, Luis; Solano, Darío; Wdowinski, Shimon. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Volumen 67, núm. 2, 2015, p. 273 - 283)

El artículo habla sobre el desarrollo de un muestreo a nivel GPS en la Ciudad de México, con el fin de entender los procesos de subsidencia en la misma, su relación con la extracción de agua de los acuíferos, y cómo dicha subsidencia contribuye a las inundaciones y fallas en el subsuelo, lo que se traduce como daños en la infraestructura de la ciudad.

Para poder entender dicha relación que anteriormente se menciona y que funciona como hipótesis del artículo es importante entender la condición física de la ciudad. Ésta fue asentada sobre lo que antiguamente era el lago de Texcoco, de Xochimilco y de Chalco, teniendo las zonas con mayores índices de urbanización en la zona centro, además las densidades más altas están igualmente concentradas en lo que ahora fueran los lagos.

Debido al proceso de formación de la cuenca, la composición de los suelos va de depósitos volcánicos a arcillas y sedimentos lacustres intercalados entre sí. Dicha combinación genera materia conocida como "alófanos" e "imogolita", que son minerales que poseen alta

capacidad de compresibilidad, haciendo que en general el subsuelo en el cual se asienta la ciudad sea proclive a los hundimientos.

Por otro lado, la composición hidrológica de la cuenca también desempeña un rol primordial en el estudio, por lo cual se describe el sistema de acuíferos de la cuenca, según lo estudia Herrera et al (1989), cuya división se realiza en 4 capas:

ACUITARDO: 70m de espesor que contiene 2 capas de arcillas separadas de entre sí por una de arena. Es en esta capa donde se dan el mayor caso de consolidaciones en las arcillas además de un reacomodo de las mismas, traducido en hundimientos en la superficie.

ACUÍFERO GRANULAR: con 800m de espesor, formado por rocas volcánicas, en donde los primeros 300m ocurren la extracción de agua para el abastecimiento de la ciudad. La recarga del acuífero es por las sierras circundantes.

ACUÍFERO VOLCÁNICO: de 2000m de espesor. Con rocas volcánicas fracturadas debajo de rocas carbonatadas.

UNIDAD CARCÁREA PROFUNDA: tiene un funcionamiento no establecido aún. Todo lo anterior, en sumatoria a la constante y desmedida explotación, en contraposición a la escasa recarga natural, han generado que el espesor de la primera capa, el acuitardo, se vea modificado, acelerando la velocidad de subsidencia de la ciudad.

Para el proceso de medición de subsidencia, se utilizaron dos sistemas, GPS e InSAR, y pozos de extracción de agua. Para la primera unidad, se instalaron 9 estaciones GPS, 4 de ellas en la región lacustre de mayor subsidencia y el resto ubicadas en áreas estables, y así generar nubes de datos. De los pozos de extracción de agua, fueron seleccionados 180 con medición en su taza de abatimiento en el tiempo de 1990 a 2010.

La medición de estas variables se ve reflejada por medio de gráficas, en donde hay dos posibles resultados, la primera con un resul-

tado lineal en donde la pendiente obtenida representa la velocidad de subsidencia registrada, y la segunda, en donde se arrojan abanicos, significando que la velocidad de subsidencia es variable.

Los resultados de las 9 estaciones medidas vía GPS se dividen en 3 categorías, 1A, 2B y 2C. Dentro de la primera, las zonas MMX1 y MRRA, ubicadas en la zona del lago, y MOCS en el Peñón de los Baños, registran un nivel de velocidades altas, teniendo de 160 a 273 mm/año. Para la categoría 2B, con las zonas UCHI, UPEC y MPAA, hay una variabilidad de subsidencia, de 0.52 a 75.7mm/año, y por último la categoría 2C, con las estaciones UGOL, UJAL Y UIGF, cuyos resultados mostraron estabilidad con subsidencias casi nulas.

Con estos resultados se deduce entonces, que la subsidencia si mantiene relación con las altas tasas de abatimiento en los pozos, sin embargo, no es una condición para que lo primero suceda, ya que influyen aspectos como la estratigrafía y los espesores de arcillas en las diferentes capas hidrológicas del subsuelo; ¾ partes de la Ciudad de México sufren de la consolidación de las arcillas en el acuitardo, y ¼

de compresión de materiales en el acuífero, es decir, dependiendo del grosor del acuitardo, es la velocidad de la subsidencia.

Lectura artística: Damián Ortega "The Shape of Things to Come".

Villoro, Juan. Pp. 104-143.

Damián Ortega (1967), nacido en la Ciudad de México, es un artista mexicano decidido en transformar el arte mexicano dentro de parámetros que van desde conceptos físicos, hasta experiencias y ámbitos sociales.

Su lenguaje es resultado a la saturación del arte nacional, queriendo contrarrestar esta tendencia; trabaja 16 años como caricaturista para el periódico "La Jornada", para después formar un estudio llamado "Taller de los Viernes" que forma junto a Gabriel Orozco, en los años 1987 y 1992. Finalmente decide adentrarse en el trabajo de la escultura con una pers-

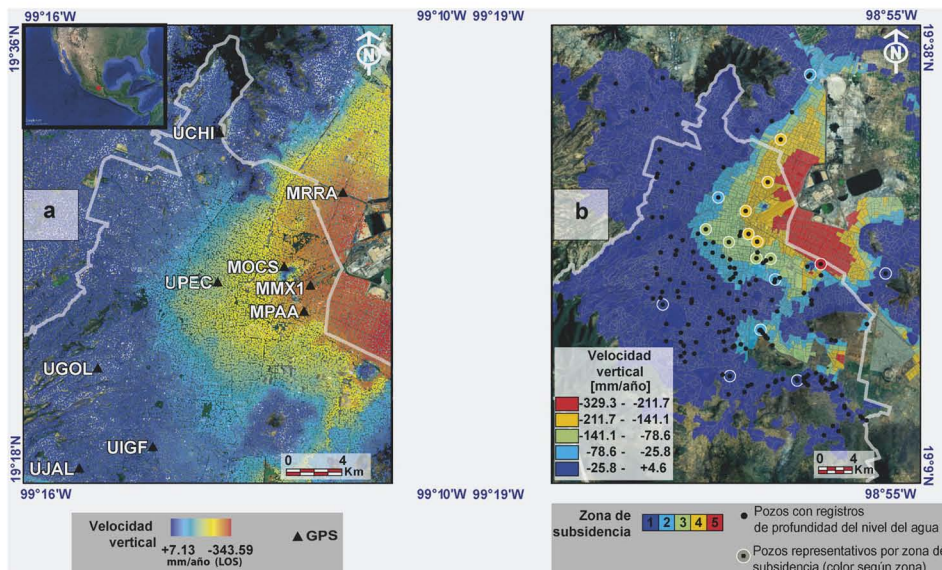


Figura 2.2: a) Localización de la Cd. de México. Nube de puntos PS detectada por SqueeSAR. b) Zonificación de las AGEBs por velocidad de subsidencia y localización de los 180 pozos de extracción

Fuente: "La relación de subsidencia del terreno InSAR-GPS y el abatimiento del nivel estático en pozos de la zona Metropolitana de la Ciudad de México". pp. 126

pectiva diferente a la convencional acerca del uso de materiales y técnicas. En lugar de construir su escultura, busca deconstruirla.

En diferente escala de trabajo, toma a la ciudad como objeto de inspiración, admirando como la simplicidad se adueña de un espacio por medio de utensilios que rayan en lo absurdo, tales como zapatos colgados en los cables de teléfonos o botellas vacías en las antenas de televisión, por lo que centra su trabajo en el estudio de los objetos, estudiándolos e invirtiendo

su valor y significado de manera que exprese lo el mundo interno de éstos.

Reemplaza unidades muy elementales de una realidad por piezas básicas de construcción, enfatizando la conversión de objetos inertes en utensilios con vida.

Como común denominador estético está el constante desafío a la gravedad y a la convencionalidad en la interpretación de lo básico, siempre evidenciando y vislumbrando lo no obvio en situaciones cotidianas.

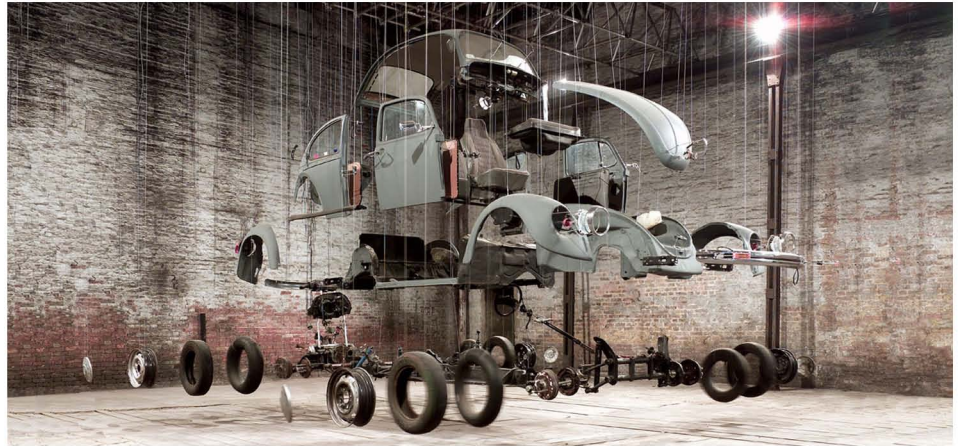


Figura 2.3: Cosmic Thing. Damián Ortega.

Fuente: Imagen recuperada de: <http://www.kurimanzutto.com/exhibitions/il-cotidiano-alterato>



Figura 2.4: Man is the controller of the Universe. Berlín, 2017.

Fuente: Imagen recuperada de: http://creators.vice.com/es_mx/article/nzq7kx/visionarios-damian-ortega-el-explorador-que-desarma-el-mundo-en-busca-de-nuevos-significados

"THE OTHER SIDE OF THE SUBSOIL"

(Por Díaz, Gabriela; León, Adriana; Ortiz, Patricio)

Tomando las líneas de expresión más importantes en el arte de Damián Ortega, éste diálogo se basa en la deconstrucción de los objetos con el fin de expresar la realidad del interior.

En cuanto a la lectura técnica, se escogieron las 9 estaciones medidas por GPS, y los 180 pozos de extracción de agua, como variables del objeto.

La finalidad de mezclar ambos enfoques es lograr la compresión de la subsidencia en el suelo de la Ciudad de México con base en su relación a la extracción desmedida de los acuíferos.

Es por eso que el objeto se basa en un marco de madera, en cuyo interior se suspende un tramo de tela, sujeta por 9 hilos en la parte superior y un número variado en la parte inferior, a fin de representar las estaciones GPS y los pozos de extracción de agua, teniendo como finalidad evidenciar las curvas de subsidencia y sus causas, en el suelo de la cuenca, algo de lo que se tiene consciencia pero no hay una imagen clara y representativa del proceso.

Cada uno de los hilos inferiores sujetos a la tela, tiene una dirección diferentes, que guía a un sistema de manejo, en el cual se puede manipular la deformación del elemento suspendido a medida de que hilo se jala mas, simulando el ejercicio de extracción de agua del manto acuífero.

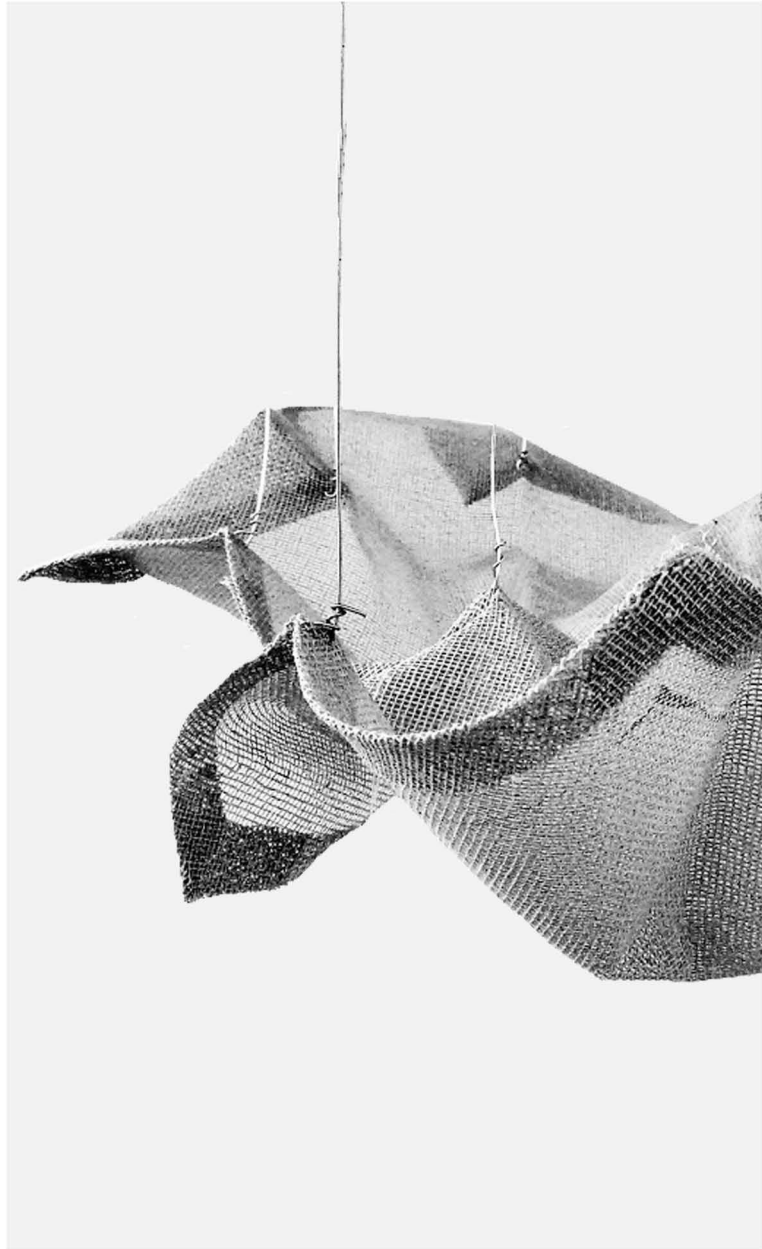


Figura 2.5: The other side of the subsoil.

Fuente: Díaz, Gabriela. 2016

DIÁLOGO 1: "COLLAGE"

(Por Franco, Martín; Nuñez, Paola; Ramos, Andrea)

Lectura técnica: "Evaluación de amenazas por inundaciones en el centro de México: el caso de Iztapalapa, Distrito Federal (1998 - 2005)". Vera Pérez, Mónica; López Blanco, Jorge. *Investigaciones Geográficas (Mx)*, 23 (2010) pp. 22-40.

Este artículo describe el proceso que se siguió para la elaboración de mapas para posteriormente sobreponerlos y así valorar el nivel de peligro que sufre cada zona de la delegación Iztapalapa. Esto a partir de factores biofísicos que influyen de manera directa en las inundaciones y subsidencia de la región. La elaboración de mapas muestra el nivel de peligro en tres niveles: frecuencia, altura máxima y extensión máxima; en cuanto a inundaciones se refiere. Así como la consideración de tres variables: hundimientos o subsidencia, inclinación del terreno y capacidad potencial de infraestructura hidráulica.

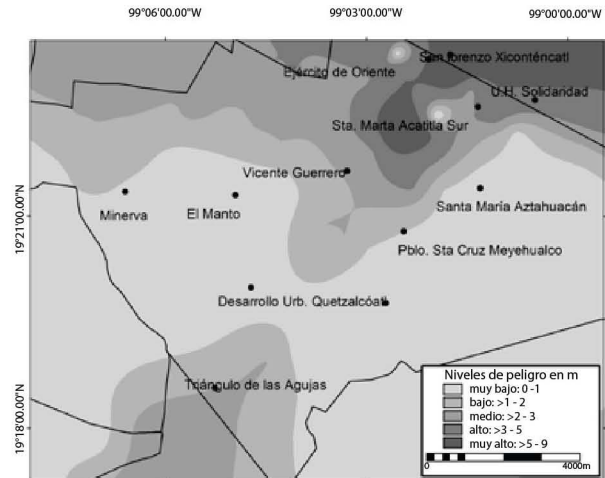
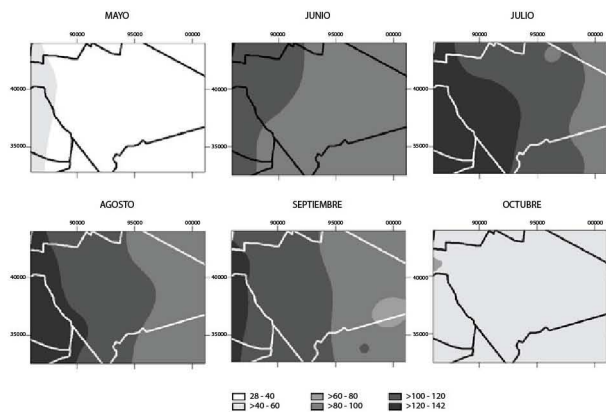
Dentro del área de estudio, se encuentran tres elevaciones de relieve importantes para el estudio; Cerro de la Estrella (2 400 msnm), Peñón del Marqués (2 370 msnm), y Sierra Santa Catarina (2 750 msnm). Las inundaciones son eventos naturales y recurrentes que se producen en las planicies aluviales o en las áreas planas y más bajas del terreno como resultado de lluvias intensas o continuas, que al sobrepasar la capacidad de retención del suelo y de los cauces, desbordan e inundan las llanuras, o en general, aquellos terrenos bajos o aledaños a los cursos de agua (IDEAM, 2007). Para Iztapalapa, el elemento principal y detonante de diversas problemáticas en la región, son las inundaciones.

Considerando un periodo entre 1998 y 2005, dichas inundaciones han sido provocadas por una heterogénea distribución espacial de la lluvia, intensidad y duración de la misma, las condiciones de superficies planas, falta de

mantenimiento y capacidad de drenaje y la cantidad de desechos sólidos derramados en la vía pública.

La población de Iztapalapa vive los efectos de las inundaciones con daños en vivienda e infraestructura hidráulica y caos viales. Para la fabricación de los mapas, la investigación se llevó a cabo en tres fases: la primera fue la elaboración cartográfica para tener un panorama general de la morfología del área de estudio y el procesamiento del mapa final con información hemerográfica del periodo 1998 al 2005, así como información proporcionada por SACMEX. La segunda fase consistió en procesar datos meteorológicos del lugar, los cuales comprenden la precipitación máxima en 24 hrs., relación entre precipitación y tirante de inundación, y la caracterización pluvial durante cada evento de inundación extrema. Y la última fase consistió en un trabajo de campo que tuvo como objetivo recolectar información local que complementará la información obtenida en fases anteriores y esta última fase sirvió para clasificar las zonas afectadas, es decir, catalogarlas de mayor a menor afectación por inundación y causas.

El resultado obtenido, permite observar que las inundaciones son de origen pluvial y las inundaciones extremas presentadas fueron ocasionadas por lluvia, misma que coincidió espacialmente con las estaciones pluviométricas que registraron la precipitación máxima previas al evento. Esto arroja que, las peores inundaciones se localizan en sitios aledaños a elevaciones de relieve. En este caso, las zonas mayormente afectadas son las cercanas al Cerro de la Estrella, Sierra Santa Catarina y Peñón del Marqués. Se generó también un mapeo con las zonas que han sufrido mayor magnitud de asentamiento del terreno. "Las áreas con mayor hundimiento se caracterizan por ser sitios cuya dimensión del nivel de peligro de inundaciones en términos de su profundidad de la lámina del agua es mayor, con respecto al resto de las áreas circundantes y de la misma delegación." Los hundimientos son causados por factores antrópicos, así como por las características estratigráficas de la tierra, la cual está constituida por materiales arcillosos que se comprimen al extraer agua del subsuelo por métodos de bombeo y provocando así hundimientos regionales.



Y dado que éste proceso se consideró como variable para los mapeos, es considerado un agente detonante del peligro en la región de estudio. El mapa de nivel de peligro de volumen máximo derramado de los sistemas de colectores, considera la eficiencia que presentan los principales colectores y muestra que el nivel de peligro está en función a su localización, la dimensión de su área de influencia, la existencia de fenómeno de asentamiento regional y el tamaño de diámetro de los conductos de los sistemas de colectores. Es decir, el nivel de peligro medio abarca más de la mitad del área con relieve. En cambio, el nivel más alto de peligro se presenta en la zona más plana de la región presentando intervalos de hundimiento que van desde los cinco hasta los nueve metros y un tirante máximo de inundación que va de los 0.80 m hasta los 1.20 m.

En conclusión, aunque la lluvia sea el factor detonante para la presencia de inundaciones, influyen de manera directa los cambios en el relieve, así como la presencia de hundimientos, capacidad y ubicación de infraestructura hidráulica.

Lectura artística: "What do you plan to do next? A conversation".

Raised Eyebrows/ Furrowed Foreheads: Crooked Made Straight, 2009.

John Baldessari, artista nacido en Nationality City, California en junio de 1931. Sus primeros trabajos en el arte fueron de pintura. Posteriormente ocurrió un hecho en su vida que hizo que cambiara el enfoque del arte en su carrera y este fue la quema de todas sus producciones pictóricas anteriores al año 1996. Conservó las cenizas de este material y decidió guardarlas en una urna con forma de libro y así, materializó su muerte como pintor y su renacer como artista. Este acto es reconocido como Cremation Project. A partir de este fuerte suceso en su vida, Baldessari se inclina por el arte conceptual, lo que significa el arte de la apropiación por medio de fotografías, así como la incorporación de textos, videos, instalaciones e intervenciones en espacios públicos que complementan sus representaciones.

Las obras más conocidas de Baldessari son las imágenes extraídas de medios de comunicación de masas, realizando fotomonta-

Figuras 2.6; 2.7: Riesgos y niveles de inundación. El caso de Iztapalapa, Cd. de México.

Fuente: "Evaluación de amenazas por inundaciones en el centro de México: el caso de Iztapalapa, Distrito Federal (1998-2005)", pp. 28

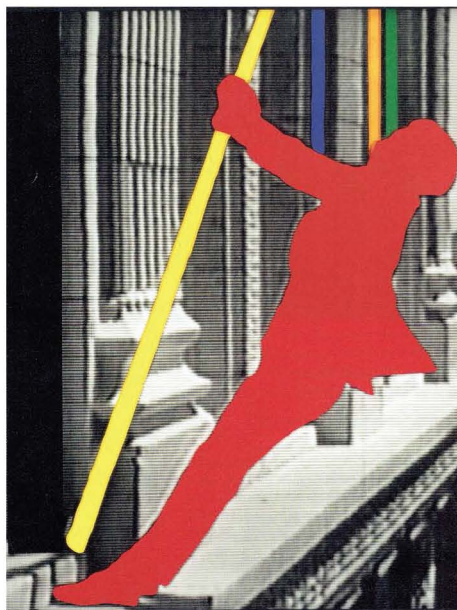
Figura 2.8: Noses and Ears. John Baldessari.

Fuente: "What do you plan to do next? A conversation". 2009. pp. 45.



Figura 2.9: The duress series. Person holding onto pole attached of tall building.

Fuente: "What do you plan to do next? A conversation". 2009. pp. 47.



jes con ellas, dándoles diversos significados y lecturas, aunado a una crítica hacia un determinado tipo de cultura popular. "Este genuino artista se asoma al interior de nuestra mente con imágenes robadas, aclaradas e intervenidas cuyas relaciones alteradas e ilógicas (entre ellas, con el color, o con textos escritos por sí mismo) rebobinan asociaciones ya asumidas por nuestros mecanismos culturales para mostrarnos su origen, su condición, la motivación postrera y resultado matemático." (Abel H. Pozuelo).

El arte conceptual de Baldessari refleja la atracción por los diferentes significados que una sola imagen puede transmitir, así como la modificación del contexto a partir de las múltiples combinaciones entre las imágenes. Podríamos hacer una analogía entre las imágenes y una palabra, es decir, el significado de una imagen es dado por su contexto inmediato, así como una palabra tiene significado según la frase en la que es utilizada.

El sello en las obras de Baldessari, es el uso de círculos de colores primarios pintados al óleo cubriendo rostros de personas y algunos otros elementos en las fotografías.

Heel (1986), es una obra en la que se pueden observar estos elementos. Se trata de un collage con imágenes de algunos talones heridos, dos personas; una de ellas con el rostro oculto por un círculo amarillo y la otra ríe y un círculo azul cubre el objeto que hay en sus manos, y una fotografía a la mitad del collage con muchas personas e intervenida con una línea roja que une a algunos individuos. Lo importante de ésta y las demás obras con esta técnica, es que el espectador debe armar una historia con lo que observa.

"COLLAGE"

(Por Franco, Martín; Nuñez, Paola; Ramos, Andrea)

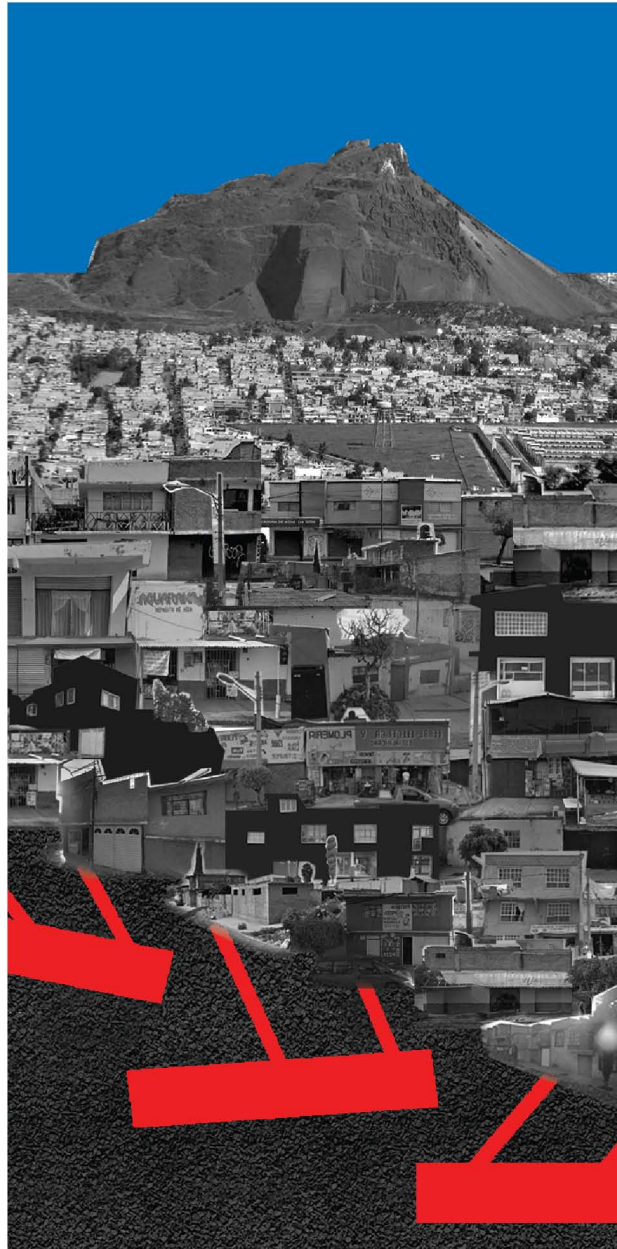
Con referencia a la lectura técnica, se tomó como principales elevaciones de relieve Cerro de la Estrella, Peñón del Marqués y Sierra Santa Catarina. Elevaciones que son parte del sitio estudiado: Iztapalapa. Estas tres elevaciones son las más afectadas por las inundaciones. Como bien menciona la lectura técnica, los encharcamientos son provocadas por la falta de mantenimiento de la infraestructura hidráulica, así como por el depósito de desechos sólidos en la vía pública y por la subsidencia generada por la sobre explotación de los acuíferos.

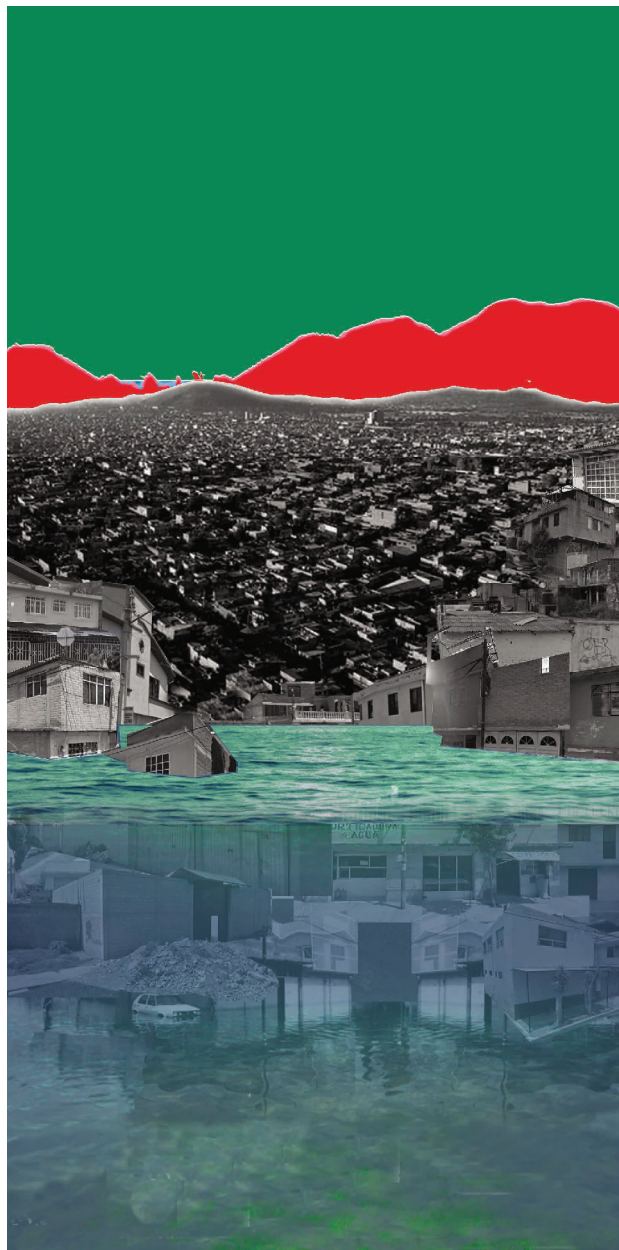
También menciona que este fenómeno depende de la ubicación de los colectores urbanos, de su diámetro y capacidad para que una zona sufra menor o mayor afectación. Y es por esto que ejemplificamos las situaciones que sufre Iztapalapa por medio de un collage, resaltando cada una de las elevaciones de relieve y las causas de las inundaciones, teniendo como guía la técnica del artista John Baldessari.

En la primera imagen se muestra el Cerro de la Estrella con el cielo color azul representando la lluvia. Posteriormente, sus laderas y parte del subsuelo con los colectores urbanos en color rojo, con mayor inclinación de lo normal debido a la subsidencia.

La segunda imagen muestra el Peñón del marqués, con sus laderas y la contaminación de la vía pública con desechos sólidos. Así como el pequeño diámetro del colector, el cual no permite captar toda el agua de lluvia.

Finalmente, la tercera imagen contiene la Sierra Santa Catarina con la población de Iztapalapa completamente inundada. Fenómeno que sufre la mayor parte de la delegación en épocas de lluvia.





Figuras 2.10; 2.11; 2.12: Collage.
Fuente: Franco, Martín; Nuñez, Paola;
Ramos, Andrea. 2016

DIÁLOGO 2: "PERCEPCIÓN VS REALIDAD. SUMINISTRO DE AGUA EN LA CIUDAD DE MÉXICO"

(Por Díaz, Gabriela; León, Adriana; Ortíz, Patricio)

Lectura técnica: "A comprehensive approach for the assessment of shared aquifers: the case of Mexico City".

Esclero, Oscar; Martínez, Sandra; Perevochtchikova, María. Springer International Publishing (2015), pp. 111-123.

La Ciudad de México tiene un consumo de 74 m³/año per cápita, con una población que rebasa los 8.5 millones de habitantes, por lo que su abastecimiento depende tanto de los acuíferos y campos de pozos del Estado de México, Michoacán, Hidalgo y de la misma ciudad, como de los manantiales de la Sierra del Ajusco.

La demanda del suministro de agua para la Ciudad de México provoca una sobreexplotación de los recursos ya mencionados, pero el abastecimiento genera en su proceso una serie de problemas que evidencian la inadecuada gestión del recurso hídrico e incluso tiene repercusión en la salud de la población por la contaminación del agua del subsuelo; dentro de las principales causas está la contaminación por las áreas que se encuentran al pie de las montañas, por el tipo de suelo (granular) y las fracturas que se generan; la fuerte extracción de agua provoca una migración de minerales al acuífero desde el acuitardo; la generación de fisuras en el suelo por la sobre extracción de agua.

Para poder orientar la magnitud y sentido de las dificultades del suministro de agua, se generaron 4 indicadores que las categorizan: Fuerzas motrices: La población y su desacelerado crecimiento generan necesidad de servicios así como producción de industrias, en donde las mayores afectaciones se ven en el consumo de agua y extracción de agua.

Presiones: El desarrollo demográfico hace esen-

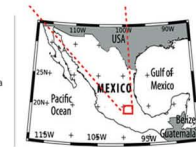
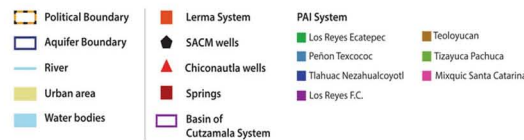
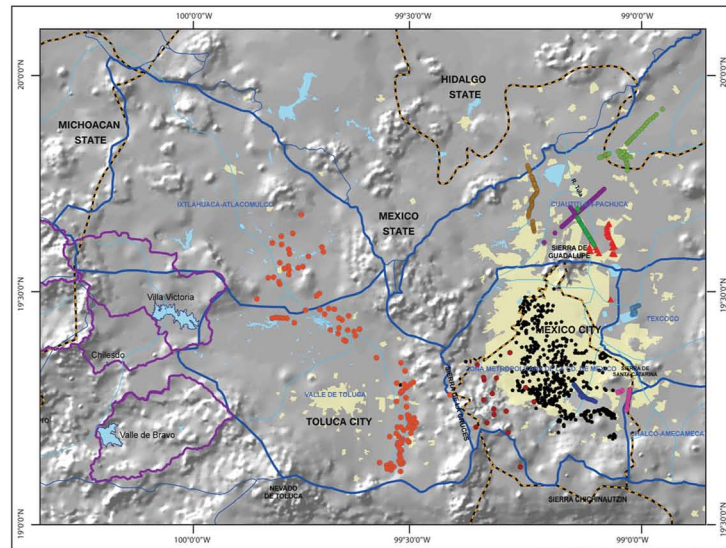
cial el uso de agua, aunque no sea el adecuado trato el que se proporciona; la infraestructura sanitaria es deficiente, en tal grado que hay filtraciones de aguas residuales en los mantos acuíferos.

Estado: Con los problemas que presenta el sistema de abastecimiento y los asentamientos irregulares en zonas protegidas, la calidad del agua lleva a rebasar los límites de las certificaciones sanitarias; la expansión urbana también se ve relacionada con la reducción del nivel freático.

Impacto: La actual sobreexplotación de los acuíferos repercute en los hundimientos en el suelo de la Ciudad de México, y es este fenómeno el que causa daños en el sistema de suministro. Las largas distancias que recorre el agua y las condiciones de la infraestructura suscita la

Figura 2.13: Ubicación de los acuíferos y del sistema de suministro de agua potable de la Cd. de México.

Fuente: "A comprehensive approach for the assessment of shared aquifers: the case of Mexico City", pp. 113



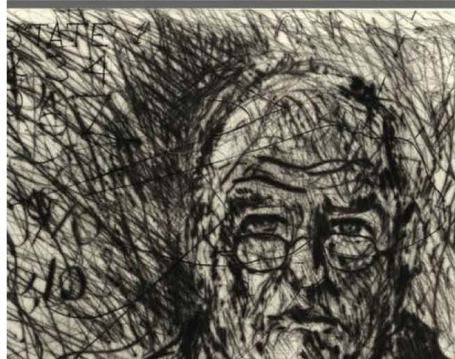
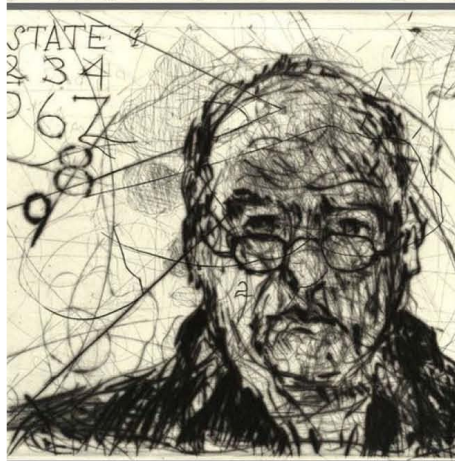
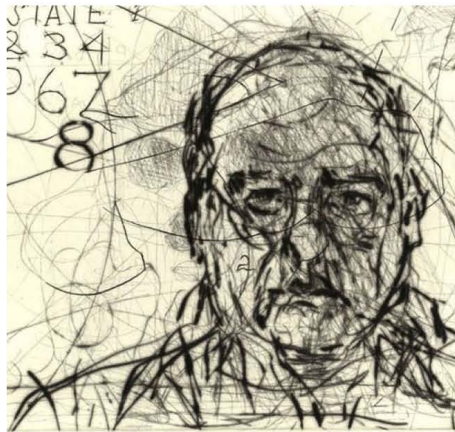


Figura 2.14: William Kentridge. 2005.
Fuente: "Copper Notes, States 0-11". 2005.

colocación de plantas de purificación. En un intento por combatir los problemas anteriores, se implementan nuevos pozos de extracción con mayor profundidad, y dicha dimensión provoca fallos constantes.

Lectura artística: "Process/Procession: William Kentridge and the Process of Change". Maltz-Leca, Leora. William Kentridge, Fortuna.

William Kentridge (abril, 1955), es un artista sudafricano en cuyas obras se ven incrustados sus orígenes, buscando siempre reflejar el cambio y la transformación en semejanza a lo alterable de la historia de la misma.

Como representación de su lenguaje, una mezcla y perfecto diálogo entre lo político y lo poético, crea un proceso de animación, sin limitaciones a lo fílmico e incluso adentrándose en el dinamismo de la escultura con un acecho en el movimiento para el descubrimiento y sensibilidad a la imagen; abismado en su proceso de animación, concibe su imaginario procesional y anacrónico suele caer en la dualidad de lo político y una proyección de sí mismo, aunque el resultado frecuentemente se percibe como inconveniente.

Con el evidente dinamismo en su trabajo, no es de extrañar que exista una búsqueda por el movimiento a través del espacio, pero sobre todo a través del tiempo, nuevamente esclareciendo las profundas raíces históricas de su expresión. A menudo su estudio plasma una elasticidad y fluidez de los objetos, con el cometido de demostrar la temporalidad del cambio e intentado capturar la memoria de lo estático.

En lo relativo a sus técnicas y en consecuencia a su animación, en usual el dibujo saturado, y esculturas con materialidades crudas y poco procesadas.

“PERCEPCIÓN VS REALIDAD. SUMINISTRO DE AGUA EN LA CIUDAD DE MÉXICO”

(Por Díaz, Gabriela; León, Adriana; Ortiz,
Patricio)

El diálogo 2 fue creado bajo la abstracción de las impresiones en contraposición de lo real en cuanto al recurso hídrico en la Ciudad de México. El suministro de agua de la cuenca del Valle de México muchas veces es concebida como un proceso simple, donde el agua sale directamente del subsuelo del acuífero de la ciudad, sin embargo, su realidad es mucho más compleja e incluso desordenada, pues el agua no sólo es obtenida por medio de pozos ubicados en la cuenca, sino que se remite a la extracción y sobreexplotación de acuíferos del Estado de México, Hidalgo, Michoacán y de la ciudad, y su transportación conlleva elevar el agua y realizar recorridos con distancias medidas en kilómetros, donde la linealidad se ve constante y necesariamente interrumpida.

También refleja la dualidad de los indicadores en cuanto al estado, presión, y calidad del agua, ya que obtiene sus certificaciones en el límite de sus estándares y es por eso que el agua que es abastecida aparenta tener buen estado, a pesar del real problema que enfrenta su calidad y salubridad que en muchos casos tiene consecuencias en la calidad de vida de la población.

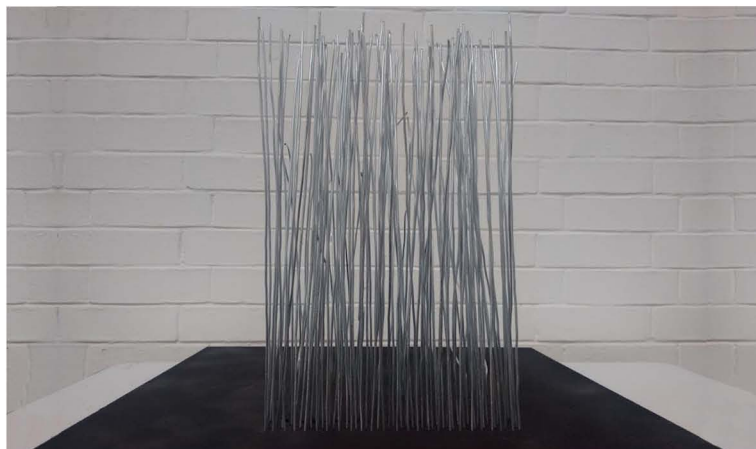
En relación a William Kentridge, se ha retomado su técnica de representación de escultura, además de conservar el sentido del dinamismo del artista; pese a que la pieza no posee una movilidad persé, es necesario que ésta sea recorrida en todas sus direcciones para que pueda ser entendida como una dualidad de realidades en oposición a las impresiones del colectivo, también se ataca la idea del imaginario colectivo, buscando establecer una relación con el constante imaginario procesional de multitud de Kentridge.

Es así como la pieza se compone de dos tramas diferentes a lo largo de su extensión, en

donde la parte frontal consta de una ventana de alambres buscando una verticalidad y densidad tal que pueda aparentar un entramado en orden y pulcritud pero que va perdiendo el control y se desvanece la concentración de alambres consiguiendo al final un desorden y quiebres que demuestran la complejidad y crudeza del sistema de abastecimiento y lo que el agua conlleva.

Figura 2.15; 2.16: Percepción vs realidad.

Fuente: Díaz, Gabriela. 2016



DIÁLOGO 2: "DRASTIC - Sg"

(Por Franco, Martín; Nuñez, Paola; Ramos, Andrea)

Lectura técnica: "Modelo DRASTIC Sg: Una nueva herramienta para mejorar la gestión del acuífero de la Ciudad de México". Hernández, José Antonio (2013).

Este texto explica la innovación en una herramienta para medir el nivel de vulnerabilidad a la contaminación de los acuíferos en la Ciudad de México, así como la generación de un mapeo donde muestra las regiones con mayor afectación. A esta herramienta se le agrega una variable más que es la subsidencia, la cual aumenta la posibilidad de contaminación al acuífero. Aquí una síntesis.

En la Ciudad de México casi 21 millones de personas dependen del agua obtenida del subsuelo como su principal fuente de abasto. Esto ha causado que con el paso del tiempo los acuíferos sean sobre-explotados y a su vez generan daños a la superficie y daños a la infraestructura urbana por la presencia de hundimientos.

"El objetivo de ésta investigación es desarrollar una metodología, basada en DRASTIC, para analizar la vulnerabilidad de agua subterránea en acuíferos urbanos afectados por procesos de subsidencia diferencial, tomando como caso estudio el acuífero de la Ciudad de México en el sector Distrito Federal". (Hernández José Antonio. 2013)

Para el Distrito Federal y zonas aledañas, la subsidencia ha sido un problema que lo ha afectado directamente, por lo que se decidió el cierre de algunos pozos de extracción para la disminución de subsidencia y dio un resultado favorable ya que se reportó una tasa de subsidencia de 17 cm/a en el periodo comprendido entre 1940 y 1970, 4 cm/a en los últimos meses de 1970 y 9 cm/a entre 1980 y 1991.

Desde entonces el estudio de subsidencia ha avanzado de manera que se reali-

zaron estudios aún más detallados utilizando herramientas precisas y de avanzada tecnología. Las herramientas que se han utilizado para este estudio son: InSAR – Interferometría de Radar de Apertura Sintética; PSInSAR – Dispersores Resistentes y GPS, con las cuales es posible evaluar cambios topográficos temporales en entornos geológicos muy diversos. (Calderhead et al. 2011; Chatterjee et al. 2006; Fan et al. 2011)

La vulnerabilidad de agua subterránea (VAS), se refiere a la susceptibilidad de un acuífero ante un elemento contaminante adverso al medio proveniente de una fuente superficial. El método más utilizado para el análisis de la susceptibilidad del acuífero es llamado método DRASTIC y ha sido utilizado en zonas hidrogeológicas. Debido a que no existen estudios en los cuales sea posible observar el efecto de la subsidencia en la VAS a consecuencia de la sobre-extracción, se definieron dos objetivos en esta investigación. 1) Desarrollar una metodología integral, tomando como base DRASTIC, que permita caracterizar la distribución espacial de la vulnerabilidad en acuíferos urbanos afectados por procesos de subsidencia diferencial denominada DRASTIC – Sg. 2) Generar el primer mapa de la vulnerabilidad del acuífero de la Ciudad de México (ACM) para el área comprendida del Distrito Federal. Se considera que este modelo puede representar una nueva herramienta de decisión para mejorar las prácticas de gestión hídrica y medioambiental en el ACM. (Hernández José Antonio. 2013)

A partir de esto se tiene la hipótesis que la subsidencia provoca agrietamientos, propagación de fracturas existentes y reactivación de fallas y esto genera mayor permeabilidad en la zona vadosa somera, causando el aumento de vulnerabilidad a la contaminación del acuífero.

El modelo DRASTIC – Sg radica en la modificación del modelo DRASTIC, el cual consiste en caracterizar la variación espacial de 7 variables hidrogeológicas, utilizando valores numéricos y algunos cálculos y así obtener el rango de vulnerabilidad.

Cada letra del nombre DRASTIC representa una variable que acompaña un valor numérico que hace posible el cálculo, donde: D – profundidad del nivel de agua subterránea; R – recarga vertical del acuífe-

ro; A – litología acuífera; S – la cobertura edáfica; T – topografía; l – litología de la zona vadosa y C – conductividad hidráulica. El valor numérico representa, en el caso D, la profundidad del nivel de agua subterránea y mientras más profundo sea el nivel de agua, es menos susceptible a la contaminación. DRASTIC – Sg es una modificación de DRASTIC que considera la incorporación de un nuevo parámetro, referido al Gradiente de Subsidencia (Subsidence Gradient) que permite cuantificar en términos espaciales, los efectos de subsidencia diferencial en la VAS. (Cabral – Cano et al. 2008; 2011).

Mediante la hipótesis de que la vulnerabilidad del acuífero a la contaminación, aumenta por los efectos causados por la subsidencia y que por medio de éstos, la permeabilidad de contaminantes hacia la zona vadosa somera acrecienta, fue que se hizo una modificación al modelo DRASTIC aumentando la variable Sg.

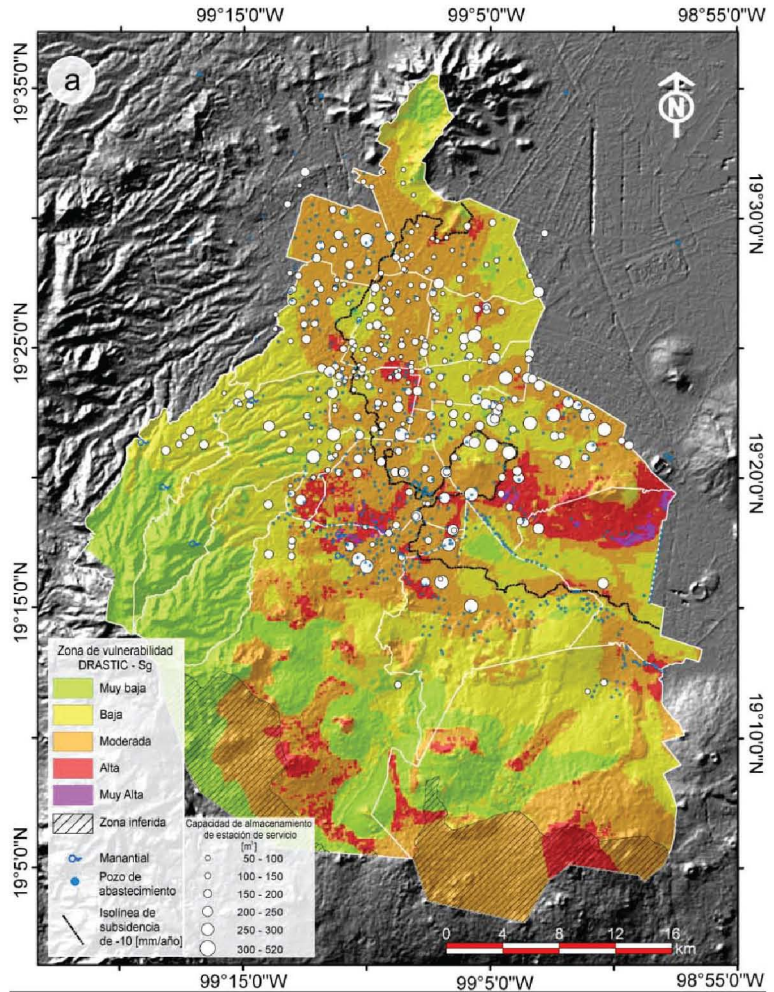


Figura 2.17: Mapa DRASTIC - Sg.

Fuente: "Modelo DRASTIC Sg: Una nueva herramienta para mejorar la gestión del acuífero de la Ciudad de México", pp. 28

Lectura artística: “How to work better, Peter Fischli and David Weiss”. Spector, Nancy; Trotman, Nat. DelMonico Books.

De nombres Peter Fischli y David Weiss son reconocidos dos artistas contemporáneos de origen suizo y de tradición dadaísta. Estos artistas son identificados por hacer obras con una variedad de medios incluyendo fotografías, esculturas, instalaciones, proyecciones, videos y obras sobre papel. El pensamiento de ambos artistas sobre su trabajo es que las obras están sólo como objetos singulares que se agrupan en series, pero toman la forma de colecciones acumuladas. La esencia de su trabajo es la representación de cualquier cosa por medio de objetos con los que tienen contacto en el día a día.

En una entrevista para el periódico “El País”, David Weiss explicó: “nuestro trabajo es una invitación a la especulación. Si quisiéramos

dar pistas concretas lo haríamos, pero preferimos invitar al espectador a introducirse en algo y que llegue hasta donde quiera. Todas las fases son válidas.”

How to better work, es una muestra donde se incluyen fotografías, esculturas, películas y videos que cuestionan la aparente oposición entre el trabajo y el ocio. Se puede apreciar que una constante en el trabajo de estos artistas, es la rebelde mezcla de labor e inutilidad. Uno de los ejemplos en los que se muestra este aspecto es en el video llamado “The Way Things Go”, donde se observa una instalación de diversos objetos acomodados de tal manera que se genere una reacción en cadena con una duración de media hora. Podemos calificar esta pieza como parte del ocio, sin embargo conforme van sucediendo los hechos, se detienen en algún punto para realizar un movimiento extra y alguna que otra reacción química más compleja y precisa.

Otro de sus trabajos, no muy conocido, pero no menos importante, es “Visible World” (1987 – 2001). Esta obra muestra alrededor de 3000 fotografías de tamaño normal expuesto sobre una vitrina con luz blanca de 22 m de largo, utilizando la fotografía como herramienta para capturar el momento indicado para siempre. Ésta obra tiene como idea central mostrar entornos naturales como jardines, desiertos, montañas, playas, etc, en conjunto con la vida cotidiana.

Con esta misma técnica, los artistas han elaborado más fotografías de objetos acomodados de cierta manera que no podrían permanecer en ese estado para una exposición, es decir, que cada fotografía tomada evidencia varios objetos en equilibrio pero que no podrían permanecer así por un tiempo prolongado. Es por eso, que deciden documentar estos objetos y la pieza artística como tal, en fotografía.

Posteriormente las imágenes son enmarcadas para la colocación en la exposición. “Enfrentan lo sagrado contra lo profano, lo mundano con lo icónico para que el espectador observe estas instantáneas visuales sin prejuicios ni interferencias.”



Figura 2.18; 2.19: Artwork.

Fuente: Fischli, Peter; Weiss, David. 1952. Imágenes recuperadas de: <http://lavidanoimportaalarte.blogspot.mx/2010/12/peter-fischli-y-david-weiss-zurich-1952.html>

“DRASTIC - Sg”

(Por Franco, Martín; Nuñez, Paola; Ramos, Andrea)

Se consideró como primera idea central de la lectura técnica, la modificación a la herramienta DRASTIC anexándole la variable de subsidencia por el hecho de que también pone en riesgo la contaminación del agua subterránea. Como segunda idea, fue importante la generación del mapa de vulnerabilidad del acuífero de la Ciudad de México.

Posteriormente se tomó en cuenta el significado de cada variable como parte fundamental para la generación del mapa de vulnerabilidad el cual está basado en la técnica de reacción en cadena de los artistas David Weiss y Peter Fischli, para poner en práctica una serie de sucesos con materiales encontrados en cierto lugar y así generar el mapa de una manera abstracta.

El lugar elegido para el desarrollo de la pieza, fue la parte trasera de un camión de transporte de materiales de construcción y con los objetos almacenados comenzamos a planear la manera en que cada variable (DRASTIC – Sg) fuese formando el mapa de vulnerabilidad. Una tela de manta representaba la superficie de la tierra y debajo de ésta se colocó una capa de plástico transparente para representar el subsuelo.

La generación del mapa se documentó por medio de fotografías tomadas de distintos ángulos y posteriormente se montaron de una manera secuencial para un mejor entendimiento del proceso.

A continuación, el resultado del proceso para la generación del mapa de vulnerabilidad en la Ciudad de México.



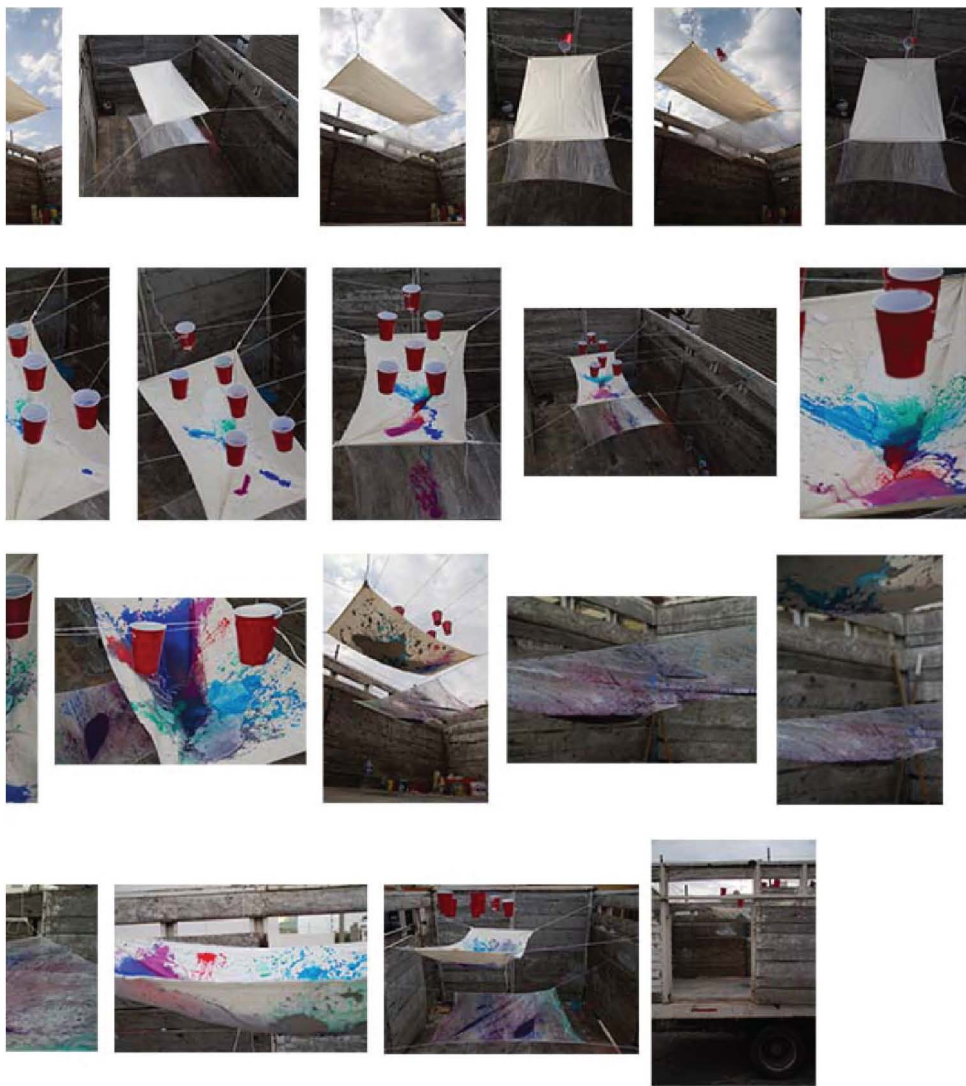


Figura 2.20: DRASTIC - Sg.
Fuente: Rangel, Néstor. 2016

DIÁLOGO 3: "DESECACIÓN DE LAS ARCILLAS. CONTAMINACIÓN."

(Por Díaz, Gabriela; León, Adriana; Ortiz, Patricio)

Lectura técnica: "Mexico City's Water Supply: Improving the Outlook for sustainability: Calidad del agua y problemas de salud".

National Research Council; Academia Nacional de la Investigación Científica, A.C.; Academia Nacional de Ingeniería, A.C.; Division on Earth and Life Studies; Water Science and Technology Board; The Joint Academies Committee on the Mexico City Water Supply; Commission on Geosciences, Environment and Resources, pp. 164-178. (1995)

Vulnerabilidad del acuífero: La densidad urbana y la escala que la Ciudad de México ha tomado en las últimas décadas han hecho que se dependa del acuífero de la cuenca en un 75%, y lo que históricamente se han convertido en un reto es el manejo de sus desechos, ya sean de sectores domésticos, comerciales o industriales.

La contaminación del agua y la baja calidad de la misma son provocadas por filtraciones de aguas residuales a los acuíferos de los cuales dependemos, ya sea por la composición de los suelos en cuanto a su material geológico, al nivel freático, la tasa de recarga y factores ambientales. Por ejemplo, la zona de suelo de transición posee por naturaleza niveles de permeabilidad superiores a los demás suelos, lo cual implica un problema si se estudia en correspondencia al acelerado desarrollo urbano, así como sus condiciones entre las que destacan la nula recolección de aguas negras o drenajes sin revestimiento, y el alto número de pozos de extracción ubicados en este tipo de suelo.

La filtración de aguas negras es una consecuencia de la sobre explotación de los acuíferos, ya que las arcillas inicialmente realizaban la función de ser una capa impermeable capaces de impedir el paso de agentes patógenos a las capas inferiores, sin embargo, el proceso

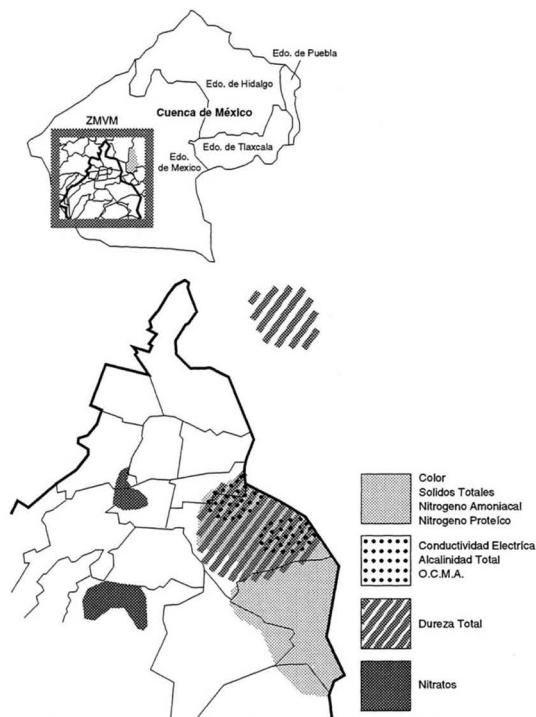
de compresión y desecación que están experimentando por el consumo de agua y bajo grado de recarga han provocado la creación de grietas y fisuras que son un fácil conducto para los contaminantes.

La alarma incrementa con las pocas acciones para el tratamiento de aguas residuales, considerando que la Zona Metropolitana del Valle de México genera 44 mcs, además los canales de drenaje en gran parte carecen de revestimientos lo que es una amenaza a la salud pública, ya que el 90% de los desechos líquidos de industrias se van al drenaje.

Muestreo y certificación sanitaria: Debido a los evidentes problemas de calidad, el agua potable consumida en la Zona Metropolitana del Valle de México certifica su condición por medio de muestreos realizados en las instalaciones del sistema de abastecimiento, como lo son los pozos, plantas de tratamiento, estaciones de bom-

Figura 2.21: Áreas de los campos de pozos que abastecen al Distrito Federal.

Fuente: "Mexico City's Water Supply: Improving the outlook for Sustainability: Calidad del agua y problemas de salud". pp. 171



beo y tanques de almacenamiento.

- A. Contaminación baja: Los agentes contaminantes en esta escala son bacteriológicos, con residuos libres de cloro.

- 2 A. Contaminación media: Empiezan a presentarse características físicas y químicas, como alcalinidad, cloruros, oxígeno, nitrógeno y amoníaco.

- 3 A. Contaminación alta: Los parámetros de calidad para el agua potable se encuentran rebasados, pues existen fluoruros, sólidos disueltos, nitratos, nitritos, sulfatos, metilenos, potasio, aluminio, arsénico, cobre, plomo, entre otros.

- 4 A. Contaminación alarmante: El espectro de contaminantes va desde componentes sintéticos orgánicos, radón y patógenos humanos.

Calidad de las fuentes de agua: En relación a las cualidades geológicas de los suelos es que la calidad del agua varía, por ejemplo, ya que en el agua de las arcillas superficiales abundan altas dosis y concentraciones de sales, se ha optado por extraer el agua a mayor profundidad, llegando a los 400m. La concentración de estos elementos está presente de igual manera en zonas al pie de montañas; en el Estado de México el 23% de los pozos en existencia carecen de la normatividad, y en otros casos, es necesaria la colocación de plantas de tratamiento.

Lectura artística: "Un recorrido por los monumentos de Passaic, Nueva Jersey", "Una sedimentación de la mente: Proyectos terrenos".

Smithson, Robert. Pp. 87-113, 132-147.

Artista nacido en Nueva Jersey (1938-1973), desarrollado dentro de la tendencia conocida como Land-Art y haciendo obras de tierra llamados Earthworks.

Su trabajo se caracteriza por la constante yuxtaposición de "accidentes" físicos, sucedidos durante un proceso creativo, que son capaces de alterar un escenario natural para evidenciar el pasado, advertido de una manera distinta tras la modificación. Dentro del Land-

Art, se prevé desde la concepción de la obra, que ésta se someta a las variaciones y modificaciones propias de la intemperie, pronosticando una durabilidad no controlada o establecida por el artista.

Smithson también es conocido por manejar en su arte tintes entrópicos; la entropía como un proceso de irreversibilidad tras una transformación de un sistema cerrado. Lo podemos ver plasmado en la elección de materiales para la realización de sus piezas, en las que busca que la materia escogida sufra su mutación y que al mismo tiempo no sea capaz de ser alterable a su estado original (grados entrópicos de la materia), o poder escoger materiales en bruto cuya entropía sea baja, y descartar la refinación de los mismos.

Las piezas de Robert Smithson continuamente son vistas como productos con ausencia de tiempo y turbidez del pensamiento.

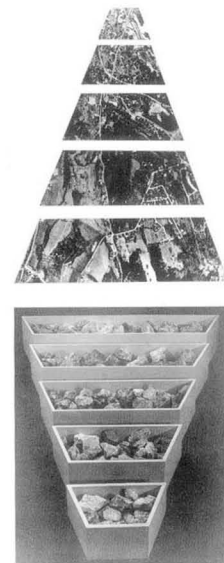


Figura 2.22: Non - Site.

Fuente: Smithson, Robert. Imagen recuperada de: <http://www.robertsmithson.com/essays/provisional.html>

“DESECACIÓN DE LAS ARCILLAS. CONTAMINACIÓN”

(Por Díaz, Gabriela; León, Adriana; Ortiz,
Patricio)

La alta tasa de extracción de agua del acuífero ha hecho que las arcillas comiencen un proceso de desecación, lo que visto a gran escala y en un lapso de tiempo amplio, desencadena en la consolidación de las mismas. Esta consolidación de arcillas no solo son causantes del hundimiento de la Ciudad de México, además genera fisuras y grietas que fungen como conducto para los agentes contaminantes que yacen en la capa superficial del subsuelo.

Por otro lado, el proceso de desecación no puede ser fácilmente revertido, es decir, aumentar la tasa de recarga al acuífero no garantiza que las arcillas dejen de sufrir este proceso.

Para el diálogo 3, y en busca de poder expresar el fenómeno de la consolidación de las arcillas, se han elaborado 3 láminas de barro, cada una de ellas con grados de humedad distintos simulando la transformación del subsuelo y la creación de las grietas, además se ilustra a las láminas con una imagen del estado real del suelo en diferentes zonas de la ciudad.

Se decidió el uso del barro por el concepto de entropía del artista Robert Smithson, que se basa en el grado de desorden molecular de una materia, en este caso, la escala de manufactura y modificación de un material que hace incapaz que éste regrese a su estado original.



Figuras 2.23; 2.24: Desecación de las arcillas.

Fuente: Chávez, Lorena; Díaz, Gabriela. 2016

DIÁLOGO 3: “DERIVA DE RIESGO HÍDRICO”

(Por Franco, Martín; Nuñez, Paola; Ramos, Andrea)

Lectura técnica: “Land Subsidence Caused by Ground Water Withdrawal in Urban Areas”. Holzer Thomas L., Dr. GeoJornal (1985) pp. 245 - 255.

Este artículo trata sobre los efectos que provoca la sobre-extracción de agua subterránea en zonas urbanas, entre ellos, la subsidencia. Explica cómo se dan estos efectos en 17 ciudades del mundo localizadas sobre los acuíferos más prolíficos de la tierra del cual dependen para el abastecimiento del recurso. El fenómeno de hundimiento se ha hecho presente en la superficie debido a la compactación del acuífero y el gasto económico que ha generado este suceso ha sido significativo para ciudades como Bangkok, Houston, México, Osaka, San José, Shangai, Tokio y Venecia. El hecho de las inundaciones, en algunas ciudades, ha sido el factor para alertar el buen funcionamiento de infraestructuras, mientras que en otras ya se toman criterios de diseño en construcción que puedan controlar el fenómeno.

Una de las causas generadas por subsidencia es la pérdida de elevación del terreno, la cual causa o aumenta el potencial de inundaciones. Debido a este problema es necesario crear obras de control y en caso severo, se abandonan las zonas afectadas. Otra causa es la inclinación regional, la cual es provocada por la mayor magnitud de subsidencia y a su vez causa que los pozos y su entubado se vean afectados reduciendo su productividad. Además, afecta el funcionamiento de canales o alcantarillado ya que dependen de la gravedad para su buen funcionamiento. La insuficiencia, ruptura o agrietamiento del suelo, consiste en fallas a tensión en el subsuelo, otra causa del hundimiento. Esta anomalía puede incitar a que las estructuras se vuelvan vulnerables a estas fallas y algunas edi-

ficaciones se pueden ver afectadas de manera que el edificio parece elevarse cuando el terreno subyace en respuesta a la compactación superficial. Este hecho también afecta la conexión a servicios públicos y compromete la integridad estructural del edificio.

A continuación, una síntesis de los efectos de subsidencia en las ciudades anteriormente mencionadas.

BANGKOK – TAILANDIA: en esta ciudad, los hundimientos son consecuencia de la extracción de agua del subsuelo por pozos. Presenta una subsidencia de 1m/a y muestra inundaciones de 20 a 50 cm de altura. Las edificaciones se ven afectadas por hundimientos diferenciales y grietas, en las carreteras se han colocado diques y ha mejorado el sistema de drenaje.

HOUSTON – USA: los hundimientos en esta región van de 0.15 – 2.7 m y éstos se presentan en zonas cercanas a las fuentes de agua donde se extrae el recurso (costas, canales), de lo cual, el 50% es utilizada y este hecho provoca inundaciones. También se considera que la extracción de gas y petróleo son hechos que contribuyen al fenómeno de subsidencia.

CIUDAD DE MÉXICO – MÉXICO: esta ciudad es una de las más pobladas en el mundo y esto deriva una alta demanda del recurso. Debido a que el hundimiento no es uniforme, la afectación se agrava en el alcantarillado potencializando las inundaciones por aguas residuales. En las edificaciones, parece que su estructura se eleva del nivel del suelo y los accesos y las banquetas adyacentes requieren de mantenimiento.

OSAKA – JAPÓN: el suelo en esta zona se ha hundido debido al bombeo de agua y la magnitud del fenómeno ha sido de 20 mm/a. Actualmente la ciudad se encuentra bajo control ya que es protegida por diques, bombas de agua y sistemas de puertos. Debido a que la ciudad se encuentra bajo el nivel del mar, tiene un riesgo de que la ciudad se inunde hasta un 80%.

Las soluciones a estos problemas no han sido decretadas debido a que no hay incentivos para el uso individual del agua o alternativas para que la extracción de agua sea controlada. Quizá una de esas tantas soluciones pueda ser el aumento a los impuestos para tener una mejor infraestructura que reutilice el agua plu-

vial o que inyecte agua a los acuíferos. O quizá una pequeña solución pueda ser el crear conciencia individual y hacer un mejor uso del agua en todos sentidos.

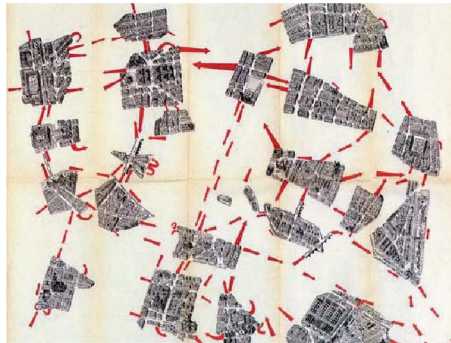
Lectura artística: "Guy Debord and the Situationist International". SMcDonough, Tom, An October Book (2002).

Guy Debord; escritor, pensador estratégico y cineasta de origen francés. Miembro de la organización revolucionaria Situationist International que surgió en 1958, el cual fue un instrumento de rebeldía que hacía frente al sistema y a sus nuevas formas de dominación. Los objetivos de este movimiento eran acabar con la sociedad de clases y combatir el sistema ideológico contemporáneo de la civilización occidental. Este movimiento desapareció en 1972, al mismo tiempo en que Debord comenzó a apartarse de la vida pública.

El situacionismo tiene bases estética e ideológica en el surrealismo y el marxismo y debe entenderse en su conjunto de producción artística, fílmica, teórica y política. Los situacionistas querían renovar las estrategias estéticas surrealistas con nuevas aportaciones, entre ellas, la deriva.

Entre los diversos procedimientos situacionistas, la deriva se presenta como una técnica de paso ininterrumpido a través de ambientes diversos. El concepto de deriva está ligado indisolublemente al reconocimiento de efectos de naturaleza psicogeográfica, y a la afirmación de un comportamiento lúdico-constructivo, lo que opone en todos los aspectos a las nociones clásicas de viaje y de paseo. La deriva quiere decir, abandonarse durante un largo tiempo y desplazarse por un espacio sin tener un destino. El recorrido es meramente aleatorio y sólo se tiene noción de lo que el caminante va percibiendo en cuanto a la ecología del sitio y del espacio social. El azar es el papel principal en la deriva, es decir, si no se tiene el conocimiento de qué camino seguir para llegar a algún lugar, la observación psicogeográfica se va haciendo más importante.

Las enseñanzas de la deriva permiten establecer los primeros cuadros de las articulaciones psicogeográficas de una ciudad moderna. Más allá del reconocimiento de unidades de ambiente, de sus componentes principales y de su localización espacial, se perciben sus ejes principales de paso, sus salidas y sus defensas.



Figuras 2.25; 2.26: Arte Situacionista.
Fuente: Guy Debord. Imágenes recuperadas de: <https://www.pinterest.es/pin/404549979013360353/>

“DERIVA DE RIESGO HÍDRICO”

(Por Franco, Martín; Nuñez, Paola; Ramos, Andrea)

El objetivo de este dispositivo de medición es mostrar los efectos causados por subsidencia, mencionados en la lectura técnica, en alguna zona de la Ciudad de México que esté sufriendo estos daños. Por medio de una publicación de periódico, se dio a conocer que una población de la delegación Xochimilco externó que la región está sufriendo daños en viviendas, banquetas y pavimentos, así como inundaciones en épocas de lluvia, debido a la sobre extracción de agua de un pozo que abastece del recurso a la zona. La demarcación se llama Santa María Nativitas y los daños son visibles en viviendas aledañas al pozo, la iglesia del pueblo y las partes bajas de una elevación de tierra; las afectaciones se hacen presentes con agrietamientos al interior de las viviendas e iglesia y rupturas en la superficie asfáltica.

Sabido esto, se optó por representar todos estos deterioros por medio de una deriva la cual se enfocara en buscar estos daños y documentar los recorridos en video. Finalmente, se registraron las afectaciones en un mapeo con los recorridos realizados y los puntos más dañados

en el sitio, acompañado de algunos croquis de los hitos que también están siendo deteriorados. El resultado fue un video en tres canales que muestran lo antes explicado.

En el primer video (figura 2.26) se observa el recorrido por las áreas afectadas aledañas al pozo. El segundo (figura 2.27), evidencia los deterioros en las calles y en los hitos más importantes para los habitantes del pueblo. En el último video (figura 2.28) se muestra el mapeo que representa la percepción del riesgo hídrico en el sitio. Éste fue realizado de acuerdo a cómo los habitantes de Santa María Nativitas viven la zona y dónde ellos perciben mayor riesgo hídrico. A este mapa se le denomina mapa psicogeográfico y esto quiere decir que la traza urbana del sitio se va generando conforme es percibida y no como geográficamente está constituida.

63

Figuras 2.27; 2.28; 2.29: Recorrido del sitio; croquis de hitos; mapeo del recorrido.

Fuente: Franco, Martín; Nuñez, Paola; Ramos, Andrea. 2016.





- ZONA DE RIESGO POR INUNDACIÓN
- ZONA DE RIESGO POR PÉRDIDA DE ELEVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA URBANA
- ZONA DE RIESGO POR MAYOR MAGNITUD DE SUBSIDENCIA
- ZONA DE RIESGO POR INSUFICIENCIA, RUPTURA O AGRIETAMIENTO DEL SUELO

Figura 2.30: Mapa psicogeográfico.
Fuente: Franco, Martín; Nuñez, Paola; Ramos, Andrea. 2016.

TLATELOLCO



Figura 2.31: Reloj de Sol y hundimiento.
Fuente: Díaz, Gabriela. 2016.

Se abordó la temática con un recorrido de reconocimiento de la zona, para diagnosticar el estado de la misma y los lugares de mayor incidencia del hundimiento. Fue en ese recorrido que se localizó la zona III como la que alberga una considerable suma de evidencia.

En un segundo acercamiento se ubicó el límite de la sección III con Avenida Reforma como la más afectada, en especial enfoque en el Reloj de Sol que funge como tributo al edificio Nuevo León, caído en el terremoto de 1985.

Una vez puntualizada el área de trabajo, elegida en relación a la cantidad de testigos del hundimiento, se comenzó con el proceso de investigación, tanto histórica, como técnica.

ORIGEN DE LA UNIDAD HABITACIONAL NONOALCO TLATELOLCO

DATOS DEL PROYECTO

El origen de la Unidad Habitacional Nonoalco Tlatelolco se remonta a partir de la Revolución Cubana. Esto comienza cuando el presidente de los Estados Unidos de América, John F. Kennedy, propone un acuerdo llamado “Alianza para el Progreso” (ALPO) en agosto de 1961. Dicho acuerdo tenía por objetivo alejar a los países de Latinoamérica (los cuales firmaron el acuerdo) de la Unión Soviética y de Cuba. Así mismo, se impulsaría el desarrollo de la industria, el campo y avance económico. Socialmente se otorgarían créditos a 50 años sin intereses y para este objetivo, deberían presentar propuestas para la construcción de dos unidades habitacionales antes de que finalizara el año 1961.

Ya que ejercer este proceso dependía de cada país, México propuso una unidad habitacional en la colonia Balbuena en el Distrito Federal puesto que por tiempo, sólo consideraban posible presentar un proyecto, que por cierto, lleva el nombre de Unidad Habitacional John F. Kennedy.

Al enterarse de este caso, el arquitecto Mario Pani presentó al gobierno mexicano un proyecto terminado que envió y ganó a un concurso en Caracas, Venezuela. Este proyecto estaba pensado para una clase media y media alta por lo cual tuvo que ser modificado en algunos edificios, la integración de la zona arqueológica, así como la restauración de la misma e incluir una nueva tipología de edificio. El gobierno mexicano la aceptó y al ser presentado, junto con la unidad habitacional de Balbuena, se aprobó y se financió para su construcción.

Para la construcción de la Unidad Habitacional Nonoalco Tlatelolco, se expropió un predio que era utilizado como patio de maniobras por Ferrocarriles Nacionales, ubicado al norte de la ciudad: Nonoalco Tlatelolco.

Las obras comenzaron en ese mismo año, 1961, y tras el avance, en 1962 se inaugura la primera sección, llamada “Independencia” por John F. Kennedy a lado del presidente mexicano Adolfo López Mateos. La unidad finaliza su construcción y se inaugura en 1964.

La idea principal del proyecto era que la unidad se viviese hacia adentro, es decir, una propuesta de un nuevo plan de vida densificado y con el cual pareciese que había una ciudad dentro de otra. La unidad contenía, además de vivienda, todos los servicios posibles para sus habitantes; está compuesta por 102 edificios con un total de 11, 916 departamentos para aproximadamente 70 mil habitantes. Algunos de los servicios con los que contaba la unidad eran; escuelas, guarderías, secundarias y una preparatoria; clubes sociales, una iglesia, supermercado, una plaza comercial, clínicas médicas, cine, estación de metro y la zona arqueológica. Se dividió en 3 secciones, cada una contenida por ejes viales, además, cada sección estaba destinada para habitantes de cierta clase social, es decir, de menor a mayor clase comenzando por la primera sección. Así como la variedad de tipologías de edificios, repartidas entre las tres secciones, como son: edificios de tipo ‘N’, ‘L’, ‘I’, ‘K’, ‘C’, ‘M’. Cada tipología variaba en la forma del edificio y en el número de niveles.

Primera Sección. “Independencia”: contenida por los ejes viales Av. Insurgentes Norte y Av. Guerrero. Era la sección destinada a los habitantes de menores recursos. En esta sección había 28 edificios.

Segunda Sección: “Reforma”: demarcada por Av. Guerrero y Eje Central. Aquí se encuentran 32 edificios destinados a una clase media entre la primera y tercera sección. Cabe señalar que dentro de esta sección se encuentra un parque que es el más importante de toda la unidad: “La Pera”.

Tercera Sección: “La República”: sección delimitada por Eje Central y Av. Paseo de la Reforma Norte. Esta sección, con 42 edificios es la más representativa de la unidad ya que en ella se encuentra “La plaza de las tres culturas”; la zona arqueológica Tlatelolco y el templo Santiago Apóstol. Además, alberga la Secretaría de Relaciones Exteriores, hoy el Centro Cultural Universitario Tlatelolco.



Figura 2.32: Ubicación Unidad Habitacional Tlatelolco.
Fuente: Nuñez, Paola. 2016.

La Unidad Habitacional Tlatelolco es un sitio que ha sido marcado por algunos acontecimientos no muy gratos a lo largo de la historia. En 1968 ocurrió un hecho que marcó la historia de Tlatelolco y del país entero. La matanza de cientos de estudiantes universitarios en la plaza de las tres culturas a manos del gobierno en represión a sus manifestaciones. A consecuencia de este suceso, muchos de los habitantes de la Unidad Habitacional huyen de ella por miedo a vivir una situación similar. También se modificaron las plantas bajas de algunos edificios, ya que eran permeables y por seguridad, decidieron enrejalarlas.

Otro hecho que nuevamente dejó huella en Tlatelolco y en la Ciudad de México fue el terremoto de 1985. Terremoto de 8.1 grados en la escala de Richter, tomó lugar el 19 de septiembre de 1985.

La Ciudad de México vivió uno de los peores momentos durante dos minutos al ver caer edificios enteros, hoteles, vecindades, casas, edificios de departamentos, escuelas, teatros, hospitales... edificios que eran parte de la historia de la ciudad fueron eliminados por siempre. Tlatelolco no fue la excepción, dos terceras partes del edificio Nuevo León, situado en la tercera sección, se derrumbaron enterrando a cientos de personas que residían en él. El terremoto dejó a su paso en la tercera sección de la

unidad 5 edificios fracturados en su estructura los cuales posteriormente fueron demolidos, así como la parte que quedó en pie del edificio Nuevo León.

Hoy en día, la tercera sección de la unidad es considerada como una de las más inseguras de las tres secciones por influencia de las colonias aledañas a ella (Tepito, La Guerrero y La Morelos) y por las personas nuevas que llegan a vivir ahí. Esto en palabras de los habitantes actuales.

“El sismo de 1985 demostró que la Ciudad de México está construida en el peor sitio posible, encima del barroso fondo de un lago, con el suelo blando que recibe, rebota y amplifica las ondas sísmicas como en ninguna otra urbe del mundo. La gran leyenda de su fundación es también su desgracia.” (Arturo Páramo, art. Periódico Excélsior. 16/09/15).

Esta línea del tiempo muestra a grandes rasgos la historia de la Unidad Habitacional Tlatelolco, así como algunos datos técnicos que van enfocados a la investigación sobre hundimientos diferenciales y que posteriormente contextualizaremos en este sitio a mayor profundidad y detalle. El siguiente esquema, representa una serie de imágenes que muestra de manera sintética las transformaciones de Tlatelolco a lo largo de la historia. (Figura 2.35)

Figura 2.33: Línea del tiempo historia de Tlatelolco.

Fuente: Nuñez, Paola. 2016.





1991

Torre Tlatelolco se hunde 1m. Como plan de acción comienza un proceso de extracción e inyección de agua para nivelar el edificio.

1998

Se presenta el primer rompimiento de tubería en la segunda sección de la unidad.

2003

Hacia este año, se registra hundimiento de 5 cm en la Torre Tlatelolco.

2012

Se declaran en peligro de derrumbe los edificios Michoacán y Guanajuato.

2012

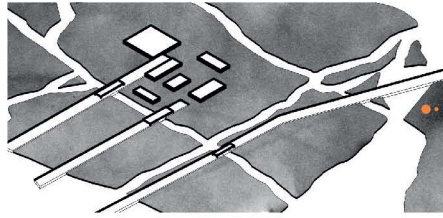
La 1a sección queda sin agua por falta de mantenimiento en la red hidráulica.

Nvo. León a
no del 19 de

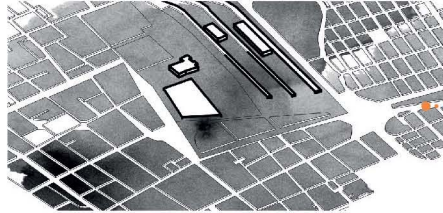
HUNDIMIENTOS Y EMERSIÓN APARENTE

La emersión aparente es entonces, un efecto producido por los hundimientos diferenciales, presentado normalmente en las construcciones cuyas cimentaciones son profundas o cajones. Los edificios que sufren este fenómeno dan la apariencia de sobresalir del nivel del resto de la superficie, pero, en realidad existe un asentamiento del terreno colindante por la consolidación del suelo.

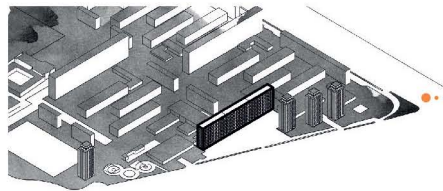
En el caso de Tlatelolco, y en específico del Edificio Nuevo León, tras el derrumbe de toda la edificación por el terremoto de 1985, permaneció sólo la cimentación, y al no poseer ninguna fuerza que retrase el empuje de los suelos, ésta fue rompiendo el pavimento de lo que actualmente es el reloj de sol, evidenciando la traza del edificio original y provocando desniveles a lo largo del rastro.



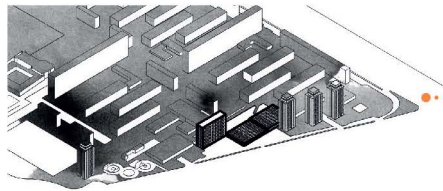
Época Prehispánica



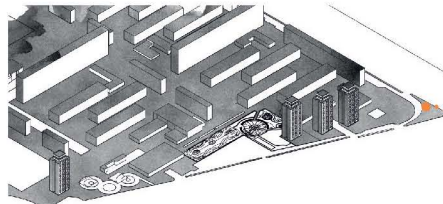
Años 50's
Ferrocarriles Nacionales



1964
Unidad Habitacional Tlatelolco. Edificio Nuevo León.



1985
Sismo. Caen dos terceras partes del edificio Nuevo León.



1991
Se construye el Reloj de Sol en memoria a los fallecidos en el terremoto.

EDIFICIO NUEVO LEÓN

El edificio Nuevo León fue un edificio albergado en la tercera sección de la Unidad Habitacional Tlatelolco que daba frente a la Avenida Reforma Norte y era clasificado como edificio tipo 'C'. esta tipología de edificio se caracterizaba por ser de mayor longitud, mayor número de departamentos y por ser uno de los edificios de clase alta. Como referencia, ya que el edificio está extinto, el edificio Chihuahua (frente a la plaza de las tres culturas) es en similitud al Nuevo León.

Desplantado de norte a sur y con fachadas orientadas oriente – poniente y dividido en tres bloques (norte, central y sur), el edificio Nuevo León tenía un total de 288 departamentos, clasificados en departamentos con una, dos y tres recámaras.

Su cimentación, a base de un cajón de 6 m de altura estaba puesto sobre pilotes de 17 m de profundidad. Cada bloque contenía 156 pilotes de concreto los cuales tocaban la capa dura

evitando que el edificio se hundiera por estar situado en una zona con suelo lodoso e inestable debido al contacto con agua subterránea.

Dado que la unidad está construida sobre el remanente de un lago, en 1982 algunos edificios comenzaron a presentar problemas en su estabilidad estructural, entre ellos el edificio Nuevo León. Éste presentó pérdida de verticalidad y desplome acelerado por lo que se tomó la decisión, por parte de BANOBRAS, de recimentar el edificio. Al concluir los trabajos requeridos, se consideró al Nuevo León como uno de los edificios más fuertes y mejor construido. En el gráfico 64 se presenta una imagen con los planos de recimentación de los edificios tipo 'C'.

El 19 de septiembre de 1985, la Ciudad de México sufrió un terremoto de 8.1 grados en la escala de Richter, borrando del centro de la ciudad edificios representativos, entre ellos el edificio Nuevo León. Dos terceras partes de él fueron destruidas a causa del temblor (figura 2.39), sepultando a cientos de personas entre sus escombros. Existe una explicación física para lo ocurrido que revela: "dado que el suelo de la zona centro está rodeado por zonas de sedimentos y rocas, la onda sísmica quedó atrapada en el terreno acuoso del ex lago.

Una vez ahí, se dio un fenómeno de resonancia, un aumento en la amplitud del movimiento sísmico debido a un movimiento colectivo de las arcillas del subsuelo" (Jorge Flores. IFUNAM 1985). Esto quiere decir que la principal falla fue dada por la ubicación del edificio en una zona lacustre.

Con relación a este tema, existen versiones donde se dice que los residentes del edificio Nuevo León, habían sido ignorados por autoridades sobre los problemas que se estaban suscitando en el predio y que esto se explicaba en una manta, escrita por los habitantes, que colgaba del edificio. Otra versión, explica que justo el 19 de septiembre se llevaría a cabo la mudanza de los moradores para posteriormente iniciar la reestructuración del edificio. Sin embargo, es curioso el hecho de que sólo quedara en pie una tercera parte del edificio. Quizá, sólo esa parte fue recimentada y esta hipótesis podría ser comprobada actualmente en el sitio, ya que por consecuencia al fenómeno de sub-

sidencia que vive la ciudad, la cimentación del Nuevo León está emergiendo del subsuelo, evidenciando la forma del edificio en daños provocados a la superficie.

Un año después del acontecimiento, se llevó a cabo una misa en lo que quedó del edificio Nuevo León para recordar a los fallecidos. Posteriormente, se terminó de demoler la tercera parte que había quedado en pie.

Seis años después, se inauguró el Parque Reloj de Sol, construido donde el Nuevo León (figura 2.36) en memoria a lo ocurrido en el terremoto del 85, así como el busto del tenor Plácido Domingo, quien fuera parte de las brigadas de rescate. Hoy, ese Reloj de Sol muestra la huella del edificio caído por medio de la emersión de su cimentación dejando ver este fenómeno como un testigo del hundimiento de la ciudad y el cual fue denominado: Huella Imborrable.

En la figura 2.41 se representa lo que acontece actualmente en el espacio donde se encontraba el edificio Nuevo León. De lado izquierdo, se muestra la longitud del edificio, así como la cimentación y la sección que fue reestructurada, superpuesta con el Reloj de Sol. De lado derecho, se muestra un axonométrico con las capas que hay en el parque actualmente, así como la composición de la tierra en la que se encuentra. De esta manera se logra expresar las zonas que están siendo afectadas por la emersión de la cimentación.



LOS EDIFICIOS TIPO C se encuentran entre las Avenidas INSURGENTES, SAN JUAN DE LETRAN y PASEO DE LA REFORMA. Constan de 14 pisos con tres o cuatro departamentos por planta, de una, dos y tres recámaras. Dos elevadores con servicio cada tres pisos. Acabados finos. Azulejos en baños y cocina; pisos de parquet. Closets. Cocina amueblada. Calentador automático. Conexiones para TV y teléfono.

Enganche Mensualidades
Credenciales Costaturas

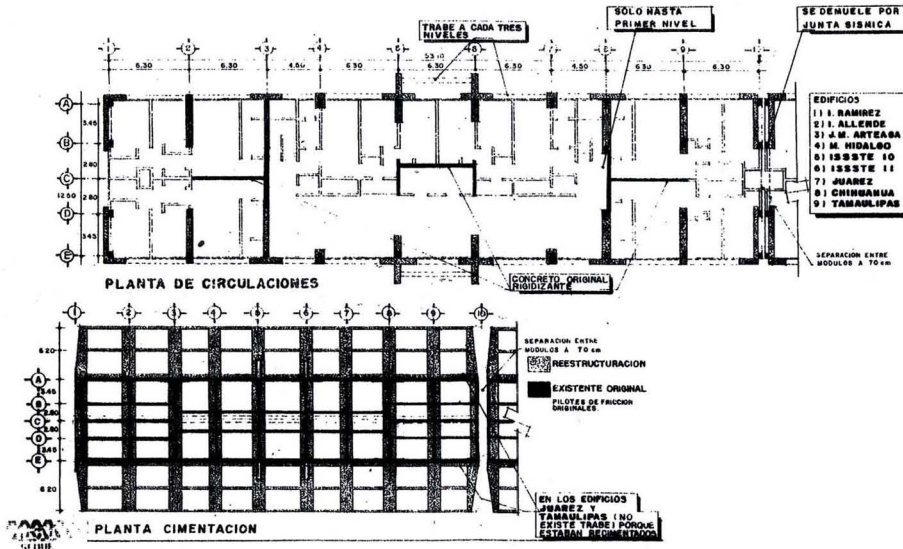
De una recámara Desde \$ 5,000.00 \$ 444.02 \$ 605.21

De dos recámaras Desde \$ 8,000.00 \$ 751.41 \$ 1,024.20

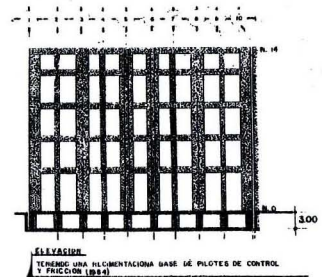
De tres recámaras Desde \$ 11,000.00 \$ 1,065.02 \$ 1,451.66

Vea explicación de las dos Formas de Pago a la vuelta

72



PROYECTO EJECUTIVO REESTRUCTURACION EDIFICIO TIPO C



<
Figuras 2.35; 2.36: Emersión aparente
en el Reloj de Sol; Edificio tipo "C".

Fuente: Díaz, Gabriela. 2016; Imagen
recuperada de Facebook "Vivir Tlatelolco".
2016.



>
Figuras 2.37; 2.38: Caída del edificio
Nuevo León en el sismo del '85;
Cimentación del edificio Nuevo León.

Fuente: Nuñez, Paola. 2016; Imagen
recuperada de vivirlatecolco.blogspot.com



>
Figura 2.39; 2.40: Daño en el Reloj de
Sol.

Fuente: Nuñez, Paola. 2016.

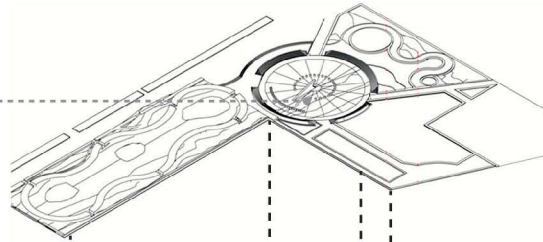


<
Figura 2.41: Planos de recimentación
edificio tipo "C".

Fuente: Imagen recuperada de
vivirlatecolco.blogspot.com

ESTADO ACTUAL
reloj de sol

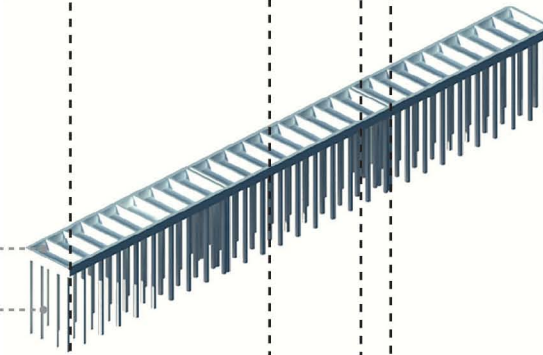
reloj de sol



ESTRUCTURA
cajón de cimentación/pilotes

cajón de
cimentación

Pilotes



SUBSUELO
altamente compresible

Arcilla

Arena

Arcilla

Limo

Arcilla

Limo

Arcilla

Capa dura

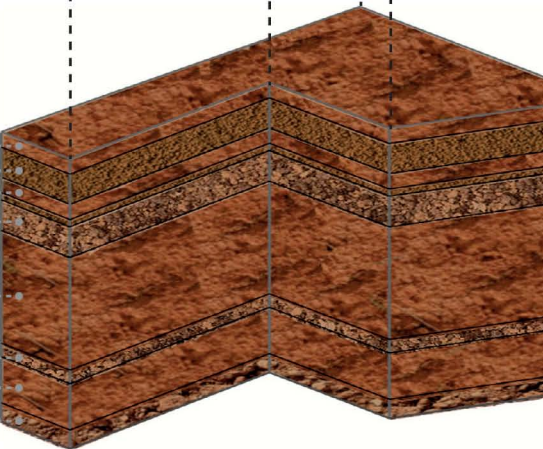


Figura 2.42: Diagrama de capas, Reloj de Sol.

Fuente: Díaz, Gabriela; Franco, Martín; Nuñez, Paola; Ramos, Andrea. 2016.

DISPOSITIVO DE MEDICIÓN: HUELLA IMBORRABLE

El análisis histórico de la zona comprendida por las 3 secciones (Independencia, Reforma y La República) de la Unidad Habitacional Nonoalco Tlatelolco nos habla de la falta de concordancia entre lo existente y lo que el lugar ha sido a lo largo de los años.

En los años posteriores, mediante las reformas de estructuración del país, por lo que dicho predio perteneciente a Ferrocarriles Nacionales es expropiado para poder realizar el proyecto del arquitecto Mario Pani, el cual consiste en la Unidad Habitacional; nuevamente la falta de diálogo entre las capas históricas causó lo que puede ser considerado como una de las mayores tragedias de la Ciudad de México, ya que muchos edificios pertenecientes a la unidad sufrieron de fracturas y en los casos más graves, derrumbes del objeto arquitectónico en el temblor de 1985, todo esto, por una estructura no apta para el tipo de suelo, y por supuesto, por la escasa visión de un problema fuertemente ligado al desarrollo del valle, los hundimientos y sus secuelas.

Uno de los edificios que padeció del derrumbe en al menos la mitad de su largura fue el Nuevo León, lo que conllevó lamentables muertes de los inquilinos, es por esta razón que se decidió conmemorarlos con la construcción de un Reloj de Sol en lo que antes fue el edificio, borrando así todo rastro de éste por medio de una plancha de concreto, y en el resto del área se colocó un parque lineal con taludes laterales.

Sin embargo, al día de hoy, el Reloj de Sol no mantiene sus características iniciales, ya que se ha visto interrumpido por el constante y agresivo agrietamiento del piso de concreto a causa de la emersión aparente de la cimentación no retirada del inmueble, siendo una consecuencia del hundimiento, cuyo efecto es intensificado por el suelo lacustre sobre la que se erige.

Con todo el bagaje de “tabulas raras”, el dispositivo de medición tuvo como principal objetivo dejar de ocultar la huella histórica de la zona, y seguir una línea contraria, es decir,

sabiendo que la cimentación padece del fenómeno de emersión y que es esta la que fractura el pavimento, se buscó traslucir el proceso, evidenciando el cimientó por medio de una reproducción en la superficie existente.

PROCESO

La elaboración del dispositivo en aras de factibilidad económica, de colocación y duración, fue visualizada inicialmente con pintura vinílica, pero tal propuesta fue rechazada por indicaciones de la Unidad Delegacional de Cuauhtémoc, por lo que se optó por la instalación de cintas adhesivas, con la capacidad de durar a los efectos de la intemperie y al desgaste por uso de los flujos transitorios. La elección final del material fue el “masking tape” en color azul y con dos diferentes grosores, de 1” y 2”.

El proceso de colocación del dispositivo se llevó a cabo durante una semana; como primer paso se ubicó de forma exacta la antigua cimentación sobre el actual Reloj de Sol, con la ayuda de los planos de la unidad y del edificio Nuevo León. Una vez puntualizada, comenzaron los procedimientos de trazo, localizando las trabes, columnas, y sus respectivos grosores, así como buscar cómo mantener una continuidad en la legibilidad de las líneas ya que estas en muchos casos se encontraban interrumpidas por el reloj, los bolardos y las gradas de piedra circundantes.

El trazo se concluyó con “masking” e hilo, y se fijó en las extremidades con clavos. Al término, se comenzó a colocar la cinta “masking tape” azul, con especial cuidado en la adherencia en las zonas con alta rugosidad o con la presencia de piedras y tierra con pasto.

Este paso fue repetido a todo lo largo

del Reloj de Sol, y duró 3 días de los 5 ocupados. El proceso fue documentado, como las fotos a continuación lo muestran.

El resultado fue revisado por las arquitectas asesoras el día viernes 25 de noviembre del 2016, en la cual se acotaron las correcciones pertinentes, como la inclusión de más frases explicativas a lo largo del proyecto, el plano original de la cimentación con la referencia vía online de todos los dispositivos de medición del Taller Hídrico Urbano, así como la mención de la colaboración a la exposición en el Centro Cultural Universitario de Tlatelolco, titulada "La ciudad está allá afuera. Ocupación, Demolición, Utopía".

El día 26 de noviembre de 2016 se lleva a cabo la aprobación final y la inauguración de la exposición.



<
Figura 2.43: Preparación para la
instalación del dispositivo.
Fuente: Díaz, Gabriela. 2016.

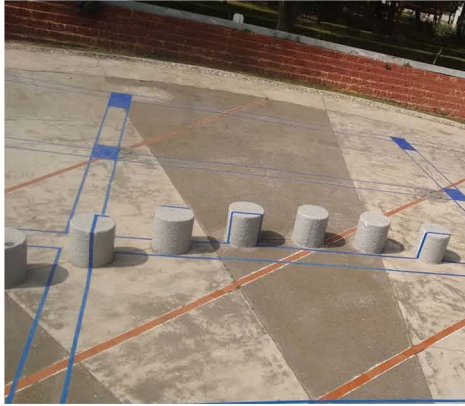


<
Figura 2.44: Preparación para la
instalación del dispositivo.
Fuente: Díaz, Gabriela. 2016.



>
Figura 2.45: Instalación del dispositivo
de medición.
Fuente: Díaz, Gabriela. 2016.





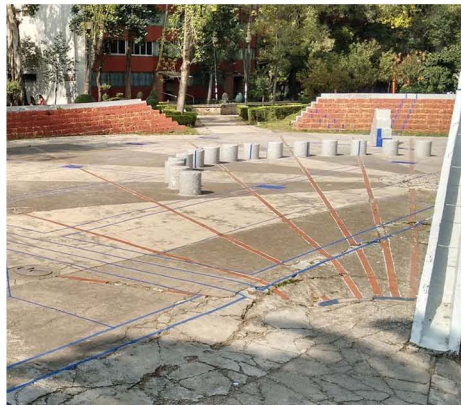


Figura 2.46: Resultado final del dispositivo de medición.
Fuente: Díaz, Gabriela. 2016.





CANAL NACIONAL

	3.1 INTRODUCCIÓN
	3.2 ANÁLISIS A ESCALA CUENCA
3.3 ANÁLISIS A PARTIR DEL REGISTRO DE HUNDIMIENTO ANUAL EN LA CIUDAD DE	
	MÉXICO. REGIÓN SUR
3.4 ESTADO ACTUAL: ANÁLISIS CON BASE EN CAPAS DE INFORMACIÓN	
	CARTOGRÁFICA Y ESTADÍSTICA
3.5 SELECCIÓN DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN	
	3.6 DIAGNÓSTICO
	3.7 PRONÓSTICO
	3.8 CONCLUSIONES



Figura 3.0: Canal Nacional
Fuente: Díaz, Gabriela, 2017

INTRODUCCIÓN

Es importante aterrizar los planteamientos teóricos con ejemplos reales y tangibles dentro de la Ciudad de México, la cual se caracteriza por ser basta en patrones de hundimientos. En este capítulo se muestra la metodología seguida para encontrar un polígono de estudio dentro de los mapas de subsidencias.

Es importante siempre un análisis que sustente posteriores propuestas, con el fin de conseguir un diálogo coherente y efectivo entre los problemas identificados y las propuestas para dar arreglo a los mismos. A lo largo de la historia de la ciudad, las soluciones presentadas en cuanto a problemas de inundaciones y hundimientos han demostrado poco entendimiento, en su mayoría fracasando su cometido al tiempo de ser instaurados. Es por eso que en este estudio, se investigan a profundidad las condiciones del polígono seleccionado, abordando desde temáticas físicas, urbanas, arquitectónicas y sociales, en búsqueda de un panorama vasto e íntegro que pueda dotarnos de las herramientas y conocimientos requeridos para la propuesta de solución que se implementará.

En el desarrollo del capítulo se abordarán temas como parámetros para selecciones de zonas de estudio e intervención a diferentes escalas, diagnósticos físicos y urbanos a su respectiva magnitud, análisis históricos y arquitectónicos, estados actuales, problemática, diagnóstico del problema y pronósticos del mismo.



Figura 3.1: Canal Nacional.

Fuente: Imagen tomada de: <https://www.naturalista.mx/projects/canal-nacional>

ANÁLISIS A ESCALA CUENCA

El hundimiento es un fenómeno que afecta gran parte de la Ciudad de México. Como la figura 3.2 lo muestra, la zona con más afectación del fenómeno es el norte y noreste, en donde no sólo existe una vasta extensión territorial con subsidencias, sino que el grado de daño es mayor que en otros puntos de la ciudad.

Debido a los suelos lacustres que corresponden con la ubicación de los antiguos ríos de la cuenca, las zonas de subsidencia coinciden con los límites de los ya extintos cuerpos de agua que en sumatoria a los altos índices de urbanización resultan en registros de hundimientos de hasta 10 metros en el área que otrora fue el lago de Texcoco, afectando las alcaldías Venustiano Carranza, Iztacalco, Cuauhtémoc, Benito Juárez, parte de Gustavo A. Madero e Iztapalapa, (SACMEX, 2012), todas concentradas en la parte nororiental, al que definiremos como cuadrante 1.

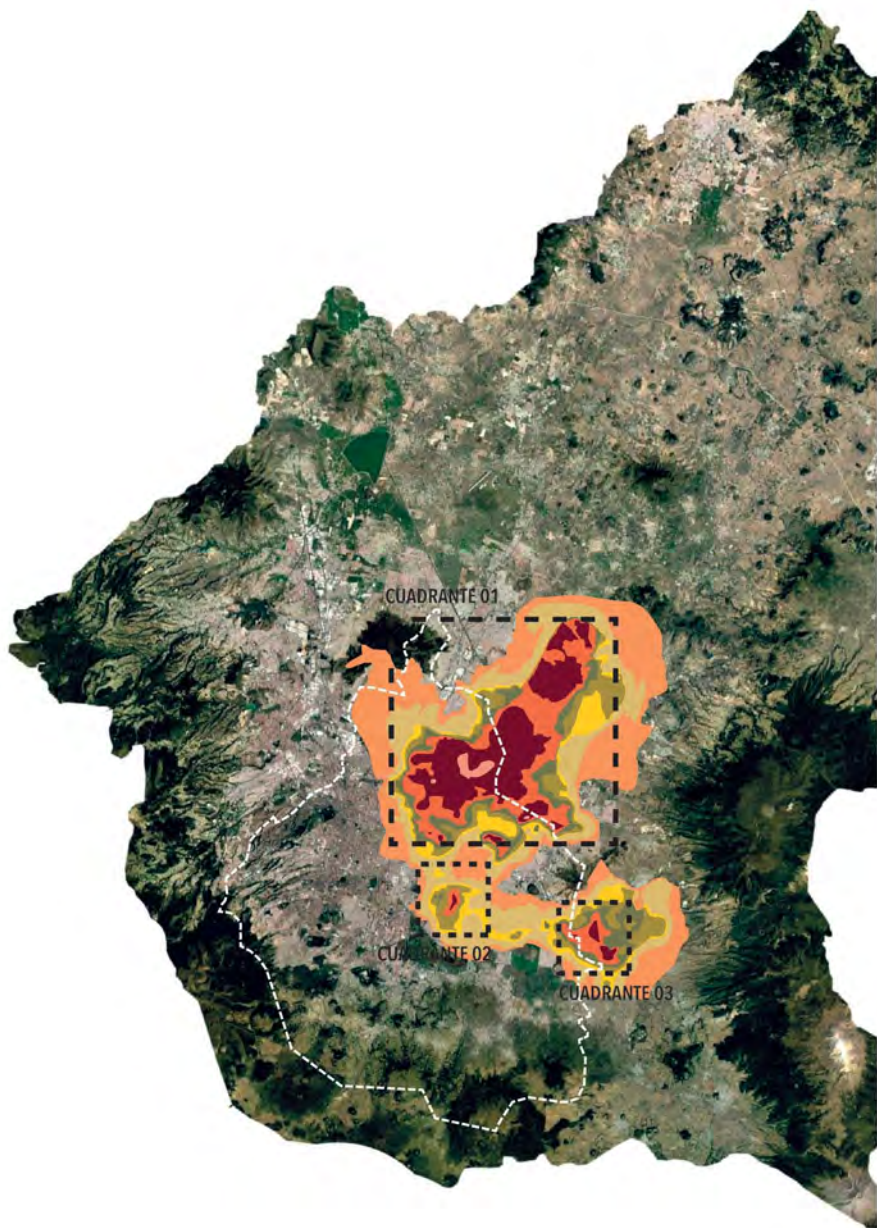
Sin embargo, existen zonas aisladas a las anteriormente mencionadas que de igual forma muestran índices de subsidencia de 10 metros, en la parte sur y sureste, en lo que antiguamente eran los lagos de Xochimilco y de Chalco, con efecto en los límites entre las alcaldías Coyoacán, Tlalpan y Xochimilco, cuadrante 2, y Tláhuac, cuadrante 3.

Los registros recabados para el hundimiento con resultados de 1 a 8 metros de 1862 al 2011 se encuentran rodeando toda la zona mayormente afectada. (SACMEX, 2012)

En los casos del cuadrante 1, las distancias entre curva de hundimiento a curva de hundimiento (con registro de 1 a 8 metros) no representa un tamaño considerable, significando que dentro de estos valores la pendiente es muy marcada, sin embargo, las distancias entre curvas con valores de 8 a 10 metros de hundimientos se encuentran más separadas, por lo que las inclinaciones entre éstas es más suave y menos abrupta.

Todo lo contrario sucede en los cuadrantes 2 y 3, en donde las distancias entre valores de 1 a 8 metros son vastas mientras que las de los hundimientos de 8 a 10 metros poseen dimensiones mayormente estrechas entre sí, lo que se traduce como una pendiente ligera en los bordes del hundimientos para después pasar a un declive más empinado. (SACMEX, 2012)

Lo anterior es una representación del comportamiento de los cuerpos de agua, ya que al ser superiormente grande el lago de Texcoco, poseía mayor extensión en su fondo, lo que en la actualidad es la capa lacustre con mayor concentración de depósitos aluviales y arcillas, es decir, mayor grado de compresibilidad del suelo y mayor índice de subsidencia. Los lagos de Xochimilco y Chalco, al tener escalas menores, contuvieron fondos de lago reducidos, en donde las pendientes en el hundimiento son más abruptas debido a la proporción en sus dimensiones.





HUNDIMIENTOS ACUMULADOS
EN METROS (1862-2011)

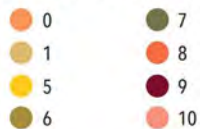
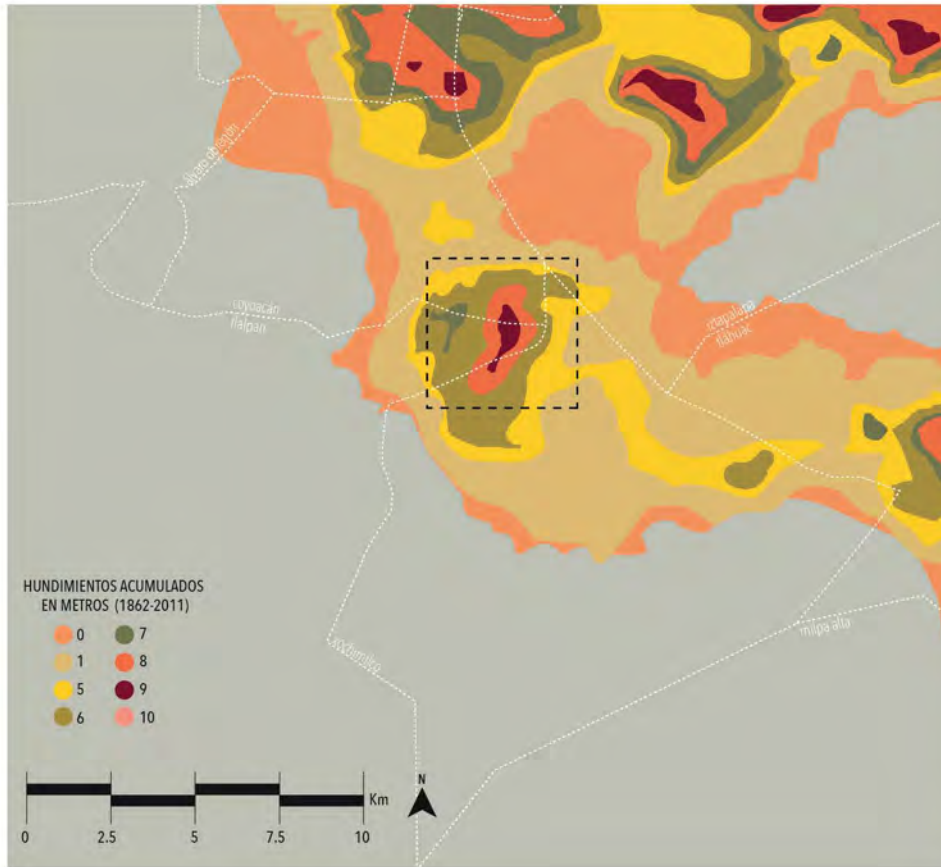


Figura 3.2: Hundimiento de la Cd. de México. Desde 1862 al 2011.

Fuente: Díaz, Gabriela. 2018. Con información de *El Gran Reto del Agua*. pp.¿?

SELECCIÓN DE ZONA



88

Figura 3.3: Hundimiento en la zona sur de la Cd. de México. Desde 1862 al 2011. Fuente: Díaz, Gabriela. 2018. Con información de *El Gran Reto del Agua*. pp. ¿?

El polígono seleccionado para ser el caso de estudio en la tesis es el cuadrante 2, es decir, aquel que presenta subsidencia en el límite delegacional de Coyoacán, Tlalpan y Xochimilco. La selección de dicho polígono se realizó con base en dos argumentos:

a) El caso que presenta con respecto a los valores de hundimiento, con bordes suavizados en su pendiente y hundimientos abruptos en la

zona central.

b) El sector susceptible al hundimiento se encuentra contiguo a un cuerpo de agua, Canal Nacional, de los pocos existentes en la actualidad, lo que resulta de gran interés en el estudio de la relación hundimientos - cuerpos hídricos.

ANÁLISIS A PARTIR DEL REGISTRO DE HUNDIMIENTO ANUAL EN LA CIUDAD DE MÉXICO. REGIÓN SUR

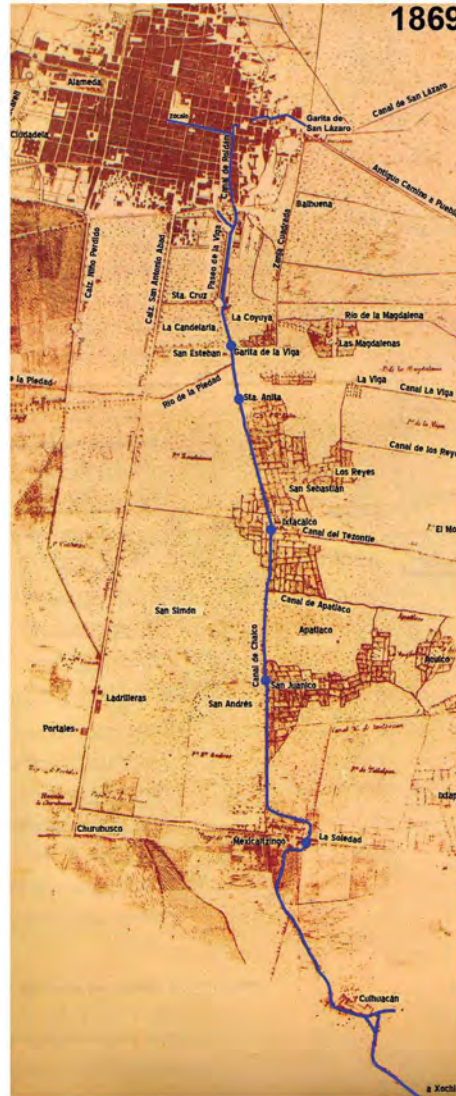


Figura 3.4: Mapa de 1860. Canal de La Viga: Xochimilco - La Merced.

Fuente: Imagen recuperada de: <https://www.flickr.com/photos/clubdepatos/sets/72157601378392751/with/8598994338/>

EL CANAL DE LA VIGA

La Ciudad de México, en tiempos prehispánicos se comunicaba por medio de acequias y canales de agua. Estas vías de comunicación desempeñaban el trabajo de funcionar como rutas de desfogue para las corrientes de los lagos, los cuales se desbordaban por el desemboque de ríos que llegaban a ellos.

El principal abasto de productos que llegaba al centro de la ciudad, provenía del cultivo de la zona chinampera en Xochimilco. El traslado se hacía por medio del Canal de la Viga, conocido también como Río Ameca – Canal Nacional, en algunos de sus tramos. El cauce formaba parte de un sistema de canales, el cual comenzaba el recorrido desde el poblado de Chalco, pasando por Xico, atravesando el dique de Tláhuac y posteriormente se incorporaba a la acequia de los pueblos de Culhuacán, Mexicaltzingo, Iztacalco y Santa Anita. Finalmente, el cauce se mezclaba con la calle de Roldán, camino a La Merced. (Peralta, 2009) (Figura 3.4)

A su vez, también era utilizado para enviar agua al centro de la ciudad desde el volcán del Iztaccíhuatl.

Para el siglo XIX y parte del XX, este canal sobresaía dentro de una superficie abundante de agua que envolvía la ciudad y se unificaba con los lagos de Xochimilco y Chalco por medio de la garita de San Lázaro, actualmente La Cámara de Diputados. (Legorreta, 2006) Varios fueron los intentos por liberar la ciudad de las grandes inundaciones y como era de esperarse, el gobierno de 1921 irrumpe el Canal de La Viga para dar paso al proyecto del Gran Canal del Desagüe. Desde entonces, comenzó la costumbre de entubar los ríos y conforme la población aumentó, los lagos se secaron con celeridad.

A continuación, se describe la transformación del Canal de La Viga en relación a las

modificaciones en el drenaje y la entubación de los ríos en el resto de la ciudad.

Fue en el año de 1900 cuando se inaugura el Gran Canal del Desagüe al norte de la ciudad, por el entonces presidente, Porfirio Díaz. Dicha obra, prometía terminar con el problema de las inundaciones, sin embargo, 4 meses después la ciudad fue sumergida nuevamente. (Legorreta, 2006). El Canal de La Viga, seguía con su mismo cauce y llevando hasta el centro los productos de abasto.

Para 1930 el crecimiento poblacional fue un detonante para que la ciudad fuese regida por el uso del automóvil, debido a esto, grandes áreas verdes y cientos de kilómetros de los ríos fueron asfaltados y convertidos en viaductos y circuitos viales. A consecuencia de este incremento en los moradores, fue necesario construir más drenajes y asimismo se necesitó de mayor abasto de agua causando la pavimentación de más regiones permeables para la recarga del acuífero. Aunado a esto, los hundimientos no se hicieron esperar provocando grandes descensos en la región dañando considerablemente las pendientes del Gran Canal. Fue entonces que en la década de los 60's, se aprobó la construcción del Drenaje Profundo. (Legorreta, 2006)



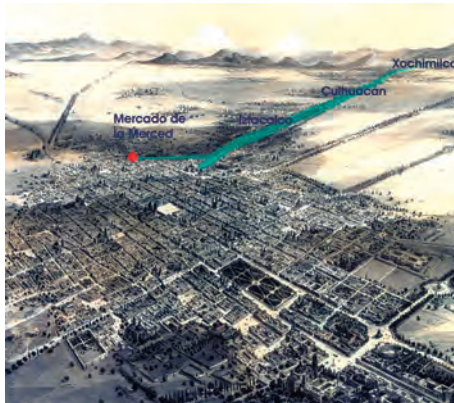
Figuras 3.5: Canal de La Viga en 1860. Navegación barcos de vapor.

Fuente: Imagen recuperada de: <https://www.flickr.com/photos/clubdepatos/sets/721576013783927511with/8598994338/>



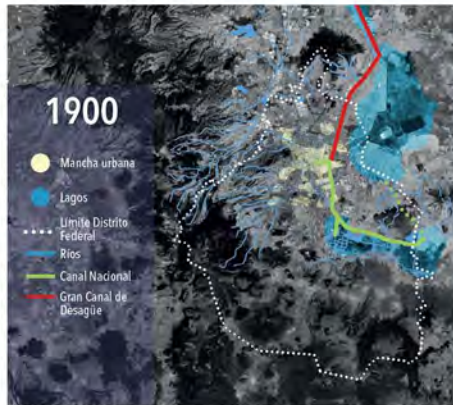
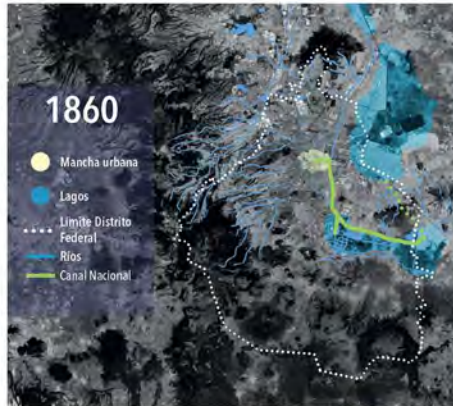
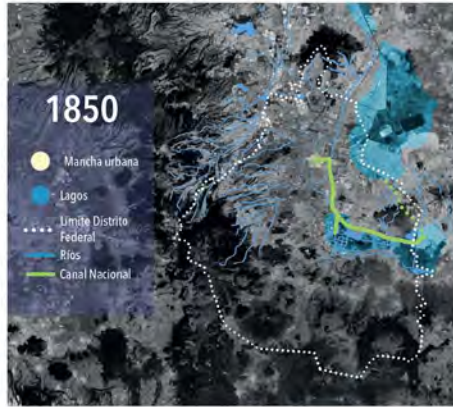
Figuras 3.6: Desembarque en la Calle Roldán.

Fuente: Imagen recuperada de: <https://www.flickr.com/photos/clubdepatos/sets/721576013783927511with/8598994338/>



Figuras 3.7; 3.8: Ruta Xochimilco - La Merced; Canal de la Viga.

Fuente: Imagen recuperada de: <https://www.flickr.com/photos/clubdepatos/sets/721576013783927511with/8598994338/>



Figuras 3.9; 3.10; 3.11: Canal Nacional a través de la historia.

Fuente: Nuñez, Paola. 2017.

Como se mencionó anteriormente, el Canal de La Viga no fue la excepción en estas transformaciones. “Entre 1930 y 1940, se entubaron aproximadamente 10 kilómetros de su longitud; desde lo que conocemos actualmente como calzada Ermita Iztapalapa hasta la calle de Corregidora en el Centro Histórico. Se conservaron a cielo abierto 62 kilómetros de la acequia y a nuestros días, se conoce con el nombre de Canal Nacional.” (Legorreta, 2006, p. 179)

No obstante, en el año de 1938 surgió una propuesta vial, la cual consistía en la construcción de un anillo de circulación con el recorrido de los ríos de la Piedad, Consulado y la Verónica y a su vez, se terminaría con la insalubridad de los ríos a los cuales les llegaban descargas de aguas residuales. Así, en 1952 queda inaugurado el viaducto Miguel Alemán. Las obras de entubamiento de ríos no pararon ahí; en la década de los 70's, se consolidó una periferia vial, la cual se conoce hoy en día como Circuito Interior. Por debajo del circuito, existía el caudal de los ríos Churubusco y río de la Verónica. (Legorreta, 2006)

En el decenio de los 90's, Canal Nacional ha sido parte de diversos planes de restauración. No es hasta 1992 que se inician los trabajos de rescate en el tramo entre Churubusco y las lagunas de regulación Ciénega Grande y Ciénega Chica. La idea fue construir un drenaje paralelo con una longitud de 800 metros y un corredor deportivo. (Legorreta, 2006). Este nuevo drenaje forma parte del drenaje semiprofundo.

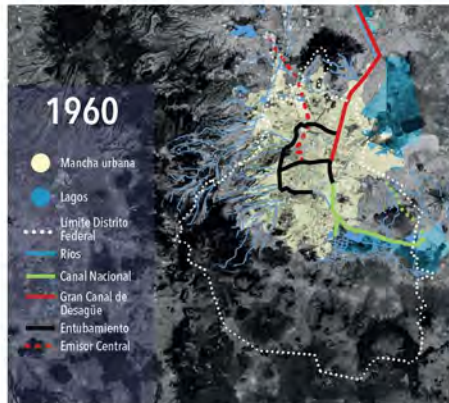
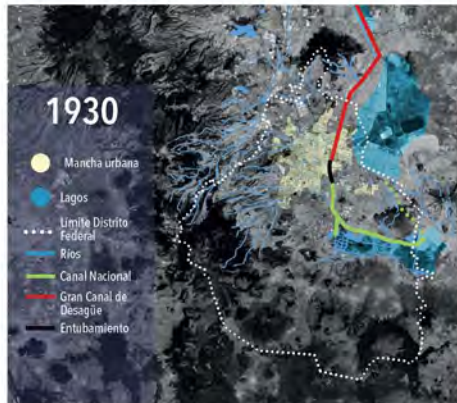
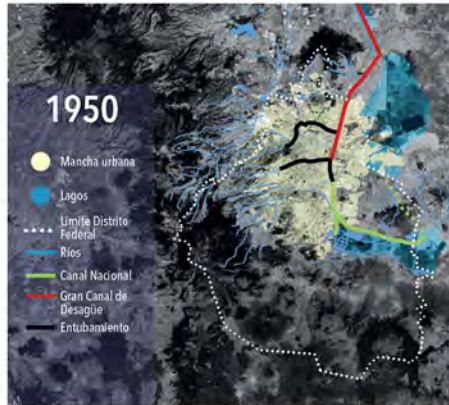
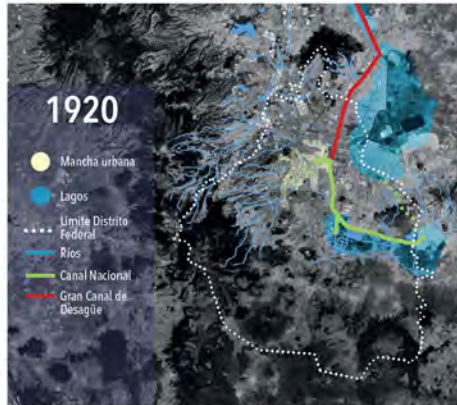
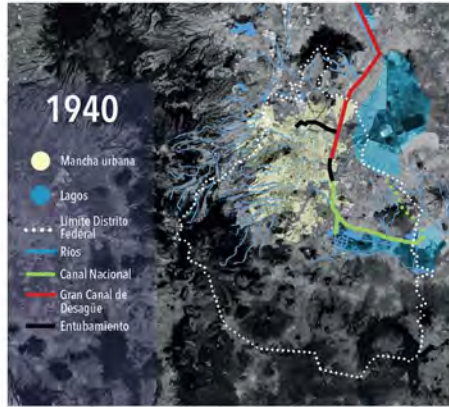
Desde la construcción del Gran Canal, hasta la actualidad, se ha ido aumentando la red de drenaje, sumándose tuberías de drenaje semiprofundo, así como interceptores, plantas de bombeo y lumbreras.

Actualmente, Canal Nacional es un cauce a cielo abierto que transporta agua tratada, proveniente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Coyoacán. El destino del agua de dicha PTAR, es para el riego de áreas verdes de la zona sur-oriente de las alcaldías Coyoacán, Tlalpan y Álvaro Obregón. También se utiliza en el reúso de las zonas industriales y comerciales.

Al ser descargada en Canal Nacional, ésta es dirigida hacia la zona sur para aumentar el volumen a los canales de Xochimilco. De igual

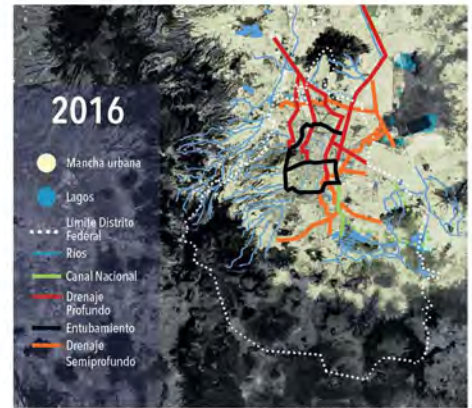
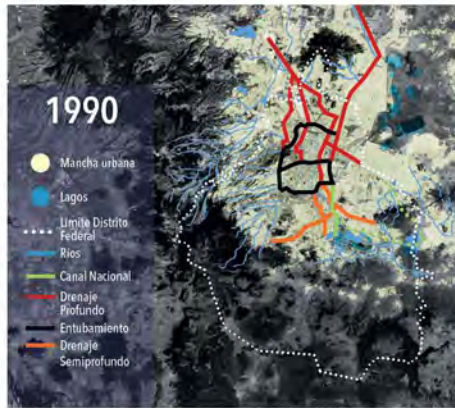
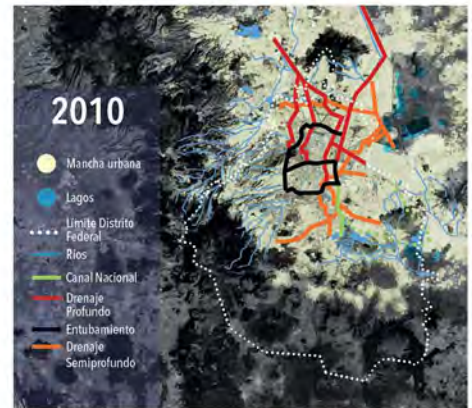
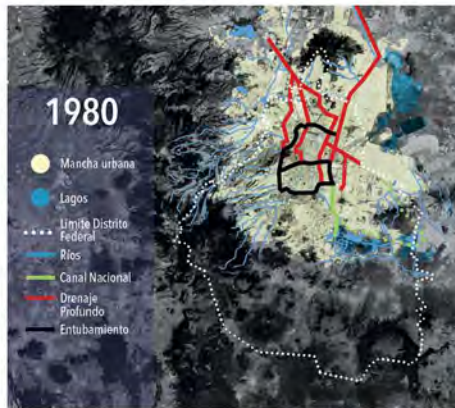
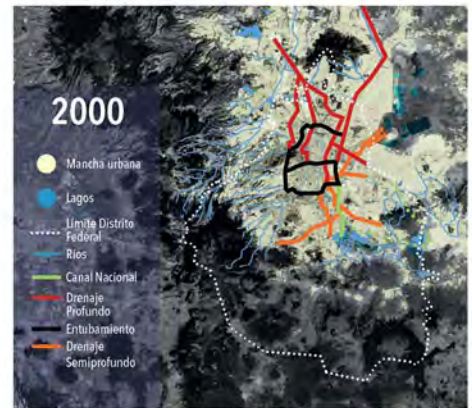
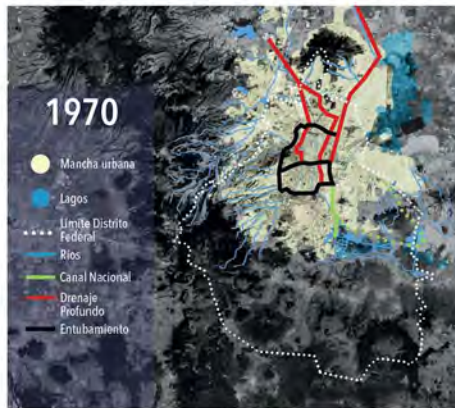
manera, las escorrentías que bajan del Cerro de la Estrella en época de lluvias, son dirigidas al canal.

A su vez, Canal Nacional funge como drenaje semiprofundo, ya que recibe las descargas de la región sur para ser conectada con el resto del drenaje profundo. Su longitud es de 8.7 metros y su diámetro de 3.1 m. Su profundidad es variable; entre los 15 a los 17 metros y cuenta con una capacidad de 20 m³/s. (SEDE-MA, Cuidar el agua es cosa de tod@s, 2016)



Figuras 3.12; 3.13; 3.14; 3.15; 3.16:
Canal Nacional a través de la historia.

Fuente: Nuñez, Paola. 2017.



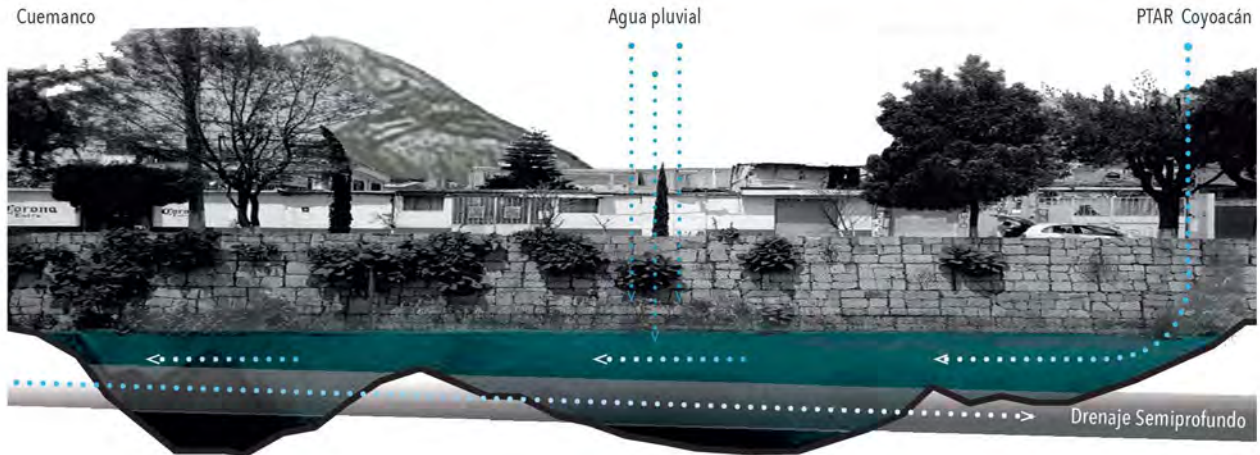
Figuras 3.17; 3.18; 3.19; 3.20; 3.21; 3.22: Canal Nacional a través de la historia.

Fuente: Nuñez, Paola. 2017.

Con base en el mapa que nos muestra la subsidencia acumulada en la Ciudad de México, encontramos que Canal Nacional se encuentra dentro de la región sur con un registro de 2 a 3 metros de hundimiento, anuales. (SACMEX, 2012). Es por esta razón que se elige el estudio del canal para generar una propuesta urbano arquitectónica, que no mitigue los hundimientos diferenciales pero que sí integre el reúso del agua pluvial dentro del proyecto, y frenar así que sea parte de la costumbre por entubar ríos para la comodidad del automóvil.



Figura 3.23: Esquema transversal. Funcionamiento de Canal Nacional. Fuente: Nuñez, Paola. 2019.



ANÁLISIS CON BASE EN CAPAS DE INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA Y ESTADÍSTICA

Para poder comprender la situación actual en Canal Nacional, es importante conocer la postura de este cuerpo de agua a lo largo de la historia, y cómo ha pasado de ser un detonante de asentamiento, a ser un lugar de abandono. La zona en la que actualmente transcurre el canal, fue lugar dónde pueblos prehispánicos se instalaron, por una decisiva razón, el paso de agua dulce, con extensiones desde las faldas del Cerro de la Estrella hasta Xochimilco, por medio del uso de las chinampas, como el capítulo 3.3 lo explica a mayor detalle. La longitud de Canal Nacional atravesaba por varios pueblos, de entre ellos el de Santa María, San Andrés Tomatlán, Culhuacán, Mexicaltzingo, Iztacalco y Santa Anita Zacatlamanco Huehuetl. (López de la Rosa, 2016)

Además de ser viable el cultivo por medio del sistema de chinampas por el agua dulce que se distribuía por canales conectados a esta gran acequia, su importancia en aquella época radicaba en la capacidad de transporte, pudiendo conectar el comercio entre Xochimilco y el centro de la Ciudad de México, como así lo estableció el empresario Mariano Ayllón en 1856, y otorgándole el título de Canal Nacional a lo que antiguamente se conoció como Acequia Real en el siglo XX. Durante este periodo Canal Nacional abarcaba lo que hoy se conoce como Canal de Cuemanco, rodeando la Ciénaga Grande. (López de la Rosa, 2016)

Los asentamientos después de establecer Canal Nacional como ruta de comercio comenzaron a hacerse evidentes a partir del año 1900, en las zonas bajas del Cerro de la Estrella, como el pueblo de Culhuacán, que además contenía el tramo más estrecho del canal que servía como embudo y que a lo largo de los años sufrió de problemas con el control del agua. (Peralta, 2011)

En los años 1920 y 1930 la mancha urbana se desplaza al centro del canal, con haciendas en lo que hoy día se conoce como Coapa, ejemplo de ello son la Hacienda de San José de Coapa y

Hacienda San Juan de Dios. (Espinosa, 2014)

Para el año 1940, que se comienza el proyecto en la ciudad para entubar los ríos y canales, en donde Canal Nacional sufrió el entubamiento de un tramo, los asentamientos urbanos se intensificaron alrededor del mismo, pero el mayor impacto se realizó en la zona de Coyoacán, gracias al desaparecer los ríos con cauce abierto y comenzar los sistemas de drenajes en Taxqueña y Miramontes, siendo el actual Churubusco el polígono de alta concentración urbana.

En este decenio también se construye la ampliación de la Calzada del Hueso y Tlalpan, desplazando a las haciendas para dar lugar a grupos más urbanizados; el tramo de Calzada del Hueso a Calzada de la Virgen se le conocía como "Puente de Toros". En el año 1958 se inaugura la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Coyoacán, en el Pueblo de San Francisco Culhuacán. (López de la Rosa, 2016)

Con la construcción del Anillo Periférico y la Pista Olímpica de Remo y Canotaje Virgilio Uribe en la segunda mitad del decenio del 60, Canal Nacional quedó dividida en su tramo sur convirtiéndolo en Canal de Cuemanco. Este proyecto no sólo significó la partición de uno de los pocos cuerpos de agua existentes en esa época, sino que propició las condiciones viales para los desarrollos urbanos en el sur de la ciudad, aún poco transformada.

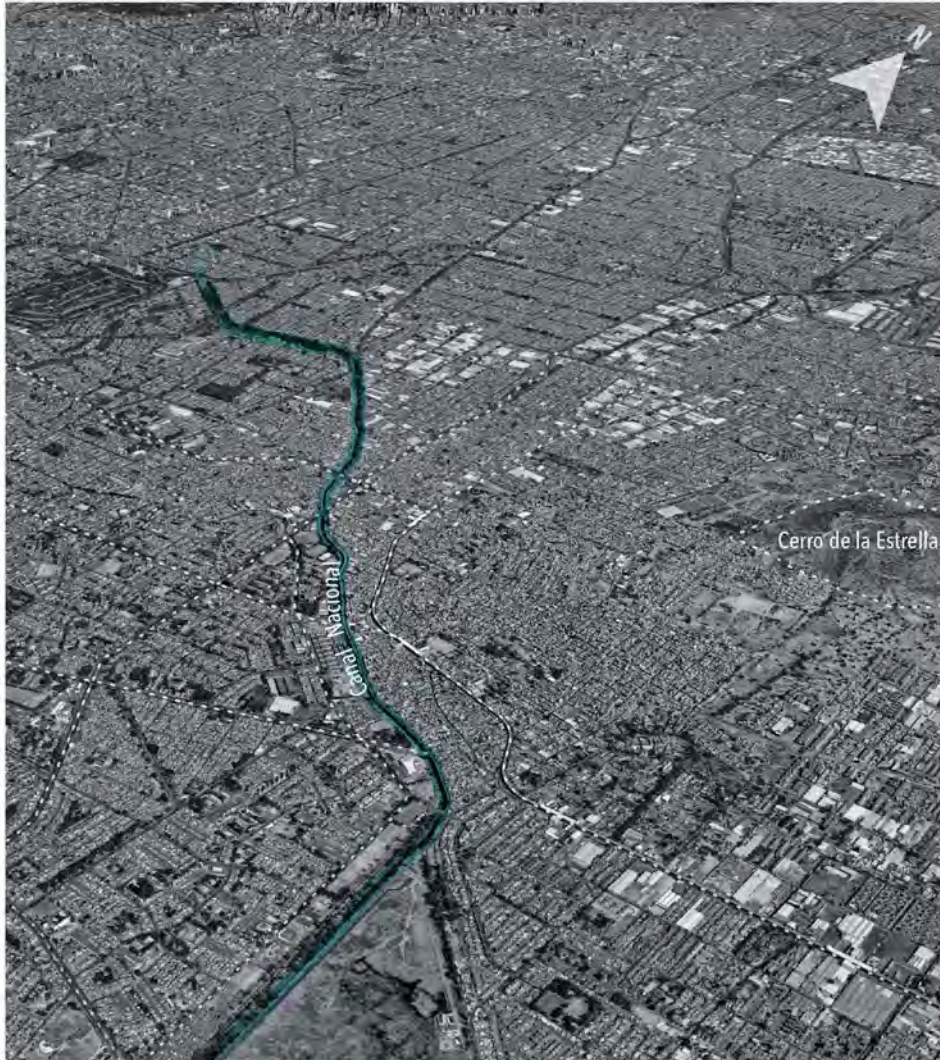
Para la década de los 70's se construyó la Unidad Habitacional CTM Culhuacán, lo que denota casi de manera inmediata la extensión urbana en la zona central del tramo actual de Canal Nacional. (López de la Rosa, 2016)

Como es bien sabido, la mancha urbana de toda la Ciudad de México sufrió una expansión notable a comienzos del año 1980, y el sur de ésta no fue la excepción, la cual en el transcurso de los años 1960 y 1970 sufrió grandes intervenciones viales. Se construye el Eje 3 Oriente.

Para la década de los 90's, se intervino la Calzada de Santa Ana, conectando directamente con Canal Nacional y la entrada al pueblo San Andrés Tomatlán. (López de la Rosa, 2016)

Para el año 2000, con los asentamientos tanto regulares como irregulares de la zona,

la infraestructura se completa, teniendo servicios siempre concentrados en el extremo poniente del canal y las rutas viales circundantes al canal, como Avenida Tláhuac, Eje 3 Oriente, Anillo Periférico, Calzada de la Virgen, de Santa Ana y del Hueso. (López de la Rosa, 2016)



< **Figura 3.25: Mancha urbana actual (2019) Canal Nacional.**

Fuente: Nuñez, Paola. 2019. Con información de google earth.

> **Figura 3.26; 3.27; 3.28; 3.29: Canal Nacional, lagos y mancha urbana.**

Fuente: Díaz, Gabriela. 2019. Con información de "Ciudad de México, compendio de su desarrollo urbano"; google earth.



Localización del Gran Lago sobre traza actual.



Año: 1910

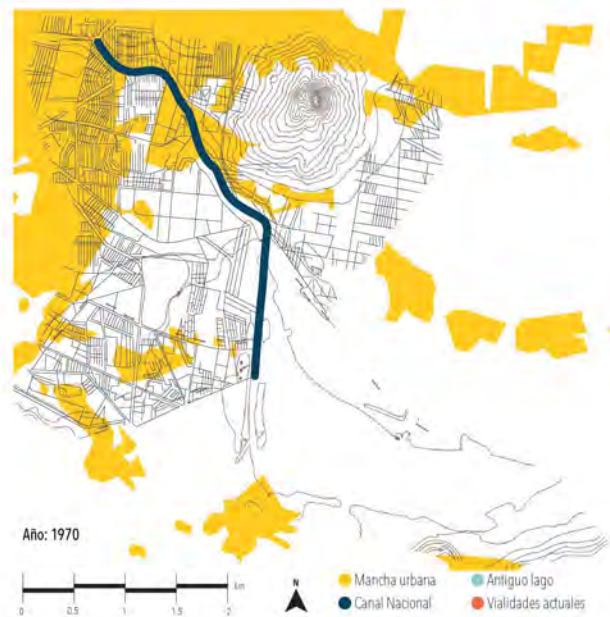
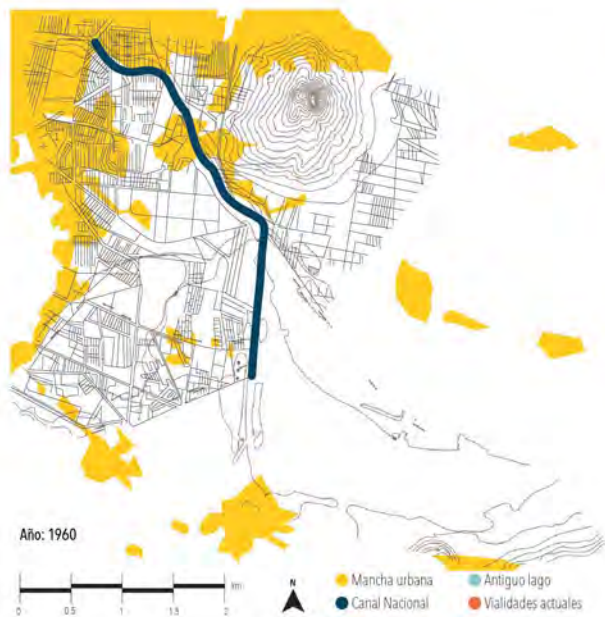
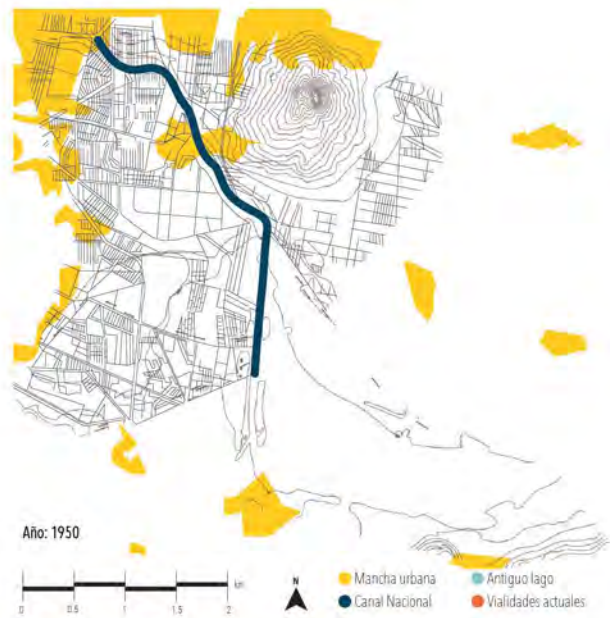
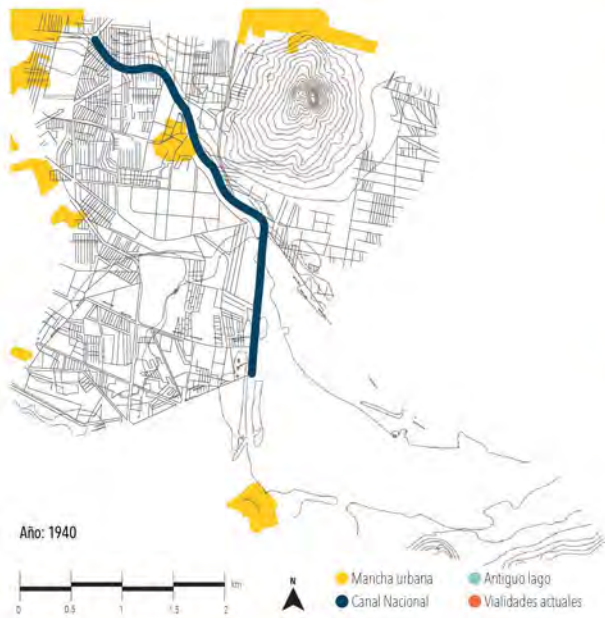


Año: 1920



Año: 1930







< **Figura 3.30; 3.31; 3.32; 3.33: Canal Nacional, lagos y mancha urbana.**

Fuente: Díaz, Gabriela. 2019. Con información de "Ciudad de México, compendio de su desarrollo urbano"; google earth.



> **Figura 3.34; 3.35; 3.36: Canal Nacional, lagos y mancha urbana.**

Fuente: Díaz, Gabriela. 2019. Con información de "Ciudad de México, compendio de su desarrollo urbano"; google earth.

Para entender el estado actual de Canal Nacional, y su comportamiento tanto físico como social, se realizaron una serie de mapeos del polígono con la finalidad de poder establecer una zona de intervención a escala urbano arquitectónica.

Los mapeos se muestran en el orden como a continuación se mencionan.

DIAGNÓSTICO FÍSICO "A"

- Topografía, cuerpos de agua y sistema de agua tratada.
- Morfogenético: estructura geológica.
- Hundimiento.
- Depresiones.
- Pozos de extracción de agua.

DIAGNÓSTICO FÍSICO "B"

- Riesgo de inundación.
- Depresiones.
- Encharcamientos.
- Pozos de extracción de agua.
- Escorrentías

DIAGNÓSTICO URBANO

- Uso de suelo.
- Marginación.
- Densidades.

El objetivo es realizar un diagnóstico general a partir del polígono seleccionado, y posteriormente proponer estrategias que mejoren las condiciones actuales.



Figura 3.37: Diagrama Generativo.
Fuente: Díaz, Gabriela; Nuñez, Paola. 2019.

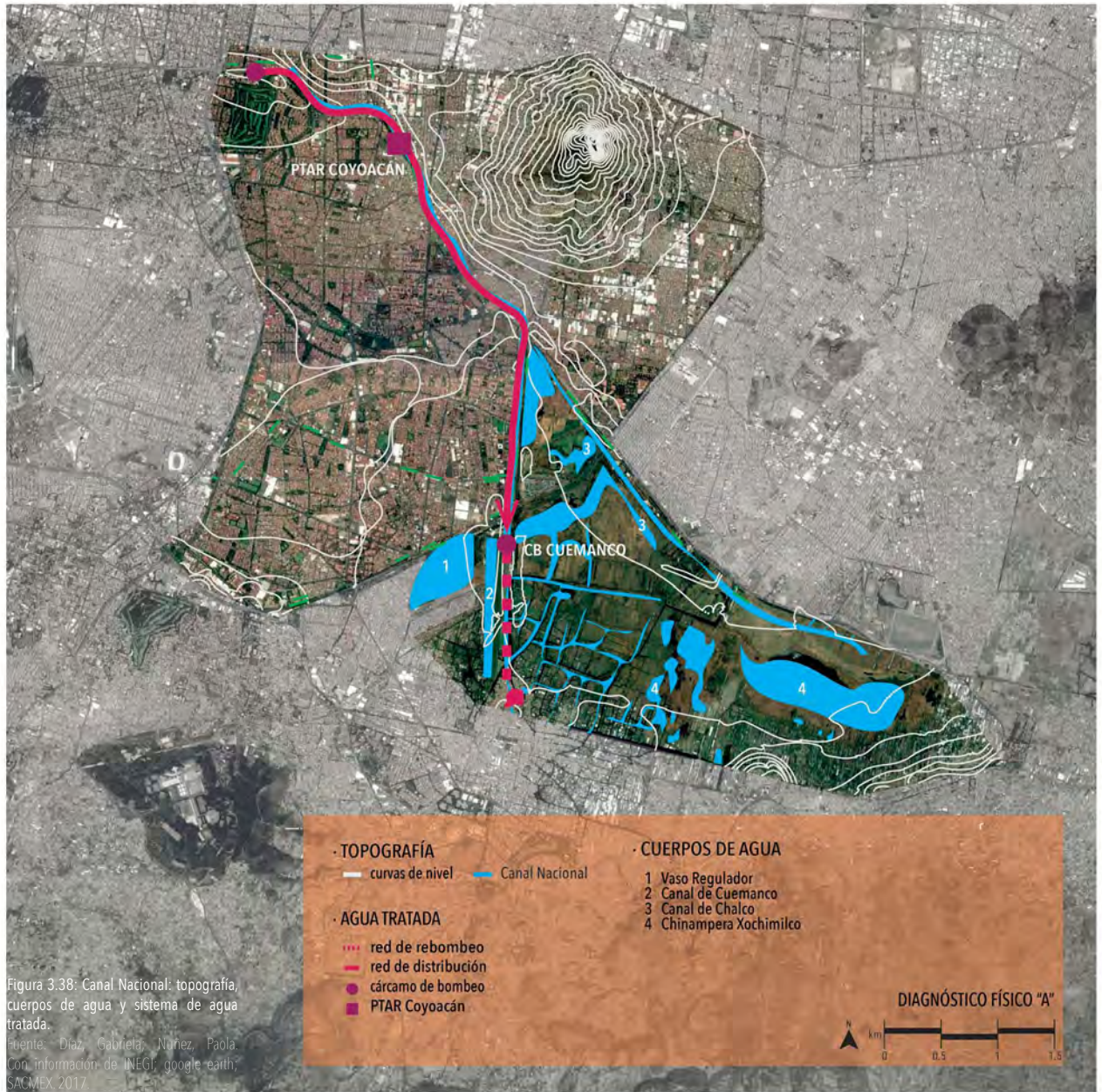


Figura 3.38: Canal Nacional: topografía, cuerpos de agua y sistema de agua tratada.

Fuente: Díaz, Gabriela; Núñez, Paola. Con información de INEGI, google earth; SACMEX 2017.



Figura 3.39: Canal Nacional: análisis morfo-genético.

Fuente: Díaz, Gabriela; Noñez, Paola. Con información de INEGI; google earth; "Atlas de Riesgos de Coyoacán e Iztapalapa", 2017.



Figura 3.40: Canal Nacional: hundimiento.

Fuente: Díaz, Gabriela; Núñez, Paola. Con información de google earth: "El Gran Reto del Agua" 2017.



Figura 3.41: Canal Nacional: depresiones.

Fuente: Díaz, Gabriela; Nuñez Paola. Con información de google earth; "Atlas de Riesgos de Coyoacán, Iztapalapa y Tlalpan", 2017.



Figura 3.42: Canal Nacional: pozos de extracción de agua.

Fuente: Díaz, Gabriela, Núñez, Paola. Con información de google earth, "Atlas de Riesgos de Coyoacán e Iztapalapa", SACMEX 2017.

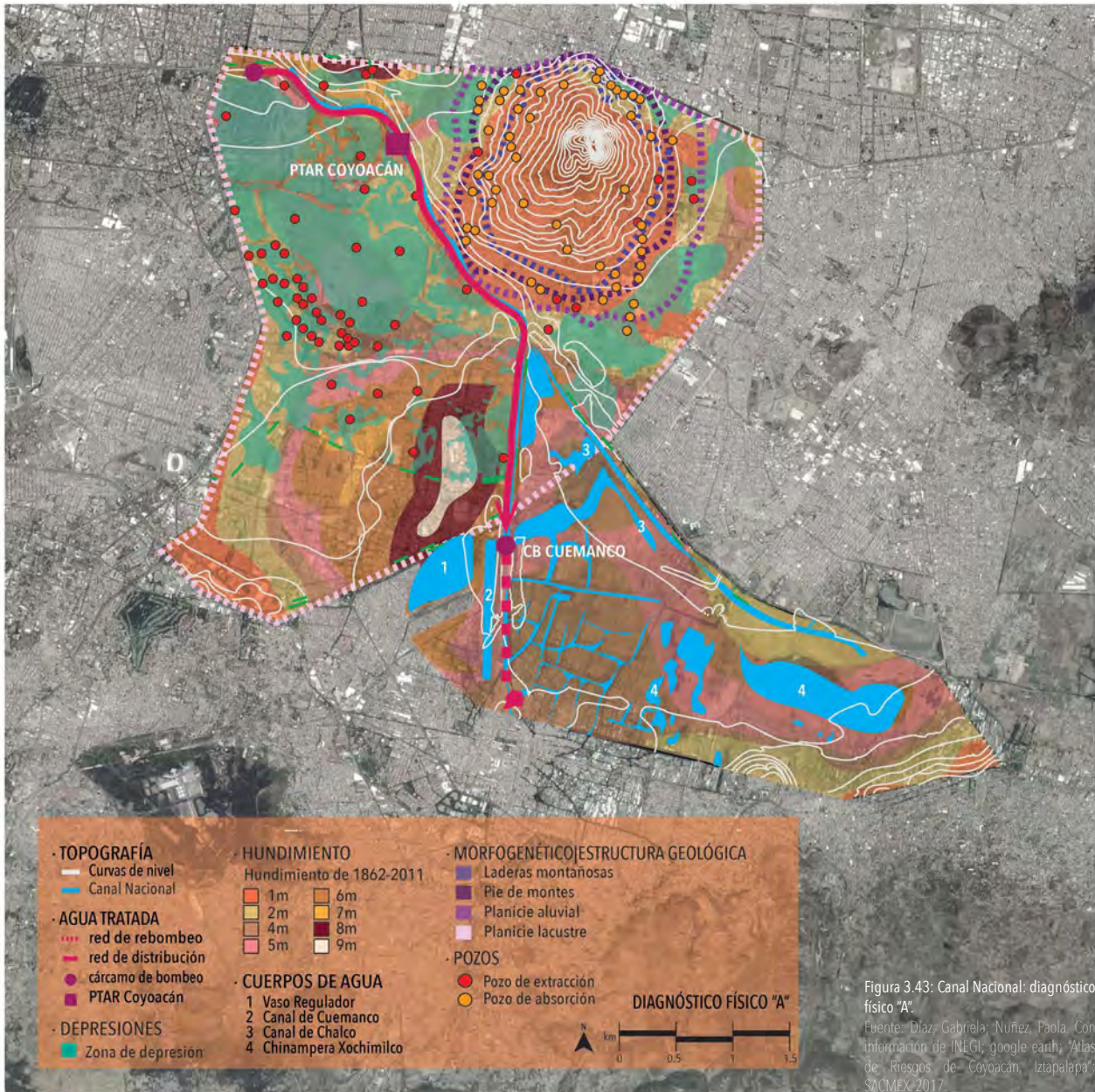


Figura 3.43: Canal Nacional: diagnóstico físico "A".

Fuente: Díaz, Gabriela; Nuñez, Paola. Con información de INEGI; google earth; "Atlas de Riesgos de Coyoacán, Iztapalapa", SACMEX 2017.

CONCLUSIONES DIAGNÓSTICO FÍSICO "A"

El cuerpo de agua conocido como Canal Nacional con el paso del tiempo se convirtió en un límite territorial entre las alcaldías de Iztapalapa y Coyoacán; el trazo de éste a su vez es la línea de distribución de agua tratada de la PTAR Coyoacán cuyo flujo se dirige al sur para los canales de Xochimilco y Chalco.

Por otro lado, Canal Nacional también coincide con el cambio en la estructura geológica de la zona, en donde pasa de "planicie aluvial" a "planicie lacustre", así como en la topografía, ya que la de Coyoacán se encuentra con curvas de nivel separadas entre sí, lo que significa que su superficie tiende a ser mas plana que el lado contrario, Iztapalapa.

En cuanto a los registros de hundimiento en la delimitación de estudio, se encontró que el extremo de la alcaldía Coyoacán alberga mayores niveles de subsidencia que la de Iztapalapa, con variaciones de los 2m a los 9m de hundimiento a diferencia de los niveles de Iztapalapa que van de 1m a 2m; la velocidad de los hundimientos en el perímetro es detonante de que sucedan depresiones, pequeñas cuencas dentro de la superficie.

Esto también se interpreta como un resultado del cambio en el tipo del suelo de "planicie aluvial" a "planicie lacustre" con la lógica composición de arcillas en su mayoría, así como la ubicación de los pozos de extracción y absorción, los primeros teniéndose concentrados en Coyoacán, mientras los segundos dentro de la demarcación de Iztapalapa.

Con dicha información se concluye que el territorio de la alcaldía Coyoacán sufre mayor daño en sus características físicas derivado de su composición en el suelo y el manejo de los pozos tanto de absorción como de extracción de agua. La región de Iztapalapa por su lado, posee tanto menores niveles de hundimiento, como de depresiones y pozos de extracción de agua, pero en mayor número de pozos de absorción.



Figura 3.44: Canal Nacional: riesgo de inundación.

Fuente: Díaz, Gabriela; Nuñez, Paola. Con información de INEGI, google earth, "Atlas de Riesgos de Coyoacán, Iztapalapa y Talpan" 2017.



Figura 3.45. Canal Nacional: depresiones.
 Fuente: Díaz, Gabriela, Núñez, Paola. Con información de google earth, "Atlas de Riesgos de Coyoacán, Itzamalapa y Itabpan", 2017.





Figura 3.47: Canal Nacional: pozos de extracción de agua.
 Fuente: Díaz, Gabriela, Núñez, Paola. Con información de google earth, "Atlas de Riesgos de Coyacán, Iztapalapa y Tlalpán", SACMEX 2017.



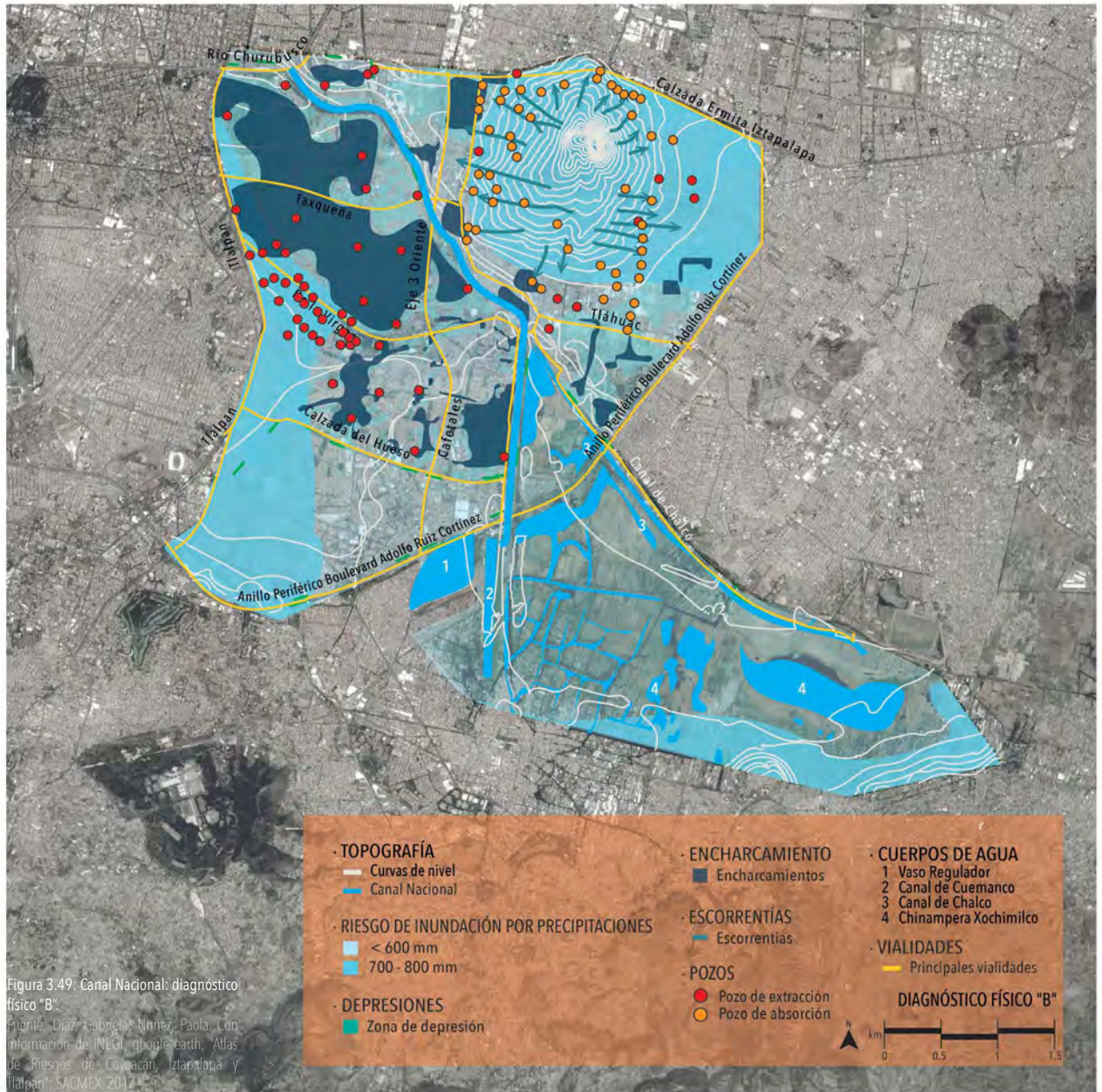


Figura 3.49: Canal Nacional: diagnóstico físico "B"

Fuente: Díaz, Gabriela, Núñez, Paola. Con información de INEGI, google earth; "Atlas de Riesgos de Coyoacán, Iztapalapa y Iztapalapa"; SACMEX, 2017.

CONCLUSIONES DIAGNÓSTICO FÍSICO "B"

Como ya se mencionó en el "Diagnóstico físico A", las zonas cuyos niveles de hundimiento son mayores generan la aparición de depresiones. En este caso, son las depresiones presentes en la delimitación de Coyoacán las que albergan una mayor consecuencia, los encharcamientos; en la imagen 3.49 se puede observar como los encharcamientos coinciden con las depresiones. La topografía también es clave en este resultado, ya que como ya se estudió, Coyoacán se encuentra a desnivel con respecto a Iztapalapa, además de la proximidad del Cerro de la Estrella en el polígono.

En el lado de Iztapalapa no se observan grandes zonas de encharcamientos, sólo aquellas en donde las escorrentías de lluvias no desembocan en pozos de absorción, a pesar de que en los alrededores del Cerro de la Estrella (donde surgen y fluyen las escorrentías) sí existen zonas con depresiones.

Es importante destacar que a pesar de que en Iztapalapa los niveles de lluvia (hasta 800 mm de precipitaciones) son mayores que en Coyoacán (hasta 600 mm de precipitaciones), la alcaldía más afectada es Coyoacán, tanto por su posición topográfica en un nivel más bajo y sin pendientes que direccionen el agua de lluvia como Iztapalapa, como por la nula presencia de pozos de absorción en comparación con el sector colindante.

Por lo tanto se concluye en el Diagnóstico físico B, Coyoacán también es la parte más vulnerable en cuestiones hídricas, cuyas características la dotan de mayores encharcamientos y poco manejo en la resolución del problema hasta el momento.



Figura 3.50: Canal Nacional: usos de suelo.

Fuente: Díaz, Gabriela, Núñez, Paola. Con información de INEGI, google earth; Plan de Desarrollo Urbano de Coyoacán e Iztapalapa, 2017.

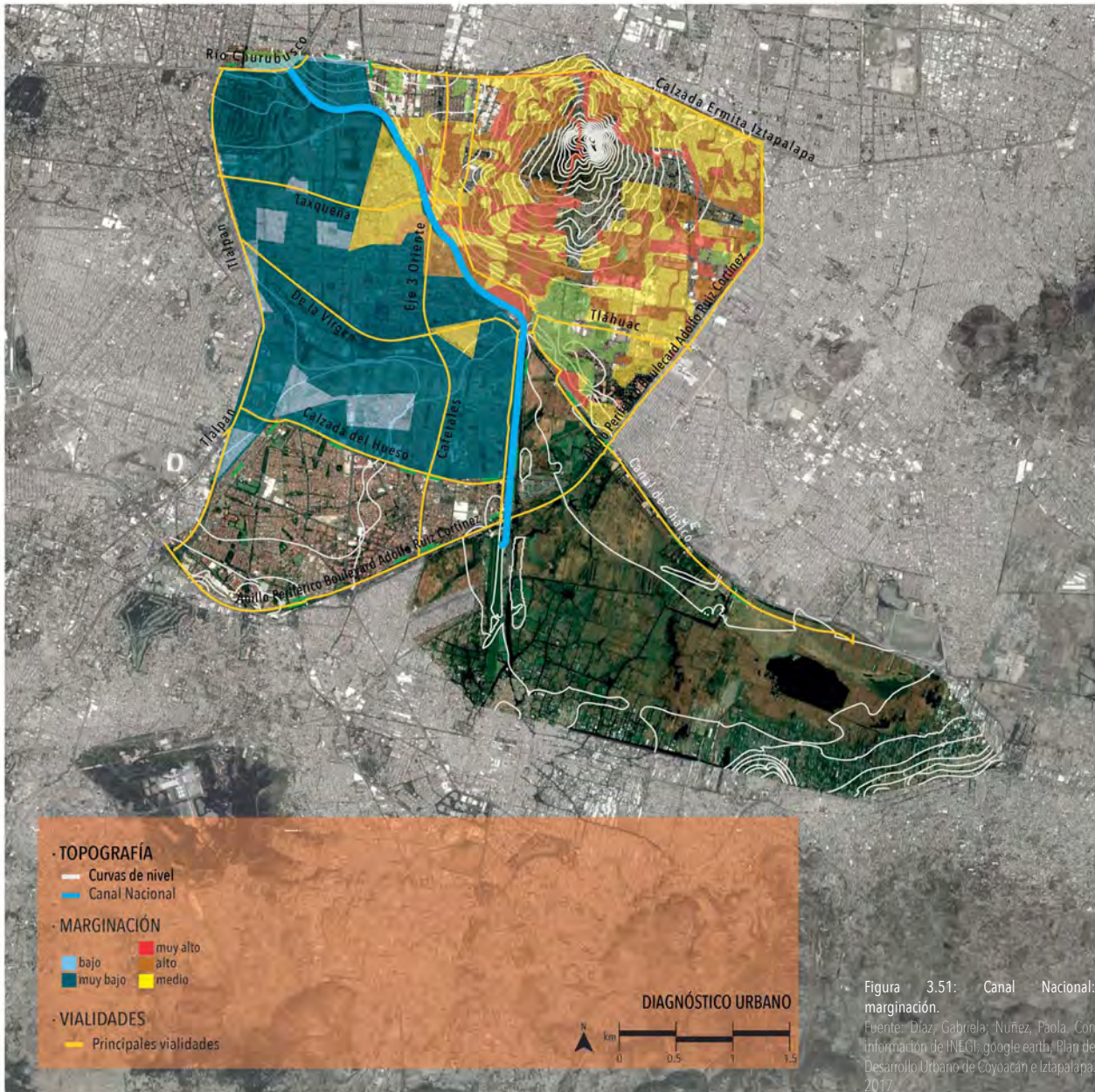


Figura 3.51: Canal Nacional: marginación.

Fuente: Díaz, Gabriela; Nuñez, Paola. Con información de INEGI, google earth, Plan de Desarrollo Urbano de Coyoacán e Iztapalapa, 2017.



Figura 3.52: Canal Nacional: densidad urbana.

Fuente: Díaz, Gabriela, Núñez, Paola. Con información de INEGI, google earth; Plan de Desarrollo Urbano de Coyoacán e Iztapalapa, 2017.



Figura 3.53: Canal Nacional: diagnóstico urbano.

Fuente: Díaz, Gabriela; Nuñez, Paola. Con información de INEGI, google earth, Plan de Desarrollo Urbano de Coyoacán e Iztapalapa, 2017.

CONCLUSIONES DIAGNÓSTICO URBANO

En este diagnóstico la información se concentró en características urbanas y sociales para entender el comportamiento de ambas alcaldías en sí mismas y entre sí, sin dejar de considerar a Canal Nacional como borde territorial.

En cuanto a la delegación de Coyoacán, ésta posee en su mayoría un uso de suelo "habitacional", con presencia de equipamiento al menos a 1km de distancia entre ellos. Existen zonas con uso de suelo "habitacional mixto" o "habitacional como comercio en PB", sin embargo estos caso se encuentran aislados. Las zonas verdes, si bien no cumplen con la norma de la OMS (9 u 11 m²/hab), poseen espacios puntuales con un radio aproximado de 5km de separación entre cada uno.

Los niveles de marginación, entendida como la desigualdad social por motivos económicos, políticos, profesionales y de oportunidades, son en general muy bajos, mientras que su densidad promedio es de 140hab/ha, sólo algunas zonas focalizadas llegan a poseer niveles desde 220hab/ha a 350hab/ha.

Las condiciones exploran un polo opuesto en la delegación de Iztapalapa. Primeramente, el uso de suelo se ve casi generalizado por ser "habitacional con comercio en PB", esto quiere decir que parte de su economía se basa en pequeños negocios propios, sean regulados por la ley o no. El equipamiento por su lado es casi nulo, y está mayormente concentrado en la parte sureste del polígono, donde existe un uso de suelo únicamente "habitacional". En cuanto a las áreas verdes se refiere, son prácticamente inexistentes, mas allá del Cerro de la Estrella que está considerado como zona protegida, y el mismo Canal Nacional y sus andadores cuyas condiciones no son las adecuadas debido al agua tratada que transporta. Por otro lado, los niveles de densidad son relativamente bajos, con un promedio de entre 140hab/ha a 220 hab/ha. Sin embargo los niveles de marginación en la zona son mayores que en Coyoacán, se ve intercalado entre "medio" y "alto", con zonas puntuales que alcanzan la categorización de "muy alto".

Se concluye que en cuestiones urbano-sociales, la alcaldía Iztapalapa es mas vulnerable que Coyoacán, y se observa como Canal Nacional funge no sólo como borde territorial y político, sino como social, ya que marca una ruptura evidente en las interacciones y dinámicas comunitarias de la zona.



SELECCIÓN DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN

Como resultado al análisis de capas de información cartográfica, se concluyó que Canal Nacional desempeña el papel de borde físico, urbano, político y social entre dos delegaciones. Dicho límite, enmarca notablemente las diferencias en la imagen urbana entre ambas demarcaciones mostrando una mayor apropiación hacia el canal por parte de la alcaldía Iztapalapa.

Con base en los resultados que arrojó el análisis cartográfico, se realizó el estudio a menor escala del canal en el tramo comprendido entre Avenida Carlota Armero y la calzada de La Virgen. Físicamente, en este trecho se alojan las escorrentías provenientes del Cerro de la Estrella, las cuales al no introducirse por completo al cauce, se estancan en las depresiones de la alcaldía Coyoacán provocando riesgo de inundación. Aunado a ello, esta delimitación, muestra un hundimiento de 2 m a partir del siglo XIX.

El uso de suelo, en su mayoría es habitacional y habitacional con comercio; es la parte con menos áreas verdes en sus alrededores y la que evidencia una diferencia de marginación entre ambas regiones, siendo Iztapalapa la más afectada.

El resultado del análisis a menor escala, se muestra en los siguientes gráficos, los cuales fueron divididos en zona A: Av. Carlota Armero – Av. Santa Ana; y zona (figura 3.54) B: Av. Santa Ana – Calzada de La Virgen. (figura 3.55). En ambos se muestra la comparación entre nivel socioeconómico, flujos peatonales, vegetación y encharcamientos.

En este tramo, se observa que el nivel socioeconómico en la delegación Iztapalapa es medio, mientras que en Coyoacán es alto. Cabe

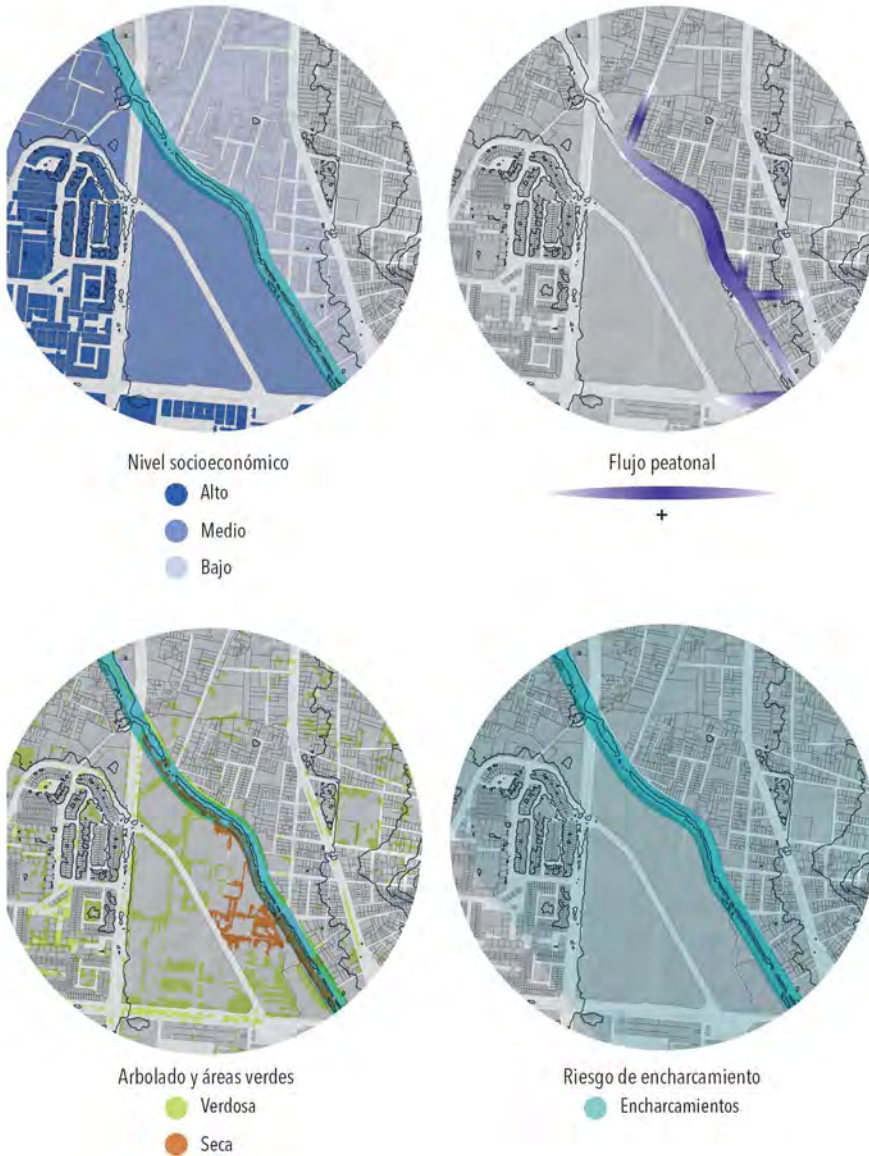
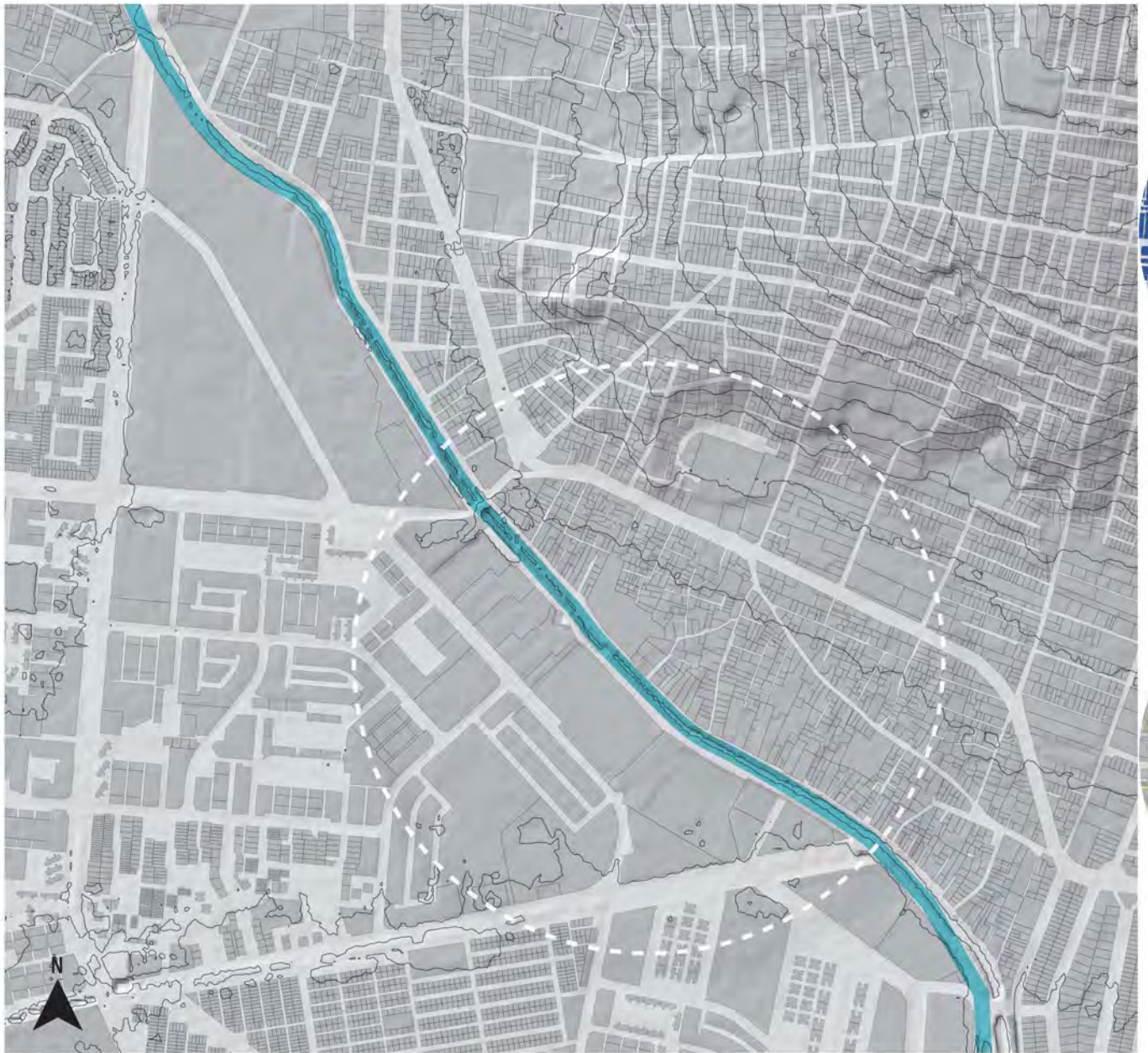
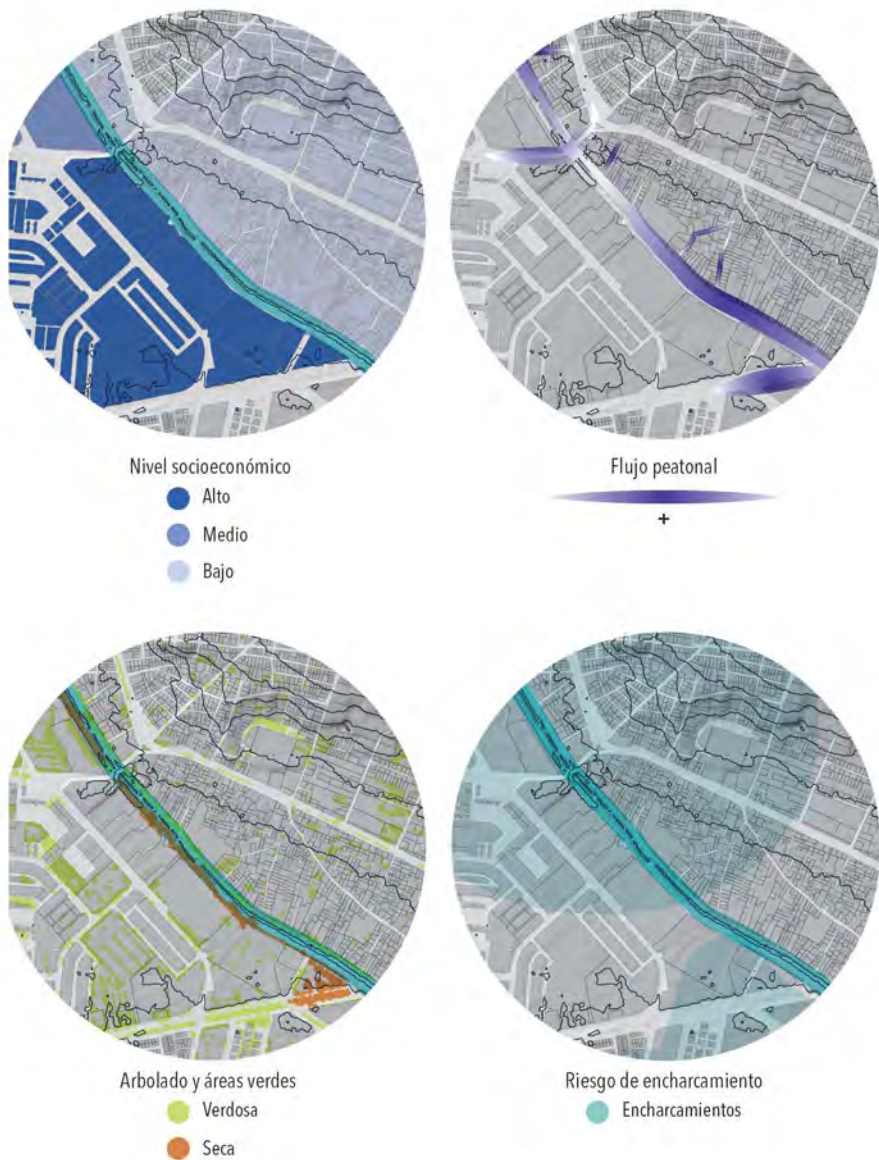


Figura 3.54: Zona "A": Av. Carlota Armero - Av. Santa Ana. Estudio de nivel socioeconómico, flujo peatonal, vegetación y encharcamientos.

Fuente: Nuñez, Paola. 2019.





mencionar que la tipología de vivienda muestra diferencias entre los sectores, es decir, Coyoacán contiene grandes unidades habitacionales, en tanto Iztapalapa comprende vivienda de tipo popular.

A pesar de que el canal tiene un gran corredor peatonal de lado de Coyoacán, la vegetación que en él contiene se encuentra árida. A diferencia de esta característica, del lado de Iztapalapa, la flora se halla reverdecida.

El estado actual de la vegetación ha sido un factor importante en el comportamiento de los transeúntes ya que ha condicionado el flujo peatonal en la zona. Es decir, las personas circulan sólo por el lado donde la vegetación es más verde sin importar que del lado contrario a la banqueta se encuentre un ancho corredor peatonal sin ser interrumpido por una avenida vehicular.

Finalmente, el factor de los encharcamientos se hace presente en las zonas más bajas de ambos territorios. Esto significa que del lado de Coyoacán, se estanca mayor volumen de agua que en Iztapalapa, perjudicando principalmente a las unidades habitacionales.

Figura 3.55: Zona "B": Av. Santa Ana - Calzada de La Virgen. Estudio de nivel socioeconómico, flujo peatonal, vegetación y encharcamientos.

Fuente: Nuñez, Paola. 2019.



Figura 3.56: Larguillo 1, de izquierda a derecha: corredor peatonal Coyoacán; Canal Nacional; Av. Canal Nacional.

Fuente: Díaz, Gabriela; Nuñez, Paola. 2017.



Figura 3.57: Larguillo 2, de izquierda a derecha: corredor peatonal Coyoacán; Canal Nacional; Av. Canal Nacional.

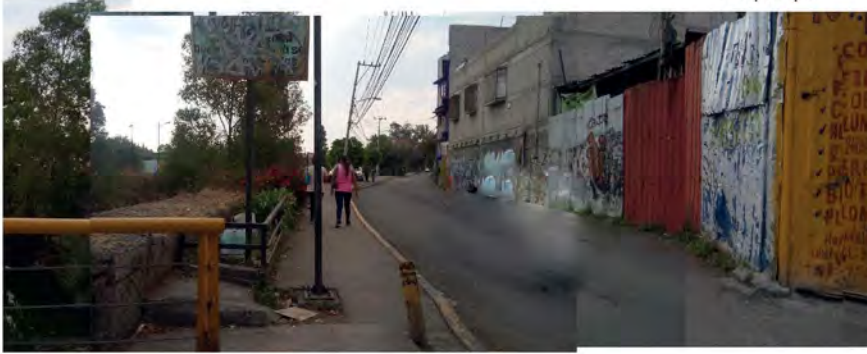
Fuente: Díaz, Gabriela; Nuñez, Paola. 2017.



Figura 3.58: Larguillo 3, de izquierda a derecha: corredor peatonal Coyoacán; Canal Nacional; Av. Canal Nacional.

Fuente: Díaz, Gabriela; Nuñez, Paola. 2017.

Iztapalapa



Iztapalapa



Iztapalapa



A partir de los gráficos y los larguillos aquí mostrados, se da por sentado el deterioro del espacio público por parte del territorio perteneciente a la alcaldía Coyoacán, al mismo tiempo que Iztapalapa se apropia del canal dándole un uso recreativo a sus habitantes y manteniendo sus alrededores en buen estado.

La conclusión que determina este análisis, es que a pesar de que en esta sección del canal ambas regiones carecen de espacios abiertos, Iztapalapa es quien se apropia de este cuerpo de agua a cielo abierto dándole mantenimiento a su vegetación. Asimismo, la demarcación ofrece sus fachadas hacia el canal generando un diálogo entre el cauce y sus habitantes. En cambio Coyoacán, vive hacia sí mismo y a pesar de haber dotado al canal un gran corredor peatonal, sus fachadas son ciegas provocando inseguridad y abandono en dicho pasaje.

DIAGNÓSTICO

Las características tanto físicas como urbanas que se estudiaron con anterioridad concluyen que Canal Nacional funge como un borde tangible que divide dos alcaldías tanto de manera física como socialmente.

Este fracturamiento a causa de un elemento natural provocó que la región de Iztapalapa sufriera de marginación y segregación hacia sí misma.

Son notables las diferencias económicas entre el sector de Coyoacán y la alcaldía Iztapalapa, según describe el mapeo realizado; Coyoacán recibe ingresos de medio bajo a medio alto, mientras que Iztapalapa concentra sus ingresos en bajos, esto hablando específicamente del territorio entre el límite delegacional de éstas. En sumatoria, el papel de las áreas verdes dentro del desarrollo urbano carece de



Calzada de la virgen



Av. Santa Ana

igualdad en ambas delegaciones; del extremo derecho, Iztapalapa posee una densidad de baja a media, pero sus niveles de población son elevados, y por demanda real debería existir un porcentaje alto de espacios verdes, recordando que la OMS (Organización Mundial de la Salud) establece un aproximado de 9 a 11 m² por cada habitante, sin embargo esto está lejos de la realidad, ya que el único espacio verde existente

dentro del polígono seleccionado es el mismo Canal Nacional cuyas condiciones no son favorables para el contacto humano, además del andador del mismo, que ha sido aprovechado y apropiado por los habitantes colindantes.

Coyoacán, por su lado, posee la característica de densidad media, pero conteniendo dentro de los límites de la demarcación analizada dos predios con uso recreativo (deportivos).

COYOACÁN



Av. Santa Ana

127

Figura 3.59: Larguillo del frente de Coyoacán. Tramo Calzada de La Virgen - Av. Santa Ana.

Fuente: Díaz, Gabriela. Con información de google earth. 2017.

COYOACÁN



Eje 03

Figura 3.60: Larguillo del frente de Coyoacán. Tramo Av. Santa Ana - Eje 03.

Fuente: Díaz, Gabriela. Con información de google earth. 2017.



128

Calzada de la Virgen



Av. Santa Ana

IZTAPALAPA



Av. Santa Ana

129

Figura 3.61: Larguillo del frente de Iztapalapa. Tramo Calzada de La Virgen - Av. Santa Ana.

Fuente: Díaz, Gabriela. Con información de google earth. 2017.

IZTAPALAPA



Eje 03

Figura 3.62: Larguillo del frente de Iztapalapa. Tramo Av. Santa Ana - Eje 03.

Fuente: Díaz, Gabriela. Con información de google earth. 2017.

Como se hizo mención, la condición de borde de Canal Nacional y las características de marginación e ingresos económicos mantienen un reflejo en la arquitectura inmediata. Las fachadas que dan frente a Iztapalapa se abren hacia el andador y al canal, teniendo tipologías de vivienda con acceso, vistas y vanos, así como colocación de vegetación propia de los habitantes y demás mobiliarios para el desarrollo de actividades en el mismo andador.

Coyoacán en un sentido opuesto, mantiene su arquitectura negando el extremo anterior a éste, colocando bardas, rejas y difícilmente orientando accesos y ventanas hacia el canal; su andador se contrapone al de Iztapalapa, resultando inseguro, con vegetación en deterioro y nulo mantenimiento.

Lo anterior se ve reflejado en el siguiente diagrama (fig. 3.63), en donde se aprecia la comparación entre ambas alcaldías. La planta expresa los ingresos económicos y los espacios verdes que posee cada sector. Los larguillos muestran los elementos que componen los frentes hacia el canal dejando claro que Iztapalapa contiene más vanos a diferencia de Coyoacán. Finalmente en el corte se observa el estado actual de ambas regiones concluyendo que las fachadas y las condiciones de la vegetación desarrollan un papel desarticulador entre ambas alcaldías.



Figura 3.63: Diagrama de problemática: Coyoacán - Canal Nacional - Iztapalapa.

Fuente: Díaz, Gabriela; Nuñez, Paola. 2019.

PROBLEMÁTICA


 Canal Nacional


NIVEL ECONÓMICO

 Bajo

 Medio

ESPACIO PÚBLICO

 Coyoacán

 Iztapalapa



PRONÓSTICO

Después del estudio realizado en Canal Nacional y sus alrededores y luego de discernir la problemática en la zona, se define un polígono de actuación para mitigar las principales afectaciones en las regiones aledañas al objeto analizado.

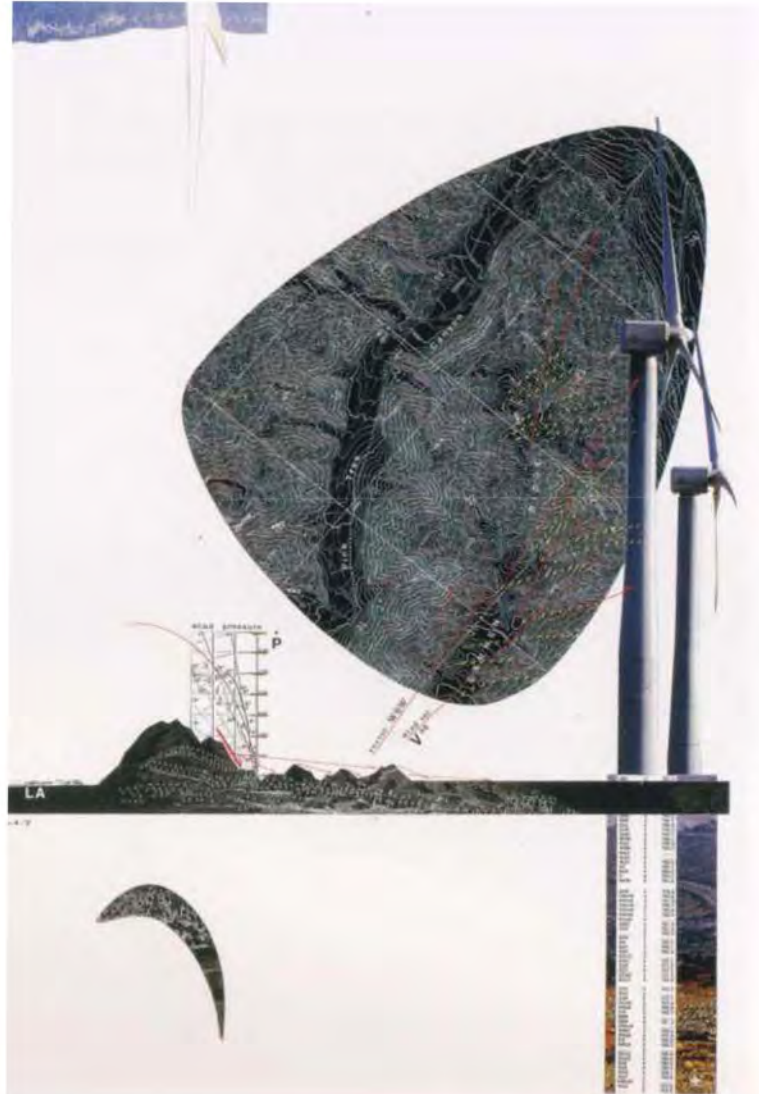
Dentro de dicho polígono es importante considerar las condiciones en las que se encuentra actualmente el área para poder lograr un sistema que negocie entre ambos sectores la posibilidad de vivir hacia el canal y principalmente, determinar los sitios potenciales para generar este sistema.

Canal Nacional, sus andadores y una serie de predios pertenecientes a Coyoacán, son el potencial para poder desdibujar la condición de borde que actualmente vive el canal, en un sistema mediador entre ambos territorios que pueda revertir las características de patio trasero y falta de espacio público. Por otro lado, el aprovechamiento del agua pluvial y los encharcamientos, serán un elemento que podría potencializar su función al ser una nueva calidad de agua añadida al sistema.

Para entrar en materia de proyecto, se elaboró un diagrama generativo, basado en la técnica de James Corner, el cual muestra las posibilidades de intervención dentro del polígono seleccionado, así como las ideas generales de cómo se podrían mitigar las características que afectan Canal Nacional. El resultado desembocó en un proyecto de interacción entre ambas delegaciones por medio de Canal Nacional, el cual fue la idea regidora para el plan maestro: Canal Nacional: sistema hídrico como generador de espacio público.

Figura 3.64: Diagrama James Corner. SEQ Figure /* ARABIC. Windmill Topography.

Fuente: Taking Measures. Across the American Landscape. pp. 101.



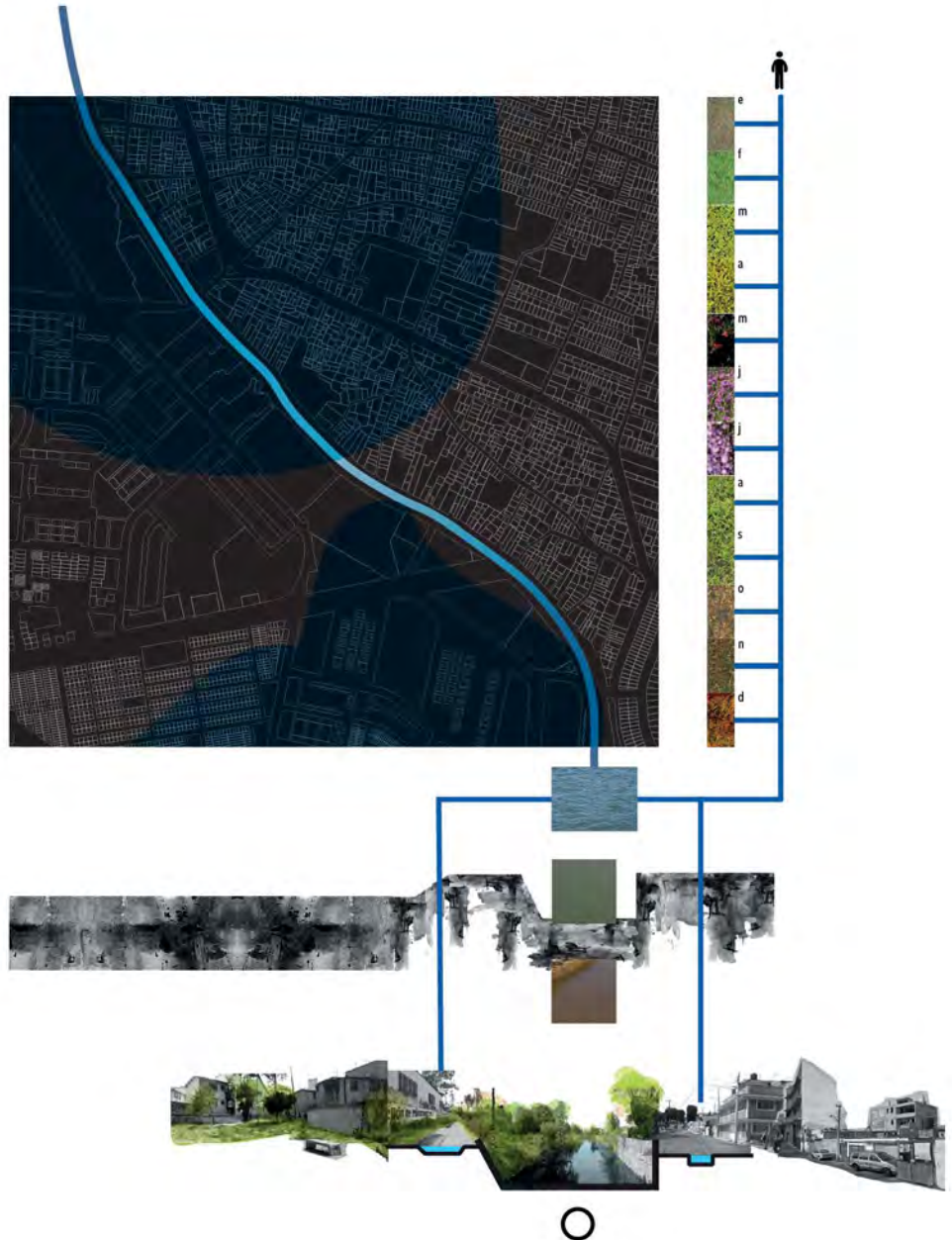


Figura 3.65: Diagrama generativo tipo James Corner.
 Fuente: Díaz, Gabriela; Nuñez, Paola. 2019.

CONCLUSIONES

El carácter actual de Canal Nacional es de segmentar; lo hace de manera concreta como borde delegacional, de forma natural, como transición en composición del suelo y socialmente, partiendo una región y obligando a conservar dinámicas diferentes a cada uno de sus extremos.

La zona que abarca desde Calzada de la Virgen a Avenida Santa Ana es por sí misma susceptible, por su condición física, de sufrir desde encharcamientos hasta inundaciones, propiciado por su topografía que contiene depresiones.

Además de la topografía, el tipo de suelo sobre el que está situado genera un factor más para los problemas de control hídrico, pues al ser un suelo lacustre, y por la falta de infiltración de agua al mismo, el suelo sufre de compresibilidad en sus componentes, haciendo que los hundimientos sean comunes.

Desde una directriz social, al tener dos alcaldías con dinámicas visiblemente contrariadas una de la otra, resulta ineludible crear un método de comunicación entre ambas, que logre no sólo disolver la fragmentación colectiva, sino física.

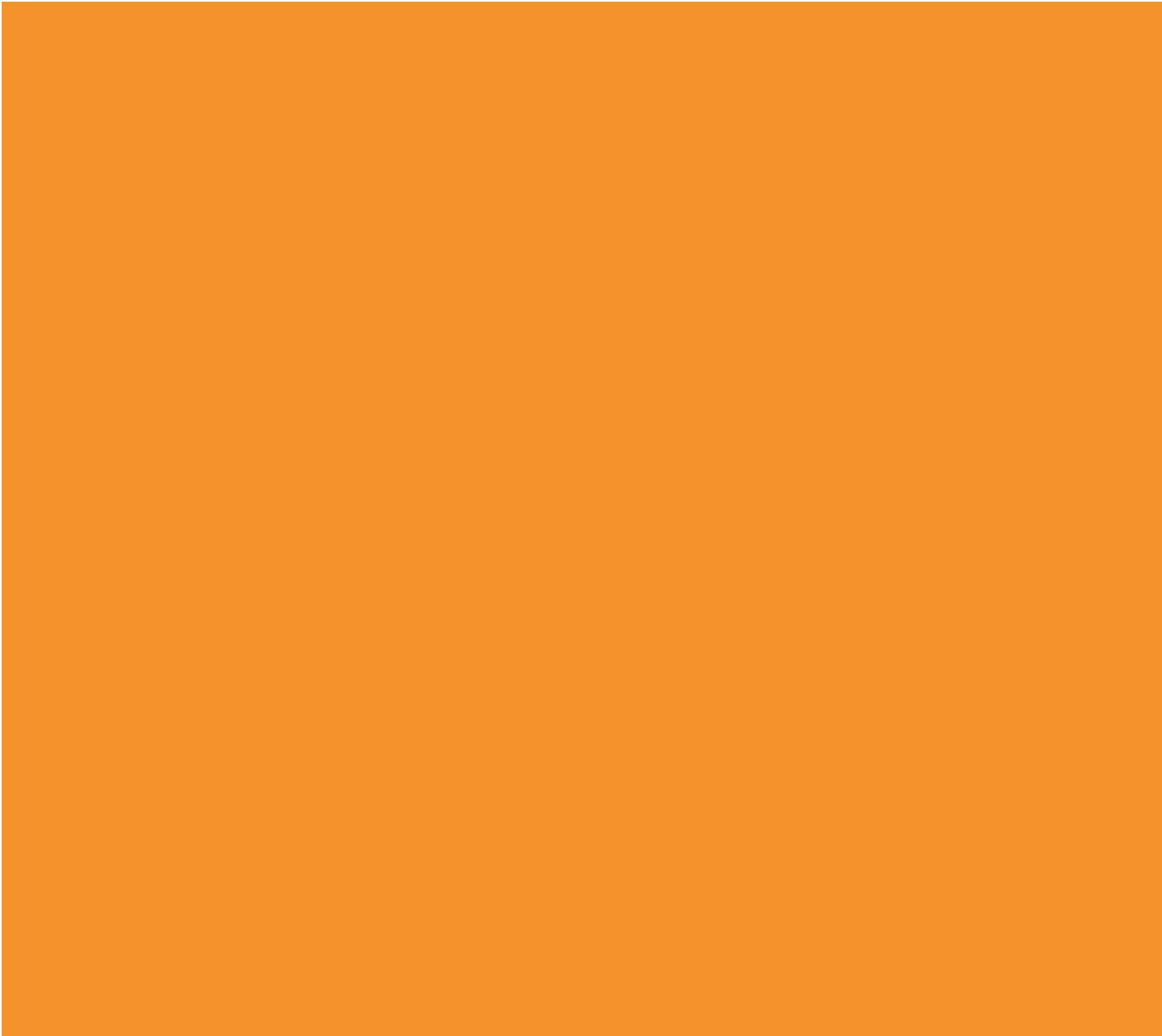
Es por esto que hemos establecido que la manera de dialogar a favor del espacio, es por medio de un sistema hídrico que sirva como pretexto para la generación de ambientes sociales; con base a la implementación de una nueva calidad de agua en Canal Nacional: agua pluvial.

Con esto, no sólo atacamos a uno de los principales generadores de conflictos en el lugar, las inundaciones, sino que usamos el principal componente para poder revertir la situación, y dignificar íntegramente el espacio.



Figura 3.66: Vista hacia Cerro de la Estrella desde Canal Nacional.

Fuente: Imagen recuperada de: https://es.wikipedia.org/wiki/Parque_Ecol%C3%B3gico_Xochimilco#/media/File:ParqueEcologico.JPG



A large, semi-transparent orange number '4' is centered in the background of the slide.

**CANAL NACIONAL. SISTEMA HÍDRICO
COMO GENERADOR DE ESPACIO PÚBLICO**

4.1 LINEAMIENTOS Y ESTRATEGIAS DE DISEÑO

4.2 PLAN MAESTRO. CANAL NACIONAL: TRAMO

CALZADA DE LA VIRGEN - AV. SANTA ANA

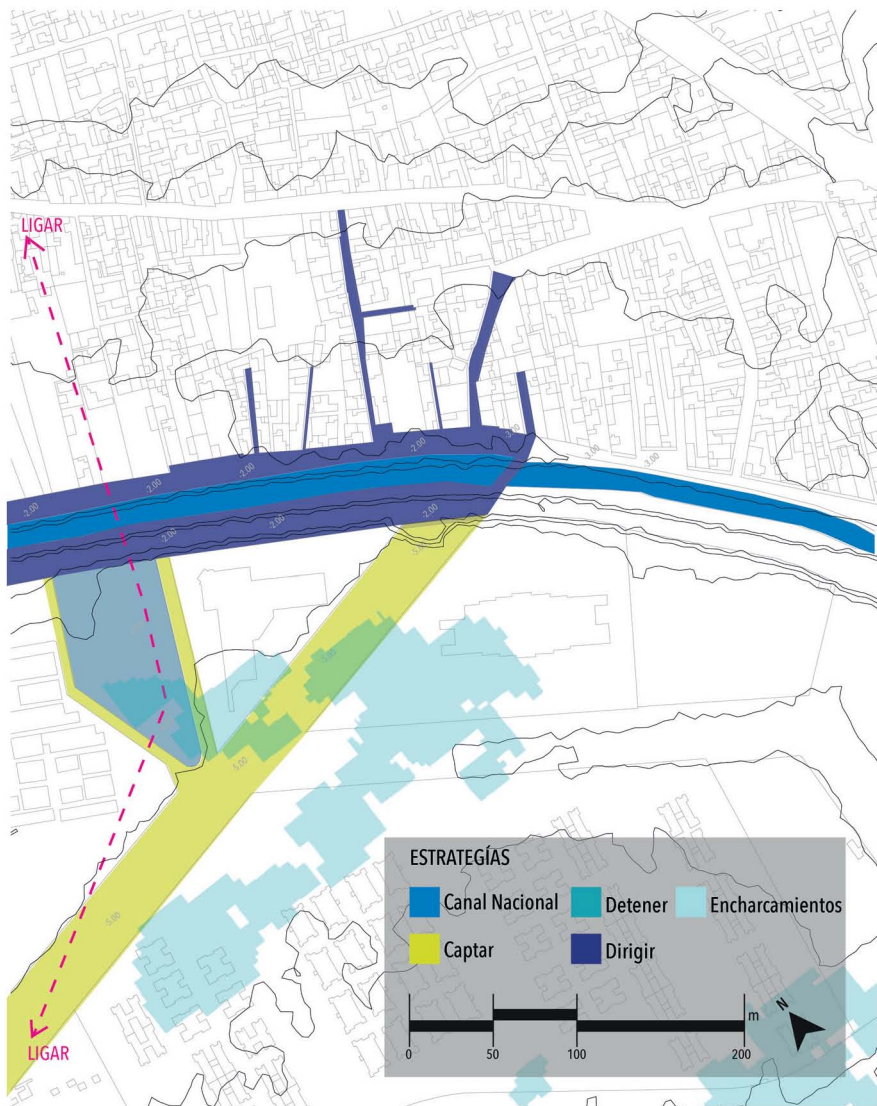
4.3 ANTEPROYECTO - BIBLIOTECA



Figura 4.0: Canal Nacional.
Fuente: Díaz, Gabriela, 2017.

LINEAMIENTOS Y ESTRATEGIAS DE DISEÑO





El estado en el que se encuentra Canal Nacional, actualmente (2018), demuestra el abandono por parte del sector Coyoacán, en tanto, Iztapalapa se apropia de él convirtiéndolo en un espacio confinado con uso recreativo, como juegos infantiles o simples bancas para la estadía de las personas.

El objetivo, es lograr una vinculación entre ambas demarcaciones teniendo como punto de partida Canal Nacional. Es decir, rehabilitar este espacio en sí mismo, además de generar con él un sistema hídrico con el aprovechamiento del agua de lluvia y que al mismo tiempo pueda proveer de espacio público y equipamiento a ambas regiones. Esto con el fin de desvanecer esa divisoria que separa física, social, política y urbanamente a las zonas.

La apropiación de predios pertenecientes a Coyoacán, serán una pieza clave para la creación de este sistema, ya que de ello dependerá la proporción de equipamiento a ambos territorios y su integración al resto del proyecto cediendo aún más espacios públicos dentro de ellos.

Antes de comenzar con un diseño urbano - arquitectónico, se plantearon las siguientes estrategias para establecer el funcionamiento del sistema hídrico:

LIGAR ambas alcaldías por medio de la rehabilitación del canal, desdibujando la condición de borde que actualmente vive.

DIRIGIR las escorrentías provenientes del Cerro de la Estrella y de las calles de las partes altas. Sin dejar de lado que el agua puntual que cae sobre los andadores será conducida hacia los predios potenciales.

Figura 4.1: Diagrama de estrategias.
Fuente: Díaz, Gabriela; Nuñez, Paola. 2017.

DETENER el flujo del agua en los predios elegidos para evitar los encharcamientos en las partes bajas de la zona.

CAPTAR agua pluvial en áreas que actúen como espacios públicos y reúsarla en espacios como los sanitarios dentro de las edificaciones, así como para uso de riego en superficies verdes.

EQUIPAR a Iztapalapa con proyectos de uso recreativo y educativo. No obstante, asignar un uso para que los habitantes de Coyoacán dejen de darle la espalda, el cual podría ser comercial. En general, los usos que sean destinados a cada predio, trabajaran en conjunto con el sistema y para proveer a ambas regiones.

ESTADO ACTUAL

En la figura 4.2, se muestran los predios a intervenir en conjunto con el canal y el uso que actualmente tienen. El predio uno, es utilizado como estacionamiento de autobuses. Si se compara con el diagrama de estrategia, en este espacio se puede retener el mayor volumen de agua para evitar encharcamientos.

Se actuará en un deportivo, el cual corresponde al terreno número dos. La zona donde se estanca el agua, es la más cercana al canal. Esto es favorable ya que el líquido no llega hasta las partes bajas.

Finalmente, una cancha de fútbol llanero ocupa el predio número tres. A pesar de que es el de menor superficie, es importante captar el agua en las áreas cercanas al canal, ya que ahí se presentan encharcamientos en el área baja.

Figura 4.2: Estado actual de los predios a intervenir.

Fuente: Nuñez, Paola. 2018.





Cancha

Andador Coyoacán

Andador Iztapalapa

DIAGRAMAS HÍDRICOS

Se elaboraron una serie de diagramas hídricos con la posible captación, reutilización y retención del agua pluvial en los terrenos seleccionados. A continuación, se muestra un diagrama general y posteriormente, el funcionamiento hídrico en cada predio a intervenir, así como unas secciones para su mejor comprensión.

De igual manera, se realizó un diagrama con las posibles actividades a realizar dentro de las áreas tomando en cuenta la zonificación hídrica.

Finalmente, en las figuras 4.11 y 4.12 se muestra la distancia entre el canal y el Cerro de la Estrella, esto con el objetivo de dimensionar el recorrido de las escorrentías que se dirigen directamente al cauce y a los espacios públicos que cederían los proyectos y así interrumpir su curso hasta las depresiones propensas a encharcamientos.

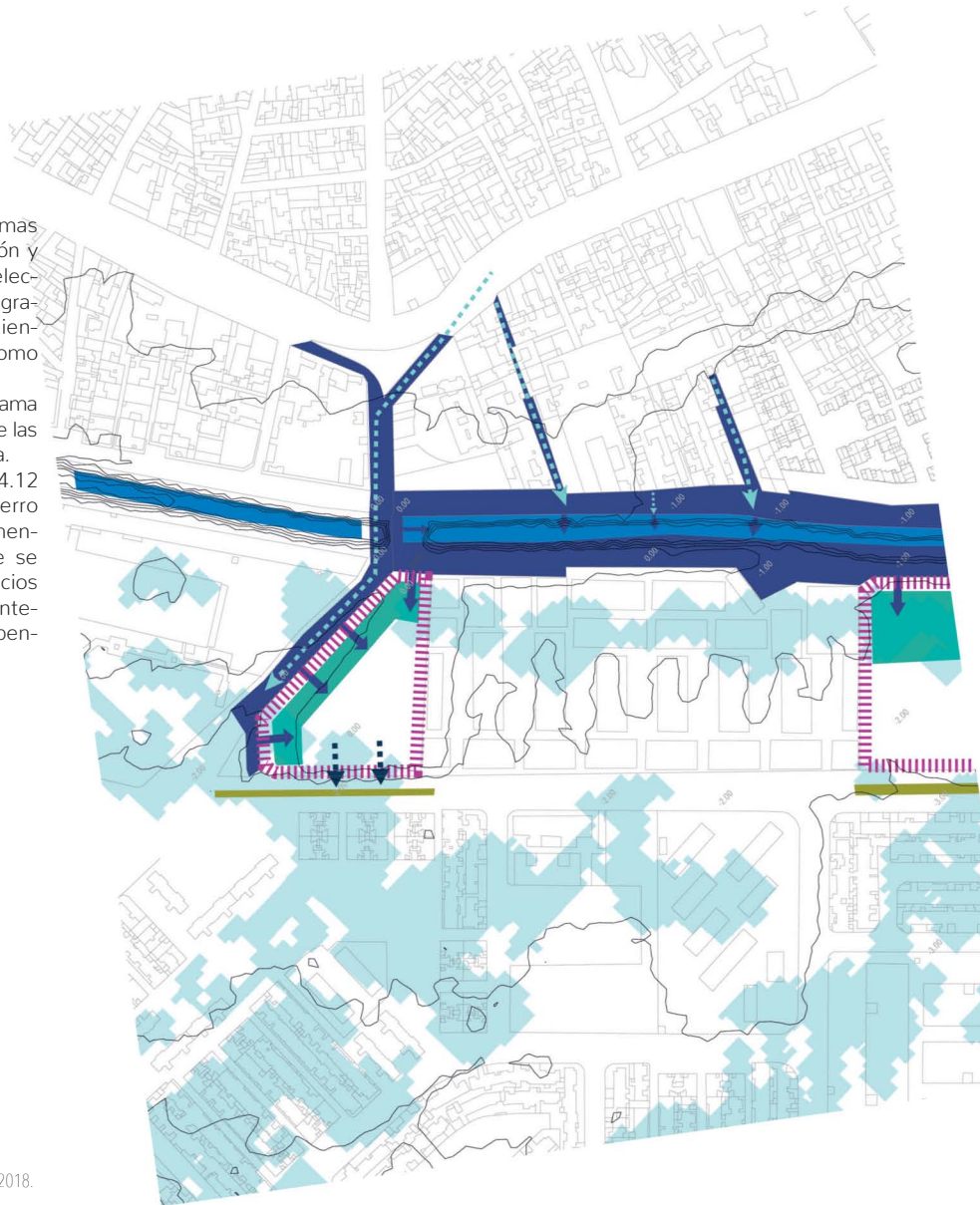


Figura 4.3: Diagrama hídrico.
Fuente: Díaz, Gabriela; Nuñez, Paola. 2018.

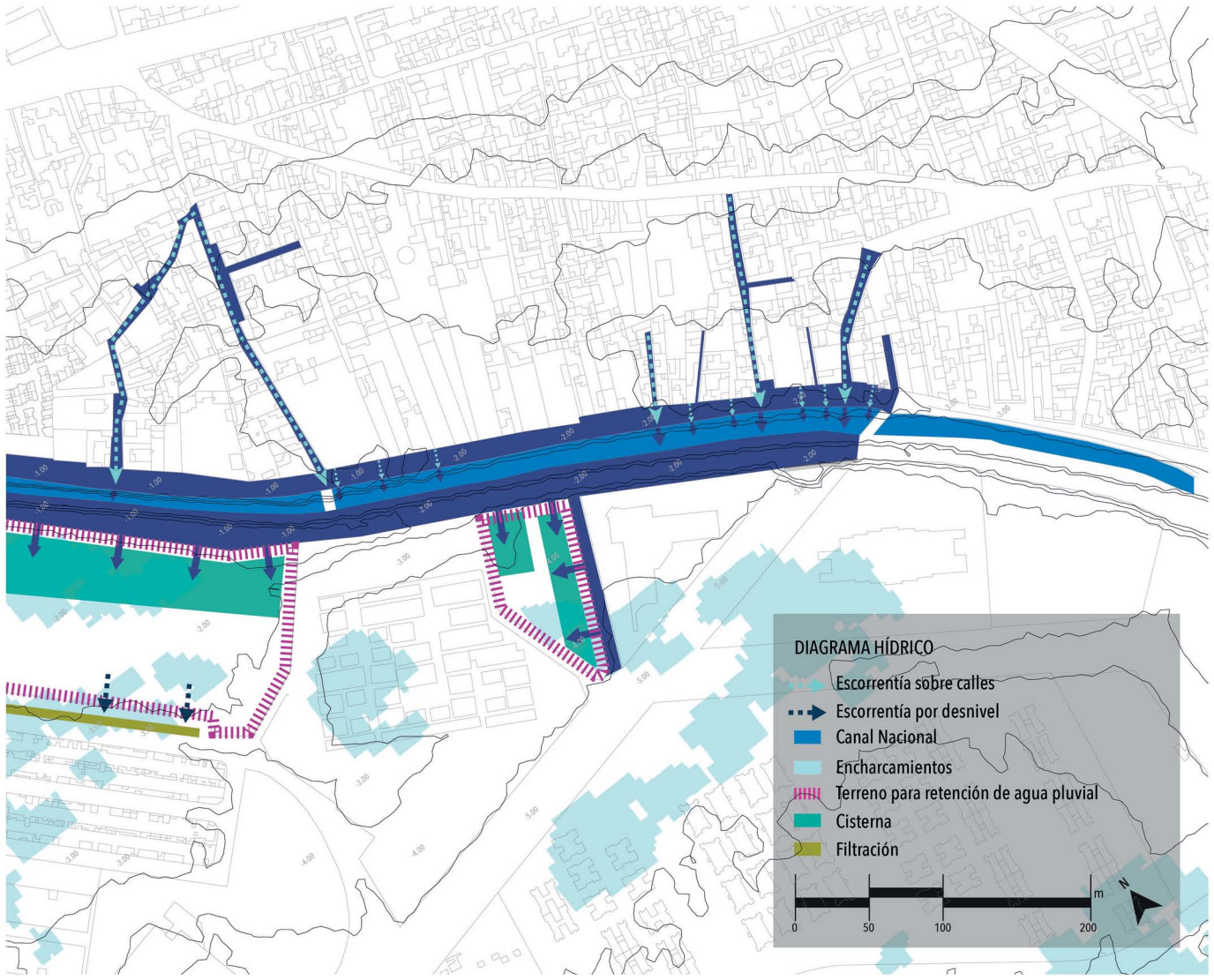


DIAGRAMA HÍDRICO

- Escorrentía sobre calles
- Escorrentía por desnivel
- Canal Nacional
- Encharamientos
- Terreno para retención de agua pluvial
- Cisterna
- Filtración

0 50 100 200 m N

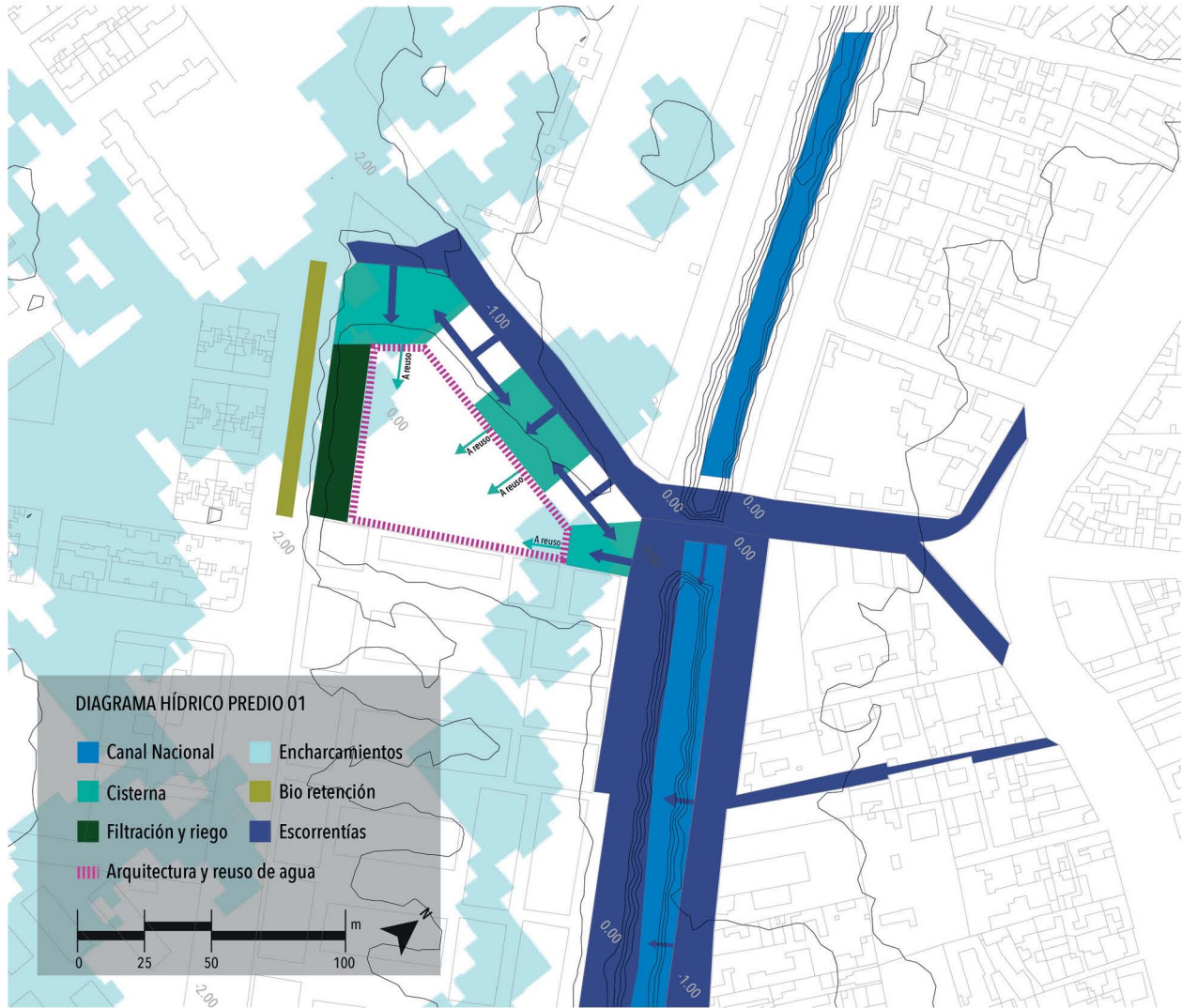


Figura 4.4: Diagrama hídrico en planta. Predio 1.

Fuente: Díaz, Gabriela; Nuñez, Paola. 2018.

El aprovechamiento del agua pluvial se torna en el elemento principal para generar un sistema hídrico como generador de espacio público. En las siguientes secciones (figuras 4.5; 4.7; 4.9), se muestran las estrategias que pueden ser implementadas en el diseño arquitectónico de cada predio tomando en cuenta el comportamiento de las escorrentías, provenientes del Cerro de la Estrella; los encharcamientos en las partes bajas del sector Coyoacán; y el agua pluvial puntual.

Una de las estrategias es el uso de plazas inundables frente al canal y en zonas con cambios de nivel donde se concentran volúmenes de agua provocando encharcamientos. Éstas con el objetivo de detener su curso, almacenar el líquido para su reúso y que a su vez sean utilizadas para espacios recreativos en las

épocas que no se presente lluvia.

Dado los cambios de nivel en la topografía, en las partes más bajas (Coyoacán) se considera tener una franja de espacios verdes para la filtración del líquido y al mismo tiempo cumplir con el porcentaje de área permeable que se requiere en cada predio. Cabe mencionar que para el mantenimiento de estas zonas, será utilizada el agua almacenada en las plazas inundables para su riego.

Finalmente, los andadores de Canal Nacional serán tratados para tener ligeras pendientes y que éstas dirijan el agua pluvial. En el caso del andador de la alcaldía Iztapalapa, el flujo de agua será dirigido hacia el canal y en el caso del andador de Coyoacán, las pendientes estarán dirigidas hacia las plazas públicas de cada predio.

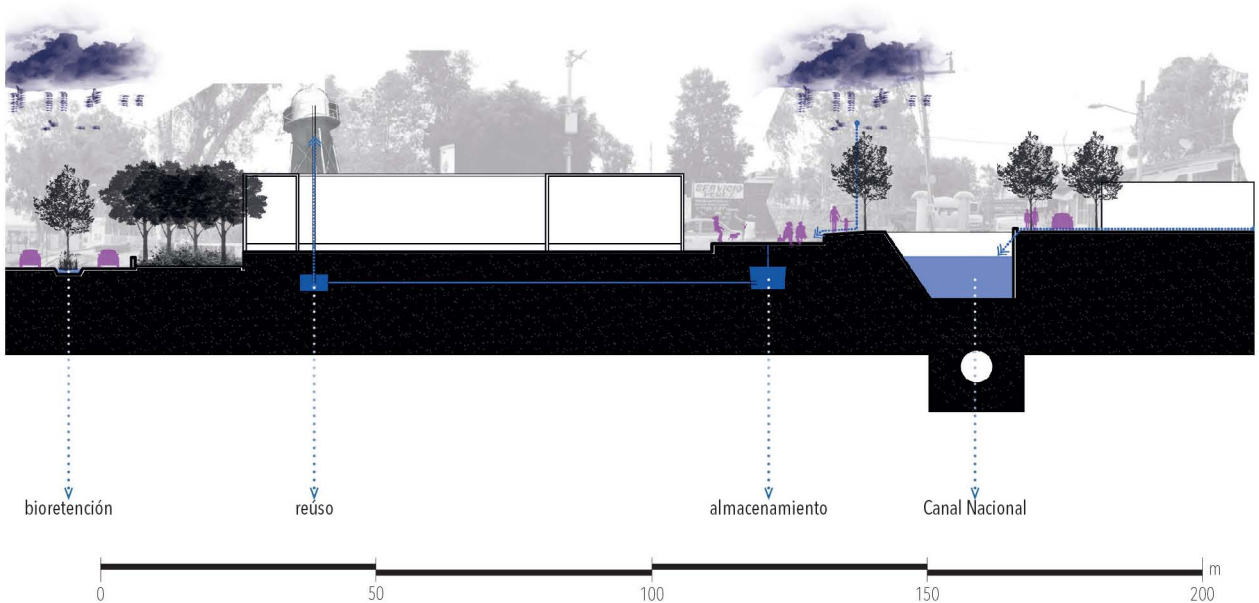


Figura 4.5: Diagrama hídrico en corte transversal. Predio 1.

Fuente: Díaz, Gabriela; Nuñez, Paola. 2018.



Figura 4.6: Diagrama hídrico en planta. Predio 2.

Fuente: Díaz, Gabriela; Nuñez, Paola. 2018.

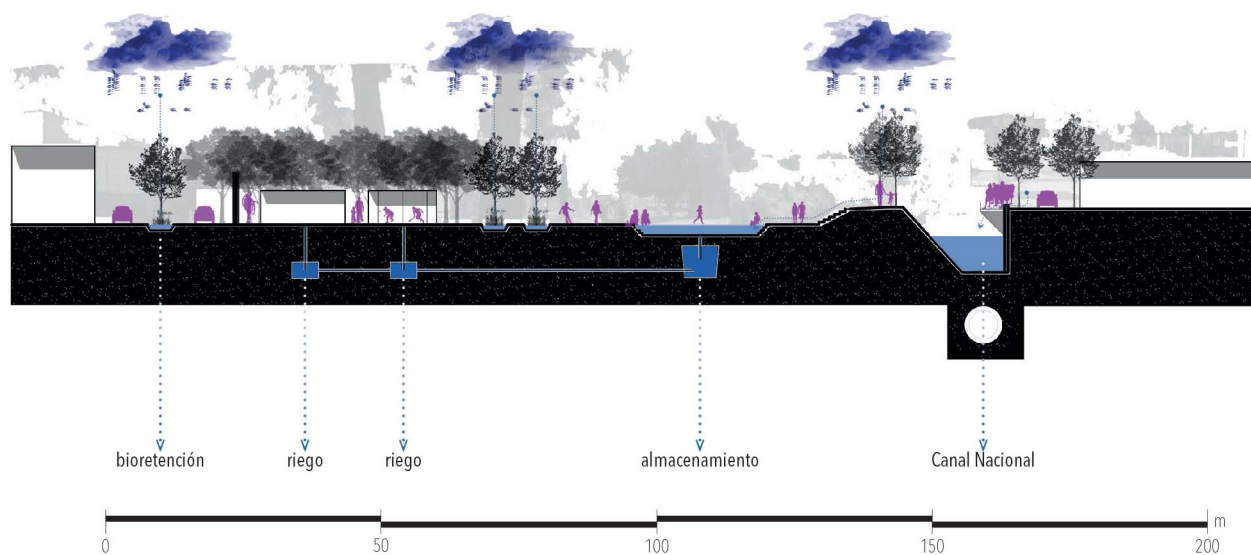


Figura 4.7: Diagrama hídrico en corte transversal. Predio 2.

Fuente: Díaz, Gabriela; Nuñez, Paola. 2018.

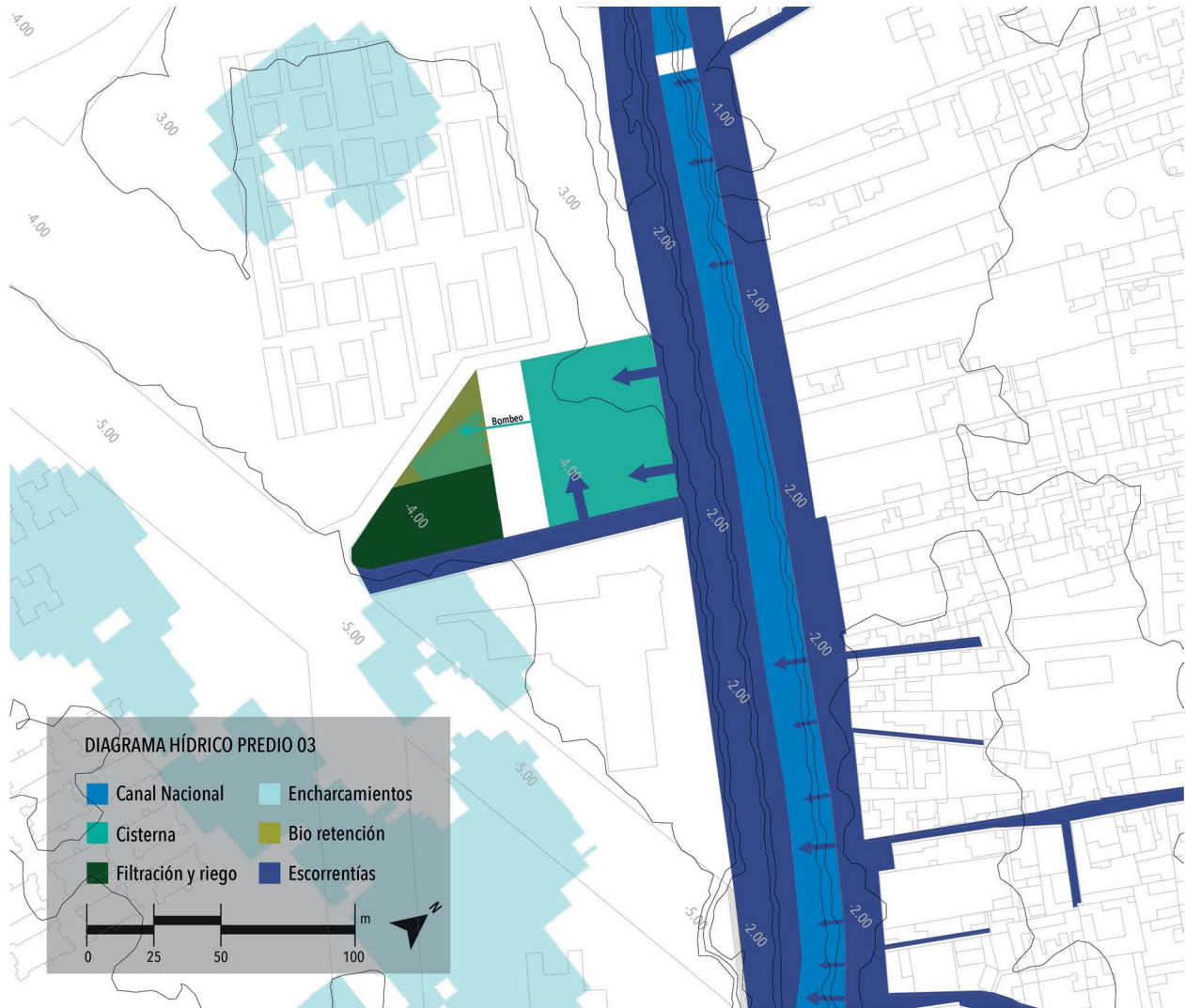


Figura 4.8: Diagrama hídrico en planta. Predio 3.

Fuente: Díaz, Gabriela; Nuñez, Paola. 2018.

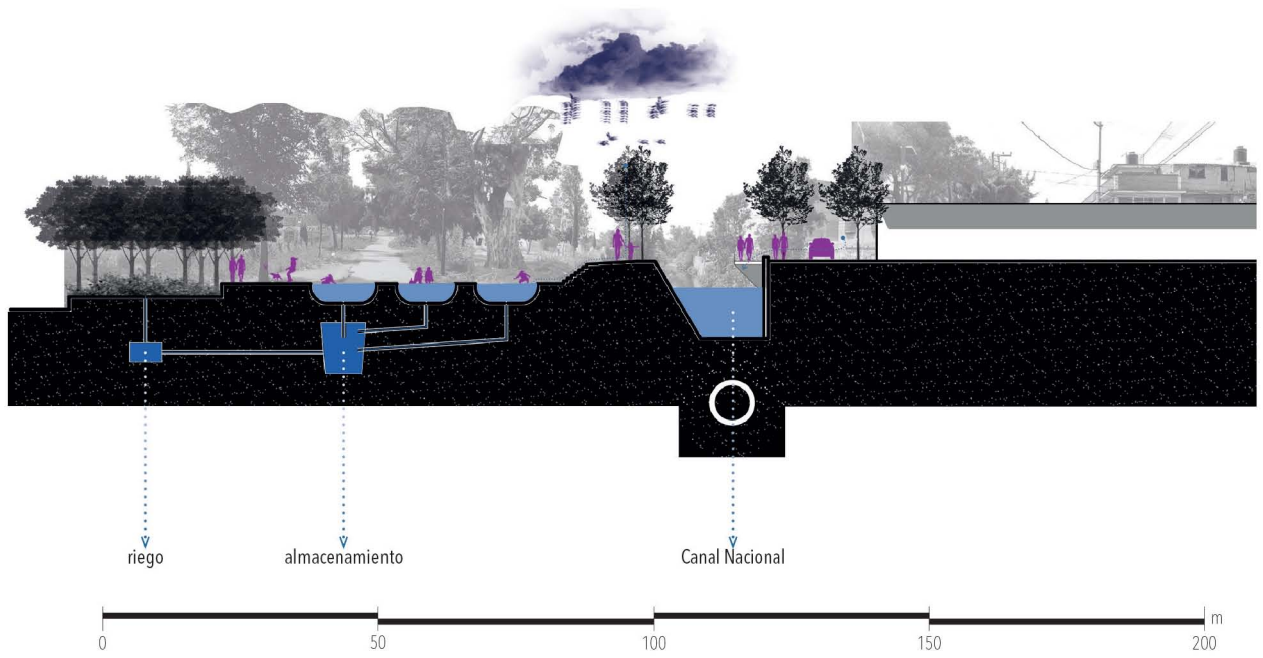


Figura 4.9: Diagrama hídrico en corte transversal. Predio 3.

Fuente: Díaz, Gabriela; Nuñez, Paola. 2018.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES

El siguiente diagrama muestra la zonificación de las actividades que marcan la pauta para el diseño de cada uno de los 3 proyectos. Tomando en cuenta, claro está, el objetivo que se observa en los diagramas hídricos.

En general, se pueden apreciar plazas inundables, áreas verdes y zonas de captación pluvial, las cuales favorecen a un uso recreativo y dotan de espacio público.

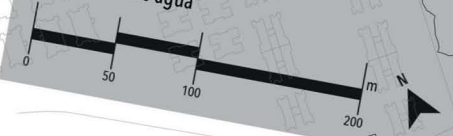


Figura 4.10: Diagrama de actividades.
Fuente: Díaz, Gabriela; Nuñez, Paola. 2018.



DIAGRAMA HÍDRICO

- Canal Nacional
- Edificios con equipamiento
- Área de deportivo y canchas
- Áreas verdes
- Plaza de agua



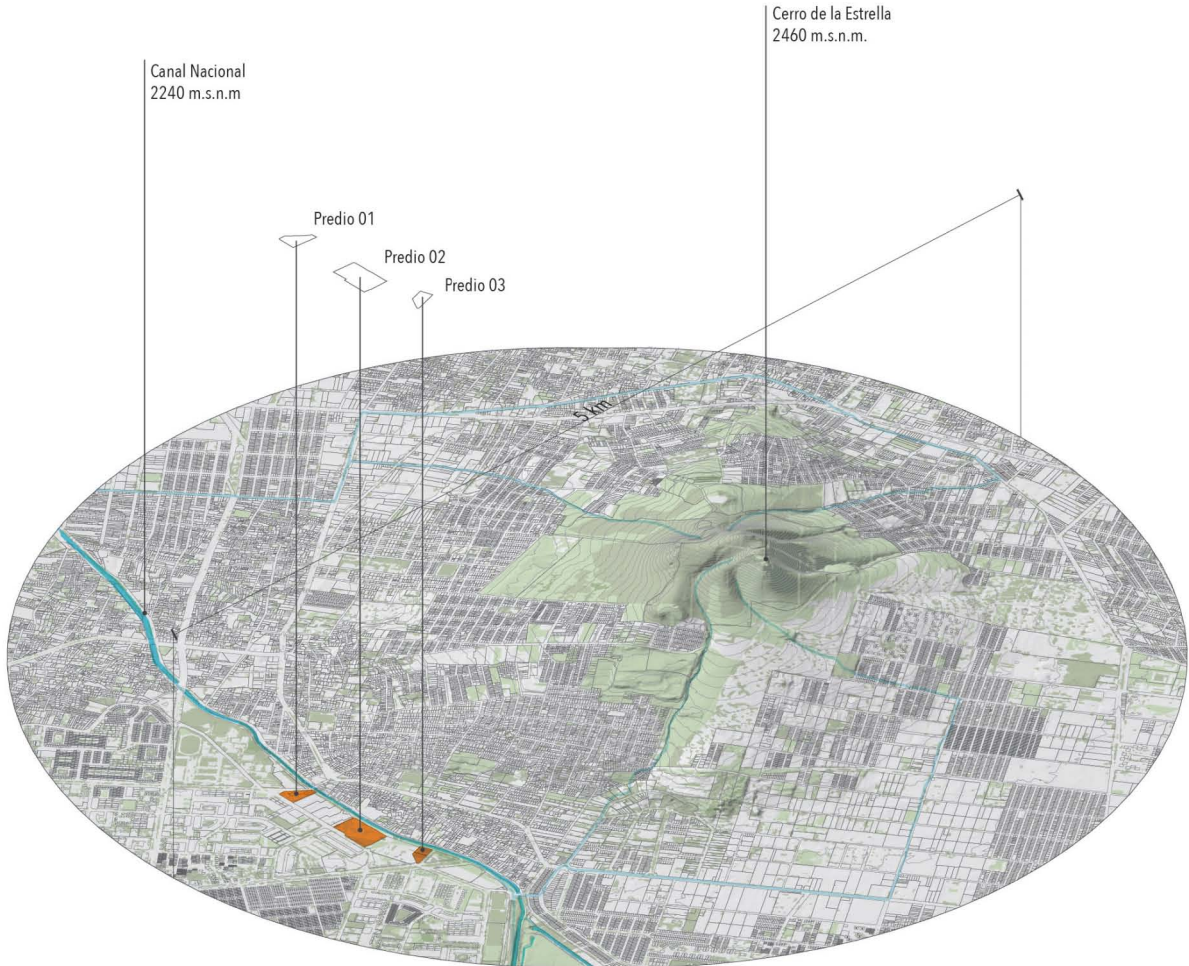


Figura 4.11: Isométrico Cerro de la Estrella hacia posible proyecto.

Fuente: Rangel, Néstor. Con información de INEGI. 2019.

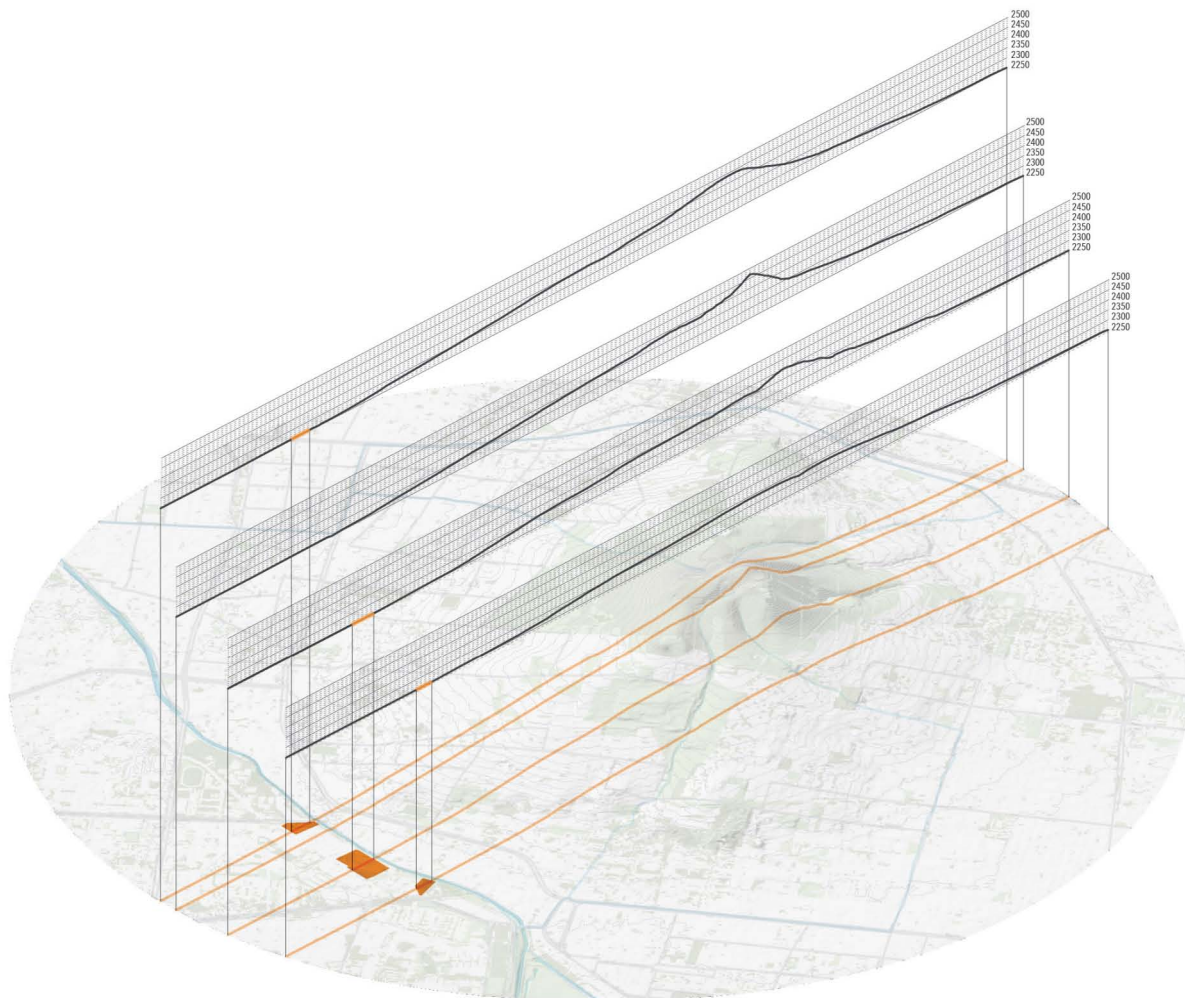
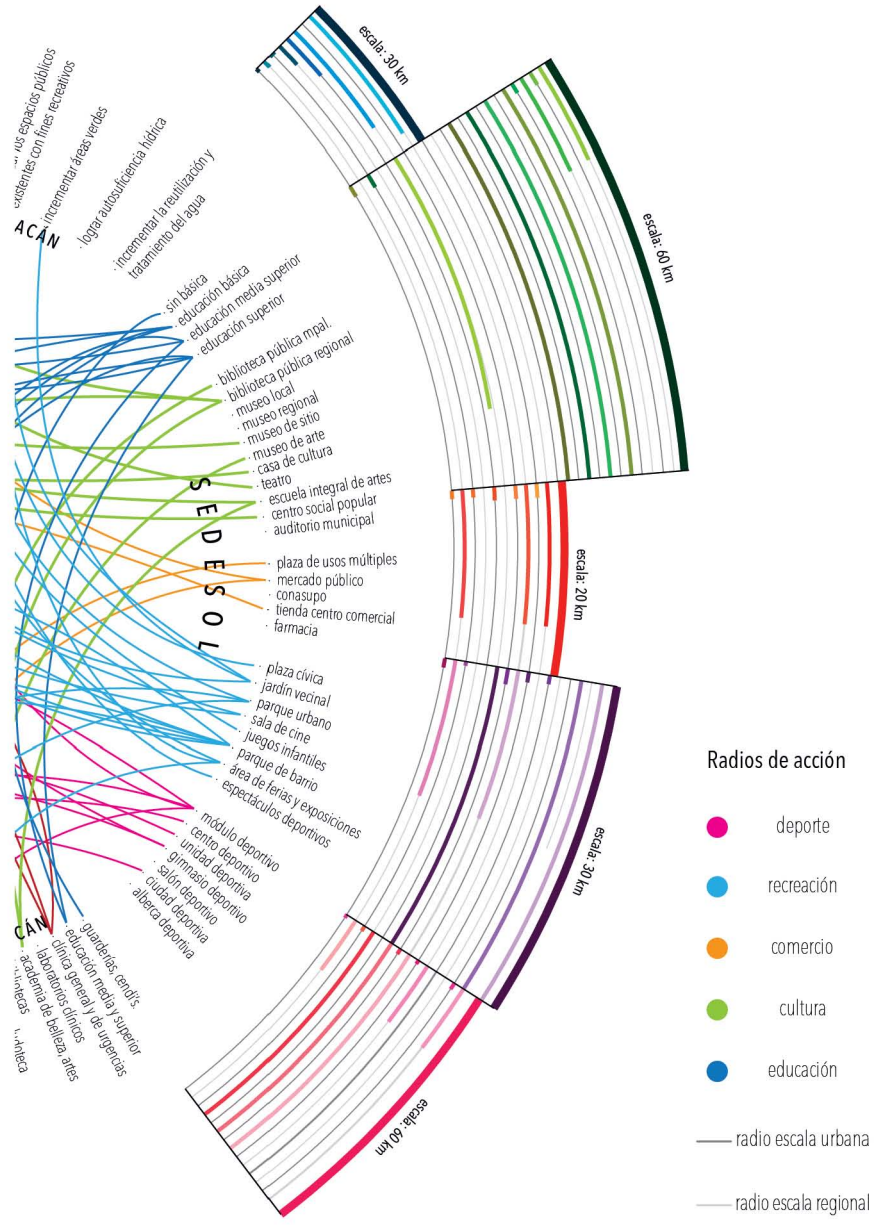


Figura 4.12: Isométrico Cerro de la Estrella.

Fuente: Rangel, Néstor. Con información de INEGI. 2019.



Radios de acción

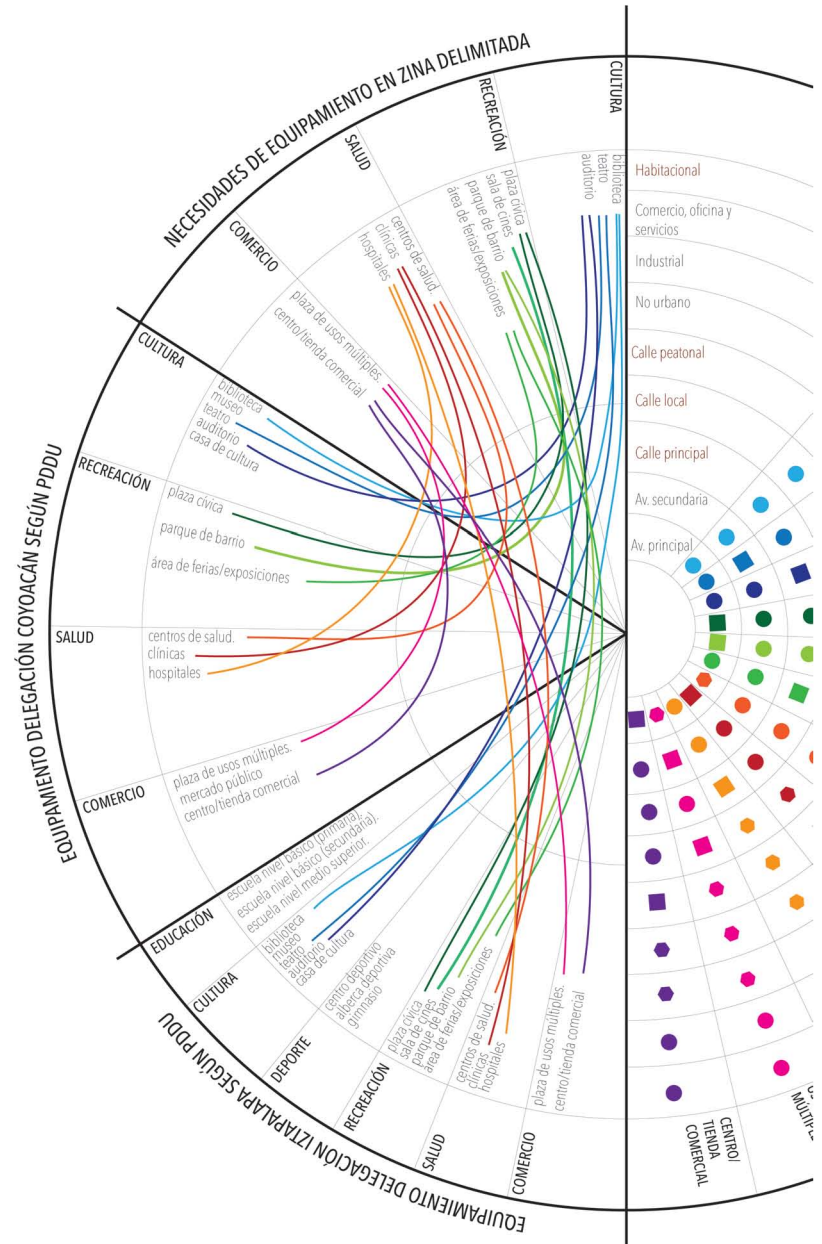
- deporte
- recreación
- comercio
- cultura
- educación

- radio escala urbana
- radio escala regional

Figura 4.13: Diagrama general. Justificación de usos.
Fuente: Nuñez, Paola. Con información de SEDESOL 2018.

Diagrama 2: Particular

De igual manera, en este segundo diagrama (figura 4.14), se ponen en relación los usos posibles, sin embargo este diagrama presenta de forma más particular la compatibilidad de los usos en relación a las vialidades circundantes, usos de suelo, niveles, etc.



JUSTIFICACIÓN DE USOS

Cultura

- Biblioteca
- Museo
- Teatro
- Auditorio
- Casa de cultura

Recreación

- Plaza cívica
- Sala de cines
- Parque de barrio
- Área de ferias y exposiciones

Deporte

- Centro deportivo
- Alberca deportiva
- Gimnasio

Educación

- Escuela nivel básico (primaria)
- Escuela nivel básico (secundaria)
- Escuela nivel medio superior

Comercio

- Plaza de usos múltiples
- Tienda o centro comercial
- Mercado público

Salud

- Centros de salud
- Clínicas
- Hospitales

- RECOMENDABLE
- CONDICIONADO
- ◆ NO RECOMENDABLE

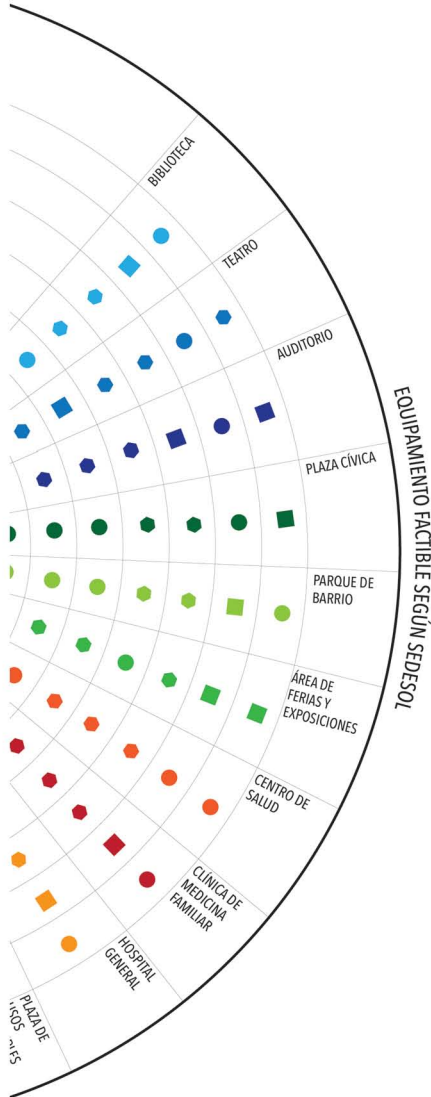


Figura 4.14: Diagrama particular. Justificación de usos.

Fuente: Díaz, Gabriela. Con información de SEDESOL. 2018.

PLAN MAESTRO. CANAL NACIONAL TRAMO CALZADA DE LA VIRGEN - AVENIDA SANTA ANA



160



La propuesta del plan maestro se desarrolló en tres predios diferentes, cada uno con un uso de suelo y planeación hídrica distintos, dependiendo de las características y condiciones que se presentaron en cada terreno.

Para la selección del programa arquitectónico se consideraron los dos diagramas de análisis de SEDESOL y los Programas de Desarrollo Urbano de las alcaldías Coyoacán e Iztapalapa (figuras 4.13 y 4.14), así como la normativa que establece SEDUVI.

Con base en lo anterior, el carácter de cada predio se enfocó de la siguiente manera:

- **PREDIO 01:** Plaza comercial y centro cultural.
- **PREDIO 02:** Deportivo.
- **PREDIO 03:** Biblioteca Pública.

El alcance para los predios 01 y 02 es de plantas y cortes esquemáticos, además de dibujos 3D ejemplificando el desarrollo arquitectónico de los mismos.

El predio 03 se desarrolló a nivel anteproyecto, conteniendo el diseño por medio del programa arquitectónico, plantas, cortes, fachadas arquitectónicas y dibujos perspectivos 3D.

Figura 4.15: Planta de Conjunto.

Fuente: Díaz, Gabriela; Nuñez, Paola. 2018.

PREDIO 01: PLAZA COMERCIAL Y CENTRO CULTURAL



Figura 4.16: Planta 1er nivel. Predio 1: plaza comercial y centro cultural.

Fuente: Díaz, Gabriela; Nuñez, Paola. 2018.



Figura 4.17: Planta de azoteas. Predio 1: plaza comercial y centro cultural.
 Fuente: Díaz, Gabriela; Nuñez, Paola. 2018.

El proyecto número uno, está compuesto por una Plaza Comercial en la planta baja en la cual, los locales pueden ser utilizados como cafeterías, librerías, tiendas de ropa, accesorios, salones de belleza, dos salas de cine, etcétera. En el segundo nivel se albergan actividades de carácter cultural, como talleres de arte, clases de idiomas, regularización y baile.

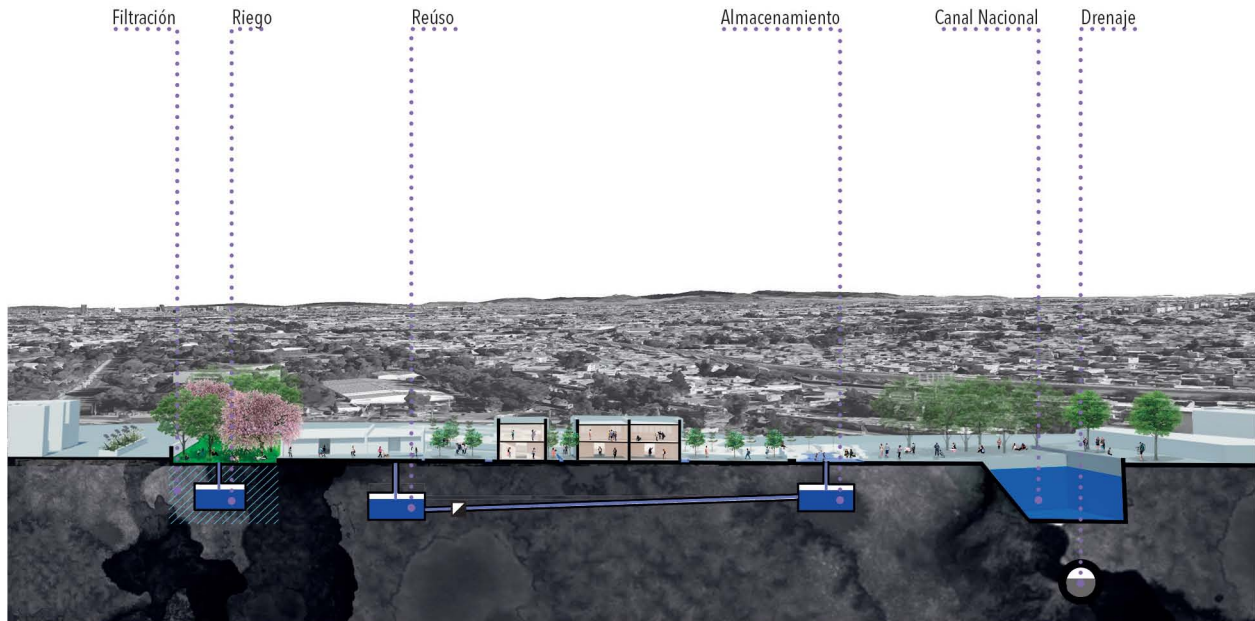
Las plazas públicas que hacen frente a este primer predio son la parte esencial del proyecto ya que es ahí donde se conecta con el canal haciendo de sus andadores uno mismo y potenciando la convivencia con el cauce.

En el corte longitudinal A-A' (figura 4.18), se muestra el mecanismo de captación pluvial implementado a este proyecto. Se observa una plaza inundable frente a Canal Nacional la cual almacena el agua para luego ser enviada a una segunda cisterna que alimentará los servicios de la edificación, específicamente los

sanitarios. Al final del lado izquierdo se muestra una franja de área verde a la que se le dará mantenimiento por medio del agua captada en las cisternas de las plazas inundables. También este ribete verde absorberá el flujo de agua que no sea captado en alguna de las plazas y simplemente será filtrado en la primera capa del suelo.

Figura 4.18: Corte longitudinal A - A'. Predio 1: plaza comercial y centro cultural.

Fuente: Díaz, Gabriela; Nuñez, Paola. 2018.



En el siguiente corte transversal (figura 4.19), se puede observar una plaza inundable pública que funge como espejos de agua y como paso peatonal de una avenida concurrida hacia la Plaza Comercial, además de que se encuentra rodeada de mobiliario urbano como bancas y luminarias para la estadía de los usuarios y se complementa con aparcamiento de bicicletas para favorecer la movilidad de la zona.

De igual manera por debajo de las áreas inundables hay cisternas que almacenan el líquido para posteriormente ser utilizado como riego en zonas verdes y para uso en los servicios dentro del edificio.

Existen como parte de las circulaciones dentro del centro comercial y cultural, una serie de canales que conducen el flujo pluvial hacia las zonas donde se puede almacenar y/o filtrar y así evitar que el agua se estanque en sitios que generen encharcamientos.

Figura 4.19: Corte transversal B - B'. Predio 1: plaza comercial y centro cultural.

Fuente: Díaz, Gabriela; Nuñez, Paola. 2018.

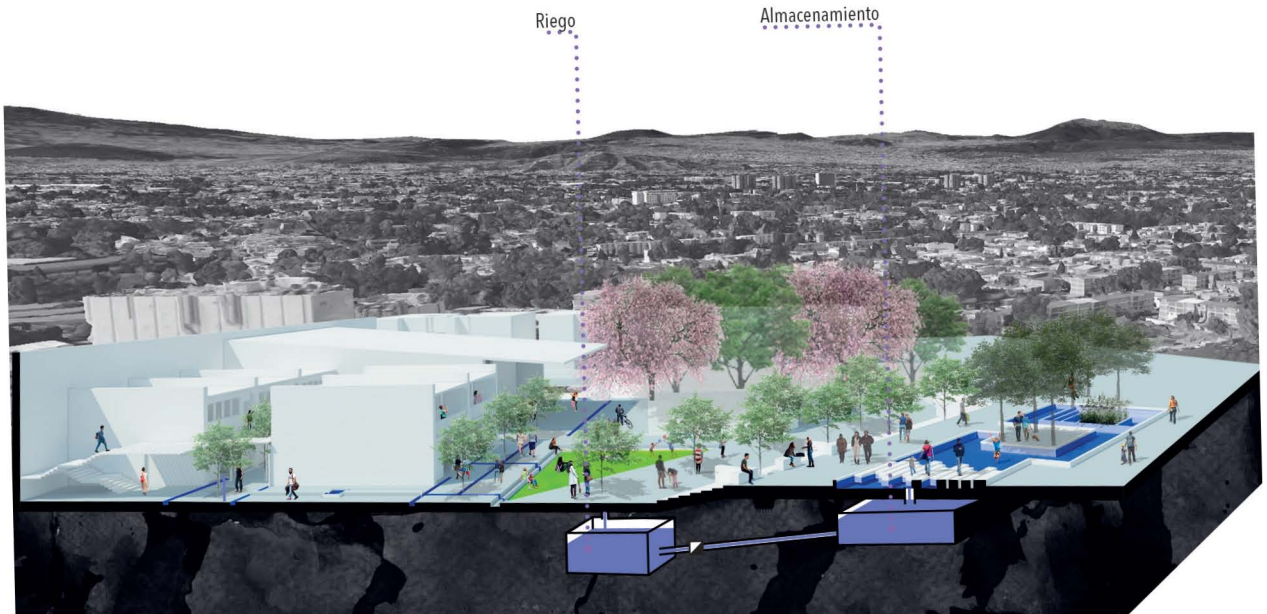




Figura 4.20: Vista 1 plaza comercial y centro cultural.

Fuente: Nuñez, Paola. 2018.



Figura 4.21: Vista 2 plaza comercial y centro cultural.

Fuente: Nuñez, Paola. 2018.



Figura 4.22: Vista 3 plaza comercial y centro cultural.

Fuente: Nuñez, Paola. 2018.

PREDIO 02: DEPORTIVO



Figura 4.23: Planta de azoteas. Predio 2: deportivo.

Fuente: Díaz, Gabriela; Nuñez, Paola. 2018.

Un Deportivo es el proyecto número dos. Éste está dividido por tres franjas que responden al comportamiento pluvial. La primera está compuesta por una gran plaza que se mezcla con el andador de Canal Nacional, enfatizando su vínculo por medio de puentes que conectan directamente el Deportivo con la alcaldía Iztapalapa. Dentro de ella se encuentran dos espejos de agua que almacenan la misma y un tercero que alberga una zona de juegos infantiles.

En la segunda franja se ubica una zona verde con desniveles y con variada vegetación que sirve como estadía para los usuarios. A su vez, esta área retiene el flujo de agua que no pueda ser almacenada por la primera sección.

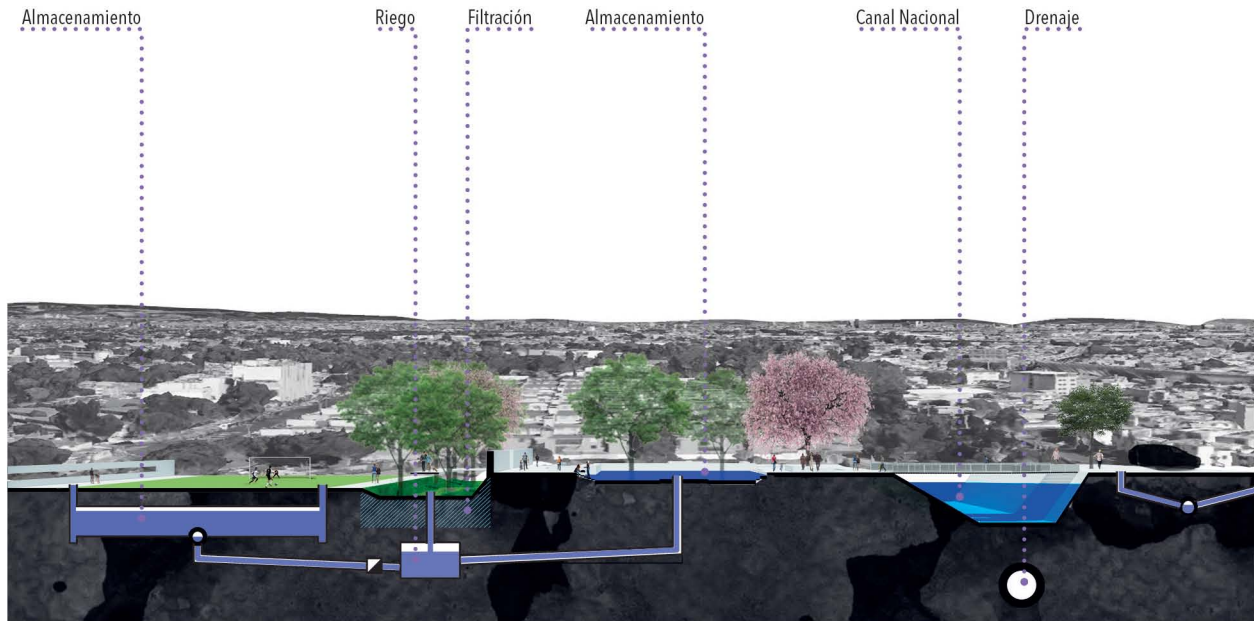
Finalmente, la tercera franja contiene las actividades deportivas, es decir canchas de fútbol, basquetbol y tenis. Por debajo de la cancha de fútbol, se propone una cisterna de captación. La zona deportiva se complementa

con un edificio de servicios donde se encuentran sanitarios y regaderas. Cabe mencionar que el agua almacenada en las plazas será utilizada para dichos servicios.

El corte longitudinal C-C' (figura 4.24) deja ver el sistema de captación y utilización pluvial. El líquido captado en los espejos de agua de la primera sección y en el área deportiva de la tercera, será enviada a una cisterna que proveerá el mantenimiento de las áreas verdes y como se mencionó anteriormente, se utilizará para los servicios que complementan el deportivo.

Figura 4.24: Corte longitudinal C - C': Predio 2: deportivo

Fuente: Díaz, Gabriela; Nuñez, Paola. 2018.



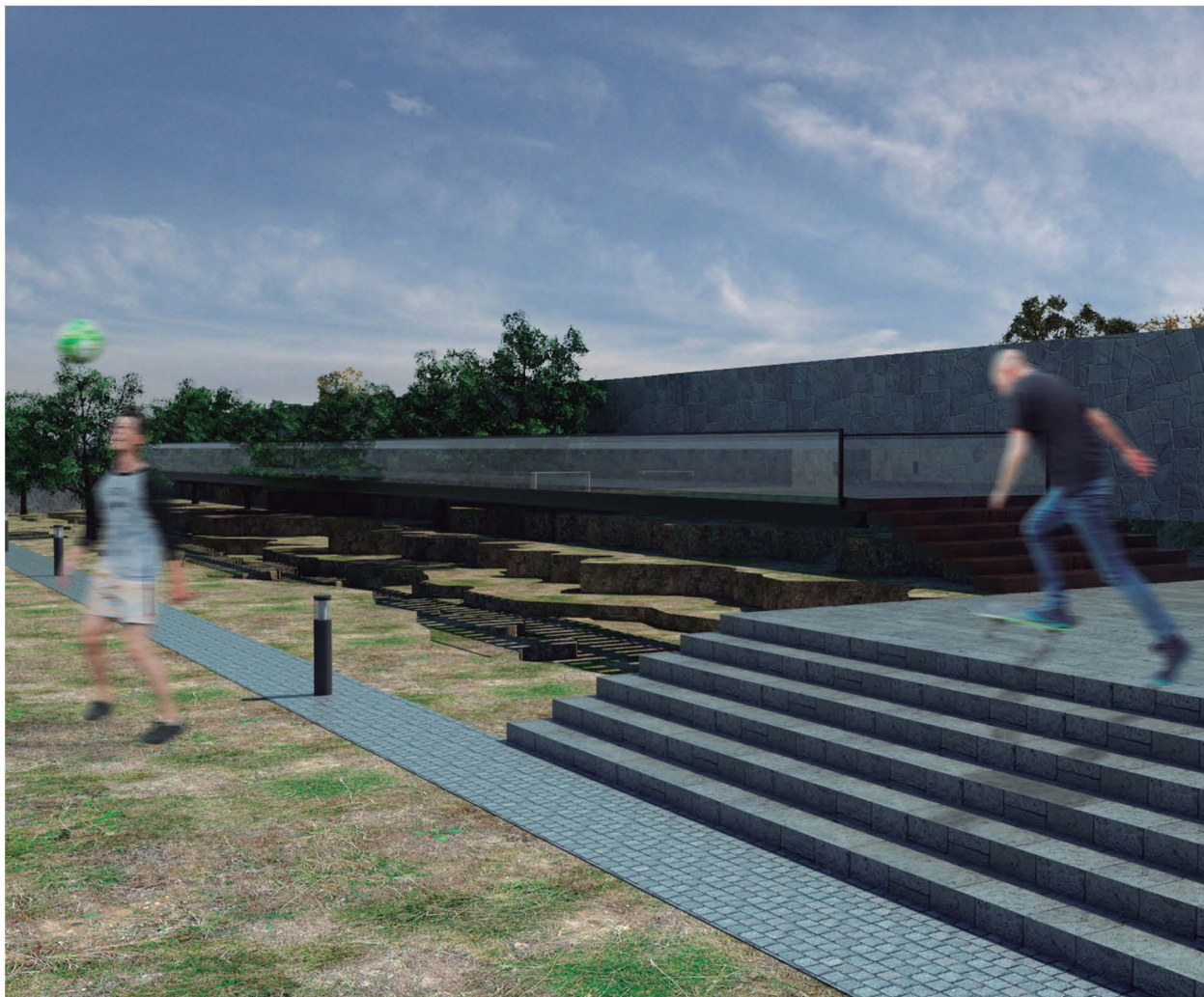


Figura 4.25: Vista 1 deportivo.
Fuente: Díaz, Gabriela. 2018.



Figura 4.26: Vista 2 deportivo.
Fuente: Díaz, Gabriela. 2018.



Figura 4.27: Vista 3 deportivo.
Fuente: Díaz, Gabriela. 2018.

PREDIO 03: BIBLIOTECA PÚBLICA

LOCALIZACIÓN	SUPERFICIE DEL TERRENO	ZONIFICACIÓN
Canal Nacional MZ 2, lote 1 y 2, colonia Culhuacán CTM, Canal Nacional, Delegación Coyoacán. C.P. 04490, Ciudad de México.	6,304.55 m ²	- Uso de suelo: Equipamiento - Niveles: 3 - Altura: - - Área libre: 30 - Superficie máxima de construcción: 6,984 m ²

DATOS GENERALES

Norma de Ordenación Particular para Equipamiento Social y/o de Infraestructura de Utilidad Pública y de Interés General

Con la aplicación de esta Norma de Ordenación Particular se estará en posibilidad de: Promover la construcción de nuevo Equipamiento Social y/o de Infraestructura de Utilidad Pública y de Interés General, estratégico para la Ciudad, y/o consolidar y reconocer los existentes, a través de la implementación de actividades complementarias, situaciones que permitirán garantizar la prestación de estos servicios de manera eficiente a la población, alcanzando con ello, un Desarrollo Urbano con Equidad, Sustentabilidad y Competitividad. Los predios considerados como Equipamiento Social y/o de Infraestructura de Utilidad Pública y de Interés General, promovidos por el Gobierno del Distrito Federal, obtendrá el Uso de Suelo requerido, sin importar la zonificación en que se ubiquen.

Mejoramiento de los espacios públicos

En el marco del ejercicio de sus atribuciones, la Delegación implementará acciones de mejoramiento del paisaje urbano para la creación y rehabilitación de parques, jardines, plazas, glorietas, arriates y áreas ajardinadas en las vialidades con la aplicación de nuevas tecnologías de sembrado y poda, utilizando especies adecuadas a la altura, clima y vegetación de la Delegación. El particular responsable de alguna obra nueva o de cualquier modificación deberá sembrar en la banqueta, árboles de diámetro no menor a 10 cm y 2 m de altura a razón de al menos 1 árbol por cada 8 m de fachada, o en un volumen semejante al de la masa vegetal afectada.

N O R M A T I V A

174

Área construible	Área libre (30% de superficie de terreno)
5,043.64 m ²	1,891.36 m ²
Equipamiento Social y/o de Infraestructura de Utilidad Pública y de Interés General	Parques, jardines, plazas, glorietas, arriates y áreas ajardinadas. Garitas y casetas de vigilancia, jardines botánicos, estaciones meteorológicas y canchas deportivas.

DISEÑO POR N O R M A T I V A

Programa Arquitectónico Selección del programa con base en el diagrama x.xx y normativa; espacios propuestos por SEDESOL	
Áreas verdes	Biblioteca
Áreas verdes y de descanso Juegos infantiles Plaza y andadores Sanitarios y bodegas Estacionamiento	Área de lectura y acervo para adultos Área de lectura y acervo para adultos Área de servicio Vestíbulo y control Sanitarios Estacionamiento Área al aire libre

Espacios fisonómicos	Espacios complementarios	Espacios de servicio
- Área de lectura y acervo para adultos - Área de lectura y acervo para niños - Mediateca - Talleres	- Área de servicio - Vestíbulo y control - Área al aire libre - Cafetería	- Sanitarios - Bodegas - Estacionamiento

PROGRAMA ARQUITECTÓNICO

ESPACIO	Área de lectura y acervo para adultos	
ACTIVIDADES	Lectura y consulta de libros	
OCUPACIÓN	mínima	máxima
	1	65
m ² MÍNIMO POR MÓDULO	174 m ²	
NÚMERO DE MÓDULOS	1	
SERVICIO POR ESPACIO		
Agua potable	Electricidad	X
Drenaje	Alumbrado público	
Gas	Voz y datos	X

ESPACIO	Área de lectura y acervo para niños	
ACTIVIDADES	Lectura y consulta de libros	
OCUPACIÓN	mínima	máxima
	1	50
m ² MÍNIMO POR MÓDULO	100 m ²	
NÚMERO DE MÓDULOS	1	
SERVICIO POR ESPACIO		
Agua potable	Electricidad	X
Drenaje	Alumbrado público	
Gas	Voz y datos	X

ESPACIO	Mediateca	
ACTIVIDADES	Consulta de medios audiovisuales	
OCUPACIÓN	mínima	máxima
	1	40
m ² MÍNIMO POR MÓDULO	100 m ²	
NÚMERO DE MÓDULOS	1	
SERVICIO POR ESPACIO		
Agua potable	Electricidad	X
Drenaje	Alumbrado público	
Gas	Voz y datos	X

ESPACIO	Área de servicio	
ACTIVIDADES	Asesoría y préstamos de libros, etc.	
OCUPACIÓN	mínima	máxima
	1	10
m ² MÍNIMO POR MÓDULO	30 m ²	
NÚMERO DE MÓDULOS	1	
SERVICIO POR ESPACIO		
Agua potable	Electricidad	X
Drenaje	Alumbrado público	
Gas	Voz y datos	X

176

ESPACIO	Talleres	
ACTIVIDADES	Enseñanzas prácticas y artísticas	
OCUPACIÓN	mínima	máxima
	1	25
m ² MÍNIMO POR MÓDULO	95 m ²	
NÚMERO DE MÓDULOS	1	
SERVICIO POR ESPACIO		
Agua potable	Electricidad	X
Drenaje	Alumbrado público	
Gas	Voz y datos	X

ESPACIO	Vestibulo y control	
ACTIVIDADES	Auxilio y registro de visitas	
OCUPACIÓN	mínima	máxima
	1	5
m ² MÍNIMO POR MÓDULO	20 m ²	
NÚMERO DE MÓDULOS	1	
SERVICIO POR ESPACIO		
Agua potable	Electricidad	X
Drenaje	Alumbrado público	
Gas	Voz y datos	X

ESPACIO	Cafetería	
ACTIVIDADES	Consumo de alimentos y bebidas	
OCUPACIÓN	mínima	máxima
	1	25
m ² MÍNIMO POR MÓDULO	65 m ²	
NÚMERO DE MÓDULOS	1	
SERVICIO POR ESPACIO		
Agua potable	Electricidad	X
Drenaje	Alumbrado público	
Gas	Voz y datos	X

ESPACIO	Sanitario	
ACTIVIDADES	Necesidades básicas	
OCUPACIÓN	mínima	máxima
	1	
m ² MÍNIMO POR MÓDULO	2.10 m ²	
NÚMERO DE MÓDULOS		
SERVICIO POR ESPACIO		
Agua potable	Electricidad	X
Drenaje	Alumbrado público	X
Gas	Voz y datos	X

ESPACIO	Bodegas	
ACTIVIDADES	Almacenamiento	
OCUPACIÓN	mínima	máxima
	1	3
m ² MÍNIMO POR MÓDULO	50 m ²	
NÚMERO DE MÓDULOS	1	
SERVICIO POR ESPACIO		
Agua potable	Electricidad	X
Drenaje	Alumbrado público	
Gas	Voz y datos	

ESPACIO	Estacionamiento	
ACTIVIDADES	Aparcamiento de vehículos	
OCUPACIÓN	mínima	máxima
m ² MÍNIMO POR MÓDULO	12 m ²	
NÚMERO DE MÓDULOS		
SERVICIO POR ESPACIO		
Agua potable	Electricidad	
Drenaje	Alumbrado público	X
Gas	Voz y datos	

* De acuerdo a la norma No. 108bis del 11 de Julio de 2017, se anula la colocación de cajones de estacionamiento motorizados en el proyecto, incluyendo a su vez, estacionamientos de bicicletas, como la misma norma lo establece.

PREDIO 03: BIBLIOTECA



Figura 4.28: Planta de sótano. Predio 3: biblioteca.

Fuente: Díaz, Gabriela; Nuñez, Paola. 2018.



Figura 4.29: Planta de azoteas. Predio 3: biblioteca.

Fuente: Díaz, Gabriela; Nuñez, Paola. 2018.

Por último, una Biblioteca pública ocupa el proyecto número tres. Esta está constituida en primera instancia por una explanada que se torna parte del andador de Canal Nacional, creando una cercana convivencia con el mismo y fortaleciendo el vínculo entre ambas alcaldías.

Dicha explanada aloja un espejo de agua que funge como foco de almacenamiento del elemento pluvial y como un gran vestíbulo hacia el edificio. Se suplementa con mobiliario urbano como bancas, luminarias y como en el proyecto número uno, contiene un aparcamiento de bicicletas que fomenta la movilidad de la región cercana al ser un medio de transporte no motorizado.

Es importante recalcar que este proyecto tomó a favor el cambio en la topografía, a diferencia de los anteriores proyectos que no es tan pronunciada para generar diferentes ambientes dentro de la biblioteca, tanto interiores como exteriores.

En el corte D-D' (figura 4.30) se exhibe el sistema de captación de lluvia, en el cual se puede observar que por parte de la plaza frente al canal, se almacena el agua en una cisterna que ulteriormente pasa a una segunda para que ésta pueda ser reutilizada en los servicios dentro de la biblioteca. Al igual que en los anteriores proyectos, esa concentración de agua, también podrá ser utilizada en el riego de las áreas verdes dentro de este predio.

Figura 4.30: Corte longitudinal D - D'. Predio 3: biblioteca
Fuente: Díaz, Gabriela; Nuñez, Paola. 2018.

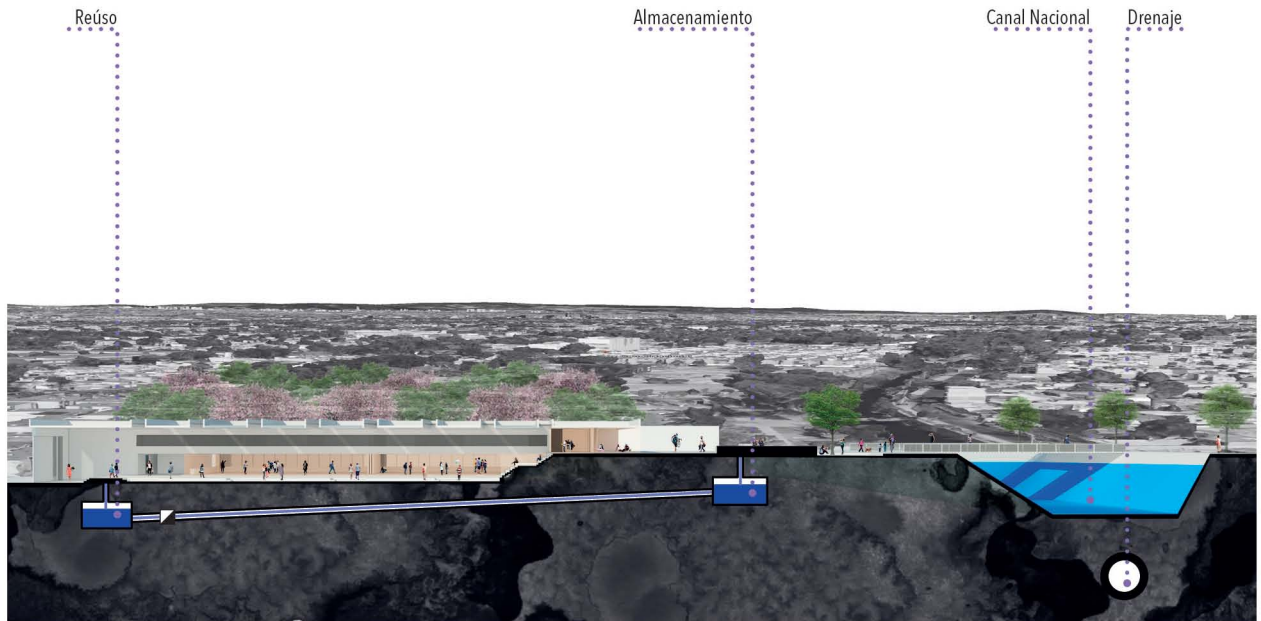




Figura 4.31: Vista 1 biblioteca.
Fuente: Díaz, Gabriela. 2018.



Figura 4.32: Vista 2 biblioteca.

Fuente: Díaz, Gabriela. 2018.



Figura 4.33: Vista 3 biblioteca.
Fuente: Díaz, Gabriela. 2018.

ANTEPROYECTO - BIBLIOTECA

183

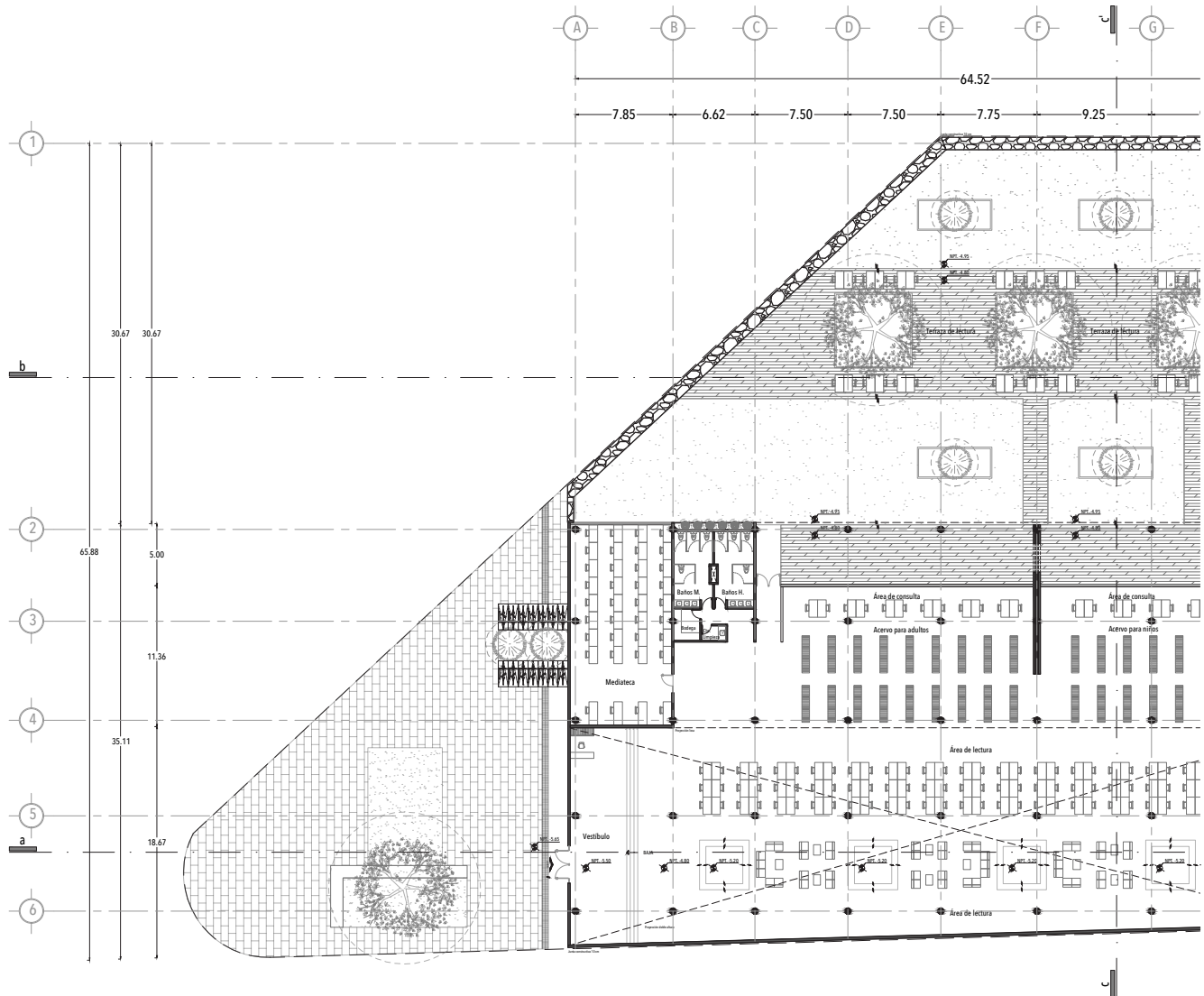
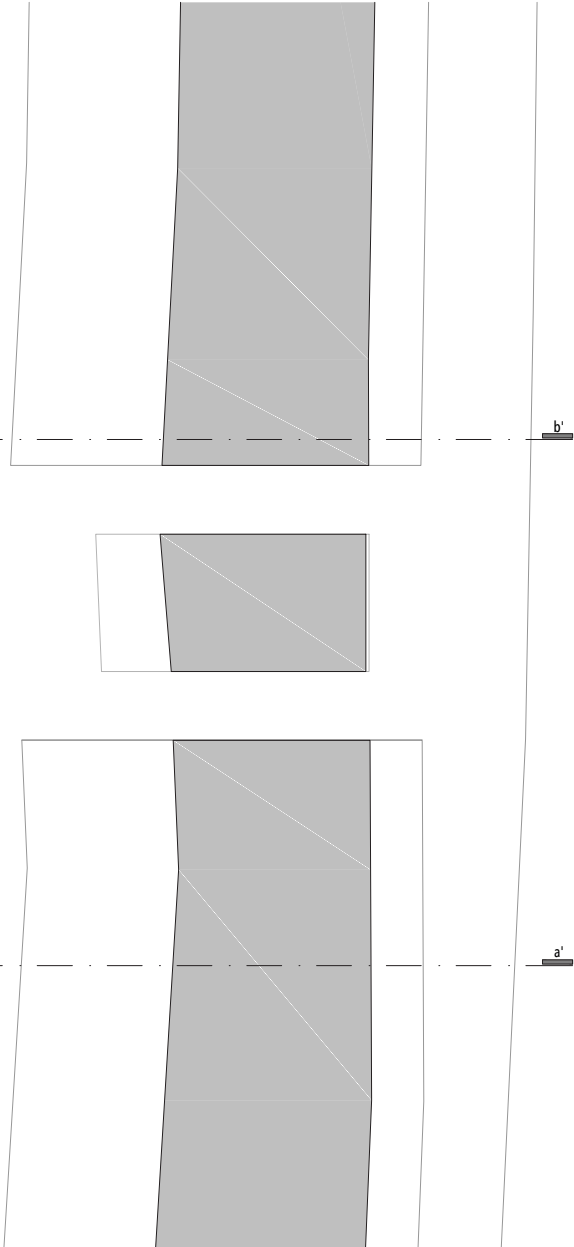
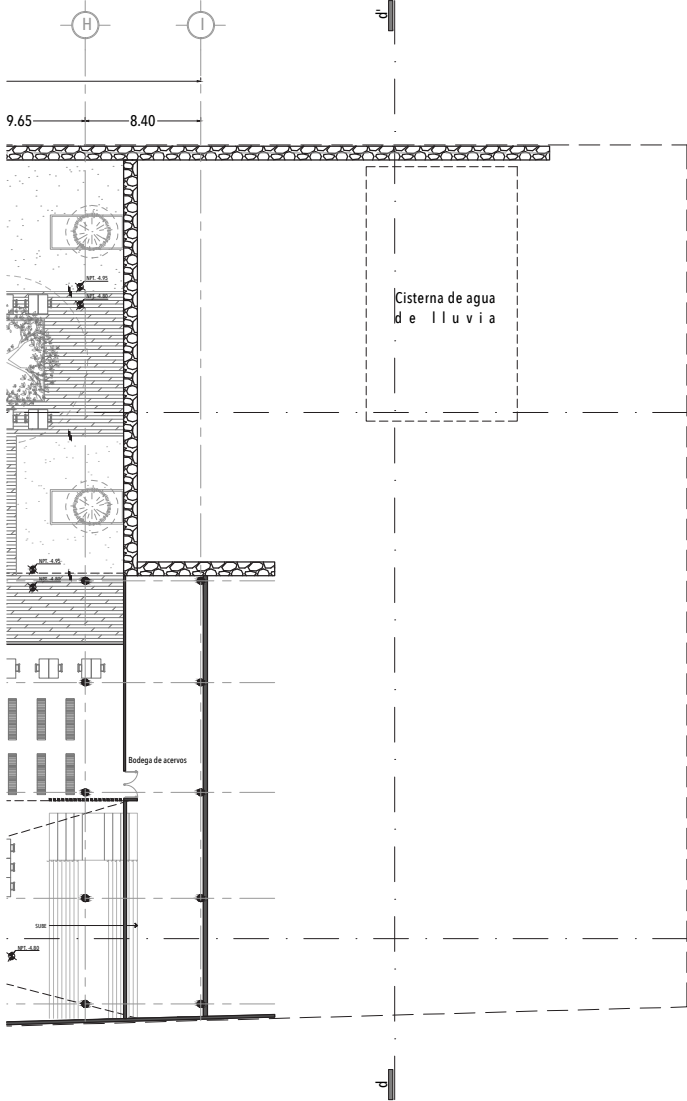


Figura 4.34: Planta sótano.

Fuente: Díaz, Gabriela; Nuñez, Paola. 2018.



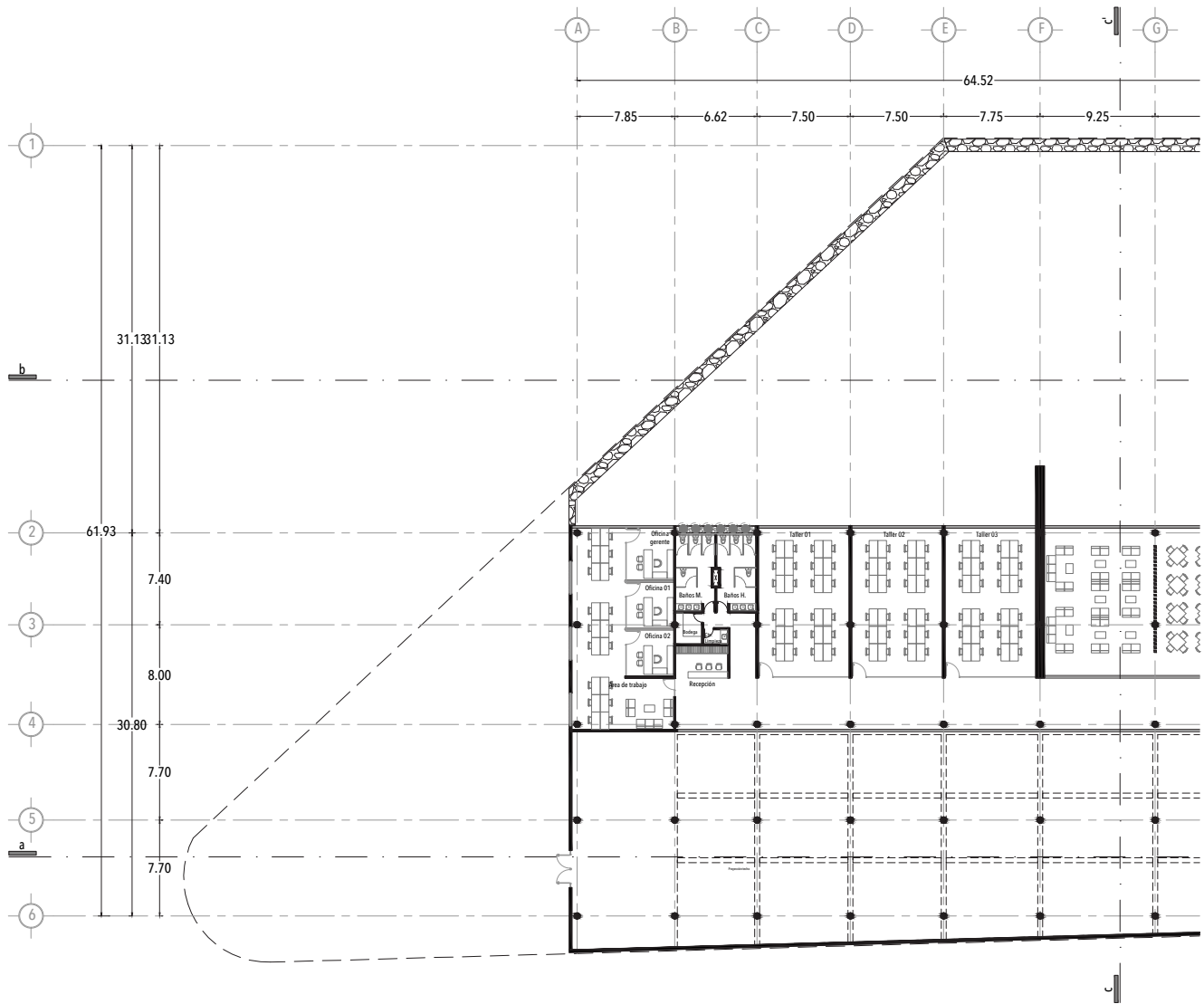
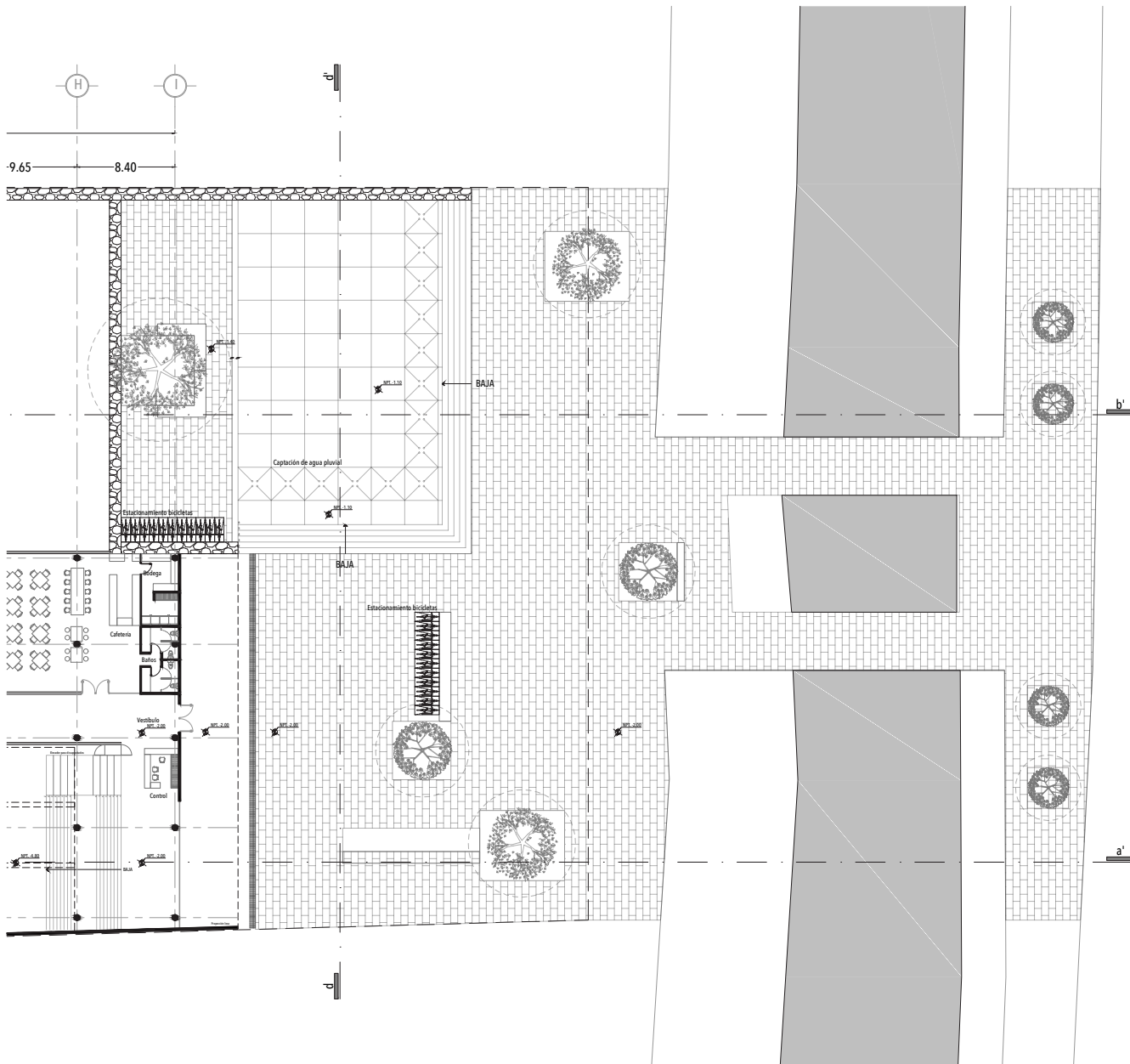


Figura 4.35: Planta baja.

Fuente: Díaz, Gabriela. Nuñez, Paola. 2018.



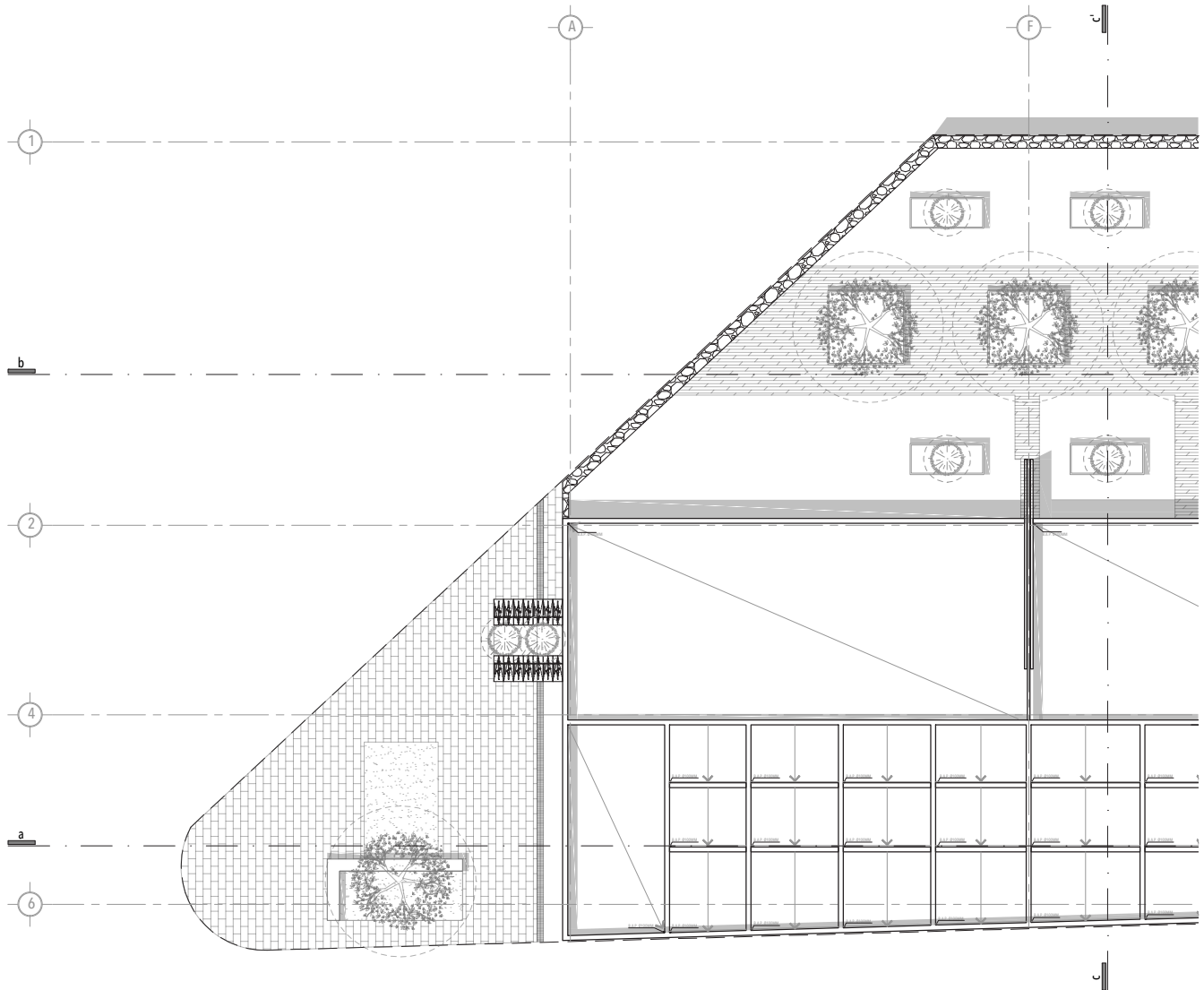
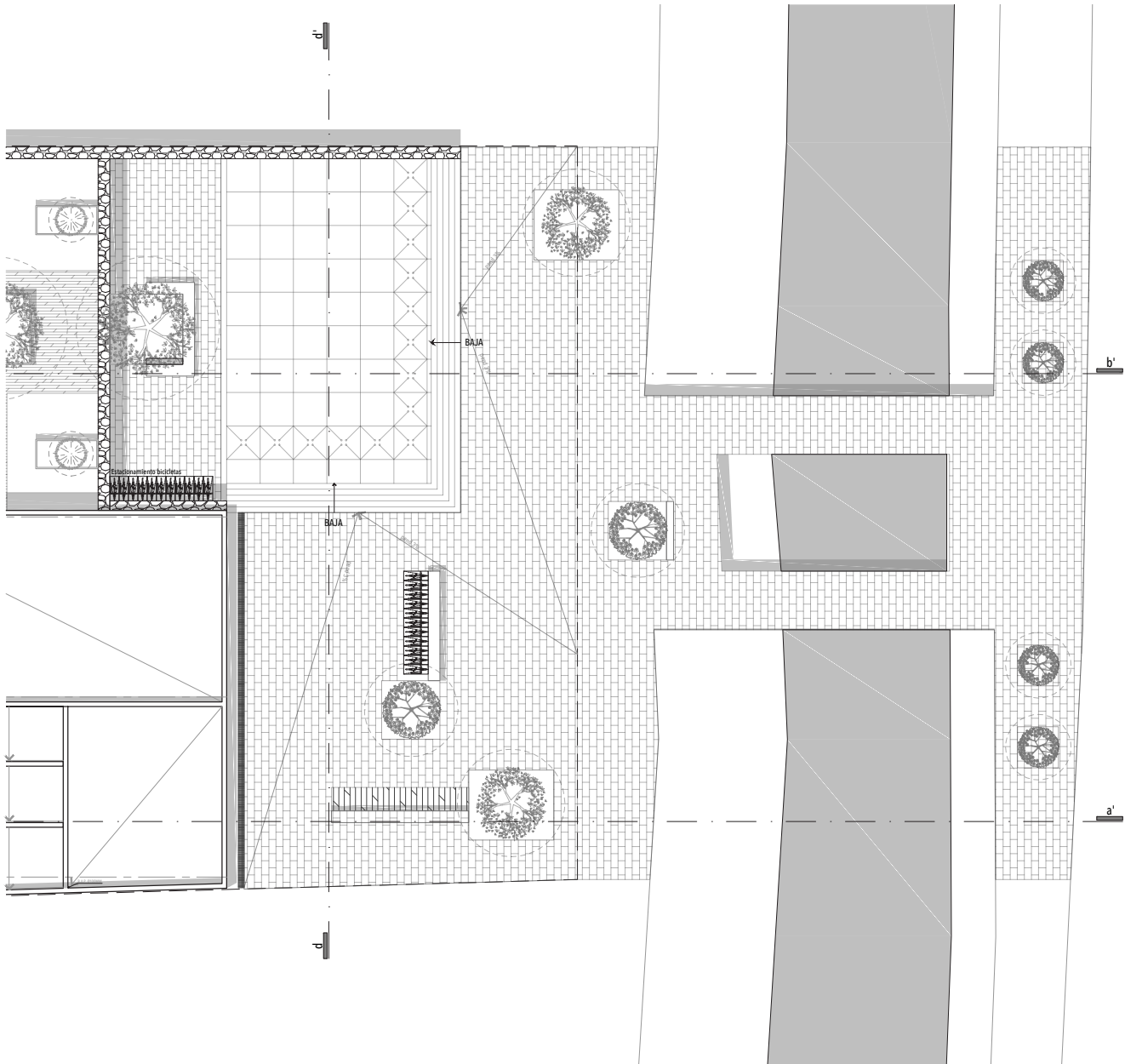
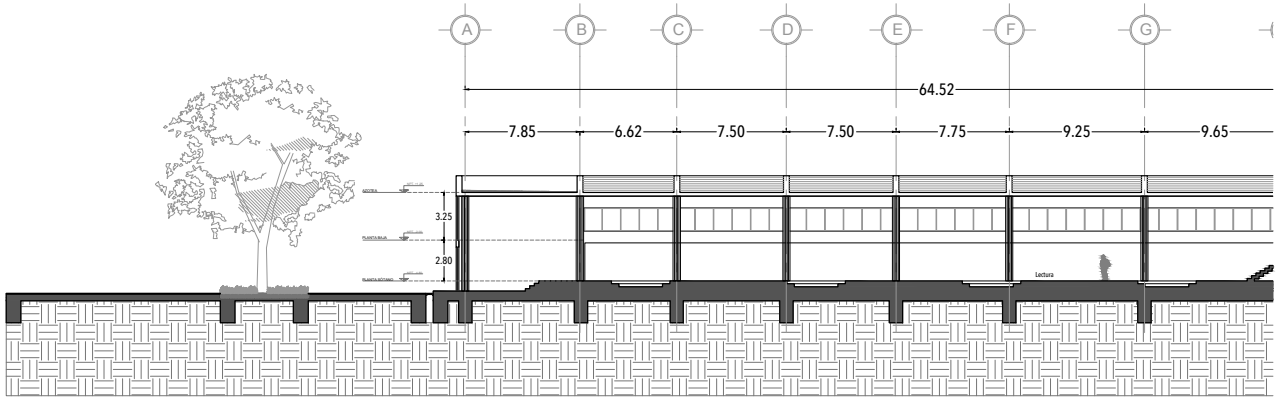


Figura 4.36: Planta azotea.

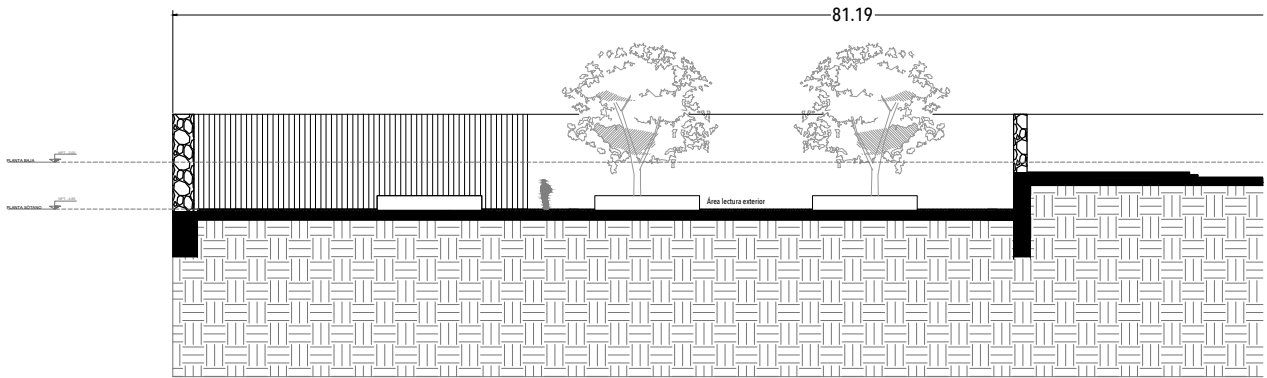
Fuente: Díaz, Gabriela. Nuñez, Paola. 2018.





Corte A-A'

190

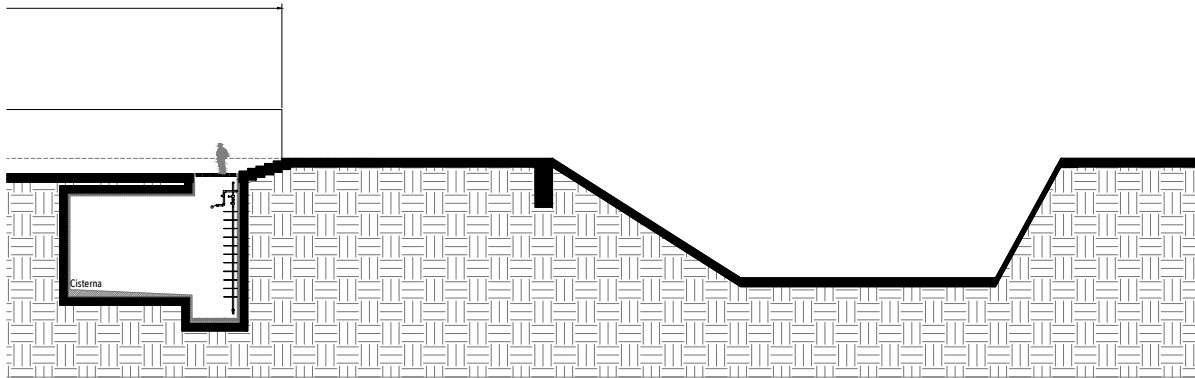
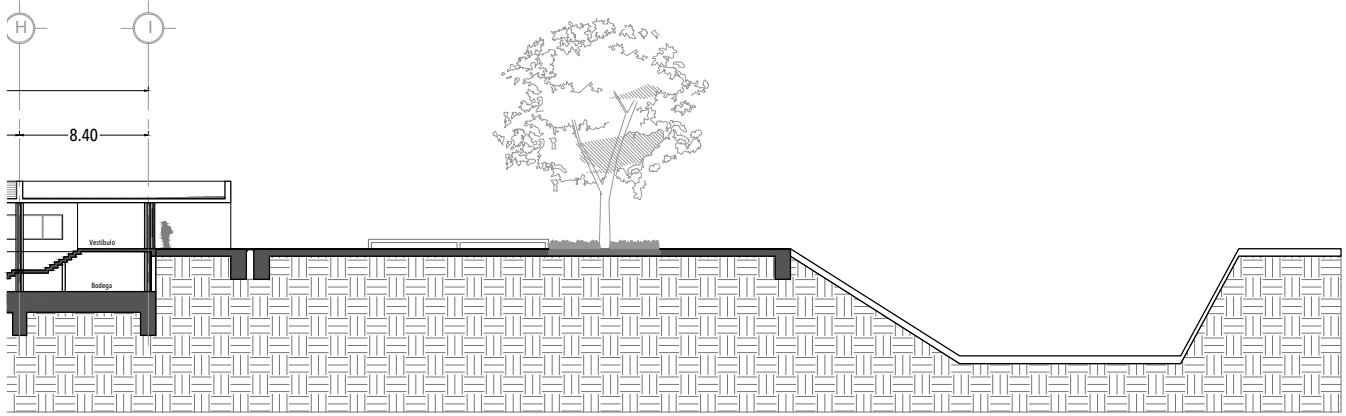


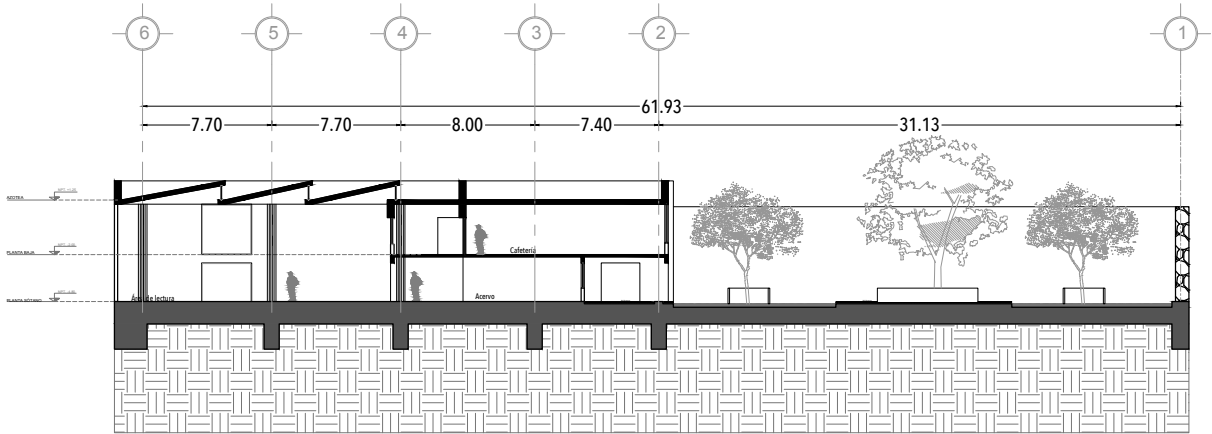
Corte B-B'

Figuras 4.37; 4.38: Cortes longitudinales

A - A'; Corte B - B':

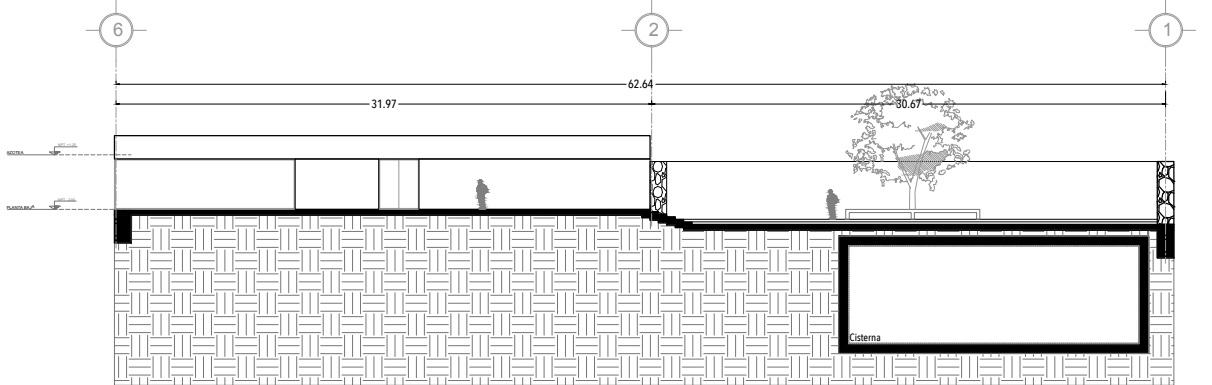
Fuente: Díaz, Gabriela. Nuñez, Paola. 2018.





Corte C-C'

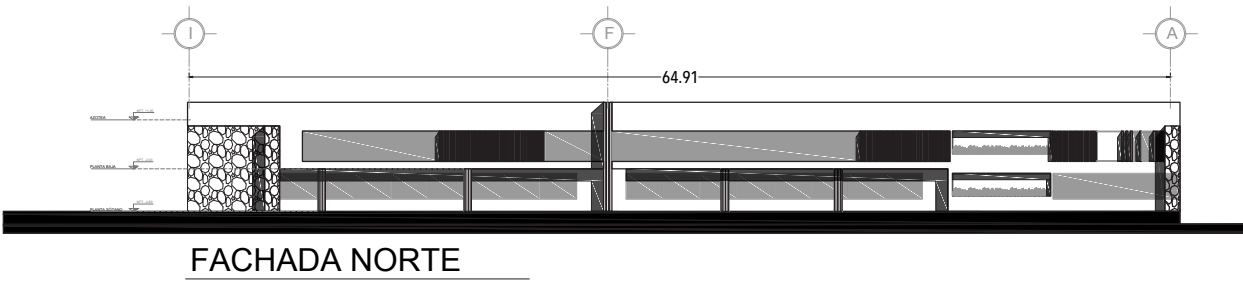
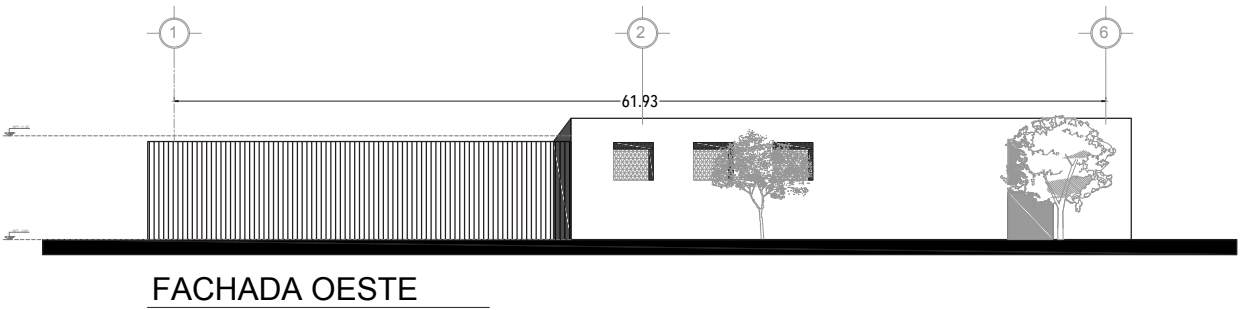
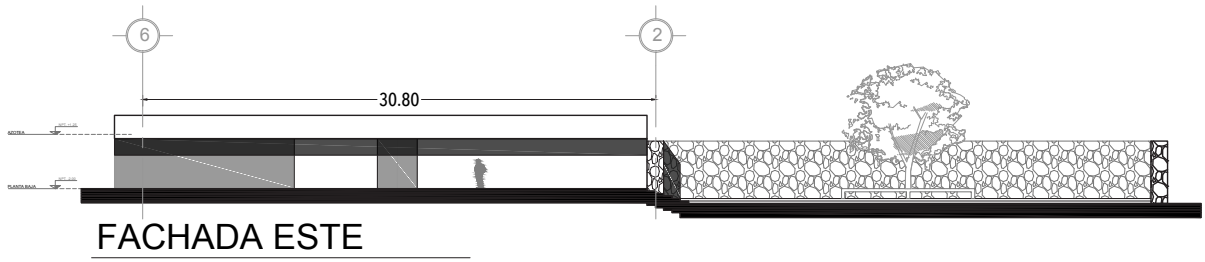
192



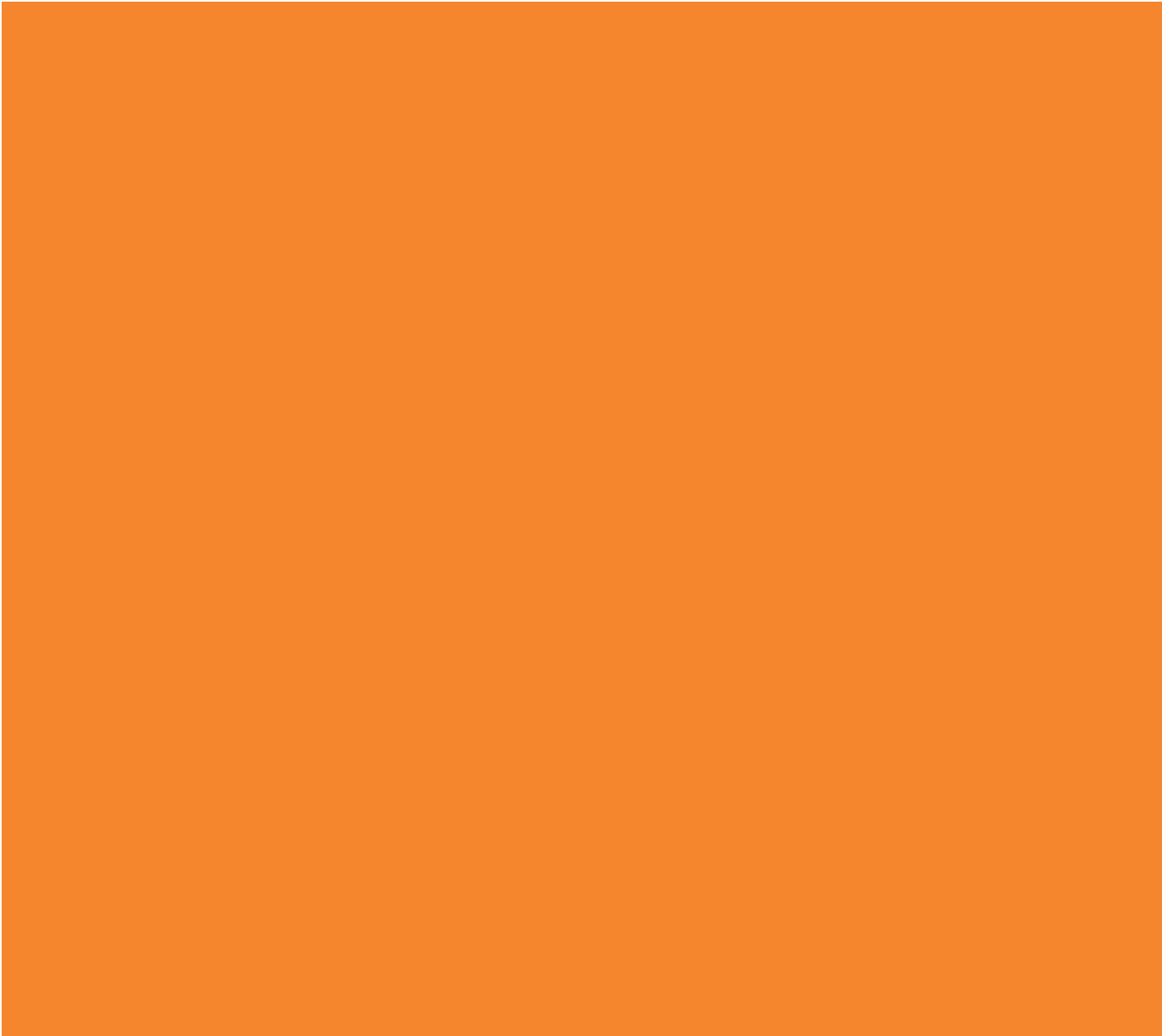
Corte D-D'

Figuras 4.39; 4.40: Cortes transversales
C - C'; Corte D - D'.

Fuente: Díaz, Gabriela. Nuñez, Paola. 2018.



Figuras 4.41; 4.42; 4.43: Fachada este; fachada oeste; fachada norte.
Fuente: Díaz, Gabriela. 2018.



CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

El mal entendimiento del entorno lacustre en el que se asentó la Ciudad de Tenochtitlán trajo al paso de los siglos complicaciones en el crecimiento urbano. La condición hídrica de la cuenca fue históricamente negada por quienes la han habitado.

La población residente de la ciudad ha buscado satisfacer sus necesidades y comodidades por lo que la paulatina decisión del entubamiento de ríos, canales, y la sobreexplotación de acuíferos se antepusieron a la realidad física del sitio. Las respuestas brindadas surgieron de la necesidad de soluciones inmediatas, aunque su efectividad se vio reducida al paso de los años, tal es el caso de las obras del Gran Canal de Desagüe y el Drenaje Profundo.

La crisis hídrica que padece la Ciudad de México actualmente, acentuó el fenómeno de subsidencia, teniendo como resultado una diversidad de daños en zonas vulnerables dentro de la metrópoli. Asimismo, este fenómeno remonta a hechos históricos que marcaron etapas dentro de la ciudad, brindando la posibilidad de medir el grado de hundimiento.

Ejemplo de esta medición, es el polígono delimitado por la Avenida Río Churubusco y Anillo Periférico, cuyo análisis muestra el impacto que una infraestructura en deterioro, como Canal Nacional, puede provocar dentro de su mismo contexto. Se observa que el canal, ocasiona una fragmentación entre dos regiones enfatizando las diferencias físicas y sociales.

Después del estudio realizado en la zona, se concluye que así como el canal puede deteriorar un contexto, posee la cualidad de revertir dicha característica y potenciar su entorno y mejorar las dinámicas que en él se desarrollan.

Como respuesta se propone un Plan Maestro que genere un sistema integral entre el canal y sus alrededores con el propósito de revitalizar los espacios públicos y promover nuevas interacciones entre dos regiones desarticuladas.

El proyecto está enfocado con un sentido de activación social, y al mismo tiempo de solución hídrica. Se cree que uno de los impedimentos en la resolución de problemas actuales es evadir el componente en lugar de ser usado en pro de la causa; no se deja de lado el problema del control del agua pluvial, sino que se usa como pretexto para generar espacio público necesario para contribuir a dinámicas positivas entre dos territorios fracturados.

Las propuestas son el resultado de un seguimiento a normativas con flexibilidad en el diseño y responsabilidad con el compromiso de ser sensibles al lugar; las estrategias hídricas corresponden con el cauce natural de los eventos; las áreas de contención de agua pluvial son interpretadas en plazas para almacenar el agua y reutilizarla, las áreas de bio-retención se reflejan en áreas verdes carentes en el polígono y la retención gradual busca disminuir al máximo el grado de inundaciones actualmente presentes, para dignificar y exaltar la habitabilidad del lugar.



A large, light orange, semi-transparent number '6' is centered in the background of the slide. The number is stylized with rounded edges and a thick stroke.

BIBLIOGRAFÍA

PARTE 1

Corner, James. (1999) *Eidetic Operations and New Landscapes*.

Montaña, Delfín; Gálvez, Natalia. (2013) El sistema hídrico de la Ciudad de México. *Recuperado de:* <https://www.revistaciencias.unam.mx/es/145-revistas/revista-ciencias-107-108/1167-el-sistema-h%C3%A1drico-de-la-ciudad-de-m%C3%A9xico.html>.

Strang, Gary. (1996) *Infrastructure as Landscape [Infrastructure as Landscape, Landscape as Infrastructure]*.

CAPÍTULO 1. LA CUENCA DE MÉXICO

Aguilera, Patricia. (2013) *Catedral Metropolitana Hundimiento y Rescate*. México.

Breña, Agustín; Breña, José; Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica. (2009) *Problemática del recurso agua en grandes ciudades: zona metropolitana del valle de México*. México.

Burns, Elena. (2009) *Repensar la cuenca. La gestión de Ciclos de agua en el Valle de México*. México.

Díaz, Jorge. (año desconocido) *Los suelos lacustres de la Ciudad de México*. México.

Hernández, José. (2013) *Modelo DRASTIC Sg: Una nueva herramienta para mejorar la gestión del acuífero en la Ciudad de México*. México.

Legorreta, Jorge. (2006) *El agua y la Ciudad de México. De Tenochtitlán a la megalópolis del siglo XXI*. México.

Levi, Enzo. (1998) *Historia del desagüe Del Valle de México*. México.

López, Mario. (2011) *Inundaciones en el Valle de México y su exacerbamiento por el impacto del cambio climático*. México.

Orden de la junta directiva del desagüe. (1902) *Memoria histórica, técnica y administrativa del desagüe del Valle de México*. México.

Relaciones 76. (1998) *La Desecación del Lago de Texcoco*. México.

SACMEX. (2012) *El gran reto del agua en la Ciudad de México. Pasado, presente y perspectivas de*

solución para una de las ciudades más complejas del mundo. México.

SACMEX. (2016) H2O Gestión del agua. Estrategias para la sustentabilidad del acuífero del Valle de México. México.

Sánchez, E; Jaimes-Palomera, R. Geología de la Cuenca de México. [en línea] Disponible en: http://www.geofisica.unam.mx/unid_apoyo/editorial/publicaciones/investigacion/geofisica_internacional/antecedentes/1989/01/2Vazquez12.pdf

Santoyo, Enrique; Ovando, Efraín; Mooser, Federico; León, Elvira. (2005) Síntesis geotécnica de la Cuenca del Valle de México. México.

UNAM. Historia de la Cuenca de México. [en línea] Disponible en: www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/353/A7.pdf?sequence=7

UNAM. V. Geología de la Cuenca de México. [en línea] Disponible en: www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/147/A7.pdf?sequence=7

Vera, Mónica; López, Jorge. (2010) Evaluación de amenazas por inundaciones en el centro de México: el caso de Iztapalapa, Distrito Federal (1998 – 2005). México.

CAPÍTULO 2. DIÁLOGOS CON LOS HUNDIMIENTOS DIFERENCIALES

200

Bohane, Adrián; Cabral, Enrique; DeMets, Charles; Falorni, Giacomo; Hernández, Antonio; Salazar, Luis; Solano, Darío; Wdowinski, Shimon. (2015) La relación de subsidencia del terreno InSAR GPS y el abatimiento del nivel estático en pozos de la zona Metropolitana de la Ciudad de México. México.

Escolero, Oscar; Martínez, Sandra; Perevochtchikova, María. (2015) A comprehensive approach for the assessment of shared aquifers: the case of México City.

Hernández, José. (2013) Modelo DRASTIC Sg: una nueva herramienta para mejorar la gestión del acuífero en la Ciudad de México. México.

Holzer, Thomas. (1985) Land subsidence caused by ground water withdrawal in urban areas.

Maltz-Leca, Leora. Process/procession: William Kentridge and the Process of change.

National Research Council; Academia Nacional de la Investigación Científica, A.C; Academia Nacional de Ingeniería, A.C; Division on Earth and Life Studies; Water Science and Technology Board; The Joint Academies Committee on the Mexico City Water Supply; Comission on Geosciences, Environment and Resources. (1995) Mexico City's Water supply: improving the outlook for sustainability: calidad del agua y problemas de salud.

Raised Eyebrows. (2009) What do you plan to do next? A conversation.

SMcDought, Tom. (2002) Guy Debord and the situationist international.

Smithson, Robert. Un recorrido por los monumentos de Passaic, Nueva Jersey. Una sedimentación de la mente: proyectos terrenos.

Spector, Nancy. Trotman, Nat. How to work better, Peter Fischli and David Weiss.

Vera, Mónica; López, Jorge. (2010) Evaluación de amenazas por inundaciones en el centro de México: el caso de Iztapalapa, Distrito Federal (1998 – 2005). México.

Villoro, Juan. Damián Ortega. The shape of things to come.

CAPÍTULO 3. CANAL NACIONAL

Aguirre, Ramón. (2009) Los principales retos del Sistema de Aguas de La Ciudad de México. México.

201 **Cuidar el agua es cosa de tod@s.** Plantas de tratamiento de aguas residuales del SACMEX. [en línea] Disponible en: http://cuidarelagua.cdmx.gob.mx/drenaje_profundo.html

Cuidar el agua es cosa de tod@s. Plantas de tratamiento de aguas residuales del SACMEX. [en línea] Disponible en: http://cuidarelagua.cdmx.gob.mx/plantas_tratamiento.html

González, Arsenio; Hernández, Lorena; Perló, Manuel; Zamora, Itzkuauhtli. (2010) Rescate de ríos urbanos. Propuestas conceptuales y metodológicas para la restauración y rehabilitación de ríos. México.

Jiménez, Alejandro. (2013) Las acequias de la Ciudad de México y sus repercusiones en la arquitectura habitacional del siglo XVIII. México.

Leal, Guillermo. (2015) Modelo de simulación matemática para el análisis integral del sistema principal de drenaje de la ZMVM. México.

Legorreta, Jorge. (2013) Los ríos de la ciudad de México. Pasado, presente y futuro. México, 2013.

López, Edmundo. (2017) El Canal Nacional, el Canal de Chalco y el Canal de Cuernanco. Por el derecho humano al agua y un medio ambiente sustentable de la Ciudad de México. México.

Peralta, Araceli. (2009) El canal, puente y garita de La Viga. México.

Prevención de riesgos en los asentamientos humanos; SEDATU. (2015) Atlas de riesgos naturales. Delegación Coyoacán, Distrito Federal. México.

Salazar, Citlali. (2011) La inundación en el sur de la cuenca de México a través de la imagen cartográfica (1866-1869). México.

SEDEMA. (2013) Reporte de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. RPTAR. México.

SEDESOL; SIGI; Prevención de riesgos en los asentamientos humanos; Protección civil Iztapalapa; Terracon Ingeniería. (2011) Atlas de riesgos naturales de la delegación Iztapalapa, México, D.F., 2011. México.

SEDESOL. (año desconocido) Sistema normativo de equipamiento urbano. Tomo I: Educación y cultura. México.

SEDESOL. Sistema normativo de equipamiento urbano. Tomo II: Salud y asistencia social. México.

SEDESOL. Sistema normativo de equipamiento urbano. Tomo III: Comercio y abasto. México.

SEDESOL. Sistema normativo de equipamiento urbano. Tomo IV: Comunicaciones y transportes. México.

SEDESOL. Sistema normativo de equipamiento urbano. Tomo V: Recreación y deporte. México.