



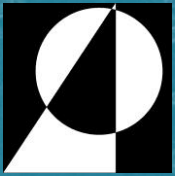
# **Infraestructura Verde como Estrategia para el Manejo Sustentable del Agua Pluvial en el Espacio Público.**

**Caso de Estudio: Ciudad Nezahualcóyotl**



**Tesis que para obtener el título de Arquitecto Paisajista presenta:**

**Eric Carrillo Fajardo**





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**

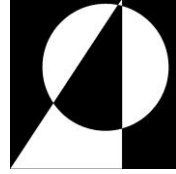


**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**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.



**Universidad Nacional Autónoma de México**

**Facultad de Arquitectura**

**Unidad Académica de Arquitectura de Paisaje**

Tesis que para obtener el título de Arquitecto Paisajista presenta:

**Eric Carrillo Fajardo**

**Infraestructura Verde como Estrategia para el**

**Manejo Sustentable del Agua Pluvial**

**en el Espacio Público.**

**Caso de Estudio: Ciudad Nezahualcóyotl**

**Sinodales:**

Arq. Luis Eduardo de la Torre Zatarain

Arq. Psj. César González España

Mtro. en Arq. Faustino Octavio Ruíz Abarca

Ciudad Universitaria, Cd. de México, Mayo 2016



## DEDICATORIA

### A mis padres:

**Roger y Margarita;** *por regalarme una vida llena de calidez humana y de quienes recibo en herencia la honradez y disciplina, así como la nobleza y amor que me permiten ser la persona que soy al día de hoy y llegar hasta este momento sintiéndome tan prodigioso.*

### A mis hermanos:

**Roger, Daniel y Axel;** *quienes han fomentado a lo largo de mi vida ese afán por la calidad y excelencia, así como el gusto por todas las cosas bellas que nos regala este mundo; en especial ese profundo amor, admiración y respeto hacia la naturaleza que fueran la base para elegir esta bella profesión.*

## AGRADECIMIENTOS

### A mis asesores:

**Arq. Luis de la Torre, Arq. Psj. César González y Mtro. En Arq. Octavio Ruiz;** *profesionistas comprometidos con su labor docente de quienes recibí en todo momento el apoyo necesario para concluir con esta última etapa académica y quienes creyeron en mí para hacerlo de una manera profesional y con calidad, guiándome con base a la sabiduría de su experiencia profesional.*

### A mis amigos:

**Victor, Karla, Adolfo y Casandra;** *quienes me han hecho comprender el significado de la amistad a lo largo de casi una década; tiempo durante el cual han permanecido fieles a su amistad incondicional brindándome todo su afecto, apoyo y confianza invaluable.*

**Luis y Gabriela;** *con quienes he compartido de cerca este amor por la Arquitectura de Paisaje y quienes me han contagiado con su alegría por la vida, gracias a lo cual he disfrutado tanto esta etapa llena de gratas experiencias y aprendizajes a su lado.*

**Marely;** *por ser mi amiga, poeta y paisajista incondicional con quien he compartido tantos bellos momentos y gracias a quien aprendí a encontrar y disfrutar de la poesía de la vida.*

**Mariana, Lulú, Alexa y Marcela;** *con quienes he compartido el gusto por la belleza que reside en esta noble profesión, así como tantos buenos momentos y gratas experiencias a su lado.*

**Yurini y Angie;** *quienes me han obsequiado su noble amistad y confianza incondicionales, siendo dos bellas personas que me regaló esta profesión.*

**Natalia y Marlene;** *mis arquitectas predilectas con quienes he compartido tantos gratos momentos, así como un sin fin de experiencias enriquecedoras obsequiándome toda su amistad y confianza invaluable.*

**A Beatriz;** *con quien he compartido tanto y en tan poco tiempo, convirtiéndose en una mujer sumamente importante y significativa para mí al obsequiarme su hermosa y cálida compañía, así como su apoyo y cariño tan inspiradores y gratificantes.*

### Con agradecimiento especial para:

**Karina Valenzuela (Kary);** *quien a lo largo de este paso por la licenciatura me ha apoyado en todo momento demostrándome siempre su confianza y motivación para concluir de una manera gratificante.*

**Arq. Psj. Alejandro Martín Trejo;** *quien me dio la oportunidad para poner a prueba mis facultades dentro del ámbito profesional y quien a la fecha sigue brindándome toda su confianza y estímulo para seguir creciendo como un Arquitecto Paisajista honrado, responsable y comprometido con esta noble labor profesional.*

*A mis profesores, compañeros y todas aquellas personas que directa e indirectamente me hicieron posible llegar a concluir esta etapa...gracias.*

*A la vida misma por permitirme llegar a este punto gozando plenamente de mis facultades para comenzar un nuevo ciclo.*



## LOS LAGOS DE MÉXICO

**Rafael Landívar.**

### S. XVIII

“ Existe una ciudad al Occidente,  
lejos de aquí, del mundo conocido  
con el nombre de México; esplendente  
es su cielo, muy amplia y concurrida,  
famosa por sus ínclitas proezas,  
por sus hijos, su clima y sus riquezas.

En otro tiempo domeñó orgullosa  
sin sombra de litigio  
a la casta del indio recelosa,  
de fe, entusiasmo y de valor prodigio.

A esta ciudad limpísima rodean  
de dos lagunas las cerúleas aguas,  
donde a impulso del remo culebrean  
las ligeras y gráciles piraguas.

No intento en mis cantares  
hablar de todos los pequeños mares  
que distan de la corte, pues no todos  
acogen en su seno tantos ríos;  
ni pueblan sus orillas y recodos  
peces sin cuento, de luciente escama;  
ni flotan en su tersa superficie  
tantos jardines de luciente grama  
y de flores innúmeras vestidos;  
ni el aleteo escuchan y graznidos  
de ánades mil que pescan en su margen;  
sino de aquellos lagos que colora  
de púrpura la Aurora,  
y el claro Febo al asomar la frente  
sobre los montes del risueño Oriente,  
con rayos de oro pródigo ilumina  
cuando al venir el aterido invierno  
al austral polo lánguido se inclina.

¡Y aquél canal que viene serpeando  
sin cesar y al comercio favorece,  
sus márgenes de espuma salpicando,  
y que resbala blando,  
delicia de los dulces moradores  
ya que la orilla se corona en flores!...”

De “Rusticatio Mexicana”.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

### Contenido

INTRODUCCIÓN.....	5
OBJETIVO.....	7
OBJETIVOS PARTICULARES.....	7
ANTECEDENTES. EL SISTEMA LACUSTRE DE LA CUENCA DE MÉXICO .....	8
• Función del lago de Texcoco dentro de la Cuenca de México .....	8
• Transformaciones a lo largo del tiempo .....	12
• Principales consecuencias frente a la alteración del ecosistema .....	18
CAPITULO 1. CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL; UNA CIUDAD ASENTADA SOBRE EL LECHO DE UN LAGO .....	24
1.1 Los primeros asentamientos sobre los terrenos desecados del lago de Texcoco.....	24
1.2 El crecimiento poblacional reflejado en el espacio.....	26
1.3 Primer plan de desarrollo urbano para el municipio de Nezahualcóyotl; estrategias y funcionamiento frente a las problemáticas del sitio .....	36
CAPITULO 2. EL USO DE INFRAESTRUCTURA VERDE COMO ESTRATEGIA PARA UNA CIUDAD SUSTENTABLE.....	39
2.1 Principios sobre infraestructura verde .....	39
2.2 La infraestructura verde como estrategia frente al tema del agua pluvial en la ciudad .....	40
2.3 Casos análogos sobre aprovechamiento de agua pluvial en algunas civilizaciones prehispánicas .....	46
2.4 Casos análogos sobre aprovechamiento de agua en la actualidad.....	49
CAPITULO 3. PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA VERDE PARA EL MANEJO DE AGUA PLUVIAL EN LA AVENIDA BORDO DE XOCHIACA, CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL, MÉXICO .....	58
3.1 ANÁLISIS AMBIENTAL.....	58
3.1.1 Ubicación .....	58
3.1.2 Clima .....	58
3.1.3 Geomorfología .....	59
3.1.4 Hidrología.....	60
3.1.5 Geología / Edafología .....	61
3.1.6 Altimetría .....	62
.....	63

3. 2 ANÁLISIS URBANO .....	72
3.2.1 Delimitación de la zona de estudio .....	72
3.2.2 Uso de Suelo y Vegetación .....	72
3.2.3 Hidráulica Urbana / Agua potable .....	74
3.2.3 Hidráulica Urbana / Sistema de Drenaje .....	75
3.2.4 Hidráulica Urbana / Inundaciones .....	76
3.2.5 Ciclo Hidrológico Urbano.....	77
3.2.6 Infraestructura Vial .....	78
3.2.7 Movilidad Urbana / Transporte Público .....	79
3.2.8 Vialidad Urbana / Movilidad Peatonal.....	79
3.2.9 Imagen Urbana.....	81
3.3 DIAGNÓSTICO.....	91
3.4 PLAN ESTRATÉGICO.....	94
3.4.1 Captación y conducción de agua pluvial sobre camellones perpendiculares a la avenida bordo de Xochiaca.....	95
3.4.2 Estanques de retención / humedales .....	95
3.4.3 Parques de lluvia .....	96
3.4.4 Sistema de parques / ciclista .....	96
3.4.5 Lagunas fitodepuradoras de agua pluvial/ recuperación del dren Xochiaca .....	96
3.4.6 Calculo de volúmenes de agua pluvial.....	101
3.5 ANTEPROYECTO: PARQUE DE LLUVIA.....	103
3.5.1 Planta de Presentación.....	108
3.5.2 Planta Arquitectónica .....	109
3.5.3 Planta de Funcionamiento.....	110
3.5.4 Cortes Arquitectónicos .....	111
3.5.5 Detalles Constructivos .....	112
CONCLUSIONES .....	114
ANEXO 1. Cálculo de volúmenes de agua pluvial .....	115
ANEXO 2. Paleta Vegetal .....	121
ANEXO 3. Paleta de Materiales Inertes .....	126
BIBLIOGRAFÍA.....	129



## INTRODUCCIÓN

La Ciudad de México; un claro ejemplo del desplazamiento que ha causado el desarrollo humano sobre el medio natural, en donde conceptos como cambio de uso de suelo, explotación de los recursos naturales, impacto ambiental, crecimiento urbano, entre otros, han jugado importantes papeles en lo que hoy conocemos como una de las megalópolis más conflictivas a nivel mundial.

Si bien el concepto de cambio de uso de suelo ha existido desde que el hombre adquiriera la tendencia al sedentarismo y como consecuencia inmediata, se dio el primer impacto ambiental por causa antrópica, a lo largo de la historia ocurrieron acontecimientos en lo que hoy es la Ciudad de México que llevarían esta situación al extremo.

Es así que a raíz de la conquista española los cambios en el ecosistema natural fueron incrementando como consecuencia de las obras que hasta el siglo presente han continuado para tratar de cambiar por completo el sistema ecológico lacustre que prevalecía sobre el territorio conquistado, lo que aún se refleja actualmente mediante inundaciones que cada año siguen afectando en menor o mayor medida grandes zonas de la ciudad: desde encharcamientos que acaso dificultan la movilidad, hasta calles y avenidas completas en donde el nivel del agua rebasa el metro de altura causando grandes pérdidas económicas sobre viviendas y automóviles.

Resulta irónico y es un ejemplo de la escasa comprensión y relación del humano con el medio natural, que aún después de que se logró desplazar más del 70% del agua que ocupaba el antiguo sistema de lagos (conformado por los lagos de Zumpango, Xaltocan, Texcoco, Xochimilco y Chalco), de los cuales actualmente sólo quedan pequeños remanentes, aún se sigue combatiendo este problema de las inundaciones. Tal situación refleja que después de siglos la sociedad no ha sabido adaptarse de manera armónica con el entorno natural, para el presente caso con el funcionamiento hídrico de la Cuenca de México.

Es en este punto donde la Arquitectura de Paisaje como disciplina, juega un rol importante al ser ese medio que puede aportar para cambiar la concepción errónea que México ha tenido en materia de planeación territorial, pues por medio de los conocimientos urbano-arquitectónico-ambientales, se puede lograr esa relación armónica que actualmente se conoce como desarrollo sustentable, en donde debe entenderse la ciudad como un ecosistema más que no está separado del entorno natural, sino que forma parte de un enorme intercambio de flujos y energías en donde cada parte cumple una función dentro del todo; debe entenderse con una visión holística en donde el propio humano no es más que un ser más dentro de ese todo llamado planeta tierra.

Ha sido materia de años de estudio e investigación, tratar de plantear soluciones para el total del área comprendida como la Zona Metropolitana de la Cuenca de México (ZMCM), y aún lo sería para el total del área comprendida por el antiguo sistema de lagos, por lo cual para el caso de estudio se seleccionó un área dentro de Ciudad Nezahualcóyotl; municipio situado en el Estado de México que forma parte del área conurbada de la ZMCM. Dicho municipio se encuentra sobre el área lacustre que antiguamente ocupaba el lago de Texcoco, situado en el nivel más bajo respecto a los demás (2235 msnm), por lo cual en épocas de lluvias fue el receptor del resto de lagos, formando un solo gran lago. Dicha situación se resume actualmente en que es una de las áreas de la megalópolis con grandes riesgos a sufrir inundaciones, pues como se verá en el desarrollo del estudio, las obras que surgieron para tratar de evitar este problema actualmente no dan abasto debido principalmente a la explosión demográfica que se ha venido dando desde hace aproximadamente 80 años. Otro factor que incrementa el problema de las inundaciones, es la cercanía inmediata al ex vaso de Texcoco, en donde aún quedan remanentes del lago y cuyo volumen aumenta en época de lluvias teniendo incidencia sobre la zona.

Para abordar el tema de las inundaciones y la situación actual de la urbe frente al medio natural, se analizará esta situación no como un problema sino como una virtud, pues irónicamente el municipio de Nezahualcóyotl carece de un buen suministro de agua potable, así como de áreas verdes de calidad que brinden servicios ambientales significativos tratándose de uno de los municipios con mayor densidad de población a nivel nacional. Para tales fines, se tomaran casos análogos adaptando conceptos como el de humedales artificiales, fitosaneamiento del agua, jardines de lluvia, entre otros, referentes al uso del agua pluvial y el mejoramiento del espacio público: conceptos que han tenido un gran auge al presentar resultados positivos en algunas zonas de México y con mayor énfasis en países como Estados Unidos, Canadá, entre otros.

Una parte del concepto y la postura en que se busca abordar el proyecto, parte del ideal de que el diseño de Arquitectura de Paisaje tiene el potencial de beneficiar al ciudadano brindándole calidad de vida, por un lado mediante el mejoramiento de la imagen urbana, es decir en la parte estética, pero sobre todo al complementarse mediante conocimientos que abordan la parte ambiental, siendo este un tema del que más adolece una gran ciudad como la de México.

En resumen y siendo coherentes con la visión holística de la ciudad, la manera de resolver sus problemas debe ser con un enfoque igualmente holístico y multidisciplinario, siendo una de las grandes virtudes de la profesión el poder relacionarse de manera directa con otras disciplinas. Es con este enfoque con el que se pretende abordar y proponer soluciones al tema del agua en Ciudad Nezahualcóyotl, buscando generar un ejemplo con capacidad de reproducción y adaptación al resto de la ciudad, sobre todo en zonas que presentan condiciones similares respecto a este tema.

## **OBJETIVO**

- Proponer un plan estratégico de Arquitectura de Paisaje para una zona del municipio de Nezahualcóyotl enfocado al aprovechamiento del agua pluvial, incluyendo un anteproyecto que aporte una solución concreta e integradora entre el diseño de Arquitectura de Paisaje y las estrategias de infraestructura verde para mitigar el impacto de las inundaciones y aprovechar el agua de lluvia dentro del área de estudio.

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

- Generar un anteproyecto que aporte al potencial de la Arquitectura de Paisaje frente al tema de la relación armónica entre los establecimientos humanos y el medio natural, con capacidad de servir como caso análogo para proyectos futuros.
- Generar un proyecto arquitectónico paisajístico que brinde mejoras al entorno urbano de Ciudad Nezahualcóyotl, así como a la calidad de vida de sus habitantes.
- Establecer criterios de diseño para un parque bajo las premisas de los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS).
- Definir una paleta vegetal propicia para adaptarse a las condiciones de salinidad existentes en Ciudad Nezahualcóyotl.



## ANTECEDENTES. EL SISTEMA LACUSTRE DE LA CUENCA DE MÉXICO

- **Función del lago de Texcoco dentro de la Cuenca de México**

El lago de Texcoco es sólo uno de los cinco lagos que formaron parte del gran sistema de lagos dentro de la Cuenca de México (CM), los cuales al paso de los años han sufrido una serie de transformaciones por eventos naturales y antrópicos, dando como resultado su actual situación. Para poder analizar el funcionamiento del lago de Texcoco en el ecosistema original, se debe conocer su situación geográfica así como el origen de la actual CM, que a su vez originó la formación del mencionado sistema de lagos.

La CM se sitúa geográficamente en el paralelo 19° de latitud norte, su altitud varía de 3 900 msnm en el sur, a 2 390 msnm al norte; la longitud máxima es de 110 km de norte a sur y la mínima de 80 km de este a oeste, teniendo un área aproximada de 9 600 km<sup>2</sup>.<sup>1</sup>

Está rodeada de cadenas montañosas a las que debe su origen; geográficamente se le considera una altiplanicie rodeada de montañas volcánicas situada en la parte centro oriente del CVTM (Cinturón Volcánico Trans – Mexicano)<sup>2</sup>. Las montañas que la limitan espacialmente son: al norte la de Pachuca, al noreste la de Chiconautla, al oriente las de Tepozán, Calpulalpan, Río Frío y los volcanes de Tláloc y Telapón, al sur la Sierra de Chichinautzin; en el extremo suroeste las Sierras de Ajusco y Zempoala y al poniente las sierras de Tepotztlán – Tezontlalpan, Monte bajo, Monte Alto y Las Cruces<sup>3</sup>. (Figura 1).

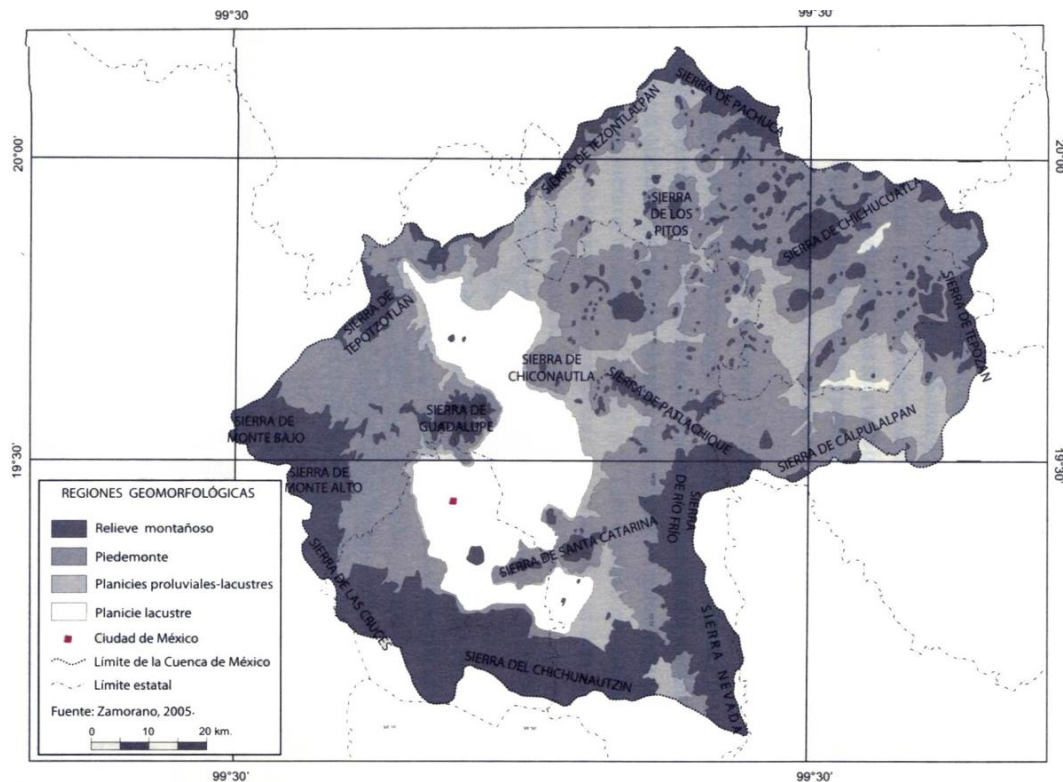


Figura 1. Límites geográficos de la Cuenca de México.<sup>4</sup>

<sup>1-2</sup> Zamorano, 2005.

<sup>3</sup> Gutiérrez de McGregor, González Sánchez, 2010.

<sup>4</sup> Fuente: *Estudios sobre los remanentes de cuerpos de agua en la Cuenca de México*, IG - UNAM, 2010.

Originalmente la CM se encontraba abierta en su porción sur, drenando hacia los ríos Cuernavaca y Cuautla; ambos eran afluentes del río Amacuzac quedando integrados de esta manera a la cuenca del Río Balsas que posteriormente desembocaba en el Océano Pacífico. Hasta entonces la Cuenca era de tipo exorreica, pero con el surgimiento de la Sierra del Chichinautzin como resultado de una intensa actividad volcánica durante el Cuaternario superior, se cerró el antiguo Valle de México en su parte sur, generando la actual CM de tipo endorreica. Dicho evento fue el origen del sistema de lagos, tratándose en un principio de un solo gran cuerpo de agua que con el paso del tiempo fue sufriendo una serie de modificaciones como consecuencia de eventos naturales, principalmente cambios de nivel, originando la segmentación en 5 lagos que a continuación se mencionan de acuerdo a su ubicación de norte a sur: Zumpango, Xaltocan, Texcoco, Xochimilco y Chalco (Figura 2). Cabe mencionar hasta este punto que los cuerpos de agua que encontramos en la actualidad son sólo remanentes de los grandes lagos que, como se verá más adelante, fueron desplazándose poco a poco por los asentamientos humanos.

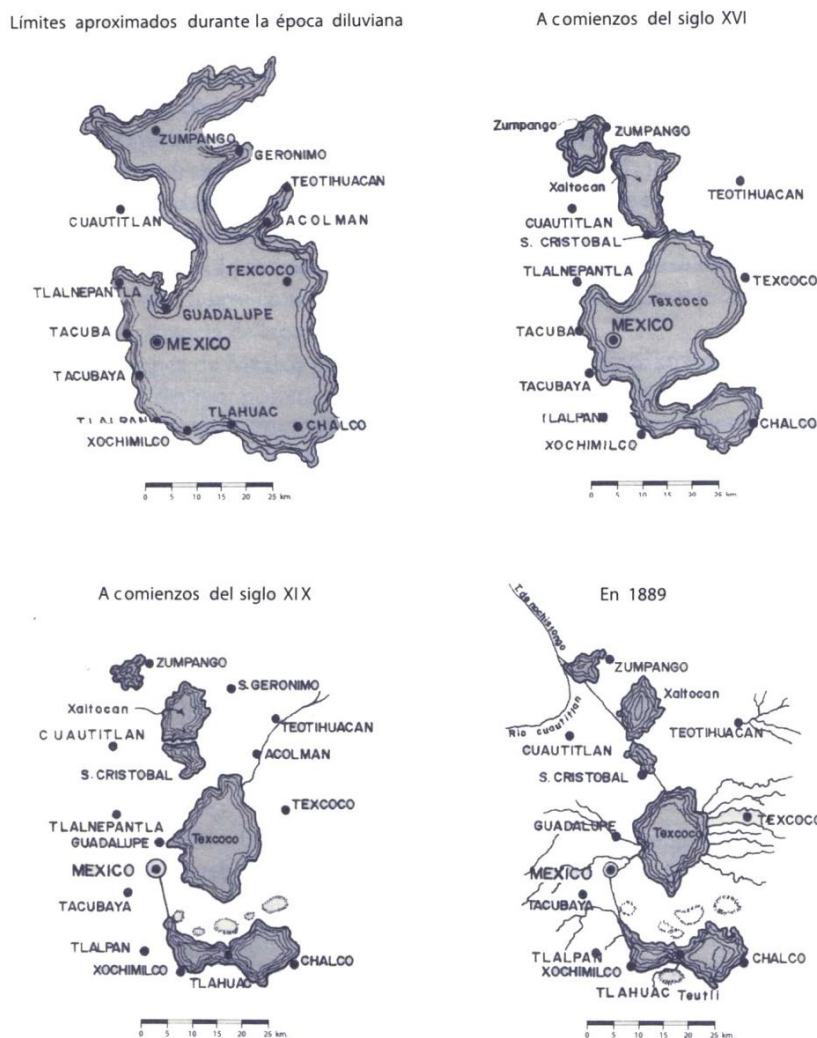


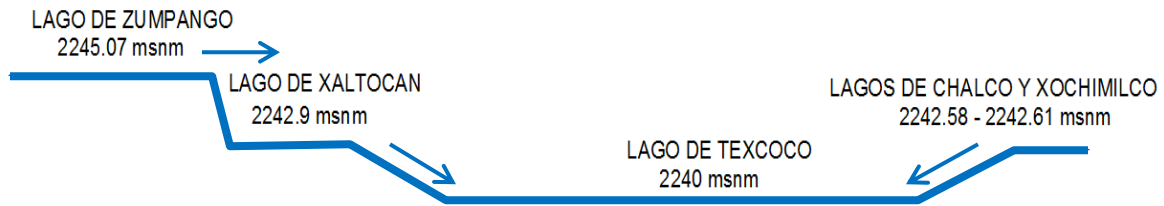
Figura 2. Comparación entre diferentes fechas de los límites aproximados de los lagos durante la época de lluvias. <sup>5</sup>

<sup>5</sup> Fuente: Wolfer, 1975 tomado de: *Estudios sobre los remanentes de cuerpos de agua en la Cuenca de México*, IG - UNAM, 2010.

El lago de Texcoco como se ha estudiado hasta ahora, formó parte de un gran sistema en donde cada cuerpo de agua se relacionaba con los demás originando en época de lluvias un gran lago, siendo el de Texcoco el conector central debido a su diferencia de nivel por debajo de los demás. Para comprender mejor esta situación, a continuación se muestra una tabla en donde se comparan los distintos niveles que tenían cada uno de los lagos dentro de la Cuenca de México (Tabla 1). Cabe mencionar que estos cálculos fueron recopilados de acuerdo al autor, de fuentes que datan de la época colonial.

**Tabla 1. Altura relativa de los lagos de la Cuenca de México en la época colonial.<sup>6</sup>**

LAGOS	METROS*	COTA REAL (msnm)
Zumpango	5.07	2245.07
Xaltocan	2.90	2242.90
Texcoco	0.00	2240
Xochimilco	2.61	2242.61
Chalco	2.58	2242.58



**Figura 3. Esquema de la diferencia de alturas entre los lagos de la Cuenca de México según fuentes coloniales.<sup>7</sup>**

De lo anterior, se puede deducir el funcionamiento de los flujos de agua dentro del sistema de lagos de la CM, en donde el nivel de cada lago va a determinar el siguiente funcionamiento: del norte las aguas del lago de Zumpango que se encuentra en la cota más alta, bajan al lago de Xaltocan que se encuentra inmediatamente por debajo; en este punto el agua proveniente de ambos lagos desembocan en el lago de Texcoco que de acuerdo a las fuentes consultadas se ubica en la cota 0.00 (2240). Desde el sur ocurre básicamente lo mismo; las aguas de Chalco se juntan con las de Xochimilco para terminar desembocando en las aguas del lago de Texcoco, formando de esta manera un solo gran cuerpo de agua que cubría toda la zona lacustre dentro de la CM (Figura 3 y 4).

Dicha situación da como resultado que el lago de Texcoco desde sus orígenes fuera de agua salada a diferencia del resto de los lagos de agua dulce, pues al encontrarse en la cota más baja respecto a estos, todas las sales acarreadas por los diferentes lagos durante su paso eran depositadas aquí sin posibilidad de sacarlas de su sistema, pues sus únicos movimientos se limitaban a los de infiltración y sobre todo evaporación, convirtiéndose en un gran depósito de sales durante la época de estiaje.

Esta característica peculiar del lago de Texcoco será de gran relevancia a tratar en capítulos posteriores, pues se traduce directamente en un tipo de suelo en donde una de las características principales es el alto contenido de sales, marcando ciertas limitaciones en torno al uso y aprovechamiento del suelo.

<sup>6-7</sup> Orozco y Berra, 1864 citado en: *Estudios sobre los remanentes de cuerpos de agua en la Cuenca de México*, IG-UNAM, 2010.

\* Los datos en metros son cálculos de los autores, pues los datos originales estaban dados en varas.



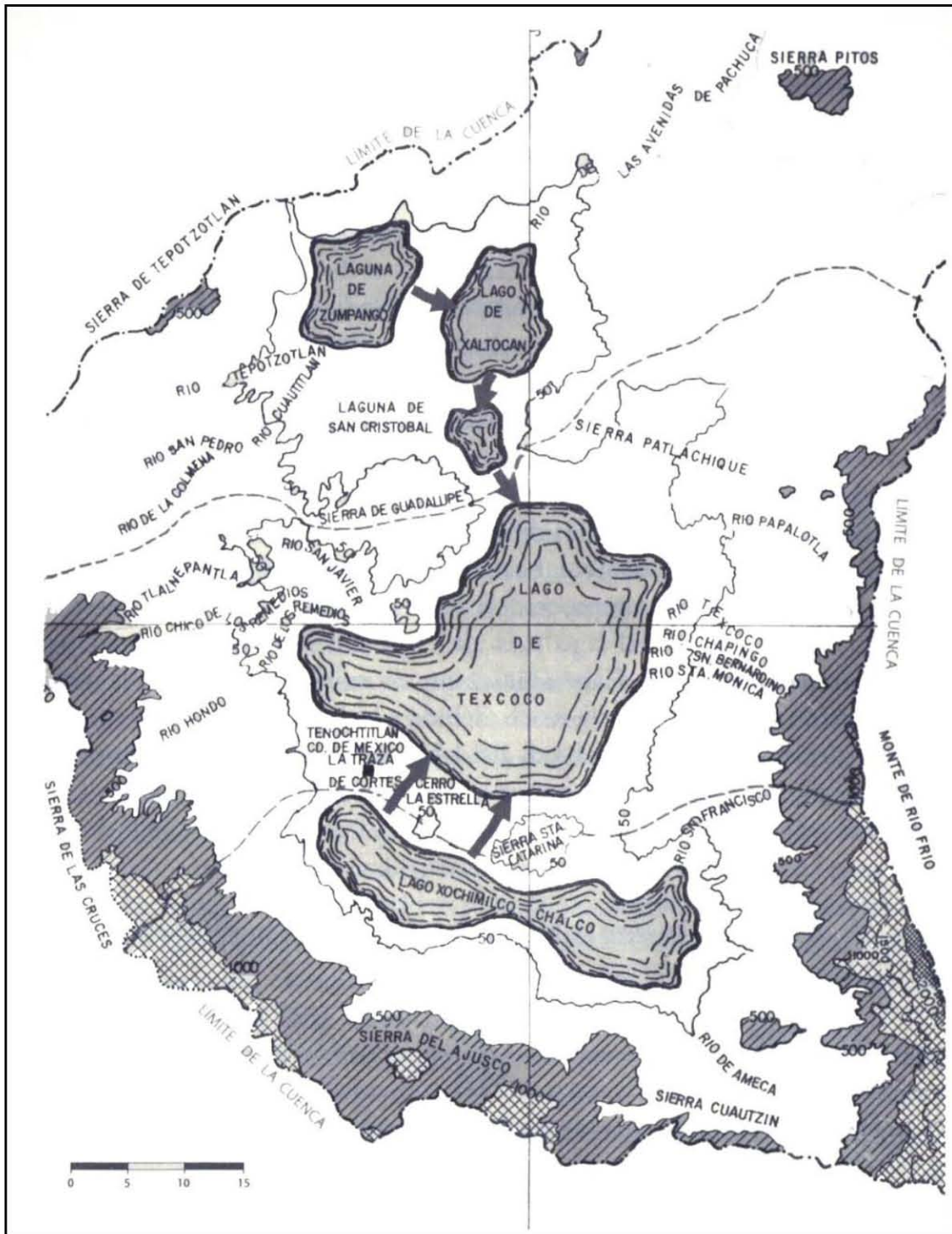


Figura 4. Funcionamiento hidrológico del antiguo sistema de lagos de la Cuenca de México.<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Fuente: *Estudios sobre los remanentes de cuerpos de agua en la Cuenca de México*, IG- UNAM, 2010, basado en el Plan 1954 de la Dirección General de Obras Hidráulicas, del Departamento del Distrito Federal.

- **Transformaciones a lo largo del tiempo**

Hasta ahora se ha abordado la situación del lago de Texcoco desde un enfoque histórico-natural, en donde se analizaron los principales cambios morfológicos e hidrológicos que dieron como resultado un sistema de lagos conformado por 5 grandes cuerpos de agua, del que formaba parte el lago de Texcoco. Ahora es pertinente analizar los grandes cambios que se dieron sobre dicho ecosistema como resultado de la acción del hombre, para lo cual es necesario remontar hacia la época prehispánica cuyos primeros asentamientos datan del 200 a.C. aproximadamente, para ir paulatinamente avanzando en el tiempo hasta llegar al siglo XXI en donde diferentes causas a mayor o menor escala, siguen teniendo incidencia sobre el ecosistema de lo que fuera el antiguo sistema de lagos de la CM.

### Época Prehispánica

Al hablar de los primeros asentamientos humanos como consecuencia de la tendencia que adquirió el hombre primitivo al sedentarismo, automáticamente entra en juego el impacto ambiental producto de las actividades humanas al tratar de adecuarse a su entorno. De esta manera ya desde la época prehispánica hace más de un milenio, el ecosistema original de la CM comenzó a sufrir una serie de alteraciones, siendo el tema del agua el punto focal en torno al cual se darían los grandes cambios.

En un principio, al igual que ha ocurrido con las grandes civilizaciones a lo largo de la historia de la humanidad, la presencia del agua fue el principal factor que influyó en la selección del sitio para el establecimiento de lo que más tarde se denominaría como *Triple Alianza* (México-Tenochtitlán / Texcoco / Tlacopan), así como Teotihuacán situada al noreste de la cuenca; pueblos que se asentaron en la planicie lacustre y pluvial lacustre del entonces sistema de lagos (**Figura 1**), evadiendo las irregularidades del entorno circundante conformado por sistemas montañosos.

De esta manera comenzó el primer impacto sobre el ecosistema lacustre, pues evidentemente los primeros pobladores tuvieron que idear la manera de subsistir literalmente sobre el agua, dándose los cambios más significativos poco tiempo después de fundada Tenochtitlan, cuando en 1325<sup>9</sup> con motivo del crecimiento poblacional, los gobernadores tuvieron que tomar medidas para incrementar la superficie habitable. Como respuesta a la falta de suelo, surgió como estrategia la chinampa, que consistía en una capa de tierra a manera de isla artificial basada en sedimentos y raíces, que se apoyaba sobre estacas en el fondo del lago (**Figura 5**).



**Figura 5. Sistema de chinampas<sup>10</sup>**

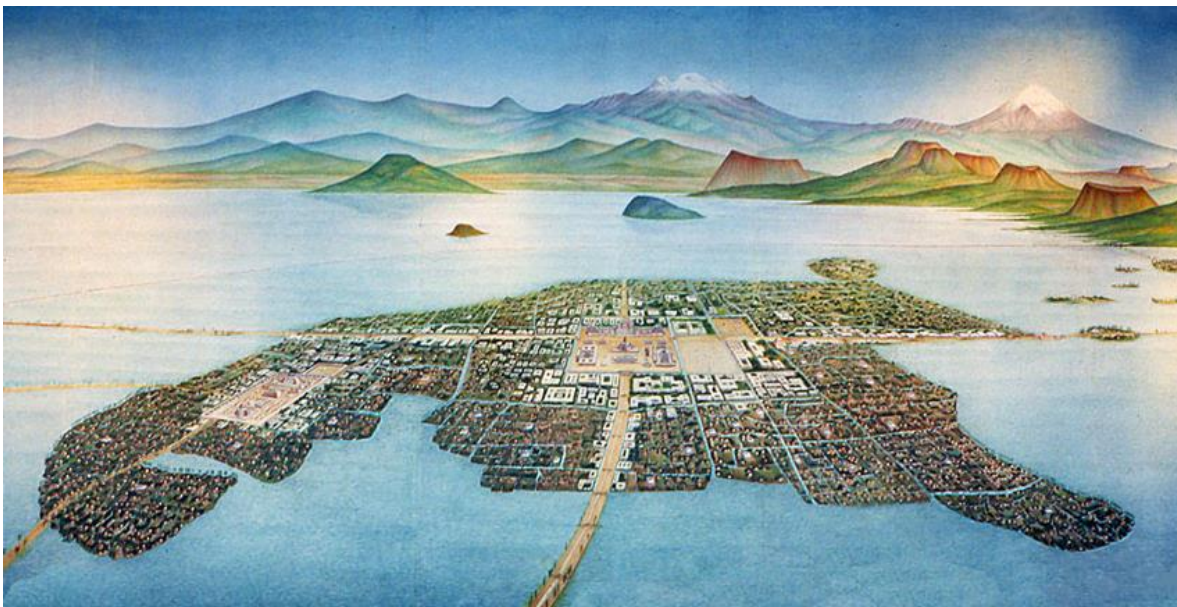
<sup>9</sup> Gutiérrez de McGregor, González Sánchez, 2010: 22.

<sup>10</sup> Imagen tomada de: <http://bigbloomhydro.com/tag/deep-water-culture/> (2014).

Con este tipo de obras, no solo se ganó área habitable, sino que tratándose de capas de tierra altamente fértiles, fue el medio para generar un eficiente sistema de producción agrícola que perdura hasta nuestros días. Cabe mencionar que en este tipo de construcciones se aprovechaba al máximo cada recurso natural, pues para evitar la erosión del viento se cercaba cada isla por medio de ahuejotes (*Salix bombladiana*), especie arbórea nativa del sitio. De esta manera, los antepasados prehispánicos supieron subsistir sacando provecho de cada elemento que les ofrecía el ecosistema lacustre; aves acuáticas, acociles, charales, insectos, anfibios, reptiles, así como algas, tules y gramíneas, en conjunto con sus propios cultivos fueron la base para la alimentación de los pobladores en la gran Tenochtitlan.

A pesar de que con este tipo de acciones poco a poco comenzaba a perderse área lacustre, los impactos se veían reflejados de manera mínima, pues existía un delicado equilibrio que habla del valor que le daban los pobladores a su entorno, el cual como ya se ha mencionado les proporcionaba de todos los recursos necesarios para subsistir. Aunque por otro lado, de manera indirecta comenzaba a alterarse el ecosistema con la tala de bosques aledaños (entre otros; pino, oyamel, fresno y encino), aprovechando el recurso maderable para gran parte de las actividades del pueblo: desde la construcción de grandes obras hasta el uso doméstico, siendo desde el comienzo la materia prima para su desarrollo. Al respecto, destaca el hecho de que el principal medio de transporte era por medio de canoas, facilitando de esta manera la comunicación entre las poblaciones y por ende su desarrollo y economía.

Más tarde se construyeron 3 calzadas principales que unían la ciudad que surgía del agua a manera de isla artificial con tierra firme (**Figura 6**). Poco a poco, la relación del hombre prehispánico con el medio lacustre fue incrementando y se reflejó en los grandes conocimientos que sus pobladores tenían para el dominio del agua de una manera integral y equilibrada. De esta manera surgió lo que sería la primer gran obra de ingeniería hidráulica: el albardón de Nezahualcóyotl (Ver plano IVAAP-AH-1 al final de este apartado), bautizado en honor al Tlatoani Texcocano, quien ideó la construcción de un dique que sirviera para controlar las aguas del lago de Texcoco que amenazaban con inundar la parte oriental de la ciudad en época de lluvias.



**Figura 6. La gran Tenochtitlan durante la época prehispánica.<sup>11</sup>**

<sup>11</sup> Imagen obtenida de: <http://www.mexicomaxico.org/introTenoch.htm> (2014).



Esta construcción se dio a raíz de una fuerte inundación en 1449 que tuvo impacto sobre la Ciudad de México – Tenochtitlan, por lo que el entonces gobernador Moctezuma Ilhuicamina, pidió ayuda al gobernante de Texcoco Nezahualcóyotl. De esta manera, para contener las crecidas que afectaban a México – Tenochtitlan, en la parte oriental el **albarradón de Nezahualcóyotl** separaba las aguas del lago de Texcoco de las del lago de México, nombre que se le dio a la porción del lago sobre la que se asentó la Ciudad de México-Tenochtitlán, la cual tenía un nivel superior al resto del lago de Texcoco; por el suroeste el **dique de Mexicaltzingo** separaba las aguas del lago de México de las de Xochimilco, y por el sur los lagos de Xochimilco y Chalco se encontraban separados por medio del **dique de Cuitláhuac**, el cual abrían o cerraban dependiendo de la cantidad de agua que se necesitaba.<sup>12</sup> (Ver plano IVAAP-AH-1 al final de este apartado).

Dichas construcciones a la par de representar las primeras obras ingenieriles y el profundo conocimiento que adquirió el hombre prehispánico para adaptarse a su entorno, son reflejo de las primeras acciones significativas que realizó el hombre alterando el ecosistema lacustre del sistema de lagos de la CM.

### Época colonial

Lamentablemente el estilo de vida que se llevó durante la época prehispánica, que a pesar de todo iba de la mano y en armonía con el entorno natural, se vio completamente frustrado con un acontecimiento decisivo: la conquista española. Este evento trajo consigo no sólo cambios en ideología y creencias, sino también cambios en la manera de relacionarse con el medio, pues no adaptándose al modo de vida de la cultura original y bajo el constante riesgo de las inundaciones, los españoles comenzaron a ver al recurso hídrico como una amenaza y un enemigo natural, con lo cual comenzarían las grandes obras tratando de desplazar en la manera de lo posible el agua que año con año ocupaba su lugar; espacio que los primeros pobladores invadieron evitando las irregularidades de los sistemas montañosos que circundaban el sitio.

Fue en 1519 cuando los primeros españoles arribaron al entonces sistema de lagos para encontrarse con una imponente civilización completamente adaptada al ecosistema lacustre, en donde miles de canoas desplazándose de un punto a otro a través de canales que servían a manera de arterias hacían presencia dando vida a la ciudad. Evidentemente el hecho de que los españoles tuvieran una cultura de vida basada en el medio terrestre, fue uno de los principales factores que darían pie a los incesantes intentos por ganar terreno al agua en el nuevo territorio conquistado.

Como parte de las estrategias militares que se tomaron para la conquista se destruyó el albarradón de Nezahualcóyotl, de lo cual más tarde se sacaría ventaja aprovechando los restos de piedra para construir parte del nuevo imperio. Esta acción se realizó con el objetivo de facilitar el paso de los barcos españoles que eran de tamaño considerable y así poder dominar la ciudad, pero los españoles fueron ignorantes en cuanto a la razón de ser de dicha construcción, lo que se vio reflejado en que años después al verse afectados por las constantes inundaciones en época de lluvias, los gobernadores de la ya entonces Nueva España mandaron construir un nuevo albarradón para sustituir al de Nezahualcóyotl por el lado oriente de la ciudad; el **albarradón de San Lázaro** (Ver plano IVAAP-AH-1 al final de este apartado).

Sin embargo esta acción no bastó para terminar con la situación de las inundaciones, por lo que continuaron pequeñas obras como la construcción de diques de contención tratando de solucionar las inundaciones que año con año seguían amenazando a la población situada sobre lo que fuera la Ciudad de México - Tenochtitlán.

---

<sup>12</sup> Gutiérrez de McGregor, González Sánchez, 2010: 25.

Más tarde, en el año de 1555 a raíz de una importante inundación de la que se tiene constancia, el español Francisco Gudiel presentó una propuesta de proyecto que pretendía desaguar la CM utilizando las aguas para los regadíos y la navegación, sin embargo dicha obra nunca se llevó a cabo y continuaron las inundaciones. Por ejemplo, en 1604 según la descripción que hace fray Juan de Torquemada en su obra “*Monarquía Indiana*”, se registró otra fuerte inundación, evento que dio pie a que Heinrich Martin (conocido en México como Enrico Martínez), una importante figura intelectual multifacética de procedencia alemana, presentara el primer gran proyecto para el desagüe de la CM, el cual se aprobó en el año de 1607. Dicha obra consistió en realizar el desagüe por medio de un túnel que atravesaba las montañas desde la parte de la laguna de San Cristóbal Ecatepec, el pueblo de Huehuetoca y el sitio conocido como Nochistongo, lo cual coincidía con la propuesta hecha años antes por Francisco Gudiel. Sin embargo la propuesta inicial no tuvo éxito, ya que un año después de construido el túnel, este se derrumbó por lo que tuvieron que realizar ajustes para convertirlo en un tajo abierto conocido como **Tajo de Nochistongo (Figura 7)**, obra que determinó finalmente que la CM volviera a ser de tipo exorreica (Ver plano IVAAP-AH-1 al final de este apartado).



Figura 7. Tajo de Nochistongo.<sup>13</sup>

Con esta obra se impuso definitivamente la cultura de la tierra sobre la cultura lacustre en la que había progresado el gran imperio de México –Tenochtitlán: plazas, calles y carruajes desplazaron a los canales y miles de canoas que predominaban en el paisaje lacustre. Pero esto no fue el fin de las inundaciones; evidentemente el agua de manera natural buscaba regresar a su cauce como lo sigue haciendo hasta la fecha y en el año de 1629 se registró una de las inundaciones más catastróficas de la historia que duró cinco años<sup>14</sup>, en la que murieron alrededor de 30 000 nativos y se vieron afectadas las aproximadamente 200 000 familias españolas establecidas sobre este territorio, viéndose en la necesidad de regresar al medio de transporte por canoas. Dicho acontecimiento puso seriamente en tela de juicio la labor de Heinrich Martin aunque de manera injusta, ya que se vio muy adelantado a su tiempo para la magnitud del proyecto y la época. Heinrich Martin fue sin duda el principal responsable para que se lograra el desagüe de la CM, ya que su obra fue la base para los proyectos que se llevarían a cabo en años posteriores.

<sup>13</sup> Imagen tomada de: <http://www.jornada.unam.mx/2004/12/09/02an1cul.php?printver=1&fly=> (2014).

<sup>14</sup> Benítez, 1948 citado en: *Estudios sobre los remanentes de cuerpos de agua en la Cuenca de México*, IG- UNAM, 2010.

## Época independiente

A principios del siglo XIX, el entonces problema para desaguar completamente las aguas de la CM seguía sin resolverse, por lo que ya dentro de la época independiente entre 1850 y 1860, el ingeniero Francisco de Garay participó en el desagüe general de la CM a través de la construcción del **Gran Canal** y el **Túnel de Tequisquiac** (Figura 8) (Ver plano IVAAP-AH-1 al final de este apartado): dicha obra consistió en abrir desde el centro de la ciudad un canal de 47 km para unirlo a un túnel de 11 km de largo y 100 m de profundidad<sup>15</sup>, con lo que se logró drenar el lago de Texcoco y el drenaje de la ciudad fuera de la Cuenca por medio de gravedad.

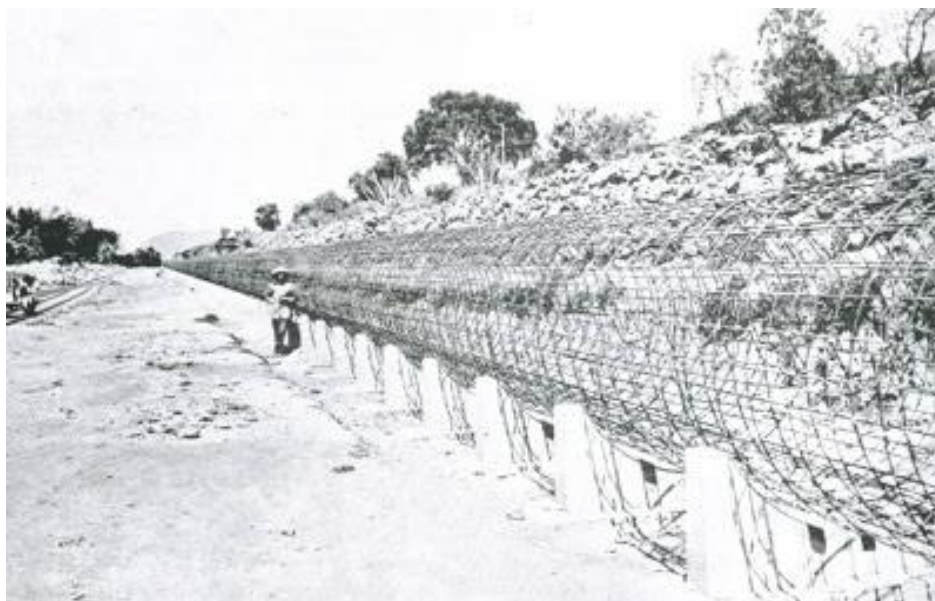


Figura 8. Proceso de construcción del Túnel de Tequisquiac.<sup>16</sup>

Esta monumental obra tardó alrededor de 30 años en culminar, siendo inaugurada el 17 de marzo de 1900 por el general Porfirio Díaz, quien inauguró tanto el gran canal como el sistema general de desagüe de la Cuenca de México, estando a cargo de la obra el entonces ingeniero Luis Espinosa.

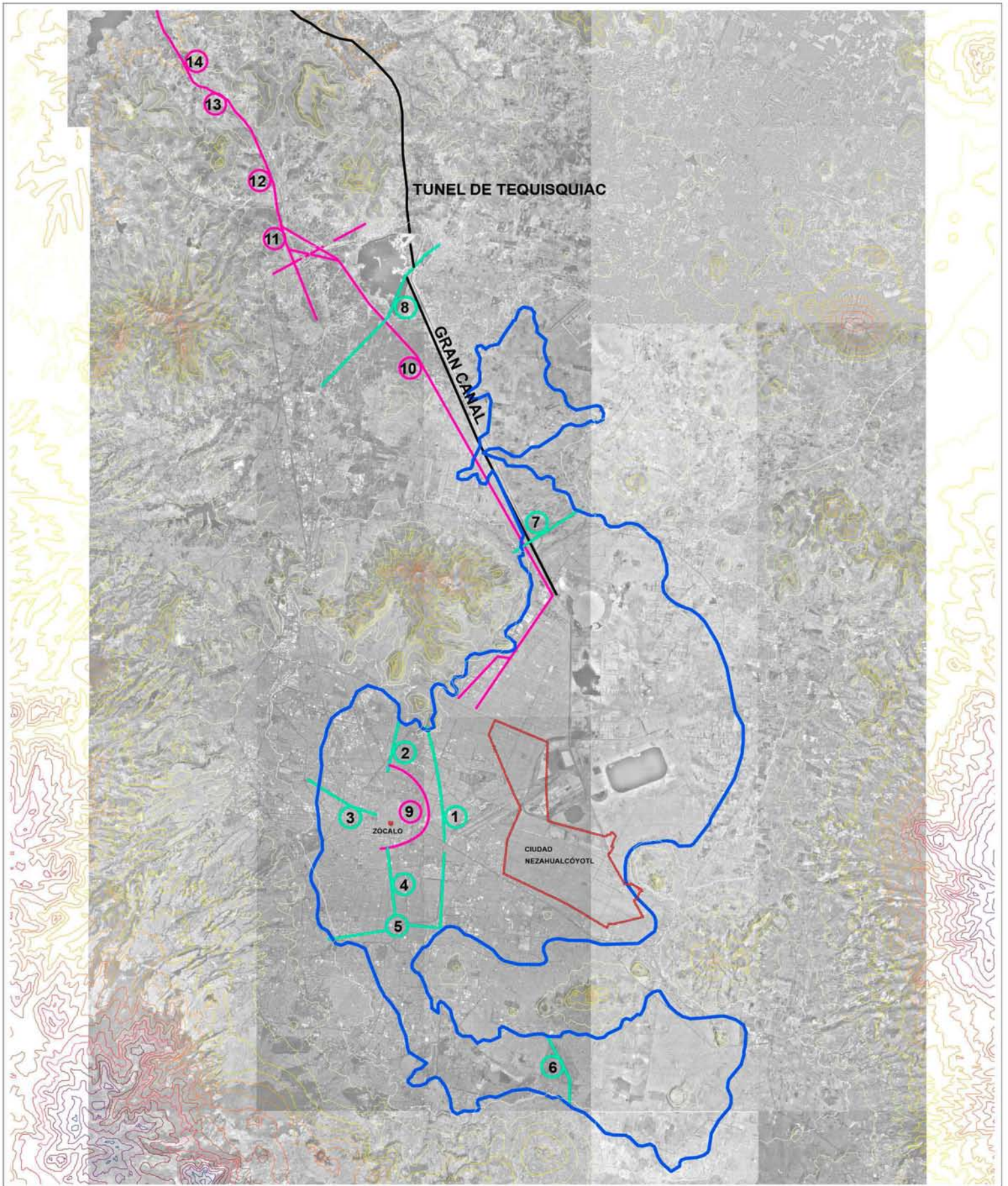
Aunque dichas obras parezcan reflejar la capacidad del hombre para imponerse ante la naturaleza, son por el contrario reflejo de la poca comprensión hacia el medio natural y el funcionamiento hidráulico que se tuvo a raíz de la conquista española, ya que en lugar de aprovechar ese recurso vital que representa el agua siendo el origen mismo de la vida, comenzó a despreciarse a través del drenaje, pues al llegar a este se combina con las aguas negras siendo un impresionante desperdicio y derroche del tan preciado líquido que la naturaleza misma obsequia. Desde la época prehispánica, no ha existido hasta la fecha mente alguna que sea capaz de regresar a esa armonía y convivencia con el entorno natural, específicamente con el ecosistema lacustre que tanto caracterizó en su momento al paisaje y estilo de vida en la CM.

A manera de resumen del presente apartado y para comprender de manera más clara la manera en que se dieron las grandes obras entorno al recurso hídrico, se realizó un plano en donde se localizan las principales obras que se dieron durante la época prehispánica, colonial e independiente tomando como base la estructura actual de la Ciudad de México (Ver plano IVAP-AH-1).

<sup>15</sup> Legorreta, 2008: 58.

<sup>16</sup> Imagen tomada de: [http://elaguaenmexicosxix.blogspot.mx/2009\\_01\\_01\\_archive.html](http://elaguaenmexicosxix.blogspot.mx/2009_01_01_archive.html) (2014).





ELEVACIÓN (msnm)		SIMBOLOGÍA	
2250	3100	—	Cola límite de Sistema de Lagos 2240 msnm
2300	3200	—	Límite de Sistema de Lagos en 1519
2400	3300	—	Obras Hidráulicas Época Prehispánica
2500	3400	—	1- Albaradón de Nezahualcóyotl
2600	3500	—	2- Calzada de Tepeyac o Guadalupe
2700	3600	—	3- Calzada de Tlacopan o Tacuba
2800	3700	—	4- Calzada de San Antón o Iztapalapan
2900	3800	—	5- Dique de Mexicalzingo que dividía a las lagunas de México y Xochimilco.
3000	3900	—	Obras Hidráulicas Época Colonial
		—	6- Dique de Cuilhauac que dividía a las lagunas de Xochimilco y Chalco.
		—	7- Dique que separaba a San Cristóbal de Tetzcoco e Iba de Ehecatepec a Venta de Carpio.
		—	8- Dique que separaba a Coyotepec de Citlaltepec.
		—	9- Albaradón de San Lázaro.
		—	10- Canal de Castera.
		—	11- Canales de Vertidores.
		—	12- Tajo Abierto y Río Cuauhtitlan.
		—	13- Socavon.
		—	14- Tajo abierto después del socavon.
		—	Obras Hidráulicas Época Independiente
		—	Límite actual del Municipio de Nezahualcóyotl.

FUENTE: Elaboración propia con base a Mapa de la Cuenca o Valle de México en el que se indican las Obras Hidráulicas de los Siglos XV a XVII por Jorge Gurría Lacroix. / INEGI 2014.

UNAM / E. A. / UAAP			
ERIC CARRILLO FAJARDO			
<b>PROYECTO: INFRAESTRUCTURA VERDE COMO ESTRATEGIA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA PLUVIAL EN EL ESPACIO PÚBLICO. CASO DE ESTUDIO: CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL.</b>			
PARTIDA:	ANÁLISIS HISTÓRICO	PLANO:	OBRAS HIDRÁULICAS S.XV-XVIII
ESCALA:	5 2.5 0	ESCALA:	5 10 15 km
GRÁFICA:		ESCALA:	1: 100,000



- **Principales consecuencias frente a la alteración del ecosistema**

Ya desde el siglo XIX, las mentes ilustres comenzaron a prever el gran impacto al que estaban sujetos los ecosistemas de la CM al tratar de desaguar artificialmente las aguas del antiguo sistema de lagos. Al respecto, en 1843 la marquesa Calderón de la Barca hizo comentarios sobre el inminente peligro que acarrearía la ruptura ecológica de la CM al tratar de drenar de manera artificial sus lagos, así como la deforestación en los alrededores que iba en constante aumento:

*“...el lago de Texcoco, el más hermoso de los cinco dejó de recibir sus derrames. De este modo ha disminuido el peligro de las inundaciones: pero también ha disminuido el agua y la vegetación y los suburbios de la ciudad... no se presentan en el día sino una costra de sales eflorescentes...”<sup>17</sup>*

Pero las principales consecuencias de todas las obras hasta ahora mencionadas, se verían reflejadas poco tiempo después de concluidas, cuando comenzó a hacerse perceptible el hundimiento paulatino de la ciudad. Esto ocurrió como consecuencia de que al desabastecer de agua superficial a la ciudad, el líquido comenzó a extraerse del subsuelo siendo tal el impacto que el suelo, que ya de por sí tenía poca capacidad de carga al ser suelo lacustre sin una base sustentada en roca, comenzó a hundirse en varias zonas de la ciudad.

Se tiene registro que el hundimiento que se dio entre 1881 y 1970 fue de 6.26 m. En épocas posteriores se registró un hundimiento más notorio, teniendo entre 1948 y 1951 un hundimiento registrado de 45 cm por año y entre 1952 y 1992 fue de 17.5 cm por año (Figura 9). Tal situación irónicamente provocó fallas en las mismas obras que la causaron; el lago de Texcoco, del cual se drenaba gran parte del agua a través del túnel de Tequisquiac, quedó por arriba de la ciudad y del gran canal de desagüe que drenaba las aguas a través del túnel, con lo cual no sólo quedó aún más expuesta la ciudad frente a las inundaciones en época de lluvias, sino que hay que recordar que este sistema de dren funcionaba por el principio de gravedad, por lo que al quedar por debajo del lago, las aguas tanto pluviales como negras regresaban a la ciudad a causa del mismo principio. Por tal motivo fue necesario bombear las aguas para reconducirlas por el gran canal, pero para dar solución a esto se pensó en una alternativa más costosa: generar una monumental obra de drenaje profundo.

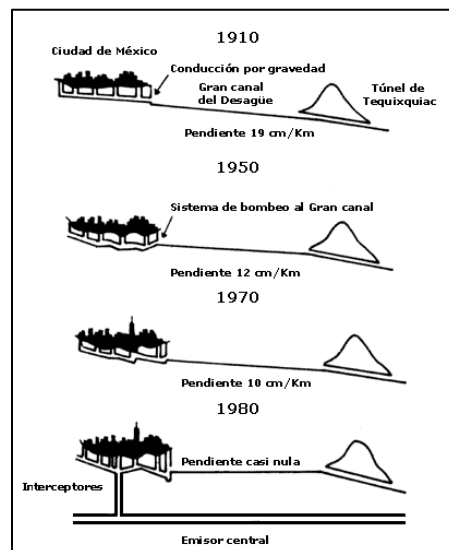


Figura 9: Hundimiento gradual de la Ciudad de México.<sup>18</sup>

<sup>17</sup> Madame Calderón de la Barca, p. 40 citado en: Monografía del Municipio de Nezahualcóyotl, 1983: p. 93-94.

<sup>18</sup> Imagen tomada de: <http://www.nap.edu/read/4937/chapter/16> (2016).

Dicha obra se inauguró en 1975; consta de dos interceptores: el central, de 8 km de longitud y el oriente, de 10 km; ambos confluyen a un enorme emisor de 50 km de longitud; sumando toda la red, el túnel alcanza 68 km de longitud. El diámetro interior es de 5m, su capacidad máxima es de 100 m<sup>3</sup> por segundo y su profundidad varía entre 30 y 50 m (**Ver plano IVAAP-AH-1 al final de este apartado**).

Sin embargo, hasta la fecha cada año se sigue hundiendo la ciudad en menor o mayor medida dependiendo de la zona, lo cual pone en riesgo no solamente al ambiente sino que también de manera directa a los habitantes mismos de la ciudad; con estos hundimientos el total de las tuberías subterráneas están en constante riesgo de romperse por la presión que ejerce la tierra sobre ellas. Al respecto, se han hecho estudios que demuestran que en caso de que el emisor central sufriera una ruptura, quedaría bajo el agua gran parte del sector oriente de la Ciudad de México.

Los hundimientos y la saturación de los drenajes no son el único problema ambiental que trajo consigo la desecación de la zona lacustre de la CM; al momento en que quedó desocupada casi en su totalidad la planicie lacustre y pluvial lacustre, comenzó el fenómeno de la expansión territorial que se convirtió en lo que actualmente es una de las megalópolis más pobladas del mundo. La vialidad vino a ocupar el lugar de los ríos que fluían y daban vida al paisaje; fauna nociva sustituyó a la silvestre; toneladas de pavimento que reflejan rayos uv y generan una isla de calor, vinieron a ocupar las superficies de agua en las que se reflejaba un cielo azul y reducían notablemente la temperatura ambiental generando un ambiente fresco y placentero.

Para entender cómo se fue dando el crecimiento de la ciudad, se presentan una serie de planos basados en un documento publicado por parte de investigadores del Instituto de Geografía de la UNAM, en donde se aclara este fenómeno a lo largo de distintas épocas de la historia y así mismo se refieren las zonas naturales que han sido más afectadas por dicho evento.

Es importante observar que hasta 1900, a pesar de que se había logrado desplazar casi completamente el agua de la planicie lacustre, la mancha urbana ocupaba aproximadamente tan solo un 5% de la totalidad del área y se mantenía casi creciendo de manera regular en torno a lo que fueran los primeros asentamientos de la época colonial en 1524, en donde se tiene registro de que una población de 30 mil habitantes ocupaban una extensión de 1.9 km<sup>2</sup>. Ya para 1900 se registró una población de 368 mil habitantes ocupando un área de 16.9 km<sup>2</sup>, la cual seguía dentro de la planicie lacustre sin tener incidencia en los alrededores y sólo presentando cierta inclinación hacia el noroeste (**Figura 10**).

Para 1930, tan solo 30 años después con la entrada de la industrialización, la mancha urbana presentó una dinámica distinta, pues no siguió creciendo de manera regular sino que presentó un crecimiento irregular hacia todos los extremos, traspasando la zona pluvial – lacustre y comenzando a invadir el piedemonte (**Figura 11**). Para esta fecha se tiene un registro de 1 millón de habitantes ocupando un área total de 66.8 km<sup>2</sup>.

Durante los años posteriores a 1930, comenzaron a verse amenazadas las áreas naturales que servían a manera de barrera natural, principalmente las del este y sur de la ciudad, siendo respectivamente: las sierras de las Cruces, Monte Alto y las sierras de Santa Catarina, del Ajusco y Chichinautzin. Al respecto, nuevamente algunas mentes ilustres se dieron cuenta de tal atrocidad y en 1936 el general Lázaro Cárdenas preocupado por la deforestación de la Cuenca creó el Parque Nacional Cumbre del Ajusco como una reserva forestal, sin embargo, esta situación de expansión irregular comenzó incrementando y no conformándose con invadir solamente el territorio desecado, en 1960 la mancha urbana rebasó toda frontera natural alcanzando incluso algunas zonas de relieve montañoso, principalmente al norte en la Sierra de Guadalupe y al sur en la sierra de Chichinautzin. Para tal fecha, la población presentó el mayor incremento, pues de 1 millón de habitantes que se registró en 1930 pasó a 5.1 millones ocupando una extensión territorial de 383.8 km<sup>2</sup>, con una evidente inclinación hacia el oeste de la ciudad (**Figura 12**).

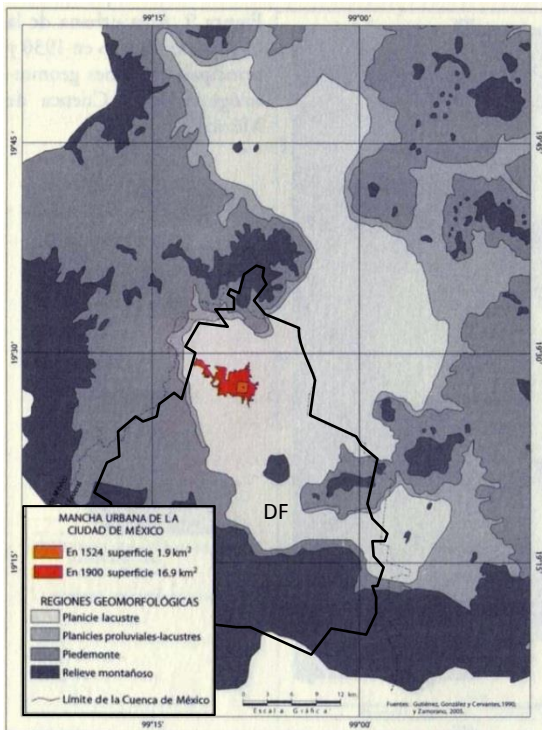


Figura 10. Mancha urbana de la Ciudad de México entre 1524 y 1900 y principales regiones geomorfológicas de la Cuenca de México.\*

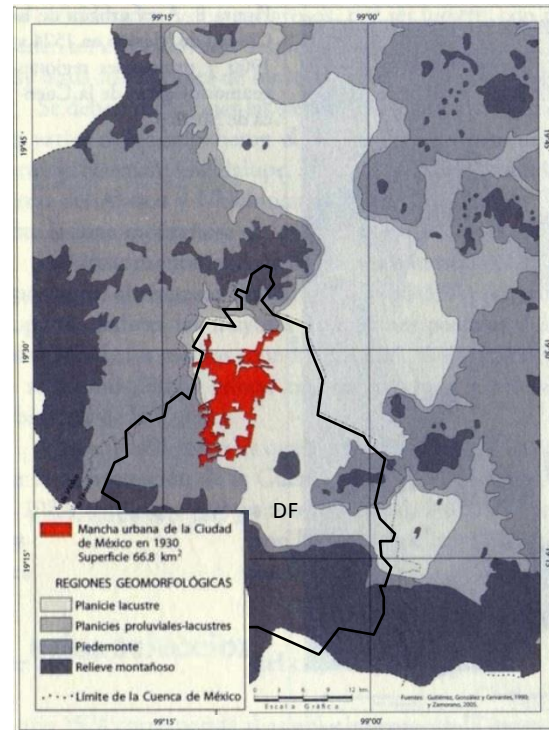


Figura 11. Mancha urbana de la Ciudad de México en 1930 y principales regiones geomorfológicas de la Cuenca de México.\*

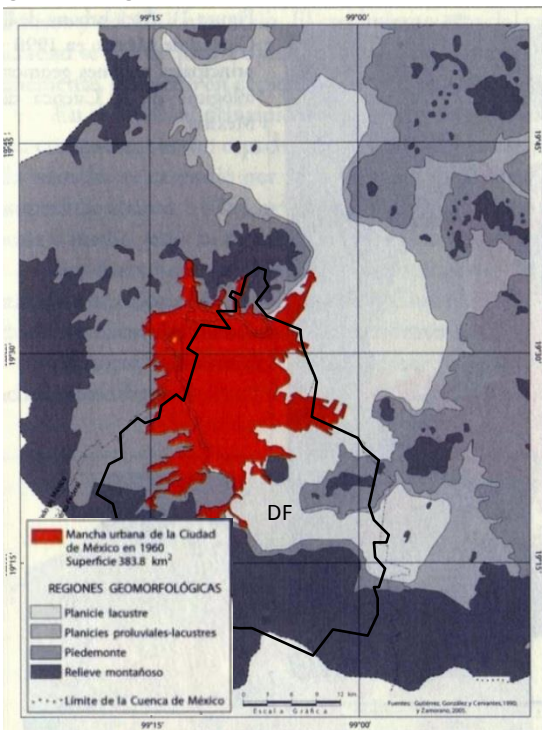


Figura 12. Mancha urbana de la Ciudad de México en 1960 y principales regiones geomorfológicas de la Cuenca de México.\*

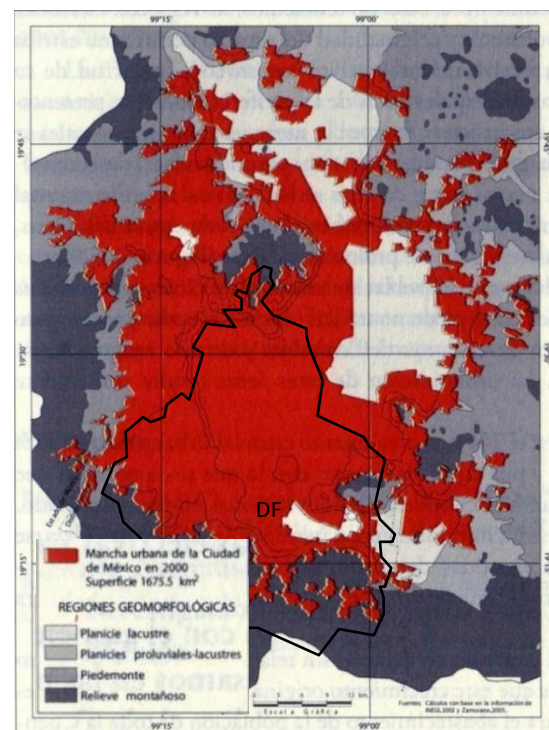


Figura 13. Mancha urbana de la Ciudad de México en 2000 y principales regiones geomorfológicas de la Cuenca de México.\*

\*Figuras 10 – 13 Trabajo realizado por Gutiérrez de McGregor, González Sánchez, 2010:31-35.

Ya para el año 2000, el crecimiento poblacional continuó con la misma dinámica de crecimiento irregular, pero esta vez se extendió hacia los cuatro puntos cardinales rebasando toda barrera natural sin importar las irregularidades de los relieves montañosos (**Figura 13**). Para tal año que fue el inicio del siglo XXI, se registró una población total de poco más de 18 millones de habitantes ocupando una extensión total de 1, 675 km<sup>2</sup>, dejando descubierta tan solo una tercera parte del área que ocupaba el antiguo sistema de lagos.

En parte, el hecho de que se diera un crecimiento poblacional tan acelerado se debió en gran medida a que comenzaron a concentrarse en la Ciudad de México los principales servicios especializados a nivel nacional, además de encontrarse en ella la sede de prácticamente todas las instituciones federales, generando una impresionante cantidad de inmigraciones prácticamente provenientes de todos los estados del país. Por otro lado, el hecho de que la ciudad se asentara sobre un tipo de suelo con poca capacidad de carga, ocasionó que fuera una ciudad cuya morfología es principalmente de tipo horizontal.

Hasta este punto, se han abordado las problemáticas a todas las escalas que trajo consigo la desecación de los lagos de la CM; desde el inmediato daño al ecosistema lacustre, hasta la deforestación de las sierras que rodean la Cuenca como consecuencia del crecimiento urbano.

Para finalizar el presente apartado, es importante mencionar que los impactos ambientales como consecuencia de todas estas acciones humanas, que se han venido analizando dentro de la CM, no sólo se limitan a esta, sino que por sí fuera poco han tenido incidencia sobre las cuencas contiguas por las causas que a continuación se describen:

El área metropolitana de la Ciudad de México consume actualmente uno de los caudales de agua más grandes del mundo; 70 m<sup>3</sup> por segundo para dar abasto a una población aproximada de 20 millones de personas, de cuyo gasto 50 m<sup>3</sup> por segundo se extraen del subsuelo y el 20 restante se obtiene principalmente de dos cuencas contiguas; la Cuenca del Cutzamala y la Cuenca del Lerma (**Figura 14**).



**Figura 14. Trasvase de Cuencas.**<sup>19</sup>

<sup>19</sup> Imagen tomada de: El Gran Reto del Agua, SACMEX 2012: 57.



Por un lado la cuenca del Lerma situada a 80 km de la ciudad, dejó de ser un extenso valle en donde prevalecía el color verde, pues sus aguas superficiales y profundas fueron extraídas por 200 pozos y llevadas a la urbe por medio de un acueducto de 62 km perforando por tercera ocasión las montañas, en este caso las del oeste de la ciudad para desembocar en un depósito ubicado en el parque de Chapultepec. Este sistema que fue inaugurado en 1952, abastece a la ciudad con 6 m<sup>3</sup> por segundo.<sup>20</sup>

Por su parte, en la Cuenca del Cutzamala se almacena el agua de 8 presas situadas en una región agrícola a 160 km de la ciudad, de cuyos cuerpos de agua sobresale por su tamaño el lago recreativo de Valle de Bravo, siendo la reserva de agua más grande de la ciudad. Una vez potabilizada su agua, esta se bombea 1,600 m desde la presa más baja hacia un depósito de donde desciende a la ciudad por el principio de gravedad a través de un acueducto de 110 km de longitud.<sup>21</sup>

En ambos sitios el impacto ambiental y social ha sido enorme; en la cuenca del Lerma al extraerse toda su agua, ocasionó que los pobladores indígenas de la región que se dedicaban a la agricultura, tuvieron que emigrar a la ciudad para intentar sobrevivir de otras fuentes de trabajo. Por su parte el sistema utilizado para bombear las aguas del sistema Cutzamala genera un impresionante gasto de energía eléctrica, suficiente como para dar abasto a una población de 600 000 habitantes.<sup>22</sup>

Así mismo entra en juego un desajuste del balance hídrico, entendiéndose este como “el equilibrio entre todos los recursos hídricos que ingresan al sistema y los que salen del mismo, en un intervalo de tiempo determinado”<sup>23</sup>, pues la demanda de agua que sale de cada cuenca es superior en tiempo y volumen a la que vuelve a ingresar de manera natural mediante las lluvias. Finalmente, los desechos sanitarios provenientes de la Ciudad de México son bombeados hacia la Cuenca del Tula.

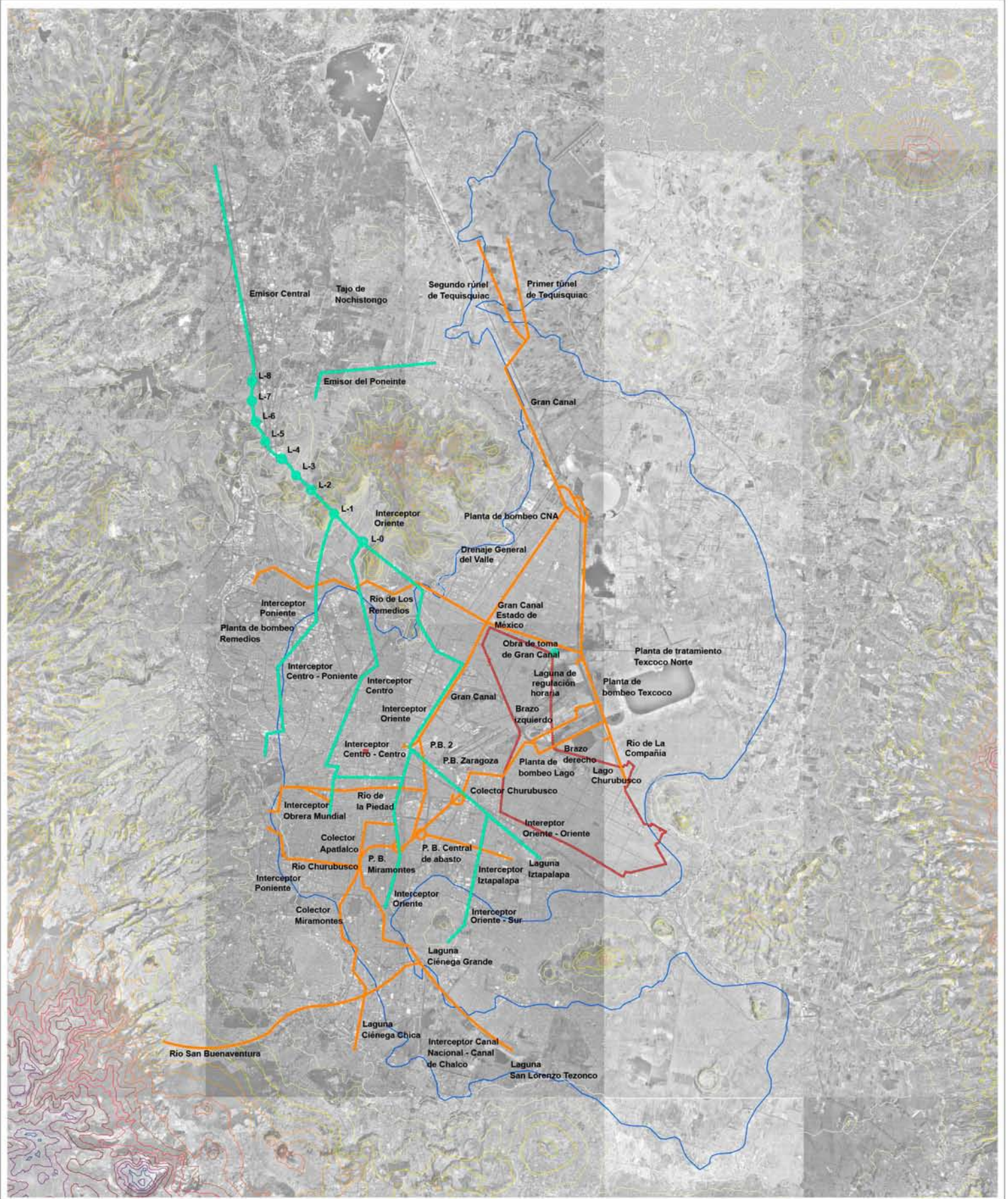
Hasta ahora, han sido las principales consecuencias que trajo consigo la desecación de las aguas del antiguo sistema de lagos de la CM, lo cual deja en claro el funcionamiento sistémico en que opera la naturaleza, en donde cualquier acción en una determinada área va a ocasionar una serie de paulatinas consecuencias. En el caso de la Ciudad de México, esto sigue en aumento como resultado del imparable crecimiento demográfico pero sobre todo, de la aún falta de visión, comprensión y conciencia por parte de gran parte de la población hacia el entorno natural, como parte del legado ideológico que trajo consigo la conquista española y del cual aún a la fecha después de más de 500 años, no han podido sacudirse por completo.

---

<sup>20</sup><sup>21</sup><sup>22</sup> Legorreta, 2008: 61.

<sup>23</sup> Citado en: <http://www.pnuma.org/agua-miaac/> (2015).





ELEVACIÓN (msnm)		SIMBOLOGÍA	
2250	3100		Cota límite de antiguo Sistema de Lagos 2240 msnm
2300	3200		Límite de Sistema de Lagos en 1519
2400	3300		Límite actual del Municipio de Nezahualcóyotl.
2500	3400		Obras del Drenaje Profundo de la Ciudad de México
2600	3500		Tipo de Infraestructura:
2700	3600		Colector
2800	3700		Drenaje
2900	3800		P.B. : Planta de Bombeo
3000	3900		L 1 - 8 : Líneas de conducción

FUENTE: Elaboración propia con base a Información de SACMEX, El Gran Reto del Agua en la Ciudad de México, 2012 / INEGI 2014.

UNAM / F. A. / UAAP		
ERIC CARRILLO FAJARDO		
PROYECTO: INFRAESTRUCTURA VERDE COMO ESTRATEGIA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA PLUVIAL EN EL ESPACIO PÚBLICO. CASO DE ESTUDIO: CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL.		
PARTIDA:	PLANO:	UBICACIÓN
ANÁLISIS HISTÓRICO	OBRAS HIDRÁULICAS S.XX-XXI	CLAVE: IVAP-AH-2
ESCALA GRÁFICA:	5 2.5 0 5 10 15 km	ESCALA: 1: 100, 000



## **CAPITULO 1. CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL; UNA CIUDAD ASENTADA SOBRE EL LECHO DE UN LAGO**

Como parte de la visión holística que se requiere para comprender el funcionamiento de los ecosistemas, en el capítulo anterior se hizo mención de los grandes cambios que sufrieron los de la CM como consecuencia de la acción antrópica al ir contra el funcionamiento natural. Si bien, el caso particular que compete a este trabajo es el lago de Texcoco sobre el cual comenzaron hace más de 50 años los primeros asentamientos que dieron origen al actual municipio de Nezahualcóyotl, no se podía ver de manera aislada. Ahora, ya conociendo todos los antecedentes y relaciones funcionales que incidieron sobre el lago de Texcoco, es pertinente analizar particularmente lo que ocurrió con estas tierras que surgieron a raíz de que se desecara casi por completo el lago.

### **1.1 Los primeros asentamientos sobre los terrenos desecados del lago de Texcoco**

En el último tercio del siglo XIX, ya existían pequeñas poblaciones situadas en las orillas del disminuido lago de Texcoco, quienes vivían de la agricultura a pequeña escala, de la caza de aves y de la pesca de las diferentes especies de peces que habitaban el lago. Se tiene registro que dichas poblaciones pertenecieron a los siguientes pueblos: Santa María Chimalhuacán, Magdalena Atlipac, San Lorenzo, San Juan Pantitlán y Los Reyes La Paz.<sup>24</sup>

Estos mismos pueblos reclamaron la posesión de los terrenos ganados al lago una vez que este se desecó con el fin de seguir sacando provecho de ellos como lo habían hecho hasta entonces. Dicha petición fue atendida en 1895 por el entonces Jefe Político del distrito de Texcoco y más tarde en 1907 la Secretaría de Fomento ratificó el permiso a los campesinos de Chimalhuacán para que continuaran aprovechando los recursos que lograran obtener de dichos terrenos.

Sin embargo, la misma Secretaría de Fomento, Colonización e Industria, declaró en el año de 1912 que el lago de Texcoco, situado parcialmente en el Distrito Federal y el Estado de México, era de jurisdicción Federal<sup>25</sup> y por ello en 1919 se realizó el primer deslinde y medida de los terrenos desecados del lago a cargo del entonces presidente Venustiano Carranza, con el objetivo de poder utilizarlos o venderlos. Con esto se expidió un acuerdo para fraccionar dichos terrenos, en el que se declaró que debían fraccionarse en lotes de 10 hectáreas para fines agrícolas, siendo el precio de cada hectárea de 60.00 pesos oro nacional. Años más tarde, en 1921 el presidente Álvaro Obregón modificó el acuerdo emitido por Venustiano Carranza bajando el precio de cada hectárea a 30.00 pesos para “fomentar la agricultura protegiendo al pequeño propietario”. Sin embargo, los esfuerzos hechos por el presidente Carranza y más tarde Álvaro Obregón fueron en vano, ya que las mismas condiciones naturales del suelo no eran propicias para la agricultura a gran escala y los campesinos de las localidades circundantes siguieron aprovechando lo que podían de dichas tierras como lo venían haciendo desde principios de siglo.

De esta manera los terrenos ganados al lago de Texcoco continuaban casi completamente desocupados y las mismas condiciones ambientales en las que se encontraban estas tierras comenzaron a acarrear una serie de daños a la ciudad, ya que en ciertas épocas del año, de los terrenos desecados del lago se levantaban tolvaneras que incidían sobre los habitantes contiguos, causando sobre ellos serios daños principalmente de índole respiratoria, afectando al resto de la ciudad aunque en menor medida.

---

<sup>24</sup> Pedro Ocotitla Sucedo, 2000: 53.

<sup>25</sup> Diario Oficial, t. CXXII, núm. 11, 1912, p.117. Citado en: Monografía del Municipio de Nezahualcóyotl, 1983: p. 94.

Tras el paso del tiempo continuaban los esfuerzos por parte de organismos gubernamentales para darle utilidad a los terrenos obtenidos por el desecamiento del lago de Texcoco y en 1929 bajo la presidencia provisional de Emilio Portes Gil, se manifiesta que la bonificación de los terrenos del ex vaso de Texcoco la podían realizar los particulares ocupantes y que los terrenos podían comprarse a razón de 1.00 peso por hectárea y, en extensiones que no excedieran las 20 hectáreas. Sin embargo seguían viéndose estos terrenos como oportunidad para la producción agrícola pero los resultados eran negativos, pues estas tierras carecían de fertilidad y por otro lado las tolvaneras seguían afectando a la Ciudad. Fue hasta el año de 1932 que el gobernador Filiberto Gómez presentó una iniciativa ante el Congreso del Estado de México proponiendo la construcción de una Ciudad Radial, iniciativa que fue aprobada por el H. Congreso. Ya para entonces se había integrado la Comisión Nacional Deslindadora de los terrenos del vaso del lago de Texcoco.

A partir de entonces, la tierra desecada del lago de Texcoco comenzó a ser invadida en el área próxima a la autopista México – Puebla, lo cual coincide con los primeros asentamientos que ocuparon estos terrenos a finales del siglo XIX; Santa María Chimalhuacán, Magdalena Atlipac, San Lorenzo, San Juan Pantitlán y Los Reyes La Paz (Figura 15).

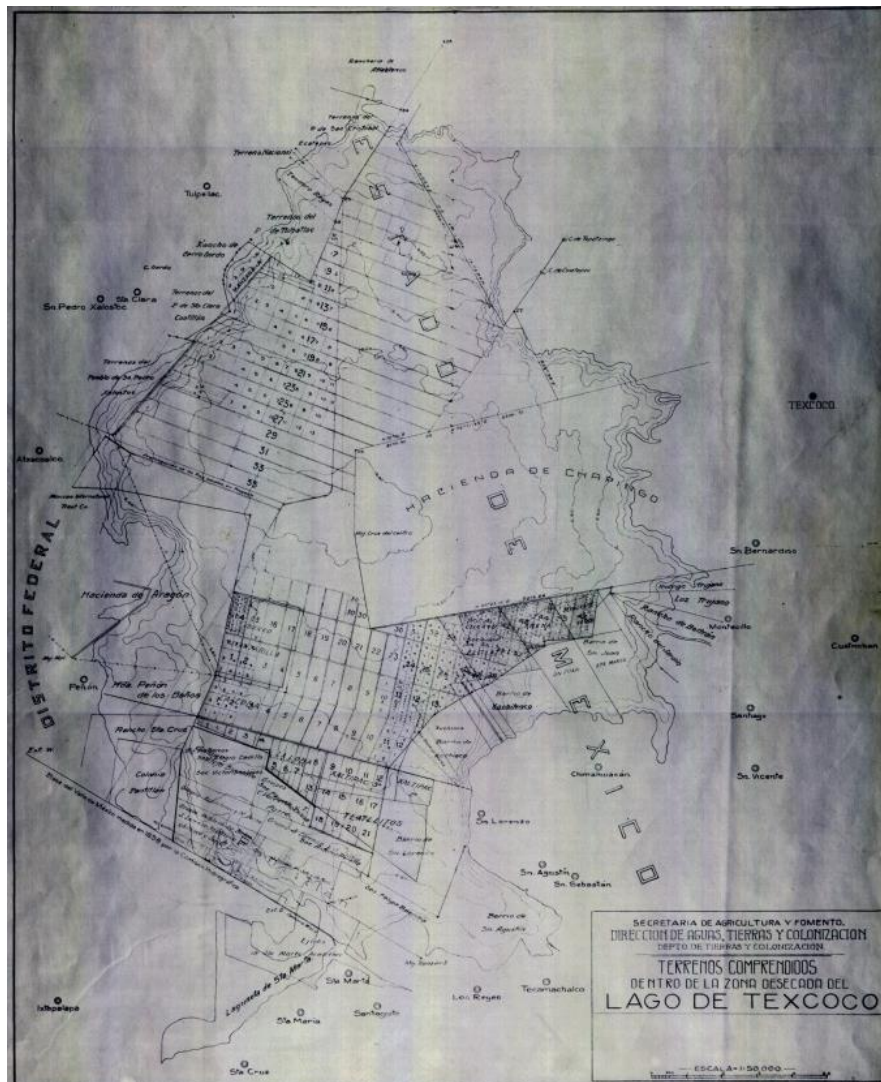


Figura 15. Terrenos comprendidos dentro de la zona desecada del lago de Texcoco, Secretaría de Agricultura y Fomento. Fuente: Mapoteca Manuel Orozco y Berra (1930 – 1940, el documento adolece de fecha exacta).

Más tarde, en el año de 1945 la Secretaría de Recursos Hidráulicos realizó la obra del bordo de Xochiaca en el límite entre lo que hoy es el municipio de Chimalhuacán y Nezahualcóyotl. Dicha obra, además de cumplir su función como basurero a cielo abierto, sirvió a manera de contención para las aguas que quedaban del lago de Texcoco, brindando mayor seguridad a los asentamientos que comenzaron a poblar el área.

A propósito de comprender mejor el presente apartado y para ejemplificar como fue creciendo la población de Ciudad Nezahualcóyotl hasta la fecha, se elaboró un plano haciendo una sobre posición de la traza que existía hasta el año de 1945 sobre la traza actual del municipio, tomando como base el plano que se muestra en la figura 14, en donde además de mostrar los primeros fraccionamientos hechos desde los años 30s, se nombran los asentamientos que ya existían para esas fechas, extendiéndose desde el poblado de San Juan Pantitlán hasta el municipio de Los Reyes La Paz (**Ver Plano IVAP-H3 al final de este apartado**).

## 1.2 El crecimiento poblacional reflejado en el espacio

En 1945, el presidente Manuel Ávila Camacho expidió un decreto en el cual consideraba de utilidad pública la instalación de colonias proletarias en el Vaso de Texcoco, surgiendo así entre 1945 y 1947 las primeras colonias del ex Vaso de Texcoco: colonias Juárez Pantitlán, México y el Sol.

Cabe mencionar que hacia 1945 se agudizaron los problemas de habitación en el centro de la Ciudad de México y las personas que vivían en las antiguas vecindades que resultaron afectadas tuvieron que abandonarlas, viendo como alternativa los lotes que se vendían a precios muy accesibles en los terrenos del ex lago de Texcoco. Otra situación que dio pie a que comenzara a incrementar la población en estos nuevos terrenos, fue el hecho de que en 1946 el gobierno federal dictó disposición para frenar la apertura de nuevos fraccionamientos en el Distrito Federal, provocando el establecimiento de colonias de forma anárquica y sin planeación en estos terrenos que eran colindantes al Distrito Federal.

Ya para el año de 1949 se calcula que había alrededor de 2 000 habitantes en dichas colonias y cuatro años más tarde, en 1953 se localizaban en el ex Vaso de Texcoco 13 colonias: Agua Azul, Atlacomulco, Nezahualcóyotl, José Vicente Villada, El Porvenir, Maravillas, El Sol, Juárez Pantitlán, México, Tamaulipas, Evolución, Estado de México y Romero. Sin embargo, estas colonias eran ocupadas por personas muy humildes, pues pagaban pequeños lotes a muy bajo precio y carecían de casi todos los servicios; tenían poca agua, las calles eran de terracería e irregulares, el alcantarillado era deficiente y no tenían infraestructura eléctrica, por lo cual los colonos se proveían de energía de los transformadores más cercanos a través de un enmarañado de alambres, poniendo en riesgo de esta manera incluso sus vidas. Esta situación en su momento fue vista como una oportunidad para las personas de escasos recursos que habitaban en los alrededores del lugar, lo cual continuó atrayendo población de los sectores desfavorecidos y para el año de 1954 se calcula una población de 40 000 personas.

Sin embargo, los primeros colonos se enfrentaron a una gran problemática: cuando compraron sus lotes los fraccionadores se comprometieron a otorgarles todos los servicios: agua, drenaje, alcantarillado, pavimentación, luz eléctrica, escuelas, medios de transporte, iglesias y todos los servicios, pero no se cumplió con lo prometido. Todo esto acarreó un fraude por parte de las empresas inmobiliarias, quienes se apropiaban de las tierras por medios legales e ilegales y las vendían en pequeños lotes con promesas al aire de que pronto se dotaría de todos los servicios. Ante esta situación, las autoridades no presentaban atención alguna en favor de los colonos, siendo partícipes de la misma.

Otra práctica muy común de abuso hacia los primeros compradores por parte de las empresas inmobiliarias, fue que al darle vida y plusvalía a las tierras que al momento no parecían tener provecho alguno, los vendedores los desalojaban con el argumento de invasión para poder revender los terrenos a un precio más

alto, a pesar de que estos primeros colonos habían adquirido los lotes por la vía legal. En conjunto, todas estas situaciones hicieron que se formara en 1959 la Federación de las 33 Colonias que entonces ya poblaban el Vaso de Texcoco, quienes denunciaban que sólo tenían un poco de agua que pagaban los mismos colonos careciendo del resto de los servicios, lo que constituía un “engaño descarado”. Sumado a estas problemáticas, gran parte de estas colonias carecía de autorización oficial y la mayoría de los terrenos seguían sin ser regularizados.

Al respecto, el gobernador Sánchez Colín desde 1956 venía autorizando varios fraccionamientos, como el de la Segunda Sección Oriente del Valle de los Reyes con una extensión de 823 432 m<sup>2</sup>, el fraccionamiento Evolución con una superficie de 1 405 192 m<sup>2</sup> y el de Agua Azul de 1 684 213 m<sup>2</sup>. Posterior a las demandas emitidas por la Federación de Colonos, durante el periodo comprendido de 1959 a 1963 el gobernador Gustavo Baz autorizó los fraccionamientos de las colonias Metropolitana, Modelo, Xochitenco, Nezahualcóyotl, San Mateito y Reforma.

Hasta este punto, gran parte de la zona sur del actual municipio de Nezahualcóyotl ocupaba más de la mitad de la extensión territorial, por lo que ya representaba una población considerable en donde según fuentes del INEGI, para la década de los 60 la población circundaba en los 60 mil habitantes. En ese mismo año la Federación de Colonos del ex lago de Texcoco, solicitó al gobernador Gustavo Baz su emancipación del municipio de Chimalhuacán y la creación de uno nuevo, pues argumentaban que la cantidad de problemas de los que padecían sólo podían ser resueltos por ellos mismos y que eran merecedores de una vida política y social autónoma. Un año más tarde, se le volvió a presentar al gobernador Gustavo Baz la necesidad de establecer en la zona un nuevo municipio administrado por los mismos colonos. Entre las principales problemáticas a expuestas se señalan los siguientes, citados del oficio enviado por los colonos en 1961:

*Falta de urbanización, de mercados, de rastros, la falta de control de salubridad en los pocos existentes, la inseguridad de los inmuebles escolares, la falta de luz eléctrica, pues al momento sólo tres colonias disponían de este servicio, las pésimas condiciones de las calles – eran de terracería y algunas resultaban intransitables- y sobre todo la falta de agua y la insuficiencia de los drenajes, ya que cuando llovía se presentaban severas inundaciones que después eran focos de enfermedades.*

Ante la constante presión por parte de la Federación de Colonos, por fin en el año de 1963 el aún gobernador Gustavo Baz sometió a la consideración de los diputados de la XLI Legislatura del Estado el proyecto de decreto para erigir el nuevo municipio. En él se señalaba que las colonias del Vaso de Texcoco habían estado insistiendo ante el ejecutivo del estado para ser elevado a la categoría de municipio considerando que tenían vida propia, independiente a los municipios donde se ubican y que contaban con superficie, capacidad económica, social y política. Dicha iniciativa sobre la creación de un nuevo municipio sobre los terrenos del desecado lago de Texcoco fue aprobada por las comisiones de estadística y de gobierno el 3 de abril de 1963 y días después el 18 de abril de 1963 se expidió el decreto 93 de la XLI Legislatura por el que se erige el Municipio número 120 (Nezahualcóyotl) publicado en la Gaceta del Gobierno el 20 de abril de 1963.

Durante los años de 1965 a 1969 el gobernador Juan Fernández Albarrán expidió diversos acuerdos para regularizar los fraccionamientos La Perla, la Unidad Habitacional de San Juan de Aragón y las secciones “A” y “B” del fraccionamiento Agua Azul.

Para el año de 1969 gracias a una imagen satelital obtenida de la zona (**Figura 16**), se puede apreciar que la parte sur del municipio de Nezahualcóyotl estaba casi completamente ocupada y la zona norte ya comenzaba a poblarse. De igual manera, con base a dicha imagen satelital se elaboró un plano sobreponiendo la traza existente para el año de 1969 sobre la traza actual del municipio de Nezahualcóyotl (**Ver Plano IVAP-H4 al final de este apartado**).





Figura 16. Imagen satelital de la Ciudad de México en 1969.



Ya desde la década de los 30, particularmente en 1933, se había hecho perceptible que el área urbana de la Ciudad de México se extendía progresivamente hacia los municipios conurbados del Estado de México, sustituyendo al Distrito Federal como polo de atracción poblacional una vez que este se saturó, siendo el municipio de Nezahualcóyotl un gran punto de atracción por su cercanía al DF y su entonces disponibilidad de territorio.

Esta situación comenzó a incrementarse de manera caótica sobre todo entre el periodo comprendido entre 1960 y 1970 en donde la población aumentó casi 10 veces según fuentes del INEGI, lo cual comenzó a verse reflejado en la especulación de la tierra, la falta de servicios, la crisis de vivienda, de transporte, fuentes de trabajo, de escuelas y en la creciente contaminación ambiental. Al respecto durante los años de 1969 a 1975 el entonces gobernador Carlos Hank González adoptó importantes medidas para dotar de agua potable y alcantarillado al municipio de Nezahualcóyotl, para introducir luz, combatir la insalubridad, pavimentar las calles y construir obras públicas. Sin embargo seguía presentándose otro gran problema: ante el crecimiento acelerado de la población en esta zona, nuevamente los fraccionadores vieron la oportunidad para seguir cometiendo fraudes ante la necesidad de la gente y vendieron cientos de lotes ilegales que además no contaban con todos los servicios.

Ante tal situación, durante el periodo gubernamental del profesor Hank González se hicieron diversos estudios para analizar la tenencia de la tierra en el municipio de Nezahualcóyotl. Para tal efecto participaron diferentes organismos destacando Plan técnica, el Programa de Regeneración Integral de la Zona Oriente (PRIZO) y el Instituto de Acción Urbana e Integración Social (AURIS).<sup>26</sup> Pero la aparente solución ante la consecuente problemática de la falta de regularización de las tierras que venía arrastrándose desde los años 30, se planteó un 15 de mayo de 1973, cuando el licenciado Luis Echeverría Álvarez creó el Fideicomiso Irrevocable Translativo de Dominio sobre bienes de Nezahualcóyotl (FINEZA), con lo cual según palabras del profesor Hank González, se puso fin a la era del infame tráfico de lotes para habitación, que en perjuicio de miles y miles de colonos, se realizó en el pasado.<sup>27</sup> Los principios de este Fideicomiso fue obligar a los fraccionadores que operaban fraudulentamente en la zona a transferir al fideicomiso todos sus derechos sobre los lotes y la cartera de crédito. De esta manera los colonos reiniciaron el pago de sus terrenos, que habían suspendido hacia los fraccionadores, al nuevo organismo cuyos fondos se utilizaron para el pago de la regularización y la tenencia de la tierra, para la indemnización legal de los fraccionadores y, mayoritariamente, para la realización de obras públicas en ciudad Nezahualcóyotl. El contrato constitutivo del Fideicomiso Irrevocable de Ciudad Nezahualcóyotl se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 15 de mayo de 1973, pero se protocolizó el 1° de abril de 1974.

Es hasta el año de 1975 en que por primera vez aparece en un documento oficial la traza de Ciudad Nezahualcóyotl prácticamente como se conoce en la actualidad, esto en el documento que lleva por título *Panorámica Socioeconómica T. II*, publicado por el Gobierno del Estado de México en el año de 1975 (**Figura 17**). En dicho documento, se hace mención que en el censo de población del año 1970, siendo la primera vez que Nezahualcóyotl es tomado en cuenta, se registró una población de 580 436 habitantes, de los cuales más de la mitad (327 974) procedían de otras entidades, de las que el D.F. ocupaba el 53%. Ya para el año de 1975, según un muestreo realizado especialmente en 14 municipios del estado, la población de ciudad Nezahualcóyotl ascendió a 828 098 habitantes, de los cuales el 81% eran foráneos. Con estas cifras, hasta ese año ciudad Nezahualcóyotl ocupaba el tercer lugar de las localidades mayor pobladas del país y excluyendo a algunas delegaciones del Distrito Federal, era la localidad con mayor densidad de población (14 057 hab./km<sup>2</sup>)<sup>28</sup>

<sup>26-27</sup> Monografía del Municipio de Nezahualcóyotl, 1983: p. 105.

<sup>28</sup> G.E.M. *Panorámica Socioeconómica T. II*, 1975: 675.

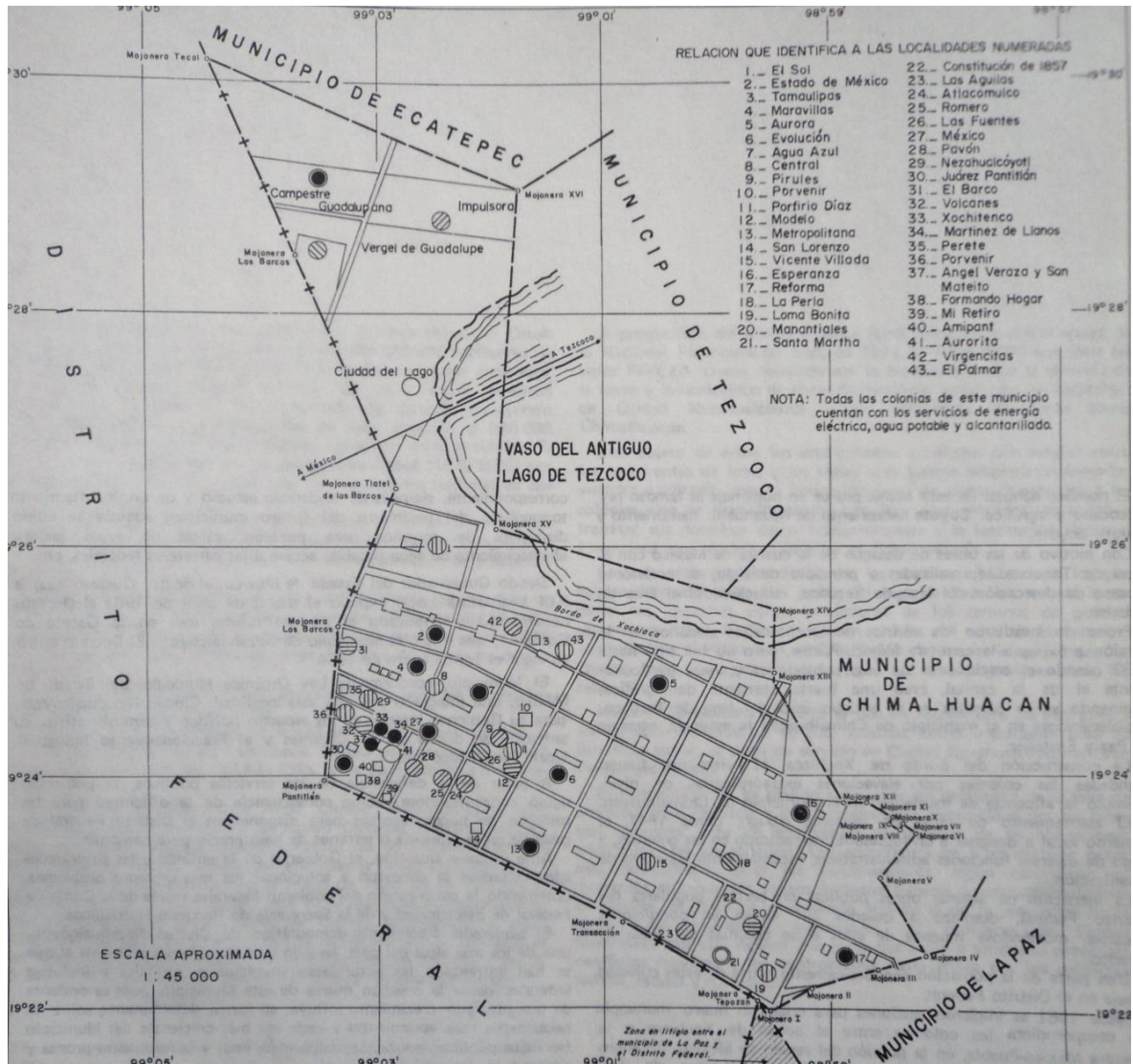


Figura 17. Taza existente y relación de colonas en el municipio de Nezahualcóyotl para el año 1975.<sup>29</sup>

Como se ha venido haciendo hasta ahora se presenta un plano basado en la figura 17, en donde se sobrepone la traza existente en el año de 1975 en Ciudad Nezahualcóyotl, con la existente actualmente de acuerdo a datos del INEGI (Ver Plano IVAP-H4 al final de este apartado).

A finales de 1970 y durante la década de 1980, continuó atendándose el problema de la regularización de la tierra en Ciudad Nezahualcóyotl y ya bajo la administración del gobernador Jorge Jiménez Cantú se creó en 1976 el Plan Sagitario. En 1980 el gobernador declaró que a partir de 1976 gracias a este plan se habían regularizado 150 000 escrituras con lo que los poseedores pasaron a ser legítimos propietarios.

Durante el período comprendido de 1976 a 1981 se realizaron diversas obras de infraestructura en el municipio, como el incremento de la dotación de agua potable, la ampliación de la red de drenaje y la pavimentación de calles. Además se construyó en el año de 1981 una unidad deportiva sobre un kilómetro de longitud en el bordo de Xochiaca.

<sup>29</sup> G.E.M. Panorámica Socioeconómica T. II, 1975: 673.

De igual manera durante la presidencia municipal del licenciado José Luis García García (1979 – 1981) se aumentaron notablemente los ingresos del municipio y para 1980 se hicieron mejoras para los servicios públicos municipales entre los que se enumeran los siguientes; se regeneró el alumbrado de 58 colonias, se concluyeron los mercados de varias colonias y los rastros de ganado mayor y aves; para el sector educativo se construyeron 333 aulas para educación básica y 32 de educación preescolar; en el aspecto cultural se inauguró la Casa Municipal de Cultura, la Escuela Municipal de Arte, el Museo Arqueológico e Histórico, así como cuatro bibliotecas.

Otro aspecto importante que se logró en este periodo fue el primer **Plan Municipal de Desarrollo Urbano**, que data de 1980. En este se analizaron cuestiones relacionadas con la demografía, la estructura y equipamiento urbano, la situación económica, la contaminación ambiental, temas de vialidad, transporte y metas políticas, aunque cabe mencionar que referente a la calidad del espacio público y áreas verdes no se hace mención.

Referente al crecimiento poblacional, ya en el año de 1970 el municipio de Nezahualcóyotl fue considerado como parte de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), conformado por las 16 delegaciones del Distrito Federal y 58 municipios metropolitanos. Para este año, el municipio de Nezahualcóyotl contaba con una población de 580, 436 habitantes presentando una tasa de crecimiento media anual de 6.86%, tasa que superó las de la ZMCM, que en conjunto presentó una tasa de crecimiento de 2.61%. Tal situación demuestra el auge que tuvo el municipio de Nezahualcóyotl en sus primeros años como municipio independiente, lo cual coincide con el proceso de expansión de la Ciudad de México. Este fenómeno continuó hasta la década de 1980, en donde se presentó una tasa de crecimiento de 8.42% con una población total de 1, 341, 230 habitantes, existiendo en tan solo 10 años un aumento de 760, 794 habitantes. Este fenómeno que comenzó poco antes de 1970 y hasta 1980, es considerado como la primera etapa del municipio, presentando en este periodo el mayor crecimiento poblacional. Sin embargo, a partir de 1980 este fenómeno se vio invertido, pues entre 1980 y 1995 que se considera como la segunda etapa, la población disminuyó de 1, 341, 230 habitantes en 1980, a 1, 233, 868 en 1995. Ya para el año 2000 dicha dinámica continuo en el municipio, presentando para tal fecha una población de 1, 226, 167 habitantes con una tasa negativa de 0.13 %.

De acuerdo al Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Nezahualcóyotl, dichos eventos se deben principalmente a los importantes movimientos migratorios que se han presentado como consecuencia de la escasa oferta de suelo para vivienda y de la atracción de mano de obra en otros lugares fuera del municipio, pues como se ha visto hasta ahora, la ocupación del suelo dentro del municipio se dio de manera acelerada y ya para 1970 la ocupación del territorio era casi total, situación que incrementó en 1980 y ya para el año de 1998 la saturación del suelo habitacional era de un 98 %. Al respecto, en dicho documento se hace la siguiente observación:

*“El Municipio de Nezahualcóyotl presenta fuertes movimientos de migración cotidiana ante la falta de fuentes de trabajo en la localidad, constituyéndose en una “ciudad dormitorio”.*

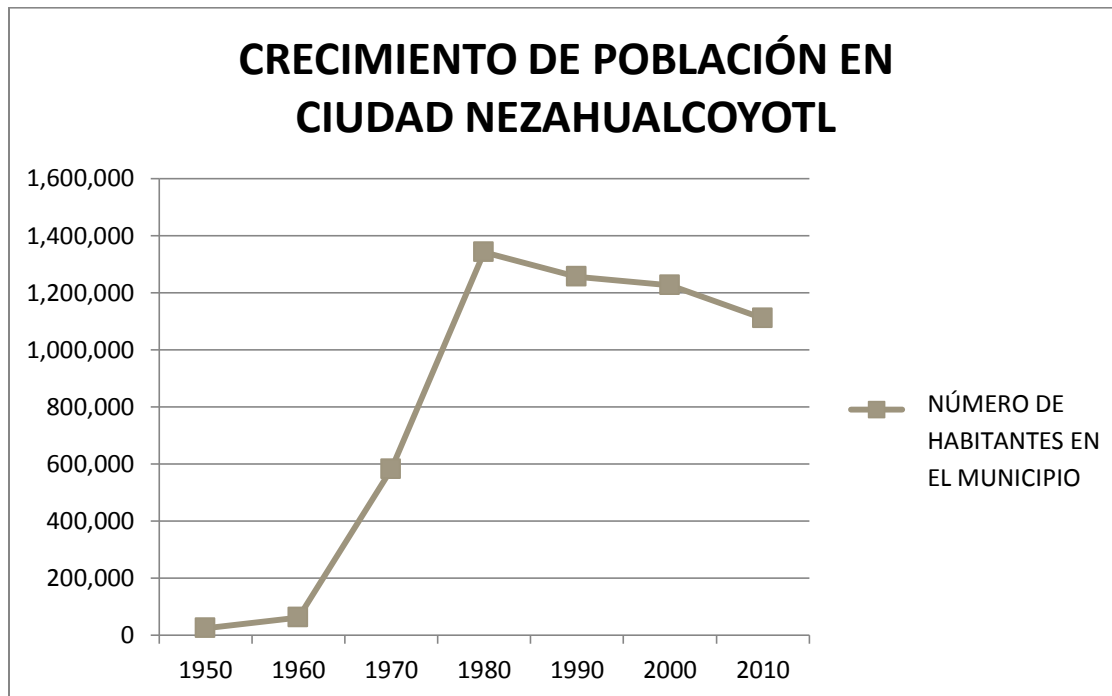
Ya para el año 2010 en que se realizó el último censo, la población total registrada para el municipio de acuerdo a INEGI, es de 1, 110, 565 habitantes, existiendo una disminución de más de 15, 000 habitantes en tan solo 10 años, por lo que a la fecha continúa este fenómeno de expulsión poblacional, resultado de la búsqueda por parte de las nuevas generaciones hacia nuevas ofertas de calidad de vida fuera de un municipio totalmente ocupado y sin ofertas de empleo.

Para esclarecer la situación demográfica del municipio de Nezahualcóyotl, a continuación se presenta una tabla con su respectiva gráfica comparativa entre los años más relevantes en que se presentaron fenómenos demográficos (**Tabla 2**).

Tabla 2. Dinámica poblacional dentro del municipio de Nezahualcóyotl en distintos años.<sup>30</sup>

CRECIMIENTO DE POBLACIÓN PARA EL MUNICIPIO DE NEZAHUALCÓYOTL						
1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010
25,000	62,000	580,436	1,341,230	1,256,115	1,226,167	1,110,565

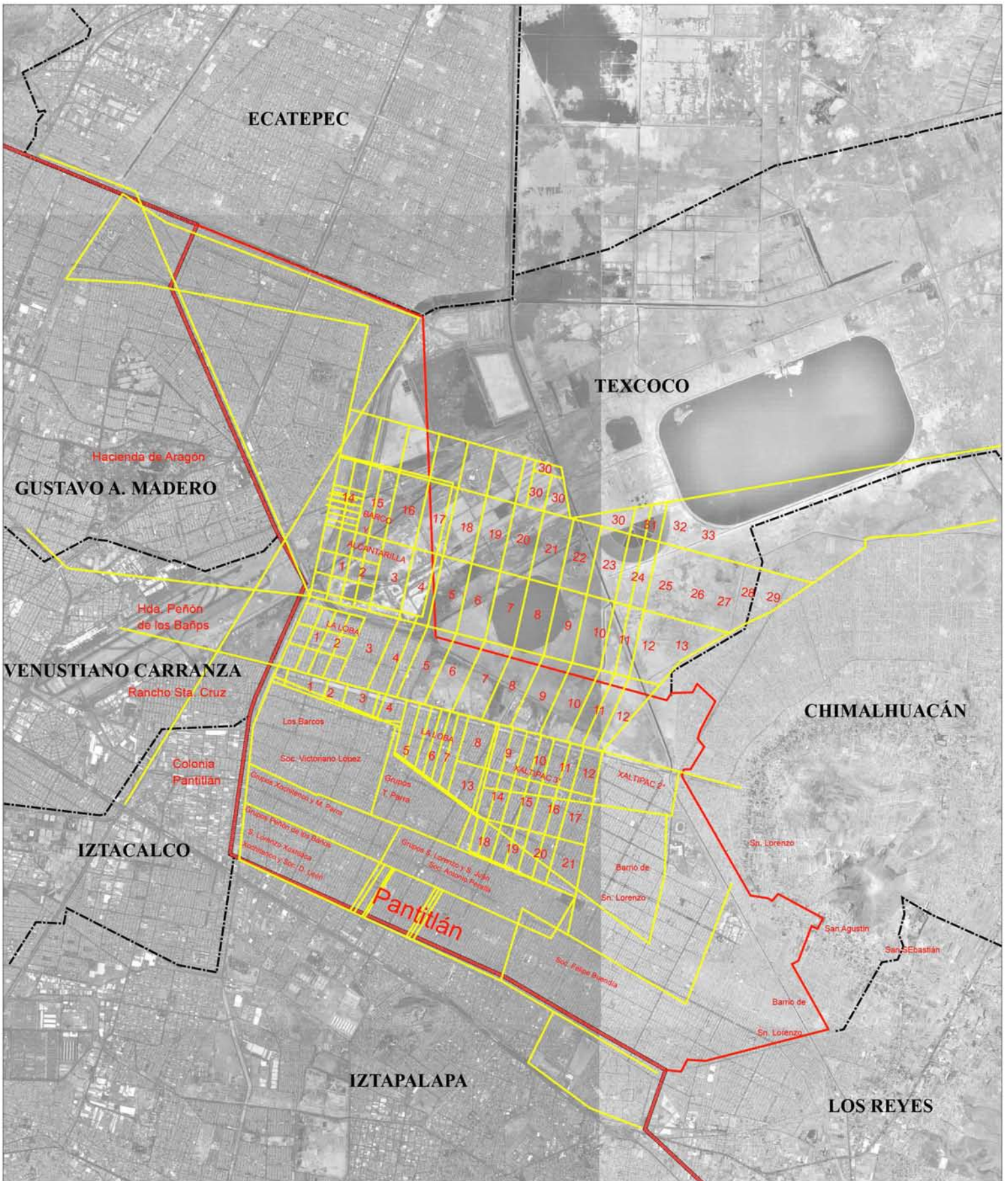
	Primera etapa: proceso de expansión de la Ciudad de México.
	Segunda etapa: decremento de la población como consecuencia de movimientos migratorios.



Si bien, es una realidad que el municipio de Nezahualcóyotl en los últimos años ha llevado una dinámica de expulsión poblacional, lo sigue siendo también el hecho de ser todavía uno de los municipios más poblados de la ZMCM y sigue acarreando un sinfín de problemáticas sobre todo en materia de planeación y funcionamiento, lo cual se verá reflejado en los apartados siguientes.

<sup>30</sup> Fuente de tabla: Elaboración propia con base a información de INEGI, 2016.





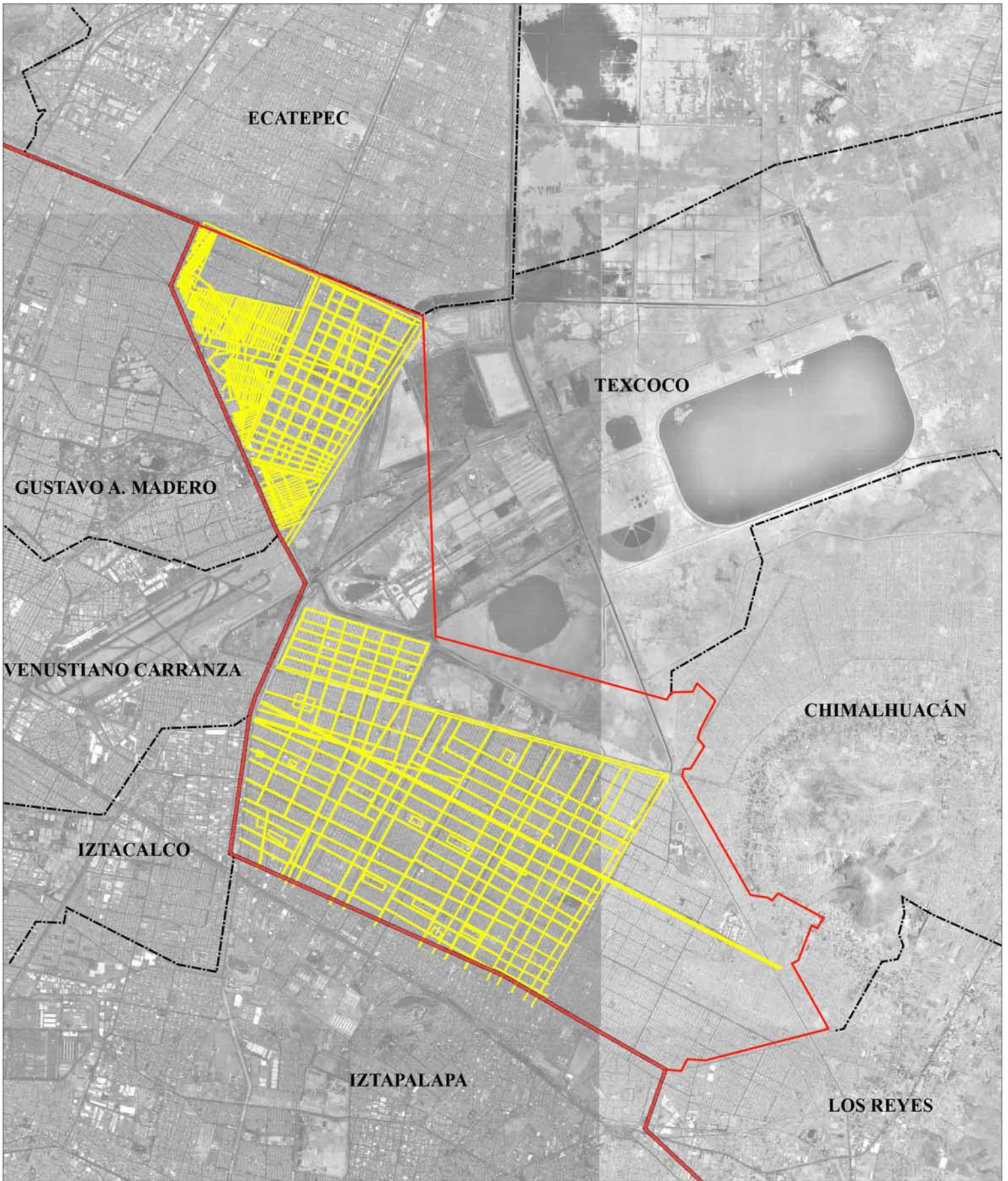
**SIMBOLOGÍA**

- LÍMITE ESTADO ACTUAL
- LÍMITE ADMINISTRATIVO ACTUAL (MUNICIPIOS Y DELEGACIONES)
- LÍMITE DEL MUNICIPIO DE NEZAHUALCÓYOTL EN LA ACTUALIDAD
- TRAZA URBANA EN CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL DURANTE LOS AÑOS 1930-40's
- IMAGEN DE FONDO:** ORTOFOTO DIGITAL DE ÁREA URBANA CORRESPONDIENTE A CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL EN LA ACTUALIDAD.

FUENTE: Elaboración propia con base a información de Mapoteca Digital Manuel Orozco y Berra / INEGI 2014.

<b>UNAM / F.A. / UAAP</b>				
ERIC CARRILLO FAJARDO				
<b>PROYECTO: INFRAESTRUCTURA VERDE COMO ESTRATEGIA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA PLUVIAL EN EL ESPACIO PÚBLICO. CASO DE ESTUDIO: CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL.</b>				
PARTIDA: ANÁLISIS HISTÓRICO		PLANO: TRAZA U. 1930-40 EN NEZAHUALCÓYOTL		UBICACIÓN
ESCALA GRÁFICA: 1 0.5 0 1 2 km		ESCALA: 1: 20, 000		CLAVE: IVAP-AH-3





**SIMBOLOGÍA**

- LÍMITE ESTADO ACTUAL
- LÍMITE ADMINISTRATIVO ACTUAL (MUNICIPIOS Y DELEGACIONES)
- LÍMITE DEL MUNICIPIO DE NEZAHUALCÓYOTL EN LA ACTUALIDAD

- TRAZA URBANA EN CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL DURANTE EL AÑO DE 1969.
- IMAGEN DE FONDO:** ORTOFOTO DIGITAL DE ÁREA URBANA CORRESPONDIENTE A CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL EN LA ACTUALIDAD.

UNAM / F.A. / UAAP  
ERIC CARRILLO FAJARDO



**PROYECTO:** INFRAESTRUCTURA VERDE COMO ESTRATEGIA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA PLUVIAL EN EL ESPACIO PÚBLICO. CASO DE ESTUDIO: CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL.

**PARTIDA:** ANÁLISIS HISTÓRICO      **PLANO:** TRAZA U. 1969 EN NEZAHUALCÓYOTL

**UBICACIÓN**

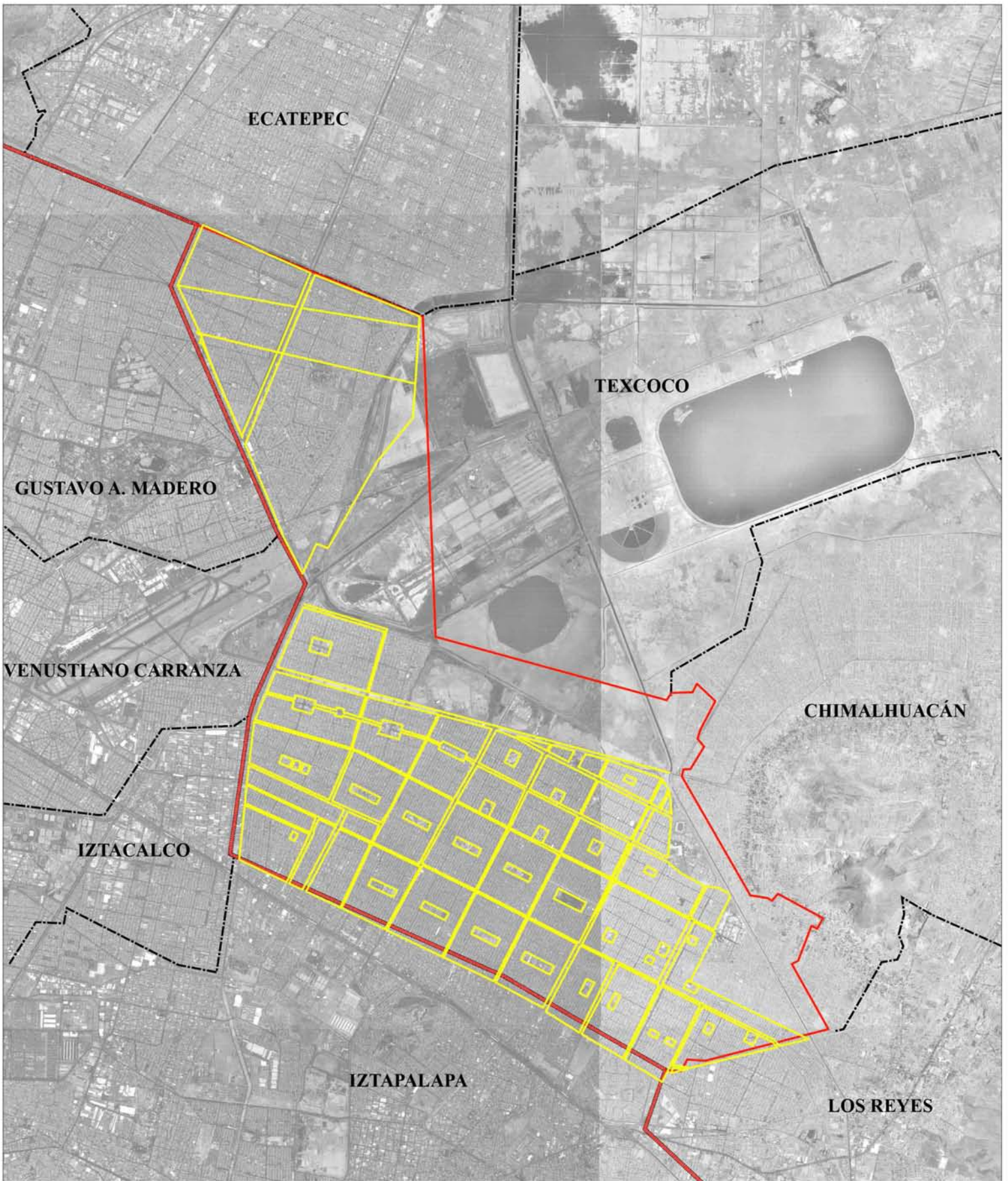
**CLAVE:** IVAP-AH-4

**ESCALA:** 1 0.5 0 1 2 km  
**GRÁFICA:**

**ESCALA:** 1: 20, 000

FUENTE: Elaboración propia con base a información de Fotografía Digital de 1969 / INEGI 2014.





**SIMBOLOGÍA**

- LÍMITE ESTADO ACTUAL
- LÍMITE ADMINISTRATIVO ACTUAL (MUNICIPIOS Y DELEGACIONES)
- LÍMITE DEL MUNICIPIO DE NEZAHUALCÓYOTL EN LA ACTUALIDAD

TRAZA URBANA EN CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL DURANTE EL AÑO DE 1975.

IMAGEN DE FONDO: ORTOFOTO DIGITAL DE ÁREA URBANA CORRESPONDIENTE A CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL EN LA ACTUALIDAD.

UNAM / F.A. / UAAP

ERIC CARRILLO FAJARDO



PROYECTO: INFRAESTRUCTURA VERDE COMO ESTRATEGIA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA PLUVIAL EN EL ESPACIO PÚBLICO. CASO DE ESTUDIO: CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL.

PARTIDA:  
ANÁLISIS HISTÓRICO

PLANO: TRAZA U. 1975  
EN NEZAHUALCÓYOTL

UBICACIÓN

CLAVE:  
IVAP-AH-5

ESCALA GRÁFICA: 1 0,5 0 1 2 km

ESCALA:  
1: 20, 000

### **1.3 Primer plan de desarrollo urbano para el municipio de Nezahualcóyotl; estrategias y funcionamiento frente a las problemáticas del sitio**

Como se ha visto hasta ahora, el municipio de Nezahualcóyotl surgió como respuesta de un fenómeno sociodemográfico y socioeconómico que apareció desde los años treinta cuando comenzaron a emigrar a la Ciudad de México grandes cantidades de personas provenientes de prácticamente todo el país en busca de mejores oportunidades de trabajo y de mejoras en su calidad de vida. Esta situación aunada a que por aquellos tiempos las aguas del lago de Texcoco habían sido recientemente drenadas, dio pie a que comenzaran los primeros asentamientos irregulares sobre los terrenos desecados del lago que ahora pertenecen al municipio de Nezahualcóyotl.

Así mismo como se analizó anteriormente, el crecimiento poblacional en esta área fue dándose sin ordenamiento alguno, salvo el criterio propio de las empresas fraccionadoras que no se interesaban más que por sacar ganancias viendo las extensas y desiertas tierras ganadas al lago como mina de oro. Sumado a la necesidad por parte de los gobernadores para darle uso a estos terrenos y terminar con el problema de salubridad que acarreaban estas tierras salitrosas hacia la ciudad, propiciaron a que se vendieran indiscriminadamente cientos de lotes a precios muy accesibles, comenzando de esta manera el poblamiento de estas tierras. Cabe señalar que aunque al inicio no hubo una planeación, los asentamientos fueron dándose de sur a norte, respondiendo a los primeros pueblos que ya desde finales del siglo XIX se habían establecido en la zona sur de las que hoy en día prevalece la colonia Juárez Pantitlán, antes pueblo de San Juan Pantitlán.

De esta manera y analizando el crecimiento que se dio entre 1945 y 1969 (**Figuras 15 y 16**), se puede deducir que el crecimiento poblacional fue obedeciendo a los primeros fraccionamientos hechos desde la primera mitad del siglo XX, en donde la traza era ortogonal y obedecía al sentido de las trazas ya para entonces existentes de las delegaciones contiguas pertenecientes al DF, sin haberse hecho al parecer ningún análisis cuidadoso de las condiciones propias del sitio. Esto se deja ver más en claro en el hecho de que en la figura 14 se muestra un fraccionamiento que abarca incluso zonas del lago que aún no se habían drenado y que aún hoy en día persisten como remanentes del lago de Texcoco.

Con todo esto y como conclusión, se deduce que Ciudad Nezahualcóyotl nunca tuvo una planeación integral y tampoco se hizo ningún análisis respecto a las situaciones propias del lugar, principalmente en el tema del agua siendo el tema prioritario del presente trabajo, sino que gradualmente conforme fueron presentándose estos problemas e iba aumentando la población que se veía afectada por los mismos, las autoridades comenzaron a tomar medidas para tratar de dar soluciones. Esta afirmación se respalda en el hecho de que la creación del municipio se hizo por petición propia de los colonos que tomaron fuerza y se unieron para exigir al gobierno las debidas atenciones.

Si bien, entre 1973 y 1975 se logró regularizar gran parte de los terrenos del municipio por medio del Fideicomiso FINEZA y se esclareció la traza del municipio presentándose esta por primera vez en un documento gubernamental, al comparar la fotografía de 1969 con el plano de 1975, es evidente que lo único que se hizo fue delimitar claramente las divisiones entre cada manzana que en la mayoría de los casos corresponde a los límites entre colonias, pues el sentido de estas así como la ubicación de calles y avenidas es la misma que se venía dando desde años atrás.

Por todo lo anterior, no existe un documento como tal en donde se plantee la dinámica o el criterio que se dio para el funcionamiento de Ciudad Nezahualcóyotl, al ser resultado de una colonización precipitada en respuesta a los problemas de migración mencionados anteriormente.

Respecto al primer Plan de Desarrollo Urbano Municipal de Nezahualcóyotl expedido en 1980, en él se abordan por primera vez todas las problemáticas que implica el establecimiento de una ciudad, aunque cabe



reiterar; todas las soluciones planteadas en este documento se abordan tratando de resolver la infinidad de problemáticas que el municipio venía acarreando desde décadas atrás, en otras palabras; se buscan soluciones precipitadas ya para una ciudad establecida, tratando de enmendar problemas que debieron preverse desde que se hicieran los primeros fraccionamientos sobre los terrenos obtenidos al desecamiento del lago de Texcoco a principios del siglo XX.

Para no ahondar en todos los temas que implica el desarrollo de toda ciudad, en este apartado nos limitaremos únicamente al tema de las estrategias frente al recurso hídrico. Para esto ya en el Plan de Desarrollo Urbano Municipal de 1980 se mencionan las principales obras hidráulicas realizadas a nivel municipio, mismas que a continuación se refieren, para posteriormente en el apartado de análisis urbano, hacer el análisis pertinente de las condiciones actuales.

#### **Agua Potable, estado actual (1980):**

*“El municipio de Nezahualcóyotl se encuentra abastecido de agua potable a través de dos sistemas manejados en forma independiente: el Sector Norte corresponde a la zona IV operada por la Gerencia Cuautitlán de CEAS, mientras que los sectores Poniente, Centro y Oriente son controlados por la Gerencia Valle de México Sur.*

*El sistema que abastece al Sector Norte está constituido actualmente por 18 pozos localizados en el Municipio de Ecatepec los cuáles bombean su agua hasta el tanque principal de Cerro Gordo con un gasto total actual de 1.32 m<sup>3</sup>/seg. los que son regulados mediante cuatro tanques de almacenamiento y rebombeo, localizados en la Av. Central y el Río de los Remedios, cuya capacidad total es de 24, 000 m<sup>3</sup>. (6 000 m<sup>3</sup> c/u).*

*La red principal de distribución corre a lo largo de las avenidas Central, Río de los Remedios, Aeropuerto y Tepatitlán con sus prolongaciones en las colonias San Felipe de Jesús y Bosque de Aragón. Formando dos grandes circuitos cuyos diámetros varían entre 16” y 30”.*

*La Zona Sur del Municipio cuenta con 25 pozos de los cuáles 20 únicamente están en servicio (1 fuera de servicio, 4 en construcción) el gasto promedio total es de 1, 973.85 lps.*

*El sistema de esta zona denominado Sistema Cd. Nezahualcóyotl se compone de dos Sub – sistemas que trabajan en forma simultánea, el primero se compone de 12 pozos que bombean directamente a la red, el segundo abastecido por 8 pozos actualmente, bombea al tanque regulador del Cerro de la Caldera y de este por gravedad se integra a la red de distribución municipal.*

*La red de distribución está integrada por sesenta circuitos aproximadamente cuyas tuberías principales son de asbesto – cemento y corren por las avenidas más importantes de la Zona Sur, así como por aquellas que presentan una continuidad Oriente – Poniente.”*

#### **Drenaje. Estado Actual (1980):**

*El drenaje del municipio está manejado de la misma manera que el sistema de agua potable, es decir: existe una red independiente para el Sector Norte controlada por la Gerencia Cuautitlán Oriente y otra red para la Zona Sur a cargo de la Gerencia Valle México Sur.*

*Zona Norte. El sistema actual descarga de Oriente a Poniente, mediante colectores principales que se localizan en las avenidas Bosques de América, Central, Hacienda Presillos en la sección N. II y en la sección N.I a lo largo de las avenidas Tepatitlán – Las Torres, Del Canal, Valle del Yang Tse hasta el colector final con Ø de 2.44 mts. De la Av. Valle Alto el cual descarga en el Río de los Remedios para llevar las aguas hasta el cárcamo de bombeo no. 1 que vacía a su vez al colector del Gran Canal.*

*Respecto a la cobertura de las redes, estas dan servicio actualmente al total del área ocupada, presentando problemas en la Sección I por la falta de pavimentación y deficiente recolección de basura que provoca el asolvamiento de la red.*

*Zona Sur. Sectores Poniente – Centro – Oriente. El sistema de la Zona Sur es un sistema combinado cuyos colectores principales corren de Sur a Norte hasta descargar en 8 grandes cárcamos y plantas de bombeo que descargan las aguas negras y pluviales recogidas por la red.*



Como se hace mención anteriormente, estas obras hidráulicas tanto de suministro de agua potable como de descarga de aguas negras, han prevalecido hasta la fecha, siendo a lo largo del tiempo la principal estrategia para el recurso hídrico tratándose por un lado de abastecimiento y por otro de desecho, lo cual se puede apreciar de manera más clara en el plano IVAP-AA-3 dentro del capítulo 3.

Referente a la problemática de inundaciones, en dicho documento se menciona además lo siguiente:

*“...la zona urbana se encuentra protegida por el Bordo Xochiaca que impide que las aguas negras y pluviales invadan la zona urbana en épocas de lluvia.”*

Este criterio se sigue manejando hasta nuestros días, sin embargo como se verá más adelante, en suma las obras de drenaje con el bordo de Xochiaca nunca fueron estrategias suficientes para detener el problema de las inundaciones que año con año se sigue manifestando dentro del municipio.

Ya desde los años 80's comenzaba a verse reflejado el problema de la situación hidrológica del sitio que dificultaba el buen funcionamiento de los sistemas hidráulicos y al respecto se menciona lo siguiente:

*“El municipio presenta un nivel freático menor a 1.50 mts., situación que provoca filtraciones en las redes de agua potable y graves problemas para las descargas generales del sistema de drenaje el cual tiene que ser rebombado de cárcamos localizados en la periferia del área urbana.”*

Hasta este punto se sigue haciendo evidente la falta de planeación para la ciudad de Nezahualcóyotl que si bien, al no existir una buena planeación para cualquier ciudad, tarde o temprano se reflejará el mal funcionamiento de esta y el hecho de estar sobre una superficie plana tratándose del lecho de un lago, hace más problemática la situación para sus habitantes.

## CAPITULO 2. EL USO DE INFRAESTRUCTURA VERDE COMO ESTRATEGIA PARA UNA CIUDAD SUSTENTABLE

### 2.1 Principios sobre infraestructura verde

El término “**Infraestructura verde**” cada vez se va haciendo más popular dentro del medio de la planeación actualmente, debido a las ventajas y opciones que ofrece para una planeación sustentable, es decir de armonía entre el medio físico – natural y el medio socio – cultural, contrario a la visión que ha predominado a lo largo de los años en México y el mundo. Afortunadamente desde finales del siglo XIX, estos principios comenzaron a formularse entre las teorías de la planeación, debido al crecimiento de las ciudades que se acercaba de manera acelerada en las principales ciudades del mundo, con lo que se amenazaban grandes extensiones naturales y con ello sus beneficios ambientales.

Benedict y McMahon, veteranos en el tema de la conservación y planeación ambiental en Estados Unidos de América, mencionan en su libro “*Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century*”<sup>31</sup> que el término *infraestructura verde* puede tener dos significados de acuerdo al enfoque y contexto que se le dé; por un lado puede referirse a toda acción o situación que ofrezca beneficios ambientales para cierta población de una ciudad; por ejemplo el arbolado urbano, en donde el simple hecho de plantar árboles o incrementar las áreas verdes en una ciudad se ve como mejora general al ambiente. Por otro lado el término *infraestructura verde* puede referirse a aquellas tecnologías nuevas o existentes que se aplican con un fin específico de mejorar cierto recurso o conjunto de recursos ambientales, por ejemplo el tratamiento del agua o instalaciones como techos verdes, etc., los cuales requieren de un diseño para poder además de mejorar las condiciones ambientales, ofrecer servicios a los usuarios y a la ciudad en conjunto.

De lo anterior, para efectos del presente trabajo se adopta el término de infraestructura verde como “**Una red de espacios verdes interconectados que conserva los valores y funciones naturales del ecosistema a la vez que provee de beneficios a las poblaciones humanas.**”<sup>32</sup> Agregando a este concepto el uso de tecnologías y de un diseño para lograr dicha red tratándose para el caso que compete, de una ciudad completamente establecida en donde el ecosistema natural del sitio ha sido cambiado por un paisaje totalmente urbano.

Como principios de la infraestructura verde, podemos subrayar dos grandes aspectos:

**1) Recuperar el funcionamiento ecológico de los sistemas naturales afectados.** Uno de los principales objetivos de la infraestructura verde es tratar de semejar el funcionamiento de los sistemas naturales, pues ante la invasión de los sistemas ecológicos por causa de la urbanización, estos se ven directamente afectados mermando con ello los beneficios ambientales que nos ofrecen como la filtración de agua y aire, la disminución de la temperatura, entre otros, que si bien en muchos o prácticamente todos los casos sería imposible restaurar por completo el ecosistema original, el uso de infraestructura verde nos permite rescatar estos servicios adaptándolos al medio urbano, creando de esta manera una armonía entre el medio natural y el construido.

---

<sup>31</sup> Benedict Mark A., McMahon Edward T. *Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century*. SWCMS, USA, 2006.

<sup>32</sup> Benedict y McMahon, 2006, citado en: *Infraestructura verde y corredores ecológicos de los pedregales: ecología urbana al sur de la Ciudad de México*, 2011: p.1.

**2) Generar beneficios integrales y funcionales en el diseño y planificación.** Mediante la infraestructura verde, además de los beneficios ambientales se busca brindar beneficios multifuncionales, entre los que destacan los siguientes; desacelerar el tránsito vehicular, mejorar los caminos para peatones y ciclistas, refrescar y embellecer las calles mejorando la imagen urbana, reducir y limpiar el flujo del agua y de lluvia, así como crear hábitats silvestres. De tal manera la infraestructura verde ofrece beneficios que abarcan los tres principales aspectos de una ciudad bien planificada: sustentabilidad, funcionalidad y belleza.

A todo lo anterior podemos agregar que otra gran ventaja que ofrece la infraestructura verde, es el hecho de poder integrarse para mejorar el funcionamiento de ciudades ya establecidas, es decir, ciudades que a lo largo del tiempo comienzan a presentar problemas tanto funcionales como ambientales producto de una mala planificación. La virtud de la infraestructura verde en este tema radica en que se trata de medidas y acciones de pequeña y mediana escala que no requieren de grandes obras ni presupuestos exagerados, si no que se basan en la conexión de pequeñas medidas que en conjunto al tratarse de una red, logran los objetivos establecidos. Pero para que estos objetivos se logren, es importante mencionar que el enfoque de la infraestructura verde requiere de un proceso y planeación multidisciplinario e incluyente, involucrando tanto al sector político administrativo como a los residentes locales, colonias, negocios e instituciones, para que de esta manera los proyectos sean exitosos y tengan apoyo a largo plazo.

## **2.2 La infraestructura verde como estrategia frente al tema del agua pluvial en la ciudad**

El tema del agua en la ciudad y hablando particularmente de la Ciudad de México, puede abarcarse en dos grandes ámbitos: por un lado está el tema del agua potable, que incluye desde su obtención mediante la explotación de los mantos acuíferos y el trasvase de cuencas, hasta el suministro a través de extensas redes de tuberías que la reparten a la ciudad y desde ahí al total de la población beneficiada; por otro lado tenemos el tema del desalojo del agua después de haber sido aprovechada por la población, pasando al sistema de drenaje y alcantarillado para ser desalojada lejos de la ciudad. Y ¿qué sucede con el agua de lluvia?, desafortunadamente un importante porcentaje al ser captada en los sistemas de alcantarillado público, pasa a mezclarse con las aguas negras y son expulsadas de la ciudad mediante los mismos sistemas de drenaje sin dar tiempo de infiltrarse para recargar los mantos acuíferos.

Tal situación sucede en gran parte de las ciudades de nuestro país, en donde a pesar de que comienzan a emplearse medidas para captar y utilizar este recurso a nivel particular, tratándose del sector público sigue existiendo una carencia de visión con enfoque hacia la sustentabilidad. Esto no solamente es grave desde el nivel ecológico al ser derrochadas grandes cantidades de agua cortando el ciclo hidrológico, sino que además representa un problema a nivel funcional al generar inundaciones y con ello problemas a nivel de tránsito, movilidad e incluso a nivel de vivienda en los sectores más vulnerables, siendo el caso de Ciudad Nezahualcóyotl que para el presente trabajo compete.

Es en este punto en que la infraestructura verde juega un papel fundamental para el cambio de visión y cultura en torno al tema del agua pluvial en las ciudades, pues ofrece una solución integral para el manejo de agua de lluvia, lo que quiere decir que resuelve varios problemas y provee beneficios al mismo tiempo. Las soluciones de infraestructura verde usan el agua de lluvia como un recurso al distribuirlo en una zona urbana, en lugar de desviarlo lejos del sitio lo más rápidamente posible, tal como lo hacen las infraestructuras convencionales de drenaje y alcantarillado.

A continuación se mencionan algunas de las grandes ventajas que ofrece la infraestructura verde con relación al tema del agua pluvial:

- Limpia el agua de lluvia por medio de tratamiento de materiales y de vegetación para usos en la vivienda.



- Puede integrarse con otros objetivos como la desaceleración del tránsito y la seguridad de peatones y ciclistas.
- Usa procesos auto-renovables del suelo y la vegetación que necesitan menos mantenimiento.
- Proporciona irrigación pasiva para los árboles de las calles y otra vegetación urbana.
- Provee un hábitat silvestre.
- Embellece las calles y por tanto realza la imagen urbana.
- Incrementa la plusvalía de las propiedades.
- Ayuda a disminuir el problema de las inundaciones al no saturar los sistemas de drenaje y alcantarillado.
- Contribuye al ciclo hidrológico mediante sistemas de captación que permiten la lenta infiltración del agua para recarga de los mantos acuíferos.

Como se mencionaba al inicio del capítulo, la infraestructura verde ha sido tratada desde hace casi dos siglos por algunos de los países más desarrollados a nivel mundial, llevándole gran ventaja a México en el tema, lo cual lejos de verse como desventaja, nos permite tomar como ejemplo algunas de las medidas que ya han sido estipuladas, consensadas y probadas por dichos países. Particularmente tratándose del tema del agua de lluvia, vamos a encontrar un término denominado “Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible” o simplemente “SUDS”, para cuyo estudio se ha destinado un apartado especial en el presente capítulo.

- **Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS)**

Actualmente en distintas ciudades de la Unión Europea, así como en Estados Unidos de América, se ha establecido una nueva concepción ante los convencionales sistemas de drenaje postulando mejoras a nivel hidrológico, medioambiental y social, bajo el nombre de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), también conocidos como BMP's (Best Management Practices) o WSUD (Water Sensitive Urban Design).

La filosofía de los SUDS es reproducir, de la manera más fiel posible, el ciclo hidrológico natural previo a la urbanización o actuación humana. Su objetivo es minimizar los impactos del desarrollo urbanístico en cuanto a la cantidad y la calidad de la escorrentía (en origen, durante su transporte y en destino), así como maximizar la integración paisajística y el valor social y ambiental de la actuación (**Momparler y Doménech, 2000**).

Los objetivos de los SUDS se podrían resumir en los siguientes aspectos:

- Proteger los sistemas naturales: proteger y mejorar el ciclo del agua en entornos urbanos.
- Integrar el tratamiento de las aguas de lluvia en el paisaje: maximizar el servicio al ciudadano mejorando el paisaje con la integración de cursos y/o láminas de agua en el entorno.
- Proteger la calidad de las aguas receptoras de escorrentías urbanas.
- Reducir volúmenes de escorrentía y caudales punta procedentes de zonas urbanizadas mediante elementos de retención y minimizando áreas impermeables.
- Incrementar el valor añadido minimizando costes de las infraestructuras de drenaje, al mismo tiempo que aumenta el valor del entorno.

Aunque no existe un consenso universal para la clasificación de las diferentes tipologías de SUDS, se pueden diferenciar dos tipos:

### 1. Medidas no estructurales

Estas se refieren a aquéllas acciones por parte de los ciudadanos o en este caso, de los diseñadores urbanos, para promover la cultura ambiental con relación al agua y evitar en la manera de lo posible la contaminación del recurso y así poder ser aprovechado de una mejor manera.

Entre las medidas no estructurales de mayor difusión para los SUDS podemos enlistar las siguientes:

- Educación y programas de participación ciudadana para:
  - Sensibilizar a la población del problema y sus soluciones.
  - Identificar agentes implicados y esfuerzos realizados hasta la fecha.
  - Cambio de hábitos.
  - Hacer partícipe del proceso a la población, integrando sus comentarios en la implementación de los programas.
  - Planificar y diseñar minimizando las superficies impermeables para reducir la escorrentía.
  - Limpieza frecuente de superficies impermeables para reducir la acumulación de contaminantes.
  - Controlar la aplicación de herbicidas y fungicidas en parques y jardines.
  - Controlar las zonas en obras para evitar el arrastre de sedimentos.
  - Asegurar la existencia de procedimientos de actuación y equipamiento adecuado para tratar episodios de vertidos accidentales rápidamente y con técnicas secas en lugar de limpieza con agua.
  - Limitar el riesgo de que la escorrentía entre en contacto con contaminantes.
  - Control de las conexiones ilegales al sistema de drenaje.
  - Recogida y reutilización de pluviales.

### 2. Medidas estructurales

Se consideran medidas estructurales aquellas que gestionan la escorrentía contaminada mediante actuaciones que contengan en mayor o menor grado algún elemento constructivo o supongan la adopción de criterios urbanísticos, siendo las medidas estructurales más utilizadas las siguientes:

- **Techos verdes (Green-roofs)** Sistemas multicapa con cubierta vegetal que recubren tejados y terrazas de todo tipo. Están concebidas para interceptar y retener las aguas pluviales, reduciendo el volumen de escorrentía y atenuando el caudal pico. Además retienen contaminantes, actúan como capa de aislante térmico en el edificio y ayudan a compensar el efecto “isla de calor” que se produce en las ciudades (**Figura 18**).



**Figura 18. Techos verdes.**<sup>33</sup>

- **Pavimentos Permeables (Porous / Permeable Paving).** Pavimentos que permiten el paso del agua a través de ellos, abriendo la posibilidad a que ésta se infiltre en el terreno o bien sea captada y retenida en capas sub-superficiales para su posterior reutilización o evacuación. Existen diversas tipologías, entre ellas: césped o gravas (con o sin refuerzo), bloques impermeables con juntas permeables, bloques porosos, pavimentos continuos porosos (asfalto, concreto, resinas, etc.) (Figura 19).



Figura 19. Pavimentos permeables.<sup>34</sup>

- **Franjas Filtrantes (Filter Strips).** Franjas de suelo vegetadas, anchas y con poca pendiente, localizadas entre una superficie dura y el medio receptor de la escorrentía (curso de agua o sistema de captación, tratamiento, y/o evacuación o infiltración). Propician la sedimentación de las partículas y contaminantes arrastrados por el agua, así como la infiltración y disminución de la escorrentía. (Figura 20).



Figura 20. Franjas Filtrantes.<sup>35</sup>

- **Pozos y Zanjas de Infiltración (Soakaways & Infiltration Trenches).** Pozos y zanjas poco profundos (1 a 3 m) rellenos de material drenante (granular o sintético), a los que vierte escorrentía de superficies impermeables contiguas. Se conciben como estructuras de infiltración capaces de absorber totalmente la escorrentía generada para la que han sido diseñadas. (Figura 21).



Figura 21. Pozos y Zanjas de Infiltración.<sup>36</sup>

- **Drenes Filtrantes o Franceses (Filter Drains).** Zanjas poco profundas rellenas de material filtrante (granular o sintético), con o sin conducto inferior de transporte, concebidas para captar y filtrar la escorrentía de superficies impermeables contiguas con el fin de transportarlas hacia aguas abajo. Además pueden permitir la infiltración y la laminación de los volúmenes de escorrentía (Figura 22).

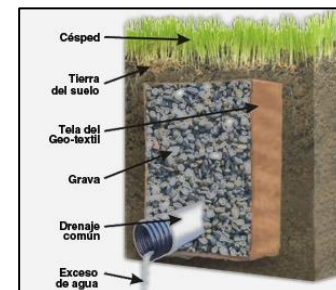


Figura 22. Drenes Filtrantes.<sup>37</sup>

- **Cunetas Verdes (Swales).** Estructuras lineales vegetadas de base ancha ( $> 0.5$  m) y talud tendido ( $< 1V:3H$ ) diseñadas para almacenar y transportar superficialmente la escorrentía. Deben generar bajas velocidades ( $< 1-2$  m/s) que permitan la sedimentación de las partículas para una eliminación eficaz de contaminantes. Adicionalmente pueden permitir la infiltración a capas inferiores (Figura 23).



Figura 23. Cunetas Verdes.<sup>38</sup>



- **Depósitos de Infiltración (Infiltration Basins)** Depresiones del terreno vegetadas diseñadas para almacenar e infiltrar gradualmente la escorrentía generada en superficies contiguas. Se promueve así la transformación de un flujo superficial en subterráneo, consiguiendo adicionalmente la eliminación de contaminantes mediante filtración (Figura 24).



Figura 24. Depósitos de infiltración.<sup>39</sup>

- **Depósitos de Detención (Detention Basins) En Superficie.** Depósitos superficiales diseñados para almacenar temporalmente los volúmenes de escorrentía generados aguas arriba, laminando los caudales punta. Favorecen la sedimentación y con ello la reducción de la contaminación. Pueden emplazarse en “zonas muertas” o ser compaginados con otros usos, como los recreacionales, en parques e instalaciones deportivas (Figura 25).



Figura 25. Depósitos de Detención en Superficie.<sup>40</sup>

- **Depósitos de Detención (Detention Basins) Enterrados.** Cuando no se dispone de terrenos en superficie, o en los casos en que las condiciones del entorno no recomiendan una infraestructura a cielo abierto, estos depósitos se construyen en el subsuelo. Se fabrican con materiales diversos, siendo los de concreto armado y los de materiales plásticos los más habituales (Figura 26).



Figura 26. Depósitos de Detención Enterrados.<sup>41</sup>

- **Estanques de Retención (Retention Ponds).** Lagunas artificiales con lámina permanente de agua (de profundidad entre 1,2 y 2 m) con vegetación acuática, tanto emergente como sumergida. Están diseñadas para garantizar largos periodos de retención de la escorrentía (2-3 semanas), promoviendo la sedimentación y la absorción de nutrientes por parte de la vegetación. Contienen un volumen de almacenamiento adicional para la laminación de los caudales punta (Figura 27).



Figura 27. Estanques de Retención.<sup>42</sup>

- **Humedales (Wetlands).** Similares a los anteriores pero de menor profundidad y con mayor densidad de vegetación emergente, aportan un gran potencial ecológico, estético, educativo y recreativo. (Figura 28).



Figura 28. Humedales.<sup>43</sup>

Para tratar de interpretar la hidrología natural de la cuenca de estudio, es necesario establecer una cadena de gestión de la escorrentía. Las técnicas de SUDS vistas en el apartado anterior, deben combinarse y enlazarse para alcanzar los objetivos a escala global establecidos para el sistema.

La jerarquía de técnicas a considerar en el diseño de la cadena de gestión comprende los siguientes puntos:

- **Prevención:** se basa en presentar la planeación.
- **Control en Origen:** control de la escorrentía en la fuente o en sus inmediaciones.
- **Gestión en entorno urbano:** gestión del agua a escala local.
- **Gestión en cuencas y microcuencas:** gestión de la escorrentía a escala regional.
- **Determinar el volumen de captación y aprovechamiento:** de acuerdo a los volúmenes de aprovechamiento, se determinará el uso que tendrá el agua.

Otro aspecto muy importante a tener en cuenta en el proceso de diseño es el que se refiere a los procesos de tratamiento y eliminación de contaminantes. Entre los mecanismos de eliminación de contaminantes, cabe citar los siguientes:

- **Sedimentación:** es uno de los mecanismos fundamentales; gran parte de los contaminantes están ligados a fracciones de sedimento, por lo que la eliminación de éstas redundará en una reducción de los contaminantes asociados.
- **Filtración y bio-filtración:** los contaminantes transportados en asociación con los sedimentos deben ser filtrados antes de la infiltración de las aguas; esto puede efectuarse mediante elementos vegetales, geotextiles o filtros naturales.
- **Absorción:** es un proceso complejo por el cual los contaminantes son retenidos al entrar en contacto con ciertas partículas del suelo.
- **Biodegradación:** además de los procesos químicos, se pueden establecer igualmente procesos biológicos de degradación.
- **Volatilización:** la transformación de ciertos contaminantes en gases puede ocurrir en compuestos derivados del petróleo y en ciertos pesticidas.
- **Precipitación:** es el mecanismo más común para eliminar metales pesados, transformando constituyentes solubles en partículas insolubles, eliminadas por sedimentación.
- **Plantas:** el consumo de nutrientes por parte de las plantas es un mecanismo importante de eliminación de estos contaminantes (fósforo, nitrógeno).
- **Nitrificación:** proceso en el cual el amonio se transforma primero en nitrito y éste en nitrato, mediante la acción de las bacterias aerobias del suelo. Los nitratos pueden ser consumidos por las especies vegetales.

---

<sup>33 - 43</sup> Imágenes tomadas de: Momparlier, Doménech. *Los sistemas urbanos de drenaje sostenible: una alternativa a la gestión del agua de lluvia*. Universidad Politécnica de Valencia, 2000.

Hasta ahora se ha dado cuenta de los principios y principales estrategias de los llamados SUDS, apareciendo como estrategia para al aprovechamiento de agua pluvial en algunas ciudades del mundo. Con esta información nos encontramos con un amplio catálogo de posibilidades que bajo las premisas y análisis adecuados, podemos aplicar en la Ciudad de México y concretamente para el caso de estudio en Ciudad Nezahualcóyotl de acuerdo al análisis presente en los siguientes capítulos, con la certeza de que todas las estrategias antes mencionadas han sido implementadas y circuladas a lo largo del mundo con resultados eficientes.

### 2.3 Casos análogos sobre aprovechamiento de agua pluvial en algunas civilizaciones prehispánicas

Lejos de verse como una problemática y con base a los casos a continuación descritos, el agua se ha visto a lo largo de la historia de la humanidad como sinónimo de bienestar y riqueza visual al estar relacionada estrechamente con la vida en nuestro planeta.

Prácticamente todas las grandes civilizaciones que han existido a lo largo de la historia han hecho del recurso hídrico su principal aliado asegurándoles su supervivencia y bienestar. En primera instancia la presencia de agua aseguró la supervivencia de los asentamientos humanos dotándoles directamente de recursos como la pesca para sobrevivir o en otros casos, de los medios para que se lograra la agricultura, siendo el caso de la antigua Tenochtitlán que como se ha estudiado, fue una civilización asentada completamente sobre un lago; el lago de Texcoco (**Figura 20**).

Dicha característica particular evidentemente hizo que los pobladores de la gran Tenochtitlán idearan la forma tanto de protegerse de las inundaciones, como de aprovechar el recurso hídrico para su propia supervivencia. Así durante esta época las chinampas, acequias, calzadas, diques, albarradones y acueductos fueron las obras hídricas más representativas, empleando para su construcción materiales que la misma naturaleza proveía tales como la madera, piedra, lodo, e incluso materia vegetal.

La historiadora Annabel Villalonga,<sup>44</sup> destaca como las principales obras hidráulicas del México prehispanico los canales o acequias (**Figura 29 - 30**), los cuales funcionaban como sistemas de irrigación que recogían el agua de ríos y manantiales para transportarla hacia complejas redes de distribución, así como para captar y canalizar el agua de lluvia y redirigirla hacia los campos de cultivo. Otro elemento que sobresalió fueron las calzadas, que funcionaron a manera de diques de contención para evitar las inundaciones y para separar las aguas dulces de las saladas.

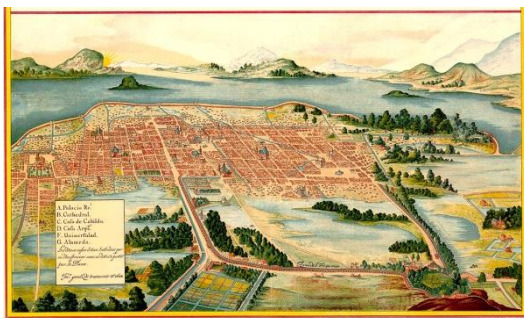


Figura 29. La gran Tenochtitlan durante la época prehispanica.<sup>45</sup>



Figura 30. Ejemplo de acequia.<sup>46</sup>

<sup>44</sup> Citado en: *Impluvium, Sistemas de captación de agua de lluvia*, UNAM, Número 1 Abril 2014.

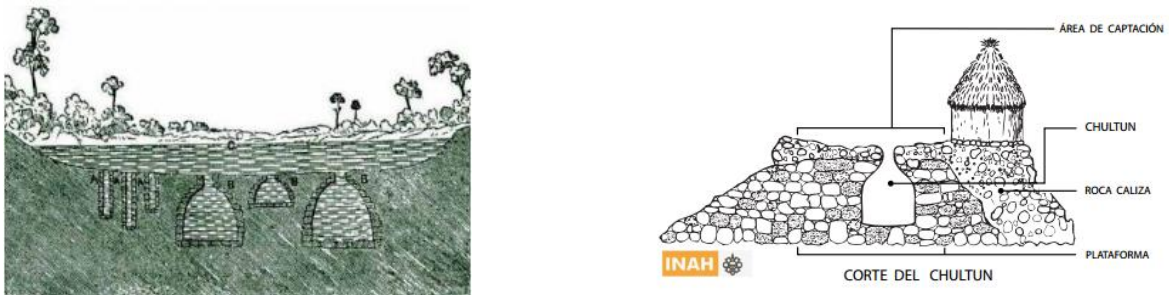
<sup>45</sup> Imagen obtenida de: <http://www.mexicomaxico.org/Tenoch/Tenoch5.htm> (2016).

<sup>46</sup> Imagen tomada de: <http://revistaaidenar.univalle.edu.co/revista/ejemplares/7/j.htm> (2015).



La recolección y el almacenamiento de agua pluvial fueron prácticas comunes en Mesoamérica desde tiempos muy antiguos, fuera en recipientes, en depósitos subterráneos, o a cielo abierto. El agua se captaba mediante canales y zanjas, aprovechando el agua rodada (en patios y casas, o en el campo, en jagüeyes, mediante bordos, entre otros), o bien, conduciéndola desde los techos de las viviendas y edificios por medio de canoas o canjilones de madera o pencas o canalitos, a los depósitos. En las viviendas el agua se almacenó en recipientes de barro, enterrados o no, así como en pilas o piletas de barro, cal y canto, piedra, excavados en el suelo, recubiertos o no con piedra o argamasa y estuco.

Otros depósitos subterráneos son los chultunes (**Figura 31**) o cisternas mayas, que se cuentan por miles en la península de Yucatán fueron vitales para los asentamientos prehispánicos y que persisten hasta el presente (Zapata 1982).<sup>47</sup>



**Figura 31. Izquierda; Vestigios de tres antiguos Chultunes y tres pozos ocultos en una aguada, Yucatán, 1844. Derecha; Corte esquemático del sistema de captación de agua de un Chultun.**<sup>48</sup>

En lo que respecta a los depósitos pluviales a cielo abierto, destacan los jagüeyes (**Figura 23**), que fueron muy comunes en el centro y el sur de México, en especial en las zonas áridas y semiáridas donde el nivel freático estaba muy bajo o el suelo era rocoso y resultaba muy difícil alcanzarlo mediante la excavación de pozos someros. A los jagüeyes, hechos artificialmente o acondicionados aprovechando hondonadas naturales, situados en terrenos cercanos a cerros y lomeríos, se canalizaba el agua de las pequeñas corrientes pluviales o de los escurrimientos de los cerros y techos aledaños.

Así como hubo asentamientos que únicamente tuvieron acceso al agua de lluvia para abastecerse, otras surgieron de fuentes permanentes. De acuerdo con Doolittle (1990), la construcción de acueductos en el México antiguo pasó por las siguientes tres etapas: 1) acueductos de tierra, bajos y cortos (como el de Loma La Coyotera, Oaxaca); 2) acueductos hechos de varas y troncos entretreídos con piedras, tierra y céspedes, que servían para rellenar y atravesar algunos barrancos y, 3) acueductos sobre taludes hechos de cal y canto estucados.

Los tres acueductos prehispánicos mejor conocidos por las fuentes históricas y parcialmente por la arqueología son del Posclásico, de la cuenca de México, y corresponden al tercer tipo: Chapultepec, Acuecuxco (Coyoacán) y Tetzcotzincó (Acolhuacán). Los dos primeros abastecieron a la gran urbe insular de Tenochtitlan, mientras que el tercero, conocido popularmente como los “baños de Nezahualcóyotl” (**Figura 32-33**), combinó varias funciones (irrigación, recreación y agua para usos domésticos), y es el único cuyos restos se conservan en buen estado hasta la fecha.

<sup>47</sup> Citado en: CONAGUA, *Semblanza Histórica del Agua en México*, México, 2009.

<sup>48</sup> Imagen tomada de: CONAGUA, *Semblanza Histórica del Agua en México*, México, 2009.



Figura 32. Ejemplo de jagüey.<sup>49</sup>



Figura 33. Baños de Nezahualcóyotl.<sup>50</sup>

En cuanto al tema del desalojo de agua pluvial, la mayoría de las antiguas ciudades mesoamericanas contó con desagües subterráneos que corrían por sus edificios y patios y que, en ocasiones, se conectaban con redes de acequias externas en las orillas y más allá, para irrigar parcelas agrícolas. Entre los casos más antiguos están La Venta (Tabasco) y San Lorenzo Tenochtitlan (Veracruz) (Figura 34), dos sitios olmecas, pero que no fueron los únicos dado que urbes posteriores como Palenque, Teotihuacán, Tula, Tajín o Zempoala contaron con desagües. Tratamiento aparte merece un edificio monumental del Tajín, conocido como la “gran Xicalcolihqui”, cuya función para controlar inundaciones en su interior parece plausible.<sup>51</sup>



Figura 34. Ductos de piedra con tapa procedentes de San Lorenzo Tenochtitlan, 2008.<sup>52</sup>

En San Lorenzo Tenochtitlan, que floreció entre 1500 y 500 a.C., se emplearon alcantarillas, tuberías de barro hechas de piezas ensambladas, así como acueductos subterráneos de piedra basáltica labrada, cuyos tramos se unieron con chapopote o estuco. Estas instalaciones hidráulicas se combinaron con pozos, cisternas, estanques y otros depósitos de agua, superficiales y subterráneos (Coe 1968). En La Venta, por su lado, hubo canales y alcantarillas de piedra (Heizer 1968).<sup>52</sup>

<sup>49</sup> Imagen tomada de: <http://indice7.com/2013/page/516/> (2015).

<sup>50</sup> Imagen tomada de: <http://www.mexicodesconocido.com.mx/los-banos-de-nezahualcoyotl-estado-de-mexico.html> (2015).

<sup>51</sup> Citado en: CONAGUA, *Semblanza Histórica del Agua en México*, México, 2009.

<sup>52</sup> Imagen tomada de: CONAGUA, *Semblanza Histórica del Agua en México*, México, 2009.

Hasta ahora queda claro que las culturas prehispánicas tuvieron desde sus orígenes una concepción muy atinada en cuanto a su relación con el entorno y era de esperarse que el tema del agua fuera fundamental a tratar para su desarrollo diario.

Las obras tratadas en el presente capítulo solo son algunos ejemplos de la visión que se tenía en la época prehispánica, pues así como sucedió en nuestro país, en el resto de las civilizaciones prehispánicas, podremos encontrar vastos ejemplos de obras hidráulicas orientadas al manejo y aprovechamiento del agua pluvial, obras que en nuestros días serían consideradas dentro de los principios de la sustentabilidad.

De lo anterior se reitera el hecho de que la captación de agua pluvial ha sido una actividad presente desde los inicios de la humanidad, viéndose mermada hasta no hace mucho tiempo con la entrada de obras de infraestructura hidráulica, que por medio de kilómetros de tuberías abastecen de agua potable a gran parte de la población mundial de manera directa, situación que aún a la fecha ocasiona que se vea al vital líquido como una fuente inagotable y de fácil acceso cuando no lo es.

## 2.4 Casos análogos sobre aprovechamiento de agua en la actualidad

Actualmente el tema del tratamiento de agua de lluvia en los espacios urbanos no es ninguna novedad y menos aún para aquéllos países pioneros en temas de sustentabilidad. Es así como a lo largo del mundo vamos a encontrar diversos proyectos en donde se han aplicado los principios de infraestructura verde para captación y tratamiento de agua pluvial abordado en el presente capítulo, sirviendo para el presente como casos análogos.

- **Humedal artificial del lago de San Juan de Aragón**

Se trata de un humedal artificial que busca el mejoramiento del lago de San Juan de Aragón ubicado en la zona oriente del Distrito Federal, el cual se encuentra eutrofizado debido a que la planta de tratamiento descarga parcialmente agua tratada dentro del lago y ésta contiene concentraciones de nitrógeno y fósforo que propician el crecimiento de microalgas.

El proyecto fue liderado por el Dr. Víctor Manuel Luna Pabello (Facultad de Química de la UNAM) en colaboración de otras facultades de la misma institución. Se trata de una de las plantas de tratamiento más grandes en América Latina con una superficie de 8,130 m<sup>2</sup>, siendo además única en México (**Figura 35**). De acuerdo a las fuentes, permitirá producir más de dos mil 500 metros cúbicos de agua de alta calidad al día propia para contacto humano y para la subsistencia de fauna, principalmente aves.<sup>53</sup>



Figura 35. Imagen panorámica del humedal artificial en el lago de San Juan de Aragón.<sup>54</sup>

<sup>53</sup> Boletín UNAM-DGCS-768, CU 2012, citado en: [http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2012\\_768.html](http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2012_768.html) (2015).

<sup>54</sup> Imágenes tomadas de: <http://www.scielo.org.mx/img/revistas/tip/v17n1/a3f13.jpg> (2015).



El objetivo principal de este humedal artificial es mejorar las características hídricas del agua de manera natural, mediante un sistema de fitodepuración que consiste en el filtrado y tratamiento biológico a través de vegetación acuática con cualidades para dicho fin (Figura 36).



Figura 36. Cultivos de vegetación para el sistema de humedal. <sup>55</sup>

Los elementos que integran el proyecto son los siguientes: un sistema de conducción, un tanque sedimentador, un humedal terrestre y uno acuático (Figura 37).



Figura 37. Componentes del sistema de humedal. <sup>56</sup>

El humedal no solo trae consigo beneficios hídricos, sino que además incrementa los servicios ambientales del bosque, como la regulación del microclima, incremento de la biodiversidad, captura de contaminantes y mejoramiento en la calidad espacial, además de promover la oferta educativa y cultural del parque. Desde su desarrollo, se tiene registro que el proyecto ha hecho posible el retorno de unas 16 especies de aves migratorias al lago (Figura 38).



Figura 38. Contribución del humedal artificial al medio natural. <sup>57</sup>

<sup>55</sup> Imágenes tomadas de: <http://www.scielo.org.mx/img/revistas/tip/v17n1/a3f13.jpg> (2015).

<sup>56</sup> Imagen tomada de: <http://www.scielo.org.mx/img/revistas/tip/v17n1/a3f14.jpg> (2015).

<sup>57</sup> Imagen tomada de: [http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2012\\_768.html](http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2012_768.html) (2015).

- **Tianjin Qiaoyuan Wetland Park, China**

Se trata de un parque de veintidós hectáreas ubicado en el Barrio de Hedong en Tianjin, China. La firma de paisajismo *Turenscape* encargada del proyecto, a través del diseño regenerativo y la transformación de la topografía, incorpora el proceso natural de adaptación vegetal y la evolución de las comunidades vegetales para transformar una antigua zona de tiro utilizada como vertedero en un parque urbano de bajo mantenimiento (Figura 39).



Figura 39. Imagen de deterioro del sitio y proyecto de recuperación. <sup>58</sup>

El parque ofrece múltiples beneficios naturales para la ciudad incluyendo la contención y purificación del agua de lluvia; mejorando el suelo salino y alcalino, ofreciendo medios para la educación ambiental y creando una valiosa experiencia estética.

*Turenscape*, inspirado por las comunidades vegetales adaptativas que llenan de “parches” el paisaje de la región, llamó al parque “Las Paletas de Adaptación”, diseñado para dejar a la naturaleza hacer su trabajo con una gestión mínima. Se excavaron veintiún estanques con diámetros que varían de los diez a los cuarenta metros y profundidades de uno a cinco metros. Algunas de estas cavidades se encuentran bajo el nivel del suelo y otras se encuentran elevadas dentro de montículos (Figura 40).

<sup>58</sup> Imagen tomada de: <http://www.turenscape.com/english/projects/project.php?id=339> (2015).



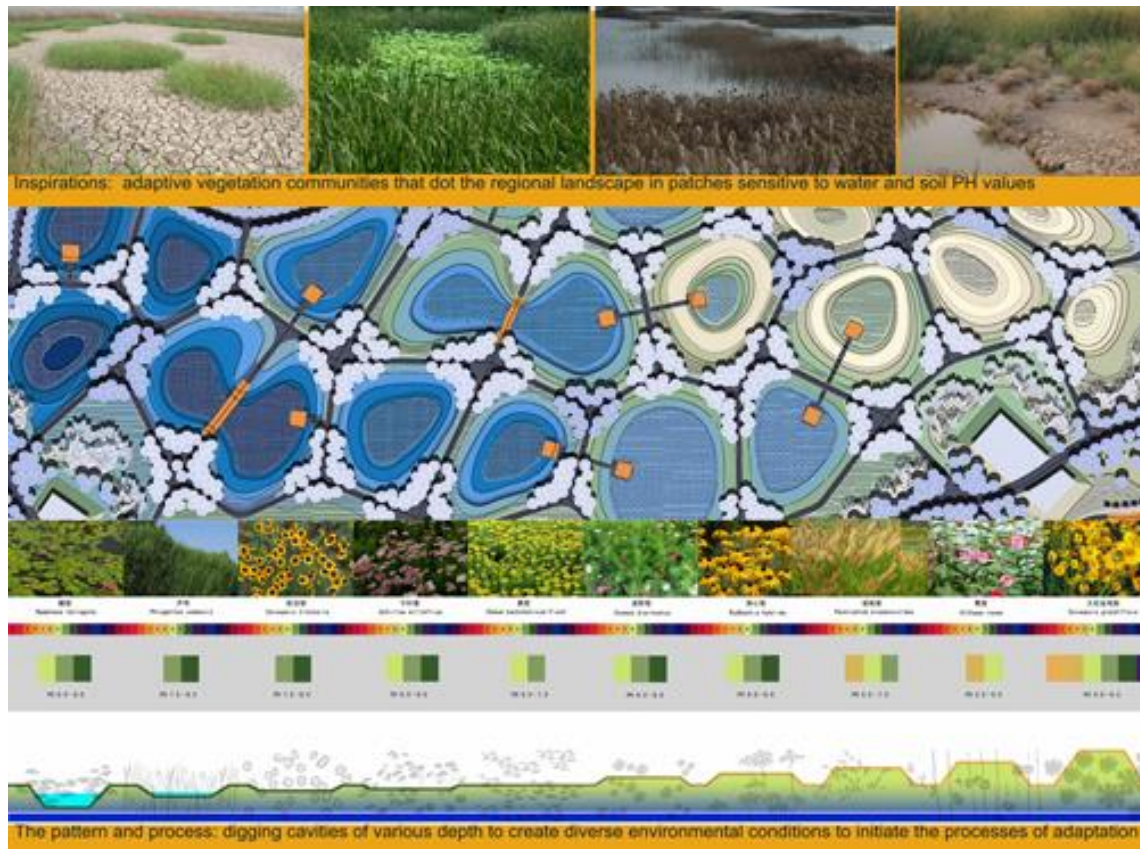


Figura 40. Esquema de estanques que constituyen el proyecto.<sup>59</sup>

A través de la evolución estacional crecen parches de diferentes especies de vegetación adaptada al agua local y alcalina en relación a las condiciones de cada cavidad. A pesar de que resulta complicado que crezcan árboles en los suelos salinos y alcalinos, los suelos tapizantes y la vegetación de humedal tienen una rica diversidad y varían en respuesta a cambios sutiles del nivel del agua y de su pH. Inicialmente se sembraron una mezcla de semillas de diferentes especies en los diferentes hábitats para comenzar con la vegetación; se dejó crecer de manera espontánea otras especies autóctonas en donde fuera adecuado.

En la estación de lluvias y debido a la poca profundidad del agua subterránea, algunas cavidades se convierten en estanques y otras en humedales. Gracias a la limpieza de la lluvia, el suelo salino y alcalino de las cavidades secas se mejora, mientras que se depositan nutrientes en los estanques más profundos que capturan la escorrentía del agua.

En algunas de las cavidades se construyen plataformas de madera que permiten a los visitantes sentarse en medio de los parches de vegetación. Una red de caminos de asfalto rojo serpentea a través de las paletas. A lo largo de los caminos se instalan paneles de interpretación ambiental que ofrecen descripciones de los sistemas y procesos naturales, así como de las especies autóctonas (Figuras 41 a 43).

<sup>59</sup> Imagen tomada de: <http://www.turenscape.com/english/projects/project.php?id=339> (2015).





Figura 41. Plataforma de madera como mirador.<sup>60</sup>



Figura 42. Red de caminos a través de las paletas.<sup>61</sup>



Figura 43. Paneles de interpretación medioambiental.<sup>62</sup>

El parque logró sus objetivos en pocos años. El agua de lluvia es retenida en las cavidades de agua, lo que permite la evolución de diversas comunidades sensibles a esta. Los cambios estacionales en las especies de plantas se producen y se integran con la belleza del paisaje nativo, que atrae a miles de visitantes cada día.

Este proyecto ayuda a definir la nueva estética del paisaje actual, definido por un proceso en evolución continua, en el que formas desordenadas, la biodiversidad no planificada y el "desorden" de la naturaleza siguen su curso, dejando que las plantas vivan exponiendo su verdadera belleza a enriquecer el paisaje. "Las Paletas de Adaptación" impulsado por la ecología se ha convertido en un sitio valioso y extraordinario para la comunidad de Tianjin.

<sup>60-62</sup> Imágenes tomadas de: <http://www.turenscape.com/english/projects/project.php?id=339> (2015).

- **Tanner Springs Park, E.U.A.**

Situado en el corazón del distrito Pearl en Portland, Oregon, EUA, el parque *Tanner Springs* aparece contrastando en medio de un paisaje urbano ofreciendo un espacio propicio para el desestrés. El parque hace referencia al pasado al pretender modelar la ecología del medio local previo a la década de 1850, cuando el actual distrito Pearl correspondió a un humedal con afluente natural hacia el río Willamette; pero esta situación cambió alrededor de 1890 cuando los humedales fueron drenados y la ecología natural se borró para dar paso a la subida de la industria y el desarrollo ferroviario.

Es así como surge la idea de un parque hundido con humedales artificiales, diseñado por el despacho alemán de arquitectura de paisaje Atelier Dreiseitl en el año 2010 (Figura 44).



Figura 44. Vista aérea del Tanner Springs Park.<sup>63</sup>

<sup>63</sup> Imagen tomada de: <http://landarchs.com/tanner-springs-park-an-oasis-in-the-middle-of-the-city/> (2015).



El programa arquitectónico del parque involucra una mezcla de espacios que aparecen en capas de acuerdo a su función:

Siendo la parte más significativa e innovadora del parque por su valor ambiental, la función ecológica recae en un sistema de humedales que actúan como receptores del agua de lluvia, contando con un estanque principal y una serie de pequeños humedales con plantaciones de pastos, encargados de recoger y purificar el agua de lluvia proveniente de las vialidades paralelas por medio de escalinatas que descienden metro y medio desde el nivel de la banqueta. De esta manera el parque contribuye con el ciclo hidrológico natural mediante la captación y retención del vital líquido, permitiendo además su depuración mediante sistemas vegetales para la posterior infiltración y recarga de los mantos acuíferos (**Figura 45**).



Figura 45. Captación de agua pluvial dentro del parque. <sup>64</sup>

Cumpliendo con la conectividad, otro elemento característico del parque lo conforman una serie de senderos con diferente tipología de acuerdo a su función; el primer tipo atraviesa de extremo a extremo el área del parque conectando con los pasos perimetrales, a su vez que conecta con el segundo tipo encargado de recorrer el parque en su totalidad mediante distintas veredas que conducen hacia la variedad de espacios que se ofrecen dentro del mismo (**Figura 46**).

<sup>64</sup> Imagen tomada de: <http://landarch.com/tanner-springs-park-an-oasis-in-the-middle-of-the-city/> (2015).



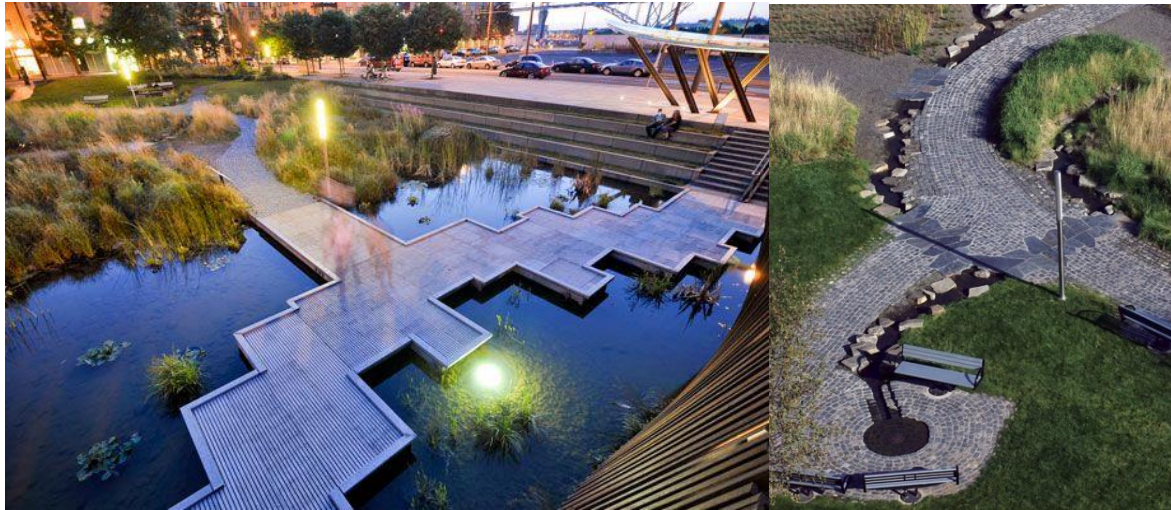


Figura 46. Sistema de sendas dentro del parque. <sup>65</sup>

Finalmente cumpliendo con la función de recreo y esparcimiento, el parque ofrece una serie de espacios aptos para esto mediante una serie de escalinatas que actúan como áreas de estar y contemplación, además de contar con áreas libres de césped para el recreo y descanso de los visitantes; todo esto rodeado de un ambiente agradable por la imagen de los humedales y el microclima generado por la presencia constante de agua (Figura 47). Cabe mencionar que durante el proceso de diseño se involucró a la comunidad mediante encuestas generadas con el fin de conocer realmente lo que la gente esperaba de un parque, quienes esperaban un lugar tranquilo, natural y de contemplación en contraste con el resto de la ciudad, siendo justo lo que ofrece el parque logrando de esta manera la exitosa apropiación del espacio por parte de los lugareños e incluso visitantes.



Figura 47. Áreas de estar y esparcimiento. <sup>66</sup>

<sup>65-66</sup> Imagen tomada de: <http://landarchs.com/tanner-springs-park-an-oasis-in-the-middle-of-the-city/> (2015).

Como aspecto que le confiere aún más valor al parque, se introdujo el uso de materiales reciclados que además evocan a la historia del sitio; el muro ondulado a manera de barrera visual que aparece en uno de los extremos, está constituido por los rieles del ferrocarril que existió en la zona durante el siglo XIX, las cuales se trabajaron en diferentes longitudes y apoyándose en ángulos ligeramente diferentes para crear un efecto de onda. Así mismo se instalaron paneles de vidrio pintados por un artista local en diversos niveles entre los rieles del ferrocarril; de esta manera la instalación se acopla con éxito tanto para los que pasan a pie de calle, como para los visitantes dentro del parque al proporcionar un telón de fondo, que además separa la actividad de la calle con la calma que se experimenta dentro del oasis (Figura 48).



Figura 48. Muro escultórico proveniente de material reciclado.<sup>67</sup>

Después de analizar estos proyectos, se hace evidente que el tema del agua pluvial cada vez va tomando más relevancia dentro de los temas que competen a la ciudad y su planeación, con lo que lejos de verse como una problemática trata de evocarse la historia natural de cada sitio en los que el tema del agua un día cumplió con un papel primordial; así en China se promueve “la biodiversidad no planificada y el desorden” incorporando grandes áreas de humedales en las que el crecimiento de la vegetación nativa toma jerarquía en el paisaje que se ofrece, y en Estados Unidos la incorporación de extensas áreas inundables contrasta con una ajetreada ciudad apareciendo a manera de un pequeño Oasis. Por su parte, el proyecto de humedales artificiales en la Ciudad de México, promueve la recuperación de este tipo de espacios con calidad, incrementando los beneficios ambientales del sitio y con esto la recuperación de hábitats para fauna que comenzaba a perderse.

Con todo esto se deja ver en claro la tendencia que se ha ido adquiriendo dentro de otros países conscientes del desequilibrio ambiental que involucra la presencia de una ciudad y más aún en un tema de gran importancia como lo es el agua. Aunque en México aún falta concientizar sobre todo a nivel gubernamental, es claro que deben tomarse medidas cuanto antes para poder recuperar o cuando menos frenar poco a poco esa constante alteración ante el delgado equilibrio con el medio natural.

<sup>67</sup> Imagen tomada de: <http://landarchs.com/tanner-springs-park-an-oasis-in-the-middle-of-the-city/> (2015).



## CAPITULO 3. PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA VERDE PARA EL MANEJO DE AGUA PLUVIAL EN LA AVENIDA BORDO DE XOCHIACA, CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL, MÉXICO

### 3.1 ANÁLISIS AMBIENTAL

Como parte de la metodología empleada para la elaboración de proyectos de arquitectura de paisaje, en el presente capítulo se presenta de manera particular cada una de las temáticas que forman parte de la caracterización ambiental del sitio, esto para comprender de manera clara la situación en que se encuentra el área de estudio así como las condicionantes que limitaran la toma de decisiones en la presentación de propuestas y estrategias. Para el presente apartado se considera para el análisis la superficie total que comprende el municipio políticamente.

#### 3.1.1 Ubicación

El municipio de Nezhualcóyotl se encuentra ubicado geográficamente entre los paralelos 19° 22' y 19° 30' de latitud norte; los meridianos 98° 58' y 99° 04' de longitud oeste a una altura en promedio de 2220 msnm; Por su cercanía con el Distrito Federal, forma parte del área conurbada de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México situándose al oriente de la misma; Colinda al norte con la delegación Gustavo A. Madero y los municipios de Ecatepec de Morelos y Texcoco; al Este con los municipios de Texcoco, Chimalhuacán y Los Reyes La Paz; al sur con el municipio de Los Reyes La Paz y las delegaciones Iztapalapa e Iztacalco; al oeste con las delegaciones Venustiano Carranza y Gustavo A. Madero (**Ver plano IVAAP-AA-1 al final de este apartado**).

#### 3.1.2 Clima

En el municipio de Nezhualcóyotl predominan dos climas: semiseco templado con lluvias en verano y verano cálido (BS1kw)<sup>68</sup> presente en el 99.65% de la superficie municipal y templado subhúmedo, con lluvias en verano de menor humedad (C (wo))<sup>69</sup> que corresponde al 0.35% de la superficie municipal. (**Ver plano IVAP-AA-4 al final de este apartado**).

La temperatura máxima oscila entre 30 a 32 °C entre abril y junio. Al comenzar la estación de lluvias, la insolación disminuye, los días son más frescos y se mantienen temperaturas máximas entre 26 y 29°C de julio a octubre; mientras que en la estación fría, la temperatura máxima varía de 26 a 28°C. Las temperaturas mínimas extremas tienen un promedio de 18°C. No obstante que se registran temperatura bajas, éstas son esporádicas y corresponden a eventos externos.

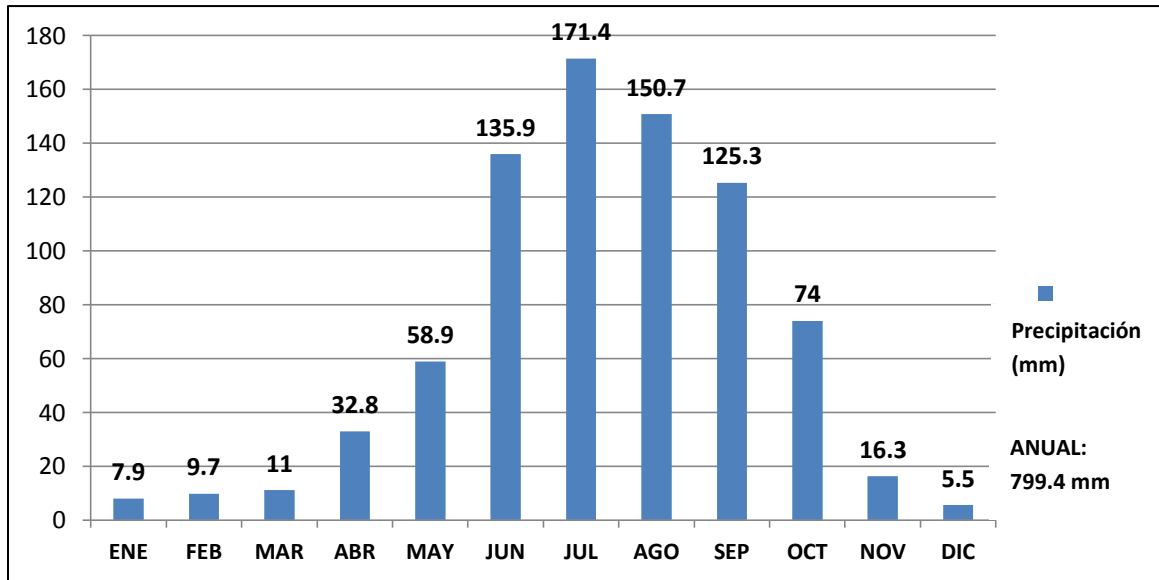
De acuerdo a datos de CONABIO, los rangos de precipitación en el municipio de Nezhualcóyotl varían entre los 500 y 800 mm de lluvia promedio anual (**Ver plano IVAP-AA-5 al final de este apartado**).

De manera más particular, el Sistema Meteorológico Nacional que cuenta con una estación dentro del municipio con clave **00015061 (NEZAHUALCÓYOTL)**, arroja que la precipitación promedio anual para el municipio durante el periodo comprendido entre 1951-2010, es de 799.4 mm, concentrándose en los meses de Junio a Octubre más de la mitad del volumen precipitado (**Figura 49**).

<sup>68</sup> Gobierno del Estado de México, Plan de Desarrollo Urbano para el Municipio de Nezhualcóyotl, 2013-2015.

<sup>69</sup> Gobierno del Estado de México, Plan de Desarrollo Urbano para el Municipio de Nezhualcóyotl, 2013-2015.





MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
<b>NORMAL</b>	7.9	9.7	11	32.8	58.9	135.9	171.4	150.7	125.3	74	16.3	5.5
<b>MÁXIMA MENSUAL</b>	37.3	86.1	58.5	113.4	22.1	468.8	451.2	548.5	256.4	298	149.7	39.6
<b>AÑO DE MÁXIMA</b>	1980	2010	2006	2002	2001	1991	1991	2010	2006	2001	2006	1976

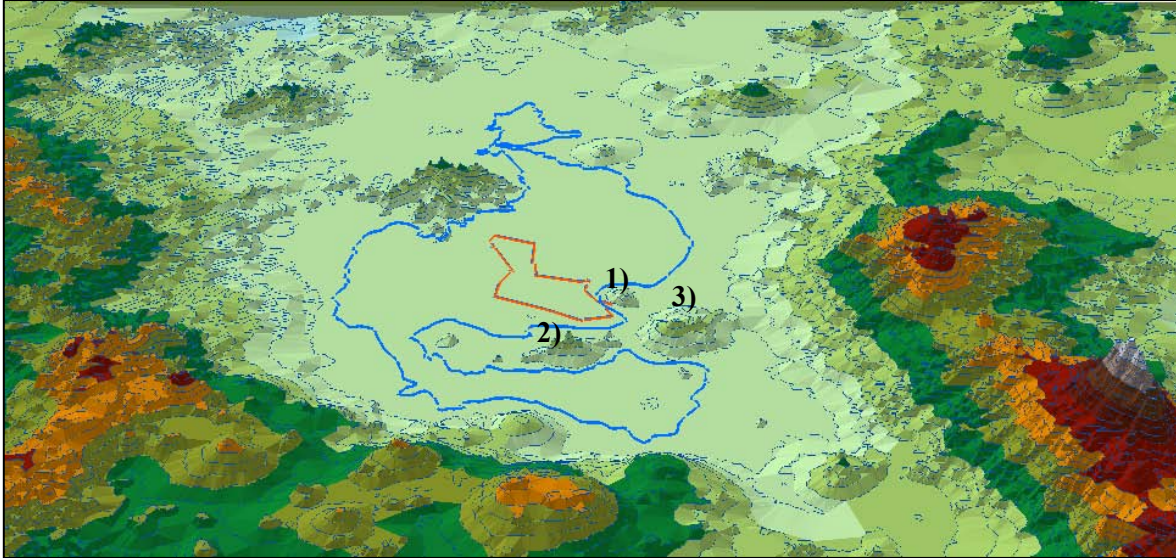
- Estación: 00015061 NEZAHUALCÓYOTL

Figura 49. Normales de precipitación mensual correspondientes al período 1951 – 2010. Fuente: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL 2015.

De la anterior gráfica podemos observar que la temporada alta de lluvias y la baja se distribuyen de manera equitativa a lo largo del año, pues esta última se presenta entre los meses de noviembre a mayo. Sin embargo, cifras referentes a las máximas mensuales nos indican que llegan a presentarse eventos extraordinarios en que los meses de menor precipitación llegan a incrementar su valor promedio hasta en 8 veces, situación que sumada a las condiciones geomorfológicas naturales especificadas a continuación, ocasiona que el tema del agua pluvial se haga constantemente presente dentro del municipio.

### 3.1.3 Geomorfología

El Municipio de Nezahualcóyotl está conformado en su mayor parte por terrenos del antiguo lago de Texcoco correspondiente a una planicie lacustre. Algunos de los elementos orográficos más importantes están fuera del municipio, sin embargo, a partir de estos se configura el patrón de escurrimientos que finalmente llegan a las partes más bajas de la CM, en las que se asienta el municipio. Al suroriente, aproximadamente a 2 kilómetros del límite municipal se encuentra el “Cerro de Chimalihuache Las Palomas” (1), en el municipio de Chimalhuacán; a escasos 5 kilómetros, en el municipio de La Paz se localiza el cerro “El Pino” (2) y en el municipio de Chicoloapan el cerro “Xolcuango” (3) a una distancia aproximada de 7 kilómetros (Figura 50).



**Figura 50. Modelado de las condiciones geomorfológicas del municipio de Nezahualcóyotl y sus alrededores; 1) Cerro de Chimalihuache Las Palomas; 2) Cerro El Pino; 3) Cerro de Xolcuango. Fuente: Elaboración propia con base a información de INEGI 2015.**

En la anterior figura, se puede apreciar en color rojo el perímetro del municipio de Nezahualcóyotl que como es evidente, se encuentra sobre una total planicie quedando completamente dentro del perímetro que ocupaba el antiguo sistema de lagos marcado en color azul; a su vez este rodeado por el conjunto de cadenas montañosas.

### **3.1.4 Hidrología**

El municipio de Nezahualcóyotl forma parte de la Región Hidrológica RH26, Región Pánuco y se ubica en la cuenca Río Moctezuma (clave D) y dentro de esta en la subcuenca Lago de Texcoco y Zumpango (clave p) (Ver plano IVAP-AA-2 al final de este apartado).

Asentado en terrenos pertenecientes al Ex vaso del Lago de Texcoco, el sistema hidrológico de la región se conforma por el Río Churubusco, el Canal de la Compañía y el Río de los Remedios, los cuales se encuentran en los límites con el Distrito Federal, Chimalhuacán y Ecatepec respectivamente. Con el paso del tiempo, los tres ríos se transformaron en canales de desagüe, pasando a ser los receptores de las aguas residuales de la zona urbana del Distrito Federal, así como de algunos municipios colindantes pertenecientes al Estado de México, entre ellos el de Nezahualcóyotl. Del Río Churubusco a su vez se desprende el Canal Xochiaca, el cual forma parte de los límites hidrológicos del municipio limitando al norte con el municipio de Texcoco (Ver plano IVAAP-AA-3 al final de este apartado).

Así mismo el municipio cuenta con tres embalses de importancia: “Cola de Pato”, “La Regalada” y “Tesorito”, cuya función es la de regular los volúmenes de agua descargados por el drenaje profundo y por la red conectada al Gran Canal de Desagüe. Dichos embalses mantienen un nivel adecuado gracias al sistema de vasos reguladores y canales que se localizan en el área federal de rescate ecológico. De esta manera queda establecido el flujo de agua dentro del municipio limitándose a las corrientes de los ríos antes mencionados, cumpliendo con la función de desaguar el agua pluvial que año con año intenta ocupar su lugar dentro del lecho del lago de Texcoco.

### 3.1.5 Geología / Edafología

El municipio de Nezahualcóyotl se encuentra asentado por entero sobre suelo de origen lacustre, cuyo nivel freático se encuentra en promedio a una profundidad de 1.5 metros, presentándose en forma de acuitardo de arcillas expansivas\*. Las características geológicas del municipio se refieren a los distintos materiales de origen aluvial arrastrados en las diferentes épocas geológicas. La roca madre (basalto), se encuentra a una profundidad de hasta 800 metros (Figura 51).

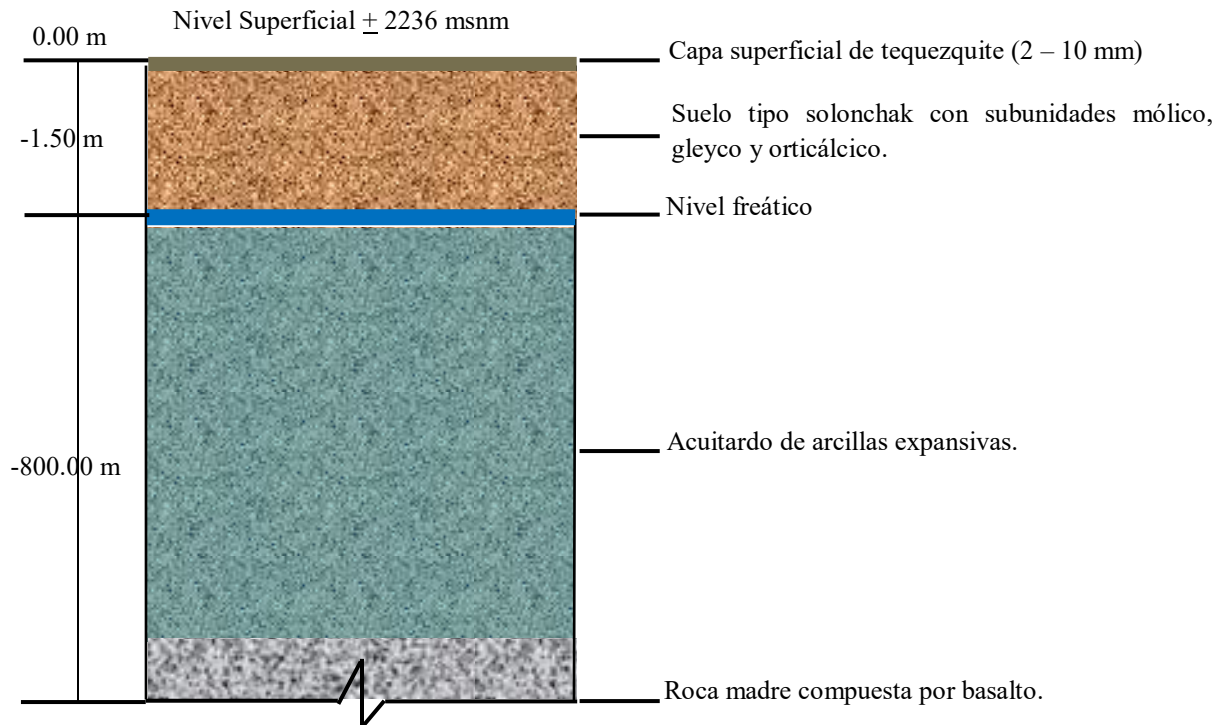


Figura 51. Esquema estratigráfico para el suelo de Ciudad Nezahualcóyotl Fuente: Elaboración propia con base a información de INEGI 2015.

Los horizontes superficiales se componen de diferentes materiales que van desde la ceniza arrojada por los conos cineríticos\* contiguos, localizados en los municipios de Chimalhuacán y La Paz, hasta materiales heterogéneos producto de los procesos de erosión laminar de edificios volcánicos y montañas pertenecientes a la Sierra Nevada y a la Sierra del Chichinautzin. Dichos materiales se depositaron progresivamente con la formación de la cuenca endorreica del Anáhuac, durante el terciario e inicios del cuaternario (hace 2 millones de años aproximadamente). El municipio se encuentra afectado por una serie de grietas que se han formado y expandido como consecuencia de la desecación del lago en años recientes. Las formaciones geológicas corresponden a la era cenozoica (C), al periodo Cuaternario (Q), y la unidad litológica correspondiente es la lacustre (la), que ocupa el 100% de la superficie del municipio.

\*Acuitardo de arcillas expansivas: capa o estrato confinante que retarda pero no impide completamente el flujo del agua hacia o desde un acuífero vecino. Puede servir como una unidad de almacenamiento del agua subterránea y por su contenido de arcillas puede presentar cambios considerables de volumen de acuerdo a la cantidad de humedad.

\*Conos cineríticos: Pequeños edificios volcánicos formados por la acumulación de fragmentos de lava arrojados.



El municipio de Nezahualcóyotl presenta una estructura edafológica compuesta por suelos aluviales sódico-salinos sin evolución edafo-genética suficiente. Presentan fuertes efectos de intemperismo y erosión eólica. En una gran parte de la superficie de estos suelos, se forman promontorios formados por capas blancas de tequezquite (arcilla-limo-trona  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) con espesores que varían de 2 a 10 mm.

Existen dos clases de suelos identificadas: Solonchak y Feozem. Predomina el suelo tipo Solonchak que se caracteriza por presentar un alto contenido de sales en todo o alguna parte del suelo, siendo característico de zonas en donde se acumula el salitre propias como lagunas costeras y lechos de lagos. La vegetación típica para este tipo de suelos es el pastizal u otras plantas halófilas (**Ver plano IVAP-AA-6 al final de este apartado**). Por su parte el suelo tipo Feozem se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, aunque se encuentra presente en una mínima porción al sureste del municipio, contiguo al municipio de Chimalhuacán. Las subunidades del suelo existentes en Nezahualcóyotl que se derivan del Solonchak son:

Mólico (Zm): comprende una superficie de 49.83 km<sup>2</sup>, es decir, 79.2% del total de la unidad. Se localiza en la parte noreste y sur del municipio y tiene un alto contenido de sales depositadas en capas inferiores que retienen el agua.

Gleyco (Zg): representa una superficie de 12.95 km<sup>2</sup>, es decir 20.58% del total de la unidad y se ubica al noreste y sureste del municipio. Esta unidad presenta en el subsuelo una capa impermeable que retiene el agua.

Gleyco + Órticálcico (Zo): este tipo de Solonchak, está compuesto en su primera capa por Solonchak Gleyco y en una segunda capa, por Solonchak Orticálcico que se caracteriza por presentar un horizonte cálcico en el primer metro. Esta subunidad ocupa una superficie de 0.13 km<sup>2</sup>, lo que representa el 0.20% del total de la unidad. Se localiza al sureste del municipio.<sup>70</sup>

### 3.1.6 Altimetría

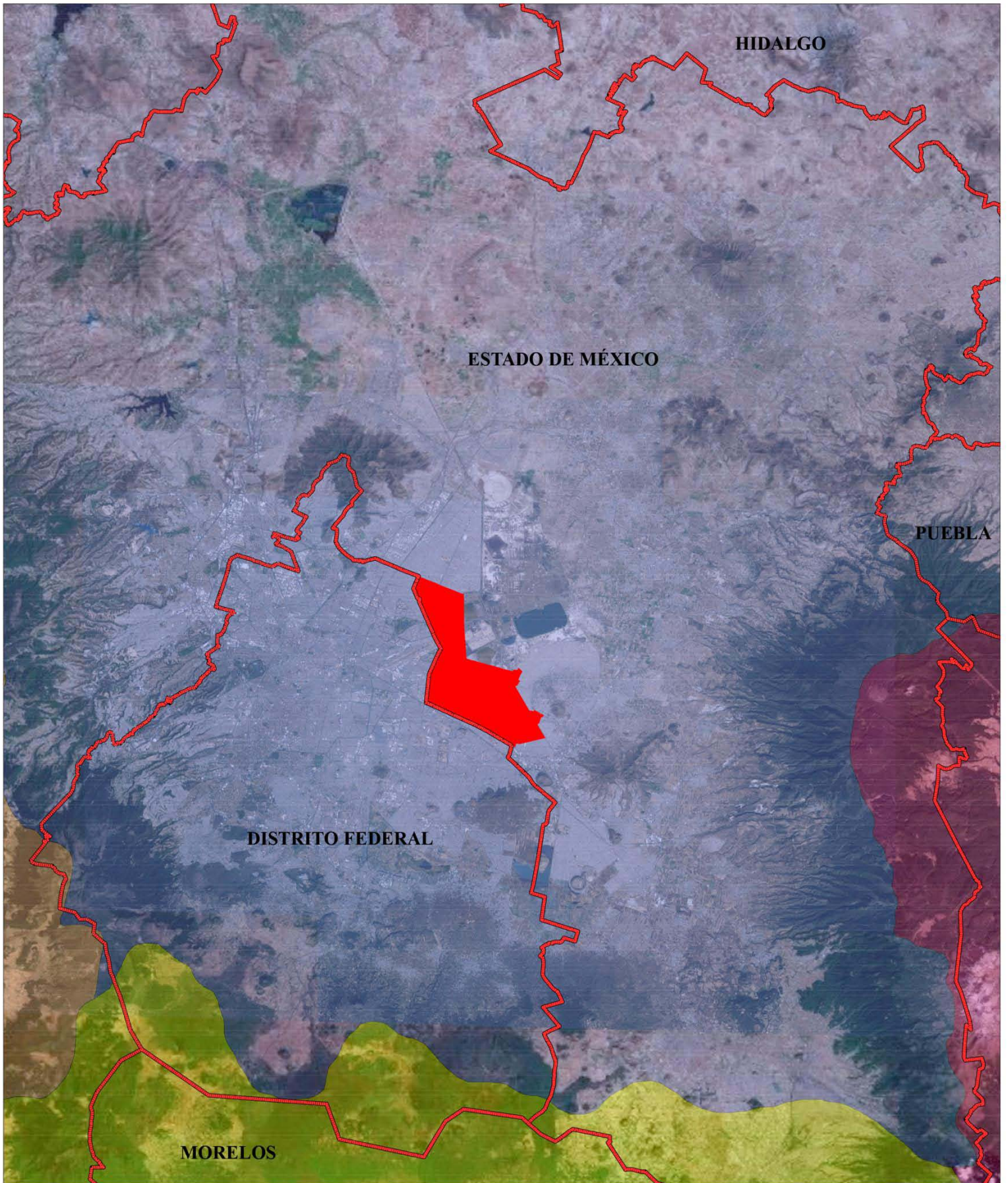
De acuerdo a la situación geomorfológica, el municipio de Nezahualcóyotl se ubica al igual que los municipios contiguos de la ZMCM en la cota más baja, correspondiendo al antiguo lago de Texcoco que como se trató en capítulos anteriores, se situó por debajo del resto de los lagos que formaron parte del sistema lacustre de la Cuenca de México. Dicho nivel estaba dado originalmente en la cota 2240 msnm, sin embargo debido a la situación del hundimiento general de la Ciudad de México por procesos antrópicos (Capítulo 1.3), actualmente la cota que corresponde en promedio al área ocupada por el municipio es la 2220 msnm<sup>71</sup> (**Ver plano IVAP-AA-7 al final de este apartado**). Así mismo se establece que dentro del municipio no existen pendientes naturales mayores al 3%, presentando condiciones de relieve homogéneas a lo largo de toda su extensión.

A pesar de esto, el municipio de Nezahualcóyotl no es totalmente plano debido en gran parte al proceso de hundimiento que ha sufrido la ciudad de México como se trató en los primeros capítulos. Aunque datos oficiales de INEGI enmarcan al municipio dentro de una sola cota, esto en la realidad no es así, por lo que haciendo uso de información satelital se elaboraron cortes esquemáticos que ayudarán para comprender de manera general la situación de relieve existente dentro del municipio (**Ver planos IVAP-AA-8 y 9 al final de este apartado**), aunque cabe señalar que existe cierto margen de error en virtud de ser información que maneja datos a grandes escalas, sin embargo se considera válido como material de apoyo al no existir un dato preciso que refleje la situación real.

<sup>70</sup> Aguilera, 1974 "Tratado de edafología", UTEA, México.

<sup>71</sup> Gobierno del Estado de México, Plan de Desarrollo Urbano para el Municipio de Nezahualcóyotl, 2013-2015.

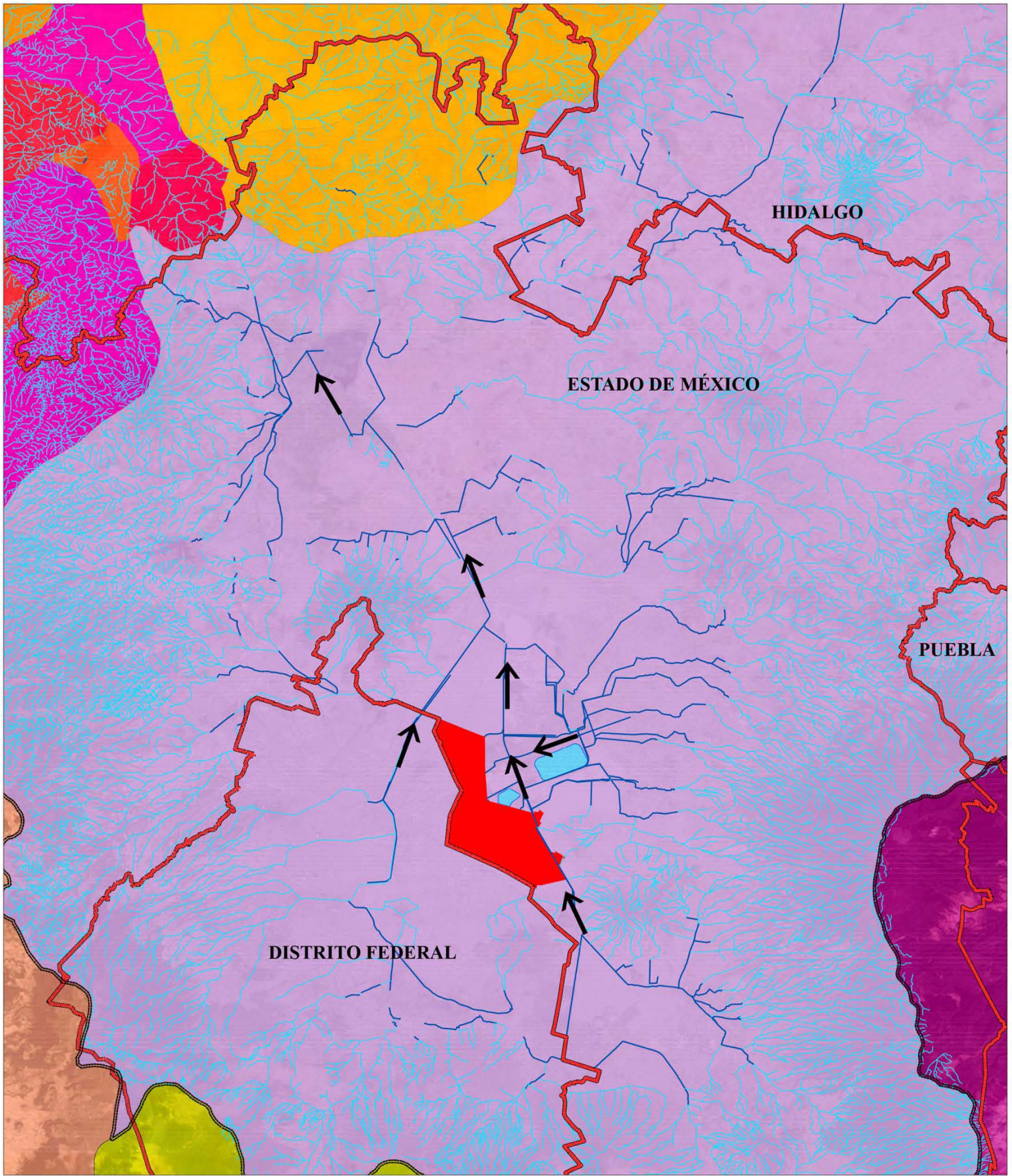




<b>SIMBOLOGÍA</b> LIMITE ESTADO MUNICIPIO DE NEZAHUALCÓYOTL		<b>CUENCAS</b> RÍO ATOYAC - A RÍO GRANDE DE AMACUZAC		RÍO LERMA - TOLUCA RÍO MOCTEZUMA		<b>UNAM / F. A. / UAAP</b> ERIC CARRILLO FAJARDO 			N 
<b>PROYECTO:</b> INFRAESTRUCTURA VERDE COMO ESTRATEGIA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA PLUVIAL EN EL ESPACIO PÚBLICO. CASO DE ESTUDIO: CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL.						<b>UBICACIÓN</b> CLAVE: <b>IVAP-AA-1</b>			
<b>PARTIDA:</b> ANÁLISIS AMBIENTAL			<b>PLANO:</b> UBICACIÓN REGIONAL						
<b>ESCALA GRÁFICA:</b> 4.5 2.25 0 4.5 9 13.5 18 km						<b>ESCALA:</b> 1: 400, 000			

FUENTE: Elaboración propia con base a información de CONABIO 2012



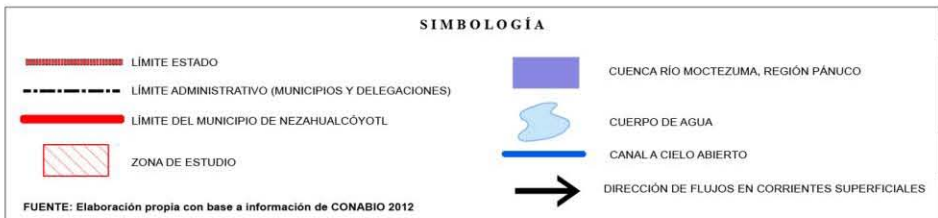
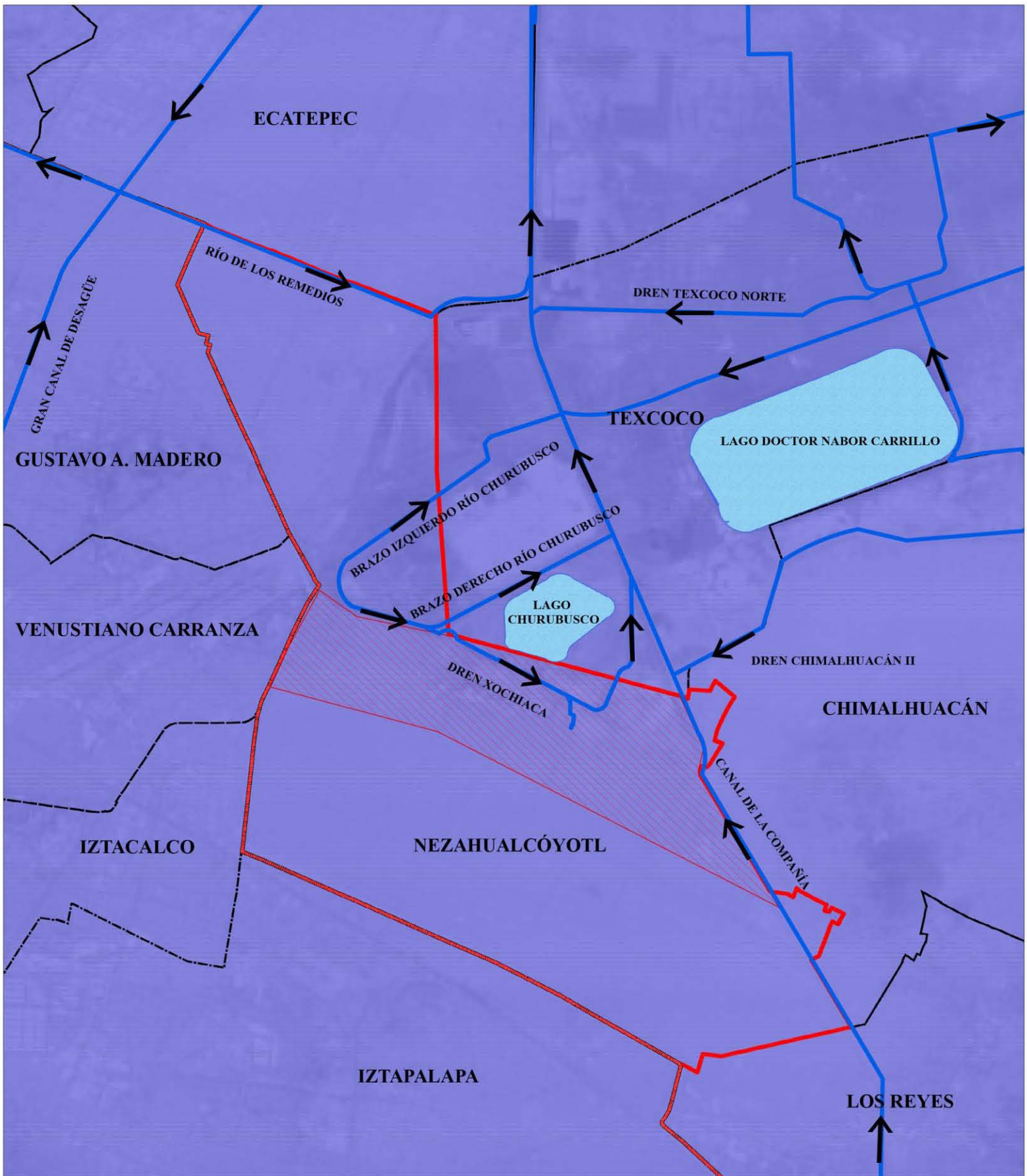


SIMBOLOGÍA	
<b>CUENCA</b>	<b>SUBCUENCA</b>
RÍO ATOYAC - A	LAGO DE TEXCOCO Y ZUMPANGO
RÍO GRANDE DE AMACUZAC	SAN JUAN TULA
RÍO LERMA - TOLUCA	LIMITE ESTADO
RÍO MOCTEZUMA	CANAL A CIELO ABIERTO
	CORRIENTE DE AGUA SUPERFICIAL
	MUNICIPIO DE NEZAHUALCÓYOTL
	CUERPO DE AGUA
	DIRECCIÓN DE FLUJOS DE AGUA

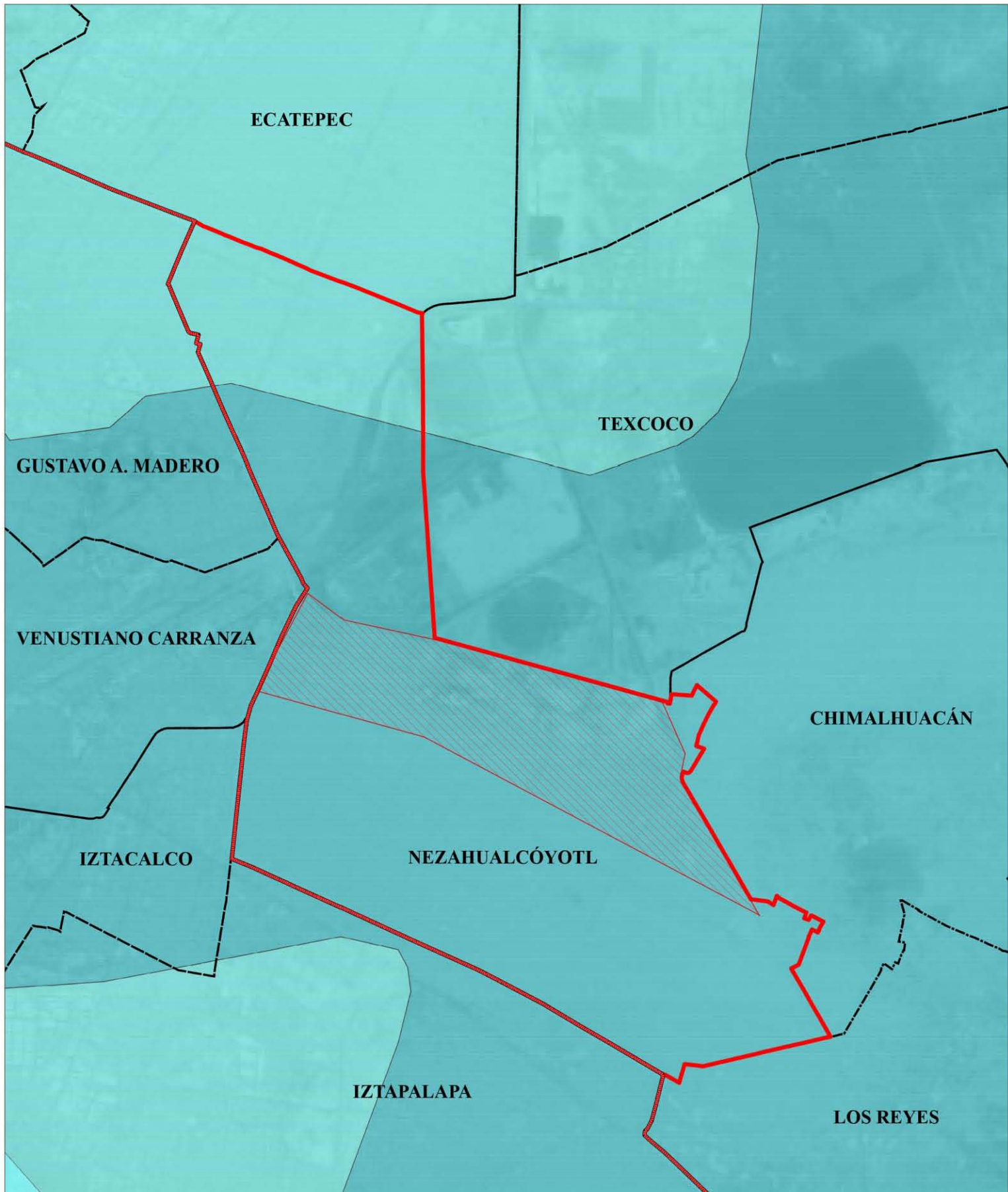
FUENTE: Elaboración propia con base a información de CONABIO e INEGI

UNAM / F. A. / UAAP			
ERIC CARRILLO FAJARDO			
<b>PROYECTO:</b> INFRAESTRUCTURA VERDE COMO ESTRATEGIA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA PLUVIAL EN EL ESPACIO PÚBLICO. CASO DE ESTUDIO: CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL.			
<b>PARTIDA:</b> ANÁLISIS AMBIENTAL	<b>PLANO:</b> HIDROLOGÍA SUP A NIVEL DE SUBCUENCA	<b>CLAVE:</b> IVAP-AA-2	
<b>ESCALA GRÁFICA:</b> 4.5 2.25 0 4.5 9 13.5 18 km	<b>ESCALA:</b> 1: 400, 000		



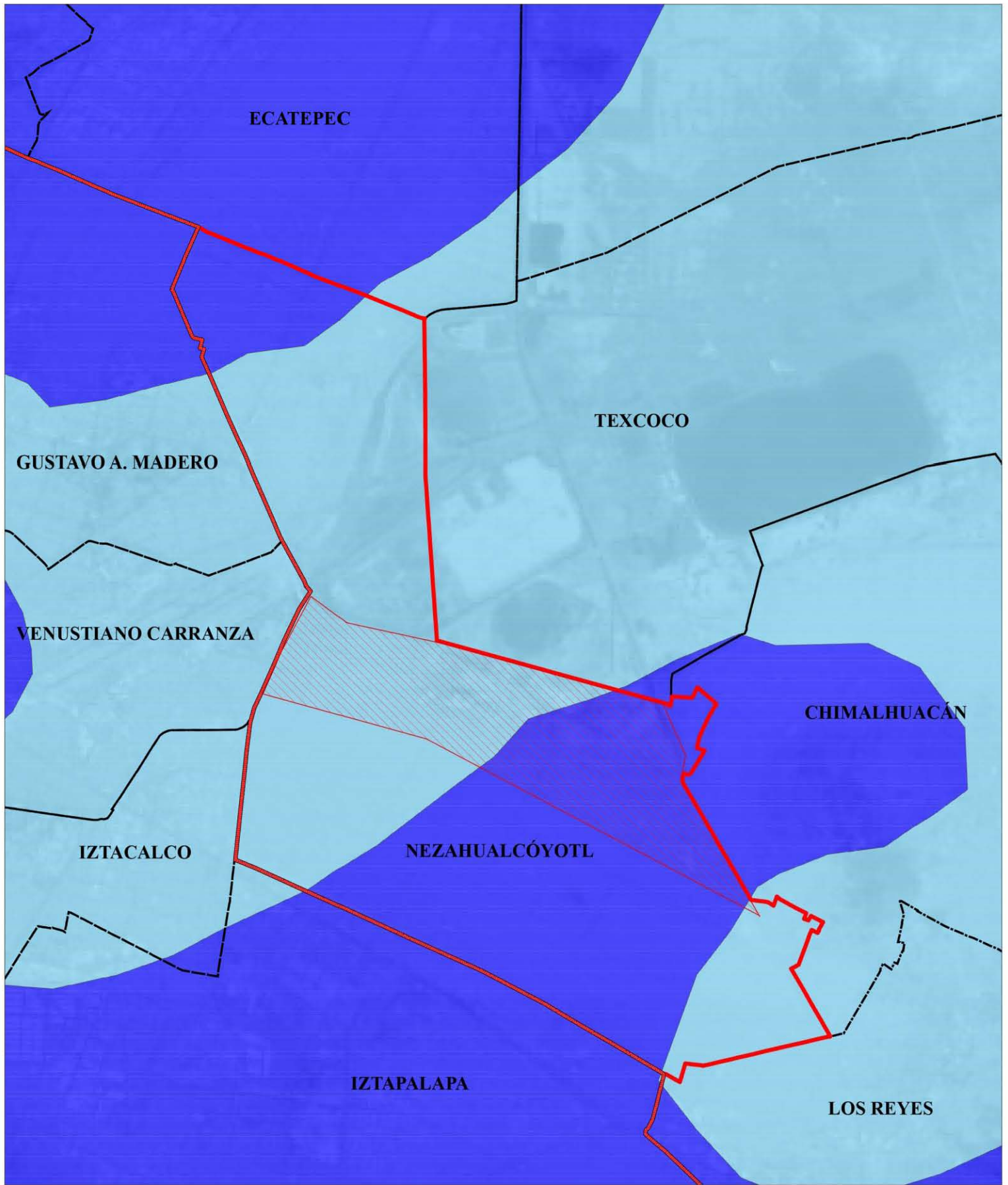


UNAM / F. A. / UAAP			
ERIC CARRILLO FAJARDO			
<b>PROYECTO:</b> INFRAESTRUCTURA VERDE COMO ESTRATEGIA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA PLUVIAL EN EL ESPACIO PÚBLICO. CASO DE ESTUDIO: CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL.			
<b>PARTIDA:</b>	ANÁLISIS AMBIENTAL	<b>PLANO:</b>	HIDROLOGÍA SUPERFICIAL
<b>ESCALA:</b>	0.8 0.4 0 0.8 1.6 2.4 3.2 km	<b>ESCALA:</b>	1: 80,000
<b>GRÁFICA:</b>		<b>UBICACIÓN:</b>	CLAVE: IVAP-AA-3



SIMBOLOGÍA		UNAM / F. A. / UAAP		UBICACIÓN	
	LÍMITE ESTADO	ERIC CARRILLO FAJARDO			
	LÍMITE ADMINISTRATIVO (MUNICIPIOS Y DELEGACIONES)	<b>PROYECTO:</b> INFRAESTRUCTURA VERDE COMO ESTRATEGIA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA PLUVIAL EN EL ESPACIO PÚBLICO. CASO DE ESTUDIO: CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL.		CLAVE: IVAP-AA-4	
	LÍMITE DEL MUNICIPIO DE NEZAHUALCÓYOTL.	<b>PARTIDA:</b> ANÁLISIS AMBIENTAL	<b>PLANO:</b> CLIMA	ESCALA: 1: 80, 000	
	ZONA DE ESTUDIO	<p>BS1kv; Semiárido templado con lluvias en verano; temperatura media anual entre 12°C y 18°C; temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente menor de 22°C; porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.</p> <p>C(wv); Templado subhúmedo con lluvias en verano; temperatura media anual entre 12°C y 18°C; temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm con índice PIT menor de 43.2 y porcentaje de precipitación invernal del 5% al 10.2% del total anual.</p>			
FUENTE: Elaboración propia con base a información de CONABIO 2012					





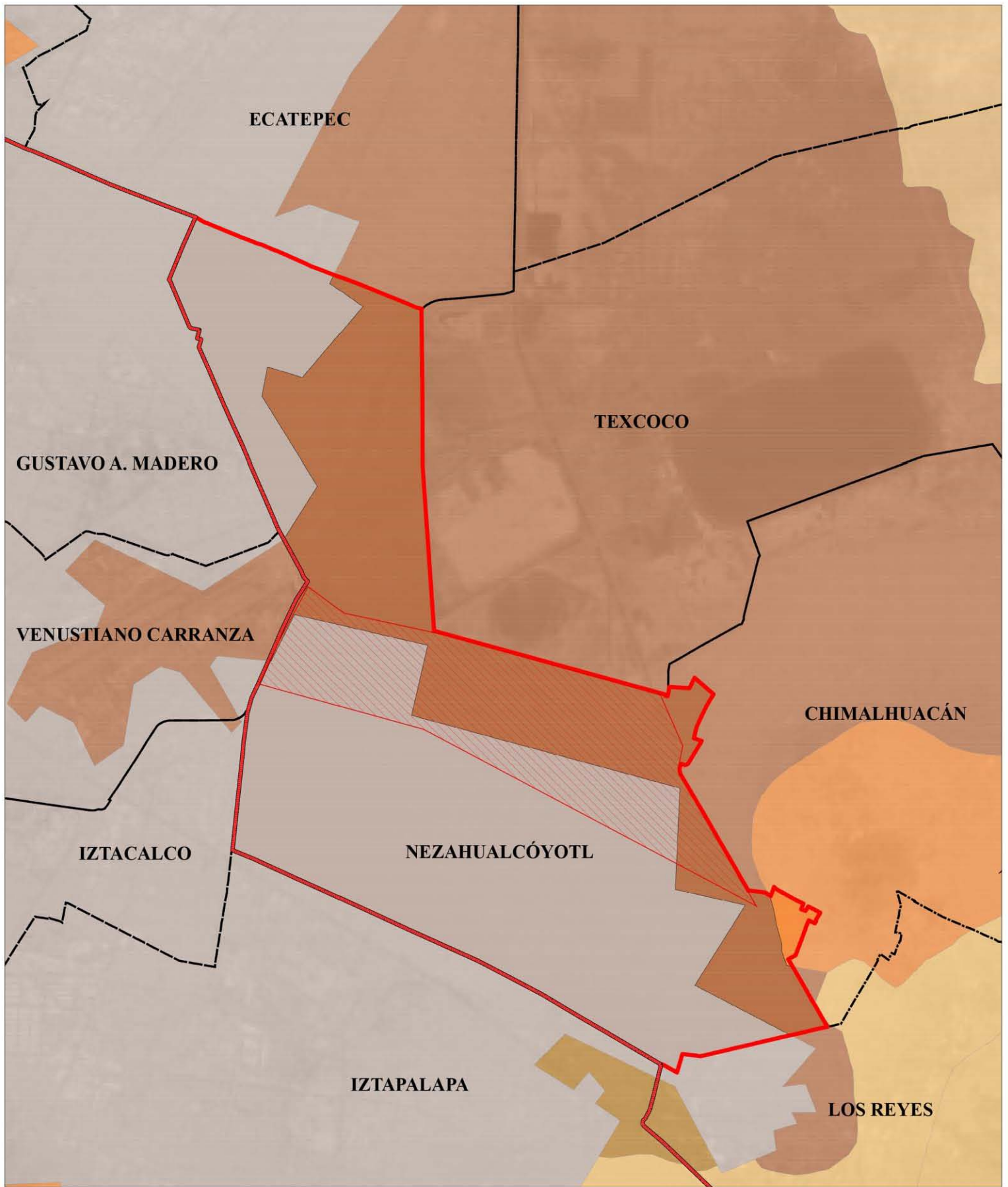
**SIMBOLOGÍA**

-  LIMITE ESTADO
-  LIMITE ADMINISTRATIVO (MUNICIPIOS Y DELEGACIONES)
-  LIMITE DEL MUNICIPIO DE NEZAHUALCÓYOTL.
-  ZONA DE ESTUDIO
-  500 a 600 mm
-  600 a 800 mm

FUENTE: Elaboración propia con base a información de CONABIO 2012

UNAM / F. A. / UAAP			
ERIC CARRILLO FAJARDO			
<b>PROYECTO:</b> INFRAESTRUCTURA VERDE COMO ESTRATEGIA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA PLUVIAL EN EL ESPACIO PÚBLICO. CASO DE ESTUDIO: CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL.			
<b>PLANO:</b> ANÁLISIS AMBIENTAL	<b>PLANO:</b> RANGOS DE PRECIPITACIÓN ANUAL		
ESCALA: 0.8 0.4 0 0.8 1.6 2.4 3.2 km GRÁFICA: 	ESCALA: 1: 80, 000		UBICACIÓN CLAVE: IVAP-AA-5





**SIMBOLOGÍA**

- LIMITE ESTADO
- LIMITE ADMINISTRATIVO (MUNICIPIOS Y DELEGACIONES)
- LIMITE DEL MUNICIPIO DE NEZAHUALCÓYOTL
- ZONA DE ESTUDIO
- SOLONCHAK GLEYICO
- FEUZEM HAPLICO
- SUELO URBANO SOBRE BASE DE SOLONCHAK GLEYICO

FUENTE: Elaboración propia con base a información de CONABIO 2012

UNAM / F. A. / UAAP

ERIC CARRILLO FAJARDO



PROYECTO: INFRAESTRUCTURA VERDE COMO ESTRATEGIA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA PLUVIAL EN EL ESPACIO PÚBLICO. CASO DE ESTUDIO: CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL.

PARTIDA:  
ANÁLISIS AMBIENTAL

PLANO:  
EDAFOLOGÍA

UBICACIÓN

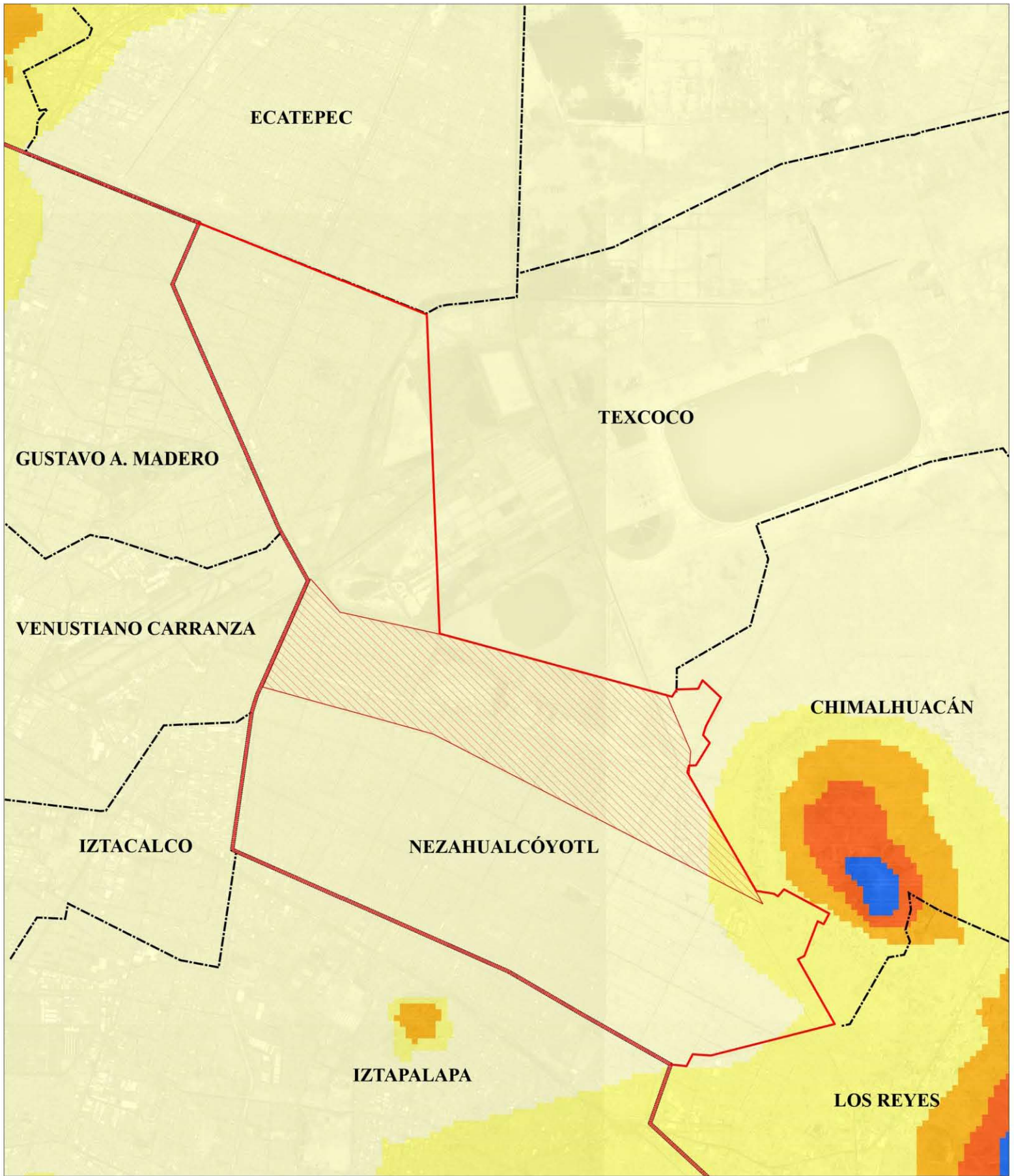
CLAVE:  
IVAP-AA-6

ESCALA: 0.8 0.4 0 0.8 1.6 2.4 3.2 km

GRÁFICA:



ESCALA:  
1: 80, 000



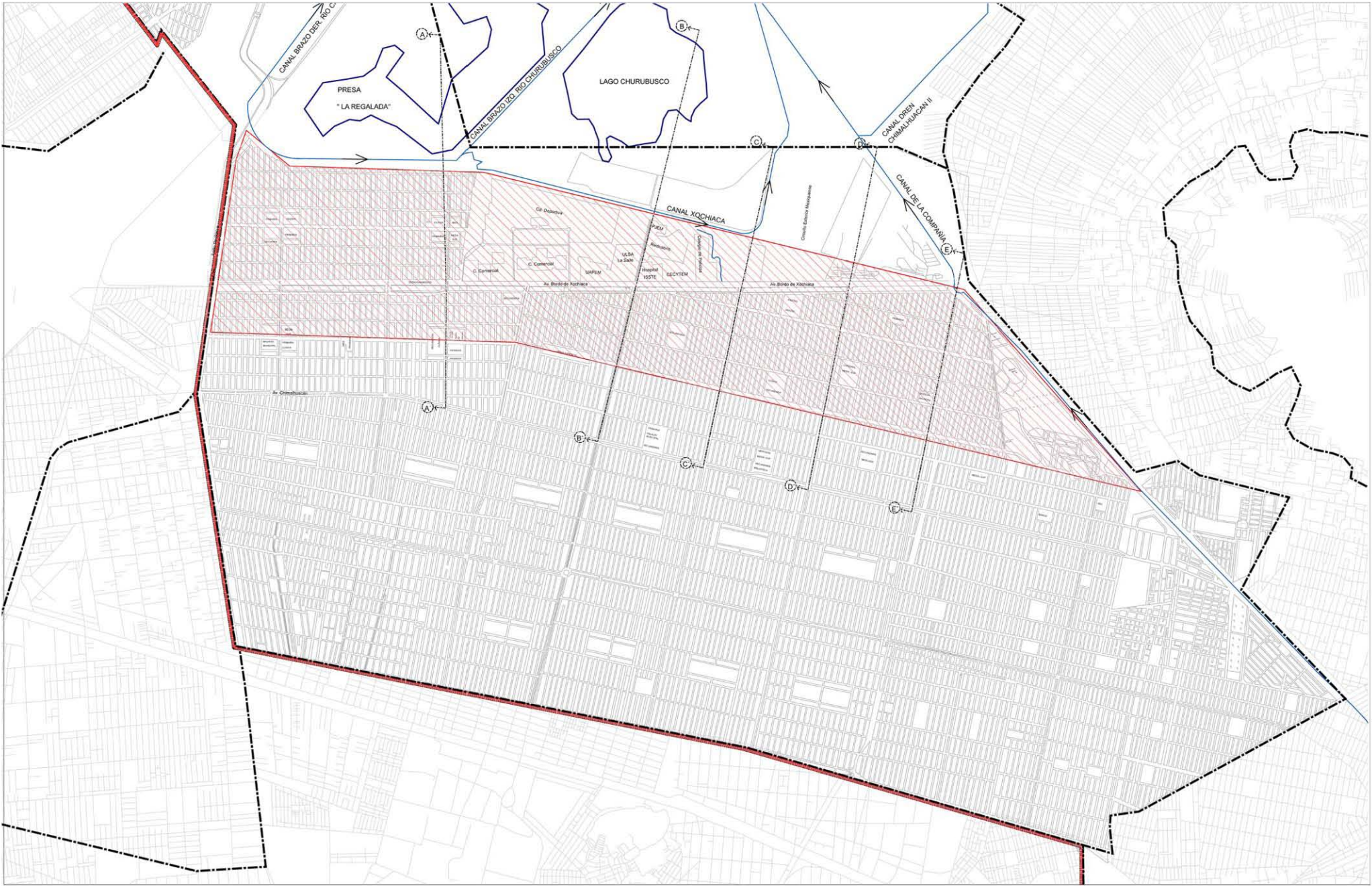
**SIMBOLOGÍA**

	LÍMITE ESTADO		2,063 - 2,177 msnm		2,285 - 2,353 msnm
	LÍMITE ADMINISTRATIVO (MUNICIPIOS Y DELEGACIONES)		2,177 - 2,235 msnm		2,353 - 2,436 msnm
	LÍMITE DEL MUNICIPIO DE NEZAHUALCÓYOTL		2,235 - 2,285 msnm		2,436 - 2,516 msnm
	ZONA DE ESTUDIO				

FUENTE: Elaboración propia con base a información de CONABIO 2012

UNAM / F. A. / UAAP			
ERIC CARRILLO FAJARDO			
<b>PROYECTO:</b> INFRAESTRUCTURA VERDE COMO ESTRATEGIA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA PLUVIAL EN EL ESPACIO PÚBLICO. CASO DE ESTUDIO: CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL.			
PARTIDA: ANÁLISIS AMBIENTAL		PLANO: ALTIMETRÍA	
ESCALA GRÁFICA:		ESCALA: 1: 80,000	





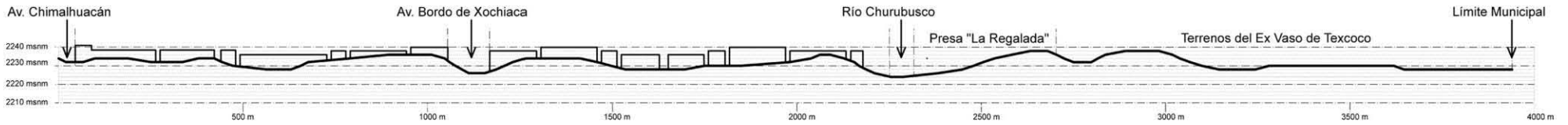
**SIMBOLOGÍA**

- Límite Estado
- Límite Administrativo (Municipios y Delegaciones)
- Traza Urbana Nezahualcóyotl
- Traza Urbana / Contexto
- Canal a cielo abierto
- Cuerpo de agua
- Flujos de Corrientes de Agua
- Línea de corte
- Zona de estudio

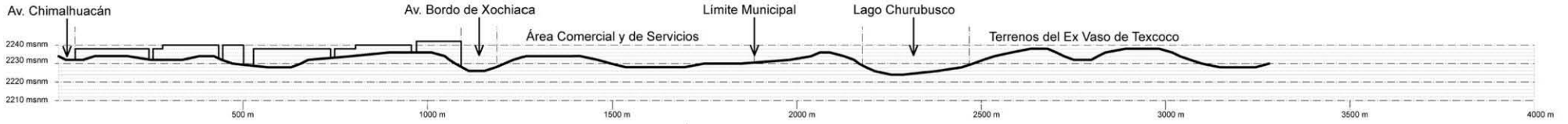
FUENTE: Elaboración propia con base a información de INEGI / Gobierno del Estado de México

<b>UNAM / E. A. / UAAP</b> ERIC CARRILLO FAJARDO			
<b>PROYECTO:</b> INFRAESTRUCTURA VERDE COMO ESTRATEGIA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA PLUVIAL EN EL ESPACIO PÚBLICO. CASO DE ESTUDIO: CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL.			
<b>PARTIDA:</b> ANÁLISIS	<b>CONTENIDO:</b> PLANO BASE (CORTES)		
<b>ESCALA:</b> GRÁFICA:	0.75 0.375 0 0.75 1.5 2.25 km	<b>UBICACIÓN:</b> CLAVE: IVAP-AA-8	



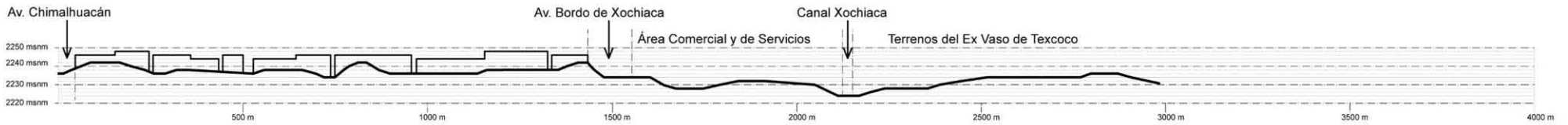


CORTE ESQUEMÁTICO DE TERRENO (TRANSVERSAL A - A')

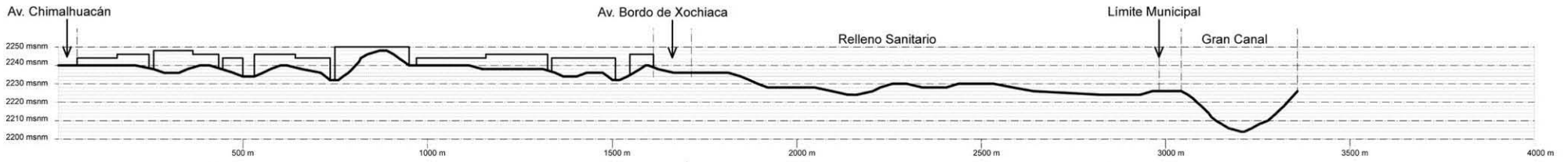


CORTE ESQUEMÁTICO DE TERRENO (TRANSVERSAL B - B')

CORTE ESQUEMÁTICO DE TERRENO (TRANSVERSAL B - B')

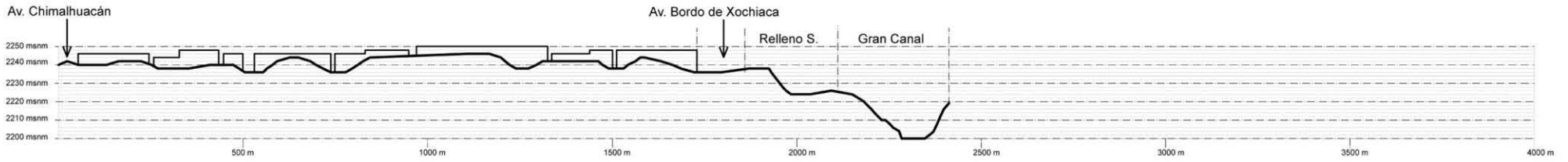


CORTE ESQUEMÁTICO DE TERRENO (TRANSVERSAL C - C')



CORTE ESQUEMÁTICO DE TERRENO (TRANSVERSAL D - D')

CORTE ESQUEMÁTICO DE TERRENO (TRANSVERSAL D - D')



CORTE ESQUEMÁTICO DE TERRENO (TRANSVERSAL E - E')

**SIMBOLOGÍA**

- Cota mayor @ 10 m
- Cota menor @ 2 m
- Perfil esquemático de vivienda
- Línea de Tierra

**NOTAS:**  
Escala vertical aumentada 5 veces

FUENTE: Elaboración propia con base a información de INEGI / Gobierno del Estado de México/ Información Satelital

UNAM / Facultad de Arquitectura / UAAP			
ERIC CARRILLO FAJARDO			
PROYECTO: INFRAESTRUCTURA VERDE COMO ESTRATEGIA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA PLUVIAL EN EL ESPACIO PÚBLICO. CASO DE ESTUDIO: CIUDAD NEZAHUALCOYOTL			
PARTIDA:	ANÁLISIS AMBIENTAL	CONTENIDO:	CORTES TRANSVERSALES
ESCALA GRÁFICA:		ESCALA:	1:

UBICACIÓN  
CLAVE:  
IVAP-AA-9

## 3.2 ANÁLISIS URBANO

### 3.2.1 Delimitación de la zona de estudio

Cabe mencionar en este punto, que se toma como área de análisis la zona centro del municipio, que a nivel de gestión en diversos aspectos como el tema de la hidráulica urbana, opera de manera independiente a la zona norte. Dentro de esta zona se sitúa la zona elegida para desarrollar el Plan Estratégico y Anteproyecto, situada dentro de esta zona sobre el camellón que acompaña la avenida Bordo de Xochiaca.

. Este camellón a su vez se seleccionó principalmente bajo los siguientes criterios:

- Se encuentra sobre un eje ampliamente concurrido y por tanto las actividades planteadas tendrán un fuerte impacto sobre un alto porcentaje de la población.
- A lo largo de toda su extensión presenta vastas áreas subutilizadas con potencial para servir como áreas verdes y de esparcimiento de calidad, mismas que escasean.
- De acuerdo a visitas al sitio, presenta en temporada de lluvias amplias áreas inundadas que generan caos en la vía pública, por lo que se considera factible aplicar las estrategias planteadas en el presente trabajo.

Tales consideraciones se basan más que nada en la experiencia, por lo que en el presente apartado se pretende sustentar tal elección mediante un análisis propicio de la zona.

### 3.2.2 Uso de Suelo y Vegetación

En Nezahualcóyotl el uso actual del suelo está distribuido de la siguiente manera: Uso urbano (83.63%) incluyendo uso habitacional, equipamiento y servicios, uso industrial (0.37%) y suelo deshabitado con usos no forestales (15%) correspondiente al vaso del ex Lago de Texcoco (**Ver plano IVAP-AU-1 al final de este apartado**).

La zona urbana del municipio se destina principalmente para vivienda; Nezahualcóyotl cuenta con 5 mil 165 manzanas y 220 mil predios distribuidos en las 86 colonias, de los cuales 187 mil están registrados en el padrón de contribuyentes y los 33 mil predios restantes no están regularizados.

Aunque no existan cifras oficiales, se encuentra como fenómeno socioeconómico la incorporación de comercios al uso habitacional como importante fuente de ingresos, de tal manera que encontramos uso mixto a lo largo de todo el municipio, concentrándose en mayor medida en aquellos predios cuyo frente está en las vías principales y de mayor concurrencia, como es el caso de la Avenida Bordo de Xochiaca.

Así mismo en la actualidad ha tenido relevancia la incorporación de la zona comercial sobre los terrenos colindantes al bordo de Xochiaca, anteriormente utilizados como relleno sanitario, pues ha mejorado en la imagen urbana y como se verá más adelante, ha sido factor importante para la toma de decisiones en la mejora del espacio público. En cuanto al uso industrial, este se limita al “Parque Industrial Izcalli Nezahualcóyotl” situado al oriente del municipio en los límites con Chimalhuacán, cuyos datos de INEGI registran 48 empresas activas de carácter particular. Adicionalmente, existen micro y pequeñas empresas distribuidas en todo el municipio, en donde predominan las industrias manufactureras y textiles, situación que da origen a la mezcla de usos habitacionales, comerciales e industriales.

El equipamiento se encuentra distribuido de manera homogénea en la traza urbana, apareciendo como centros de barrio para cada manzana que en su mayoría corresponden a cada colonia. Dentro de esta categoría encontramos los rubros de educación y cultura, salud y asistencia, turismo, comercio y abasto, comunicación y transporte, recreación y deporte, así como administración y servicios. Dentro de los equipamientos destinados a la recreación y el deporte, destacan el estadio “Neza 86” situado en las colindancias con el municipio de Chimalhuacán, la nueva zona denominada “Ciudad Deportiva” ubicada detrás de la zona comercial y el denominado “Parque del pueblo” o “Zoológico de Neza” situado al suroriente del municipio, el cual de acuerdo a datos de INEGI está considerado como un Área Natural sin decreto.

Como áreas verdes predominantes dentro del espacio urbano, encontramos los camellones que acompañan las vías primarias, sirviendo de bordes que separan la dirección del flujo vehicular. Estos espacios cuentan con arbolado urbano a lo largo de toda su extensión, aunque se encuentran en mal estado debido a la falta de atención y mantenimiento.

Referente a la vegetación, actualmente solo quedan como remanentes de la vegetación original las áreas correspondientes a usos no forestales que forman parte de las áreas limítrofes con el municipio de Texcoco, las cuales están constituidas por pastizal halófito y son parte del Parque Estatal sin decreto “Santuario del Agua Nabor Carrillo”.

A pesar de que Nezahualcóyotl ha perdido casi por completo su cubierta vegetal original, levantamientos florísticos realizados por la Universidad Autónoma de Chapingo, demuestran la existencia de cerca de 140 especies que prosperan en la cuenca salina de Texcoco y que se consideran resistentes a la sal (halófitas). Destacan la “verdolaga” (*Sesuvium portulacastrum*), la “cola de alacrán” (*Heliotropium sp*), el “zacate salado” (*Distichlis spicata*), la “navajita” (*Bouteloua sp*) y el “saladillo” (*Atriplex sp*).

Debido a las condiciones de salinidad de los terrenos de la zona, existe una reducida variedad de flora, al mismo tiempo que se dificulta la introducción de especies exóticas. Sin embargo en la actualidad existen aproximadamente 500,000 árboles plantados con éxito en el municipio, entre los que destacan los eucaliptos (*Eucalyptus spp.*), casuarinas (*Casuarina equisetifolia*), fresnos (*Fraxinus udhei*), cedros (*Cupressus lindleyi*), sauces llorones (*Salix babilonica*), entre los más comunes. Antes de la desecación acelerada del antiguo Lago de Texcoco, existían cerca de 150 especies vegetales terrestres y acuáticas autóctonas, las cuales desaparecieron al modificarse las condiciones ecológicas del lugar.<sup>72</sup>

A manera ilustrativa, a continuación se muestran las principales especies que se encuentran dentro del municipio, tanto nativas como introducidas (**Figura 52**).

---

<sup>72</sup> Mendoza y Villela, 1967. Citado en: Gobierno del Estado de México, Plan de Desarrollo Urbano para el Municipio de Nezahualcóyotl, 2013-2015.



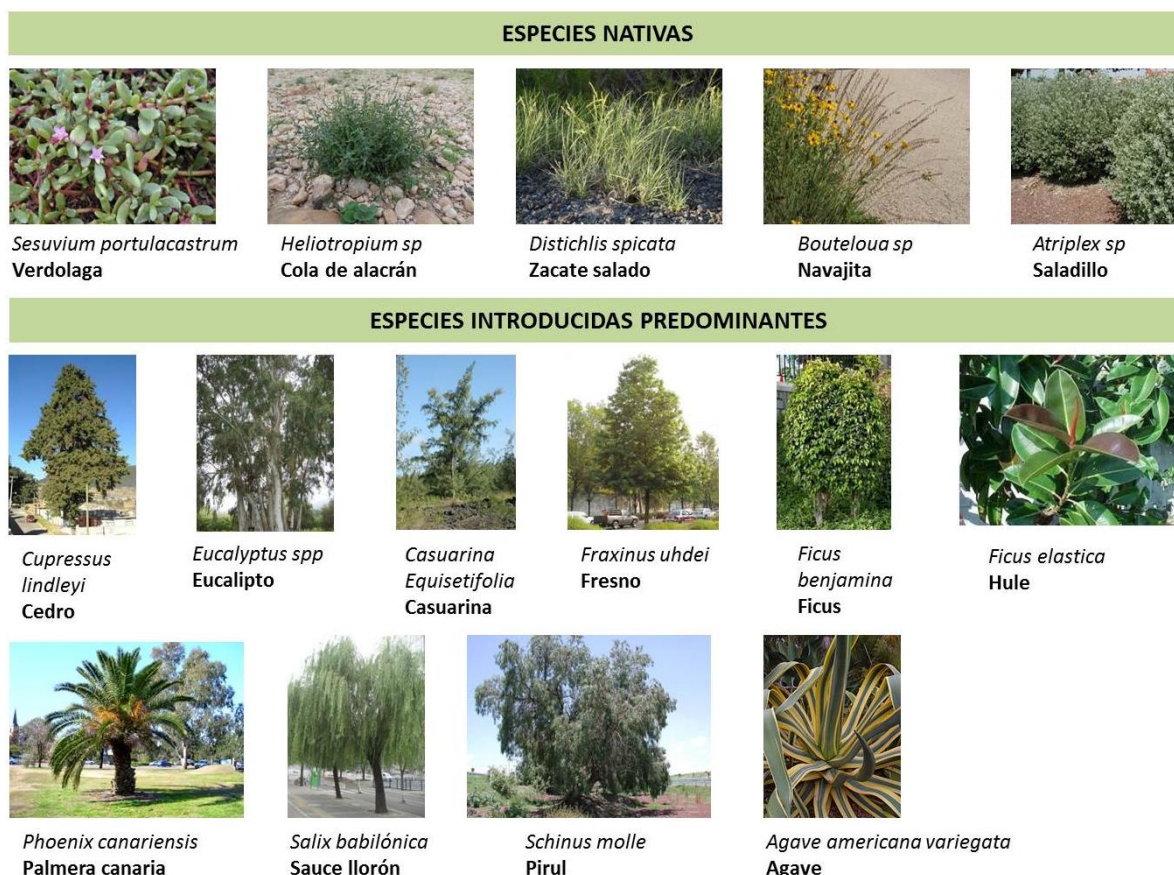


Figura 52. Vegetación predominante en el municipio de Nezahualcōyotl. Fuente: Plan de Desarrollo Urbano para el Municipio de Nezahualcōyotl, 2013-2015.

### 3.2.3 Hidráulica Urbana / Agua potable

El Organismo Descentralizado de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (ODAPAS), es el organismo encargado de manejar la hidráulica urbana dentro del municipio, que en materia de agua potable se refiere a continuación con base al último Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Nezahualcōyotl (2013-2015).

El sistema de abastecimiento de agua potable en el Municipio se realiza a través de 27 pozos profundos, los cuales registran un caudal de 3,440 litros por segundo (l/p/s), lo que genera una aportación mensual muy cercana a los nueve millones de metros cúbicos. Es importante mencionar que 8 de estos pozos son operados por el ODAPAS, 16 por la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento (CEAS) y los del ramal Peñón Texcoco por la Comisión Nacional del Agua (CNA).

En el municipio se distribuye el agua potable a través de 317,580 metros de red primaria presentando diámetros diferenciados que van de las 6 hasta las 42 pulgadas y una red secundaria de 954,500 metros con diámetros de 3 y 4 pulgadas para la segunda (Ver plano IVAP-AU-2 al final de este apartado).

Es importante señalar que 97.06%, es decir 308,245 metros de la red primaria es de asbesto - cemento y sólo el restante 2.94%, esto es, 9,335 metros es de acero, siendo este ramal el que presenta el mayor diámetro con 42 pulgadas. Del mismo modo, la red secundaria es en su totalidad de asbesto-cemento y PVC.

Con respecto al almacenamiento de agua potable, el municipio se sirve de cinco tanques con capacidades de 15000, 629, 10, 25 y 35 m<sup>3</sup>, de los cuales tres son elevados; destaca el tanque La Caldera el cual suministra 52,279 m<sup>3</sup> al día equivalentes a 605.08 litros por segundo y es administrado por CEAS dando servicio al municipio y a otros municipios colindantes. Por su parte el municipio cuenta con tres tanques elevados, los tanques Rey Neza y las Antenas, que se ubican en la parte norte del municipio; ambos suman una capacidad de 35 m<sup>3</sup>. Por su parte en la zona sur se ubica el tanque Carmelo Pérez con la misma capacidad, equilibrando ambas zonas que por sus características de conformación dificultan una integración del servicio.

En el municipio existen plantas de potabilización para agua de consumo doméstico, destacando la presencia de plantas presurizadoras que a continuación se mencionan:

- 1.- Rebombeo 1 de Cd. Lago, que se ubica en el camellón central de la Av. Lago Colín, entre Lago Hielmar y Eje 1 de la Colonia Ampliación Ciudad Lago; cuenta con dos motores de 100 hp cada uno y un rotámetro para dosificar la adición de gas cloro para potabilizar.
- 2.- Los ocho pozos del municipio, cuentan con dosificación de gas cloro como medida de potabilización del agua.
- 3.- El tanque Carmelo Pérez, que de igual manera cuenta con potabilización del agua con gas cloro.

La ODAPAS establece una dotación diaria de 150 litros por habitante, sin embargo, el volumen establecido por dicho organismo, está por debajo de lo establecido por la Comisión de Aguas del Estado de México (CAEM), quien determina un mínimo de 200 litros de agua por habitante al día.

### **3.3.3 Hidráulica Urbana / Sistema de Drenaje**

Para el desalojo de las aguas servidas del Municipio de Nezahualcóyotl se cuenta con el río de los Remedios, río Churubusco, Canal de la Compañía y el Dren Bordo de Xochiaca.

Dentro del lago de Texcoco se construyó el Dren General del Valle, el cual parte del río de La Compañía en el puente Xochiaca, con un desarrollo aproximado de 18 km hasta su descarga en el Gran Canal de Desagüe, a través del canal de la Draga. Recibe las aportaciones del canal de La Compañía, los drenes de Chimalhuacán I y II, el dren Xochiaca, las aportaciones de los lagos de Regulación Horaria y Churubusco y del dren perimetral (Ver plano IVAAP-AU-3 al final de este apartado).

El canal de la Compañía drena la parte oriente de la Cuenca de México, desde su origen en las Sierras Nevadas y río Frío hasta su descarga al dren General. El dren natural de la zona sureste de la ZMCM, es el río de La Compañía, el cual está formado por el Canal General y el río Miraflores, este a su vez lo conforman los ríos San Francisco y San Rafael. Descarga a lo largo de Texcoco y drena los municipios de Chalco, Ixtapaluca y Nezahualcóyotl.

Con respecto a la infraestructura sanitaria y pluvial del municipio, esta se compone de:

- a) Colectores que presentan diámetros que van desde las 42 y 96 pulgadas y conducen las aguas residuales y pluviales hacia las plantas de bombeo (cárcaños).
- b) Los subcolectores presentan un diámetro entre 18 y 36 pulgadas; estos subcolectores conducen las aguas negras y pluviales a los colectores principales.
- c) Las atarjeas, identificadas como tuberías de concreto simple de 12 a 15 pulgadas de diámetro, conducen las aguas negras de las descargas domiciliarias a los subcolectores.

Nezahualcóyotl cuenta con diez plantas de bombeo que operan todo el año; en época de estiaje para desalojar las aguas residuales, y durante la época de lluvias, para dar mayor flexibilidad a la operación del sistema de desagüe, sin embargo su funcionamiento permanente depende del mantenimiento y las políticas establecidas por el Organismo Descentralizado de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (ODAPAS), así como de la disponibilidad de recursos técnicos, humanos y financieros. Tales plantas se construyeron hace más de 20 años, utilizándose hasta la fecha para el bombeo de las aguas negras a los Ríos de la Compañía, Churubusco y de los remedios (**Ver plano IVAP-AU-3 al final de este apartado**).

Además de estos cárcamos, existe una planta de bombeo (pozo indio) y una planta generadora de electricidad (diésel), que al igual que los cárcamos, es auxiliar para el bombeo de las aguas negras del Municipio y se localizan en la zona norte de la Colonia Plaza Aragón. Así mismo, el municipio cuenta con una planta para el tratamiento de aguas negras con una capacidad de 210 l/p/s, los cuales se utilizan principalmente para el riego de las áreas verdes del municipio.

Actualmente el sistema de drenaje antes descrito no da abasto para el desalojo de las aguas servidas dentro del municipio, debido principalmente a la falta de mantenimiento, el cual de acuerdo a personal de ODAPAS prácticamente ha sido nulo desde su construcción debido en gran parte a la mala gestión y la falta de recursos. A este problema se suma que el funcionamiento de dicho sistema a través de colectores y subcolectores presenta graves problemas de funcionalidad en cuanto a flujos, encontrándose en algunas zonas problemas internos de contraflujo que hacen aún más ineficiente el desalojo de las aguas servidas (**Ver plano IVAP-AU-3 al final de este apartado**).

Finalmente a estas situaciones se suma que no existe un sistema separado para tratar las aguas servidas de las pluviales, lo cual por un lado representa un desperdicio hasta de 50 mm /m<sup>2</sup> de agua en temporada de lluvias extremas; volumen que puede ser aprovechado tanto para uso poblacional mediante tratamientos, como para enriquecer el paisaje urbano a través de proyectos de Arquitectura de Paisaje. Por otra parte, el hecho de no separar el agua pluvial de las servidas ocasiona que en temporada de lluvias el sistema de alcantarillado se sature dando como resultado fuertes inundaciones que irrumpen la movilidad en el espacio público dentro del municipio.

### **3.3.4 Hidráulica Urbana / Inundaciones**

De lo anterior pasamos a uno de los mayores problemas que presenta el municipio; el tema de las inundaciones que año con año afectan seriamente tanto a nivel de espacio público como de vivienda.

Para comprender mejor tal problemática, recordemos que el municipio se encuentra asentado sobre el lecho del antiguo lago de Texcoco, lo que en términos geomorfológicos se refiere a una planicie lacustre. Tal situación ocasiona por sí misma que el desalojo de las aguas superficiales se vea mermado al no existir pendientes pronunciadas que contribuyan a dar salida natural y por el contrario, el sitio tiene la vocación natural para captar y almacenar el agua indefinidamente. De la mano con esta situación, se tiene que el tipo de suelo sobre el que se asienta el municipio carece de propiedades para la infiltración del agua, pues propiamente tiene la capacidad de servir como capa impermeable tratándose del lecho de un lago.

Como ya se trató en capítulos anteriores, el municipio de Nezahualcóyotl surgió como respuesta a una serie de fenómenos sociales sin tener una planeación integral con respecto al medio natural, situación que desde sus orígenes acarrió grandes riesgos para la población debido a las características propias del sitio ya mencionadas. Es en este punto en que todos los aspectos hasta el momento analizados dejan ver claramente el origen del gran problema de inundaciones que año con año padece el municipio, aumentando con la presencia de un sistema de drenaje ineficiente y mal gestionado.



Para comprender la magnitud de esta situación, se elaboró un plano de inundaciones (**Ver plano IVAP-AU-4 al final de este apartado**) en el que se marcan las áreas inundables en temporada de lluvias de acuerdo al Atlas de Inundaciones por el Gobierno del Estado de México en un periodo comprendido de 6 años (2007 – 2013). Así mismo se marcan las extensas áreas que se encuentran en riesgo a sufrir inundaciones a causa del desbordamiento de cuerpos de agua en temporada de lluvias, siendo estos el dren Xochiaca y el Gran Canal de desagüe, o por el fallo de los sistemas de bombeo.

### 3.3.5 Ciclo Hidrológico Urbano

Como complemento a la temática de la hidráulica urbana, es pertinente tratar en este punto el ciclo del agua urbano que se explica a continuación.

Uno de los conceptos fundamentales en la hidrología es el ciclo del agua o ciclo hidrológico. Existe una diversidad de definiciones para este ciclo, siendo generalmente el de un modelo conceptual que describe el almacenamiento y la circulación de agua entre la biosfera, la atmósfera, litosfera y la hidrosfera. El agua puede ser almacenada en la atmósfera, océanos, lagos, ríos, arroyos, suelos, glaciares, campos de nieve y en los acuíferos subterráneos. La circulación de agua entre estos medios de almacenamiento es causada por procesos tales como la evapotranspiración, condensación, precipitación, infiltración, percolación, deshielo y escorrentía, conocidos como los componentes del ciclo del agua.

Lo anterior se refiere al ciclo hidrológico natural, es decir, al que se desarrolla en un ecosistema con alteración mínima del hombre. Ahora bien, una ciudad evidentemente altera de manera significativa el estado natural del sitio en que se emplaza, pues el proceso de urbanización no sólo modifica aspectos inmediatos y perceptibles a simple vista como el cambio de uso de suelo, sino que contribuye así mismo a los cambios en procesos ambientales menos perceptibles como lo son el flujo de radiación, la cantidad de precipitación, evaporación, evapotranspiración y la infiltración en los suelos, que en consecuencia se traduce en cambios sobre el ciclo hidrológico. Sumado a esto en las áreas urbanas se incluye la necesidad de proporcionar los servicios de agua a la población urbana lo que incluye el suministro de agua potable, los sistemas de drenaje, el tratamiento del agua residual, así como la gestión de todas ellas. Debido a estas situaciones, en suma se ha observado que el ciclo hidrológico se vuelve más complejo en las zonas urbanas. Por lo tanto, el ciclo hidrológico resultante toma el nombre de Ciclo Hidrológico Urbano (**Figura 53**), UWC por sus siglas en inglés.

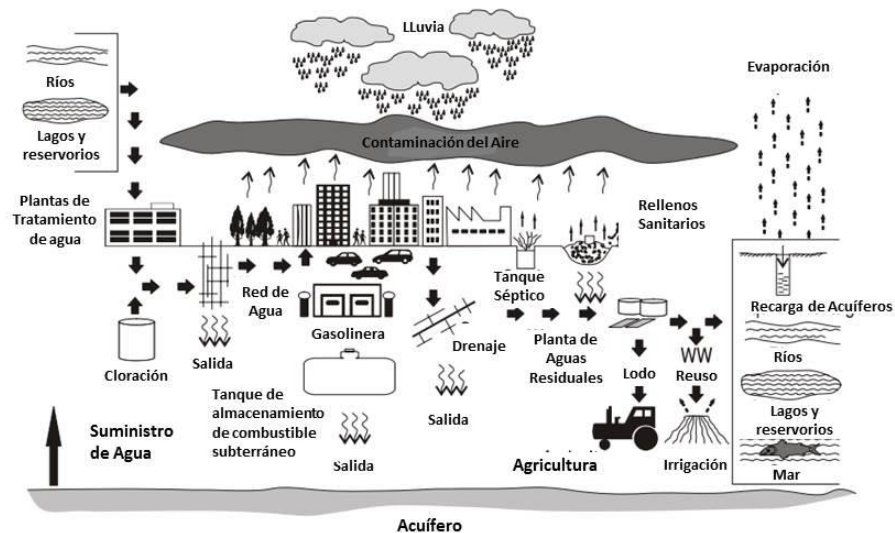


Figura 53. Ciclo Hidrológico Urbano. Fuente: UNESCO, 2006, Urban water cycle processes and interactions.

Aplicado a la zona de estudio, el ciclo hidrológico se ve fuertemente influenciado por las condiciones que ya se han mencionado anteriormente; por un lado la extensa pavimentación que aunado a las condiciones naturales del suelo propician la escasa infiltración del agua pluvial al subsuelo, ocasionando que un importante porcentaje del total precipitado se pierda entre el alcantarillado y la evaporación, pues el propio sistema de alcantarillado se satura ocasionando que el agua permanezca encharcada por largos periodos de tiempo, siendo también resultado de las condiciones altimétricas que presenta el sitio con pocas pendientes. Ante tales situaciones las cantidades de agua aprovechadas por la vegetación y que logran infiltrarse son mínimas, cuyos cálculos se verán detallados en el último capítulo con aplicación a las intervenciones puntuales.

### **3.3.6 Infraestructura Vial**

Referente a la configuración espacial del municipio, a continuación se refiere el tema de la vialidad que va a ser fundamental para comprender el funcionamiento del municipio a nivel de movilidad.

#### **Vialidad Regional**

Por su localización geográfica, al ser un área de integración a la ZMCM, la infraestructura vial tiene importancia significativa para el municipio. A manera de borde con el Distrito Federal al poniente del municipio, atraviesa de norte a sur el Anillo Periférico integrándose a Nezahualcóyotl mediante su vialidad primaria. Al sur del municipio y aunque no limita directamente, la calzada Ignacio Zaragoza se encuentra marcando otro fuerte borde con relación a la delegación Iztapalapa del Distrito Federal. Al norte del municipio se encuentra la Avenida Central que limita con el municipio de Ecatepec de Morelos y al oriente se encuentra el Circuito exterior Mexiquense, conectando con el municipio de Texcoco (**Ver plano IVAP-AU-5 al final de este apartado**).

De esta manera queda establecida la conexión del municipio con el resto de la Ciudad de México y área metropolitana a través de la vialidad regional que se encuentra limitándolo claramente.

Así mismo a manera de borde, el municipio se encuentra atravesado por parte del sistema ferroviario de la ZMCM en su zona norte y centro. Sin embargo este tramo se encuentra en desuso, propiciando la invasión de los derechos de vía por asentamientos humanos irregulares.

Actualmente la red vial se compone de 1,026 kilómetros lineales, de los cuales más del 88% se encuentran pavimentadas. Cabe señalar que en algunas zonas las condiciones físicas de la vialidad se encuentran deterioradas, debido al flujo vehicular que presenta así como a la falta de mantenimiento.

#### **Vialidad Primaria**

De acuerdo al Plan de Desarrollo Urbano, la vialidad primaria se caracteriza por ser la principal vía de entrada y salida del municipio, permitiendo la comunicación directa hacia los diferentes puntos de origen y destino del territorio municipal. Generalmente, los cruces en estas vías se dan con otras de igual jerarquía y en algunos casos como el Anillo Periférico, las Avenidas Carlos Hank González, Peñón-Texcoco y Las Torres en la zona norte, así como Adolfo López Mateos, Carmelo Pérez, Bordo de Xochiaca y Pantitlán en la zona centro, continúan hacia el Distrito Federal y municipios colindantes conformando una red vial de carácter metropolitano que mantiene la continuidad y comunicación física y funcional, dando un sólo sistema vial integral.

El sistema vial de carácter primario en el municipio se caracteriza por su origen visiblemente lineal; la vía que la integra es de sección amplia variando entre 9 y 12 m con capacidad para 3 y 4 carriles, doble sentido y en la mayoría de los casos cuenta con camellones, lo cual ha sido determinante para el desarrollo de las

actividades económicas predominantes, ya que a lo largo de estas se han concentrado los usos comerciales y de servicios, consolidando así los corredores urbanos del municipio; asimismo, es a través de estas vías que se organiza el sistema de redes y líneas de infraestructura y se canaliza la mayor parte de las rutas del transporte público (**Ver plano IVAP-AU-5 al final de este apartado**).

### **Vialidad Secundaria**

Posteriormente a partir de los ejes estructuradores, se organizan las vialidades de menor jerarquía (vialidades secundarias), cuya finalidad es la de orientar el flujo vehicular al interior de los sectores homogéneos que forman al municipio, sirviendo de enlace entre las vías locales y la red vial primaria.<sup>72</sup> Presentan una carga vehicular constante en ambos sentidos, aunque a una menor velocidad que las vialidades primarias. Soportan un gran número de establecimientos, aunque de menor jerarquía y sólo en algunas secciones (**Ver plano IVAP-AU-5 al final de este apartado**).

### **3.3.7 Movilidad Urbana / Transporte Público**

El servicio de autobuses urbanos y sub-urbanos es proporcionado por 9 empresas originarias en su mayoría de los municipios vecinos. Debido a la situación del municipio con respecto al resto de la ZMCM, este servicio es fundamentalmente de tipo metropolitano, pues los vehículos en su mayoría no transitan al interior del municipio, sino que realizan constantemente viajes pendulares principalmente entre Chimalhuacán, Los Reyes, Texcoco, Ecatepec, y el Distrito Federal, esto sobre vialidades primarias de carácter regional como son la avenida Bordo de Xochiaca y el Anillo Periférico.

En el plano **IVAP-AU-6** (**Ver al final de este apartado**), se refieren las principales rutas de transporte público que tienen incidencia sobre el municipio de Nezahualcóyotl. Así mismo se establece la conectividad por medio de la red de Mexibús Pantitlán – Chimalhuacán y la línea de metro A, que aunque no conecta directamente, es destino para muchas de las rutas de microbús que inciden dentro del municipio.

Otro importante medio de transporte en el municipio son los moto- taxis que realizan viajes de distancias no excediendo de dos kilómetros, sin embargo, es el principal medio de transporte de los estudiantes de nivel básico y amas de casa, ya que estos tienen un costo bajo. Estos no cuentan con rutas establecidas, pero se ajustan a reglas que les prohíben prestar el servicio fuera de los límites del municipio ni circular en vialidades primarias o de carácter regional. Se tienen identificadas alrededor de 41 organizaciones con un número aproximado de 5,662 unidades y 492 distribuidas principalmente en las colonias de la zona centro. Los moto-taxis se han convertido en fuente de empleo alternativo, principalmente integrada por la población joven.<sup>73</sup>

### **3.3.8 Vialidad Urbana / Movilidad Peatonal**

El tema de la movilidad peatonal sin duda ha tenido un gran descuido dentro del desarrollo del municipio, pues actualmente gran parte de éste carece de estructura como andadores consolidados, puentes peatonales acorde a las normas de la accesibilidad universal, así como de mobiliario urbano especializado en este tema como señalamientos, reductores de velocidad en la vialidad principal, entre otros.

A pesar de que prácticamente todas las vías primarias, así como algunas secundarias cuentan con camellón (**Ver plano IVAP-AU-5 al final de este apartado**), estos carecen de un mantenimiento adecuado que propicie su uso como corredores peatonales, presentando en muchos casos estados de abandono, con lo que se está desaprovechando este potencial (**Figura 54**).

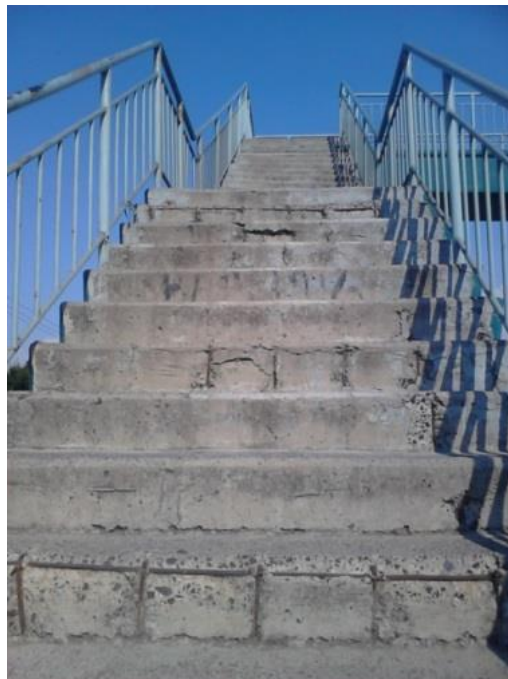
<sup>73</sup> Gobierno del Estado de México, Plan de Desarrollo Urbano para el Municipio de Nezahualcóyotl, 2013-2015.





**Figura 54.** Imagen de deterioro presente en los camellones, en donde se puede observar la falta de mantenimiento respecto a las áreas verdes, así como el deterioro en guarniciones y presencia de basura.

La misma situación que presenta la traza urbana del municipio consolidada por la vialidad primaria, hace que el andar para el peatón sea peligroso, pues prácticamente todos los cruces están conformados por vías de esta jerarquía y aunque existen algunos puentes peatonales, el número de estos es muy reducido y la mayoría presenta condiciones deplorables (Figura 35).



**Figura 55.** Imagen de deterioro presente en puentes peatonales, en donde se observan varillas de fuera e irregularidad en los escalones debido al desgaste por falta de mantenimiento, lo que en suma confiere una percepción de abandono e inseguridad.

### 3.3.9 Imagen Urbana

Nezahualcóyotl es un municipio con un 80% de su superficie cubierta por tejido urbano; su crecimiento está íntimamente ligado al fenómeno de conurbación, ya que se encuentra integrado física y funcionalmente a la dinámica urbana de la ZMCM, la cual es hoy en día la mayor concentración social y económica del país.

El municipio presenta una traza urbana con características peculiares; al ser reticular se encuentra estructurada internamente por un sistema de vías primarias que constituyen el principal medio para distribuir el tránsito y determinar las líneas de conexión hacia las diferentes áreas de la ciudad y soportar el desarrollo de la mayoría de las actividades comerciales y de servicios de la población. De manera externa, la configuración del municipio está limitada por una serie de bordes tanto viales como lo son el Anillo Periférico, la línea del metro y la línea férrea antes referidos, como de infraestructura hidráulica; al extremo oriente limitando con el municipio de Chimalhuacán atraviesa de sur a norte el Gran Canal de Desagüe y en la parte central se encuentra limitando el Río Churubusco y el Dren Xochiaca, marcando el límite con el municipio de Texcoco.

Territorialmente, la traza urbana de la ZMCM ha sido fundamental para orientar el crecimiento de la traza urbana actual del municipio, ya que ha propiciado la continuidad de las calles y la formación de nuevas manzanas debido a que se facilita la lotificación modulable. De esta forma, la configuración espacial del municipio se caracteriza por la presencia de grandes manzanas o sectores homogéneos de formas geométricas definidas de acuerdo al ángulo de su vialidad primaria, aunque en su mayoría se encuentran con una orientación noreste - suroeste, integrándose al interior por conjuntos de manzanas rectangulares ordenadas alrededor de un cuadro central, centro urbano de tipo local o centro de barrio (**Ver plano IVAP-AU-7 al final de este apartado**).

La zona centro del municipio se extiende a través de 17 ejes viales, los cuales en algunos casos se prolongan hacia los municipios y delegaciones; situación que ha sido determinante para que la traza urbana de esta zona mantenga la continuidad física y funcional con los sistemas viales del municipio de Chimalhuacán y las delegaciones Venustiano Carranza, Iztacalco e Iztapalapa del Distrito Federal, con las que conforma un sistema vial de carácter regional.

La estructura reticular o de malla se mantiene constante en toda la zona centro, a excepción de las colonias Rey Neza, Izcalli Nezahualcóyotl y Villa de los Capulines, las cuales, presentan una traza urbana irregular debido a que la vialidad secundaria tiene diferentes ángulos dando como resultado que las manzanas tengan diferentes formas y tamaños, modificando la estructura general del sistema vial.

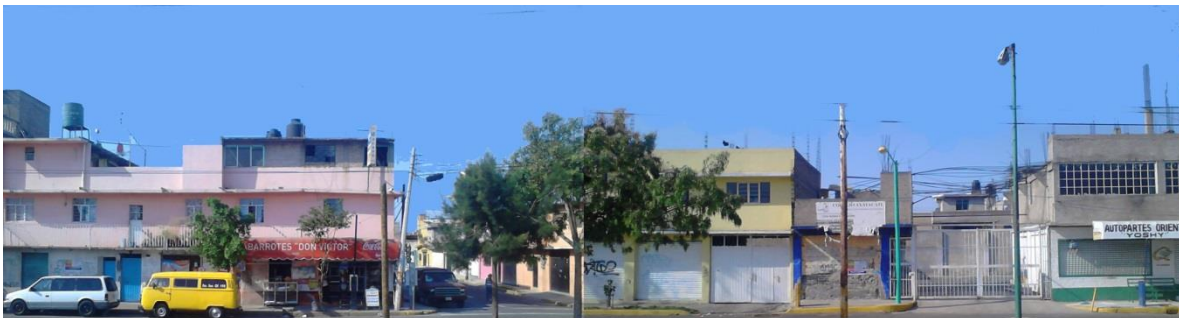
Dada la configuración espacial, a lo largo del municipio se tiene como imagen predominante las prolongadas vías altamente transitadas de acuerdo a su jerarquía, acompañadas por un camellón central que divide la dirección de los flujos, en donde la vegetación predominante es arbolado urbano sin mantenimiento presente a lo largo de los camellones y cuyas especies se han detallado en apartados anteriores, aunque estas aparecen sin intenciones aparentes de diseño, únicamente como bosquetes en algunas áreas o como hileras sobre las banquetas (**Figura 56**).



**Figura 56.** Imagen general dentro del municipio configurada por la traza urbana reticular.

Referente a la tipología de viviendas, estas básicamente son de dos clases:

1. Viviendas de dos a tres niveles con acabado terminal (pintura) y existencia en algunos casos de uso comercial en la planta baja (**Figura 57**).



**Figura 57.** Tipología de vivienda 1.

2. Viviendas de uno a dos niveles con acabado en obra negra y presencia de elementos de autoconstrucción (**Figura 58**).



**Figura 58.** Tipología de vivienda 2.

Con base en un análisis visual a lo largo de la Avenida Bordo de Xochiaca, se determinó la división en 3 zonas o sectores principales:



**S1.** Correspondiente a viviendas de 2 a 3 niveles con uso mixto contando con algún tipo de comercio en la planta baja. Así mismo a este sector corresponden áreas del camellón de estudio degradadas, siendo espacios subutilizados (Ver plano IVAP-DU al final del apartado de diagnóstico). En este sector las banquetas presentan deterioro físico y en general la infraestructura y sobre estructura como puentes peatonales, señalamientos, puentes peatonales y luminarias se encuentran en mal estado y son insuficientes (Figura 59).



Figura 59. Sector 1.

**S2.** Correspondiente a la concentración de servicios y grandes cadenas comerciales. A este sector se limitan las principales obras con beneficio urbano como el parque “Las Fuentes” ubicado sobre el camellón de la avenida Bordo de Xochiaca, brindando espacios recreativos como respuesta a la concentración de personas en esta zona. Esto también se ve reflejado espacialmente, pues en esta zona las banquetas presentan buen estado, hay buena iluminación y los cruces entre avenidas presentan los señalamientos adecuados para el paso peatonal (Figura 60) (Ver plano IVAP-DU al final del apartado de diagnóstico).



Figura 60. Sector 2.

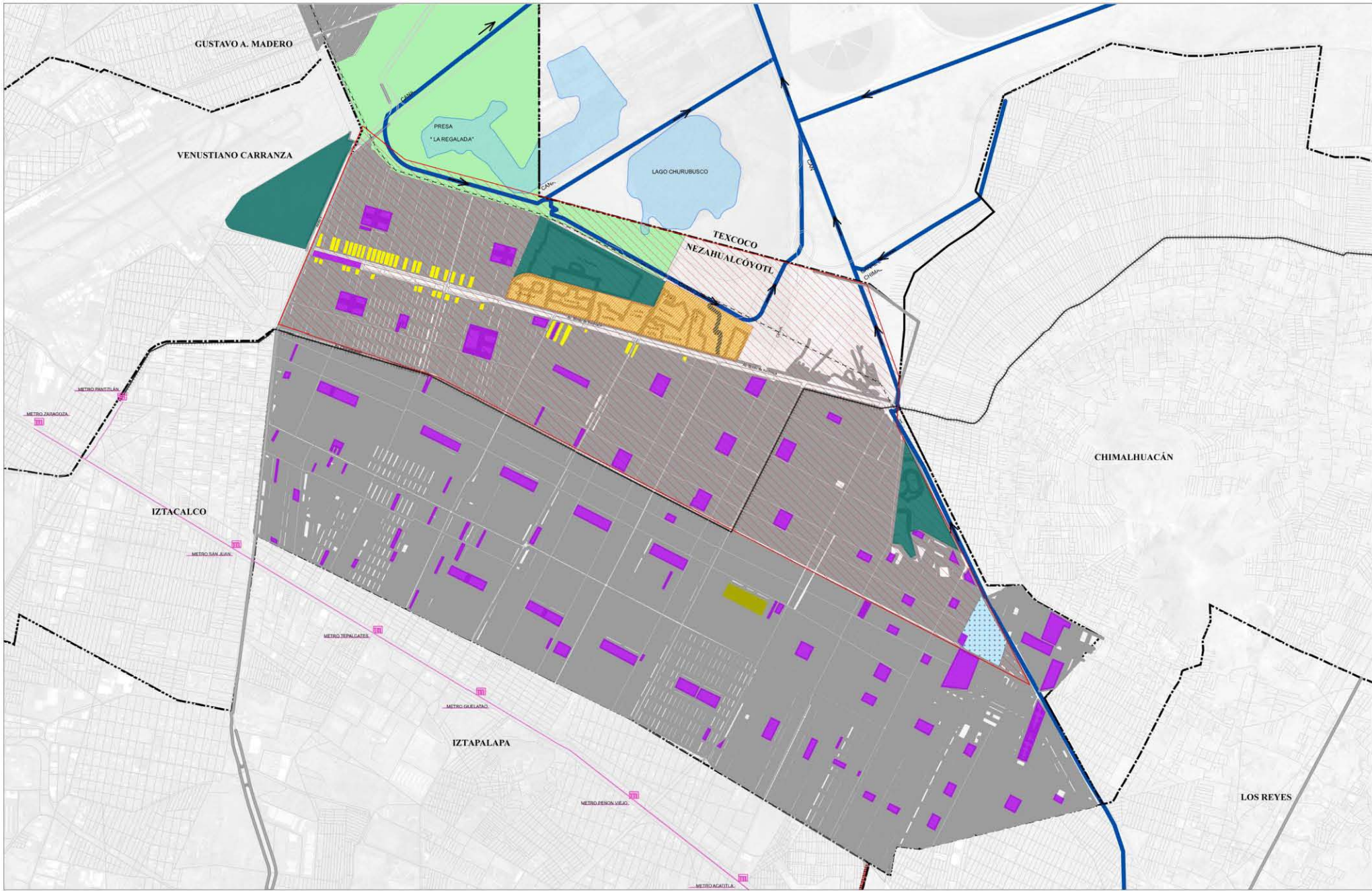
**S3.** Este sector corresponde en su mayoría a viviendas de 1 a 2 niveles con acabados en obra negra, cuya imagen urbana aumenta en deterioro entre más nos acercamos al gran canal, encontrando zonas de tiraderos y terracería que en suma confieren una imagen de marginación e inseguridad (Figura 61) (Ver plano IVAP-DU al final del apartado de diagnóstico).



Figura 61. Sector 3.

En conclusión, la imagen urbana dentro del municipio de Nezahualcóyotl resulta por un lado monótona dada la configuración ortogonal de la traza urbana, pues tenemos largas avenidas sin interrupciones visuales de ningún tipo que forman parte de la configuración espacial. Aunque por otro lado la tipología de vivienda y el uso de suelo nos marca las pautas para poder identificar distintas zonas o sectores. De esta manera encontramos diferencias correspondientes a la zona comercial, en donde es evidente que se ha dado una mejora sobre el espacio público presentando buena iluminación, así como mobiliario y equipamiento urbano en buenas condiciones a diferencia del resto de los espacios en donde el uso de suelo que predomina es habitacional. Sin embargo, la carencia de vegetación es un factor presente a lo largo de todo el municipio y en su mayoría éste presenta malas condiciones debido al nulo mantenimiento que se le da.





- Límite Estado
- Límite Administrativo (Municipios y Delegaciones)
- Traza Urbana / Contexto
- Canal a cielo abierto

- Zona de Estudio
- Cuerpo de agua
- Flujos de Corrientes de Agua

**SIMBOLOGÍA**

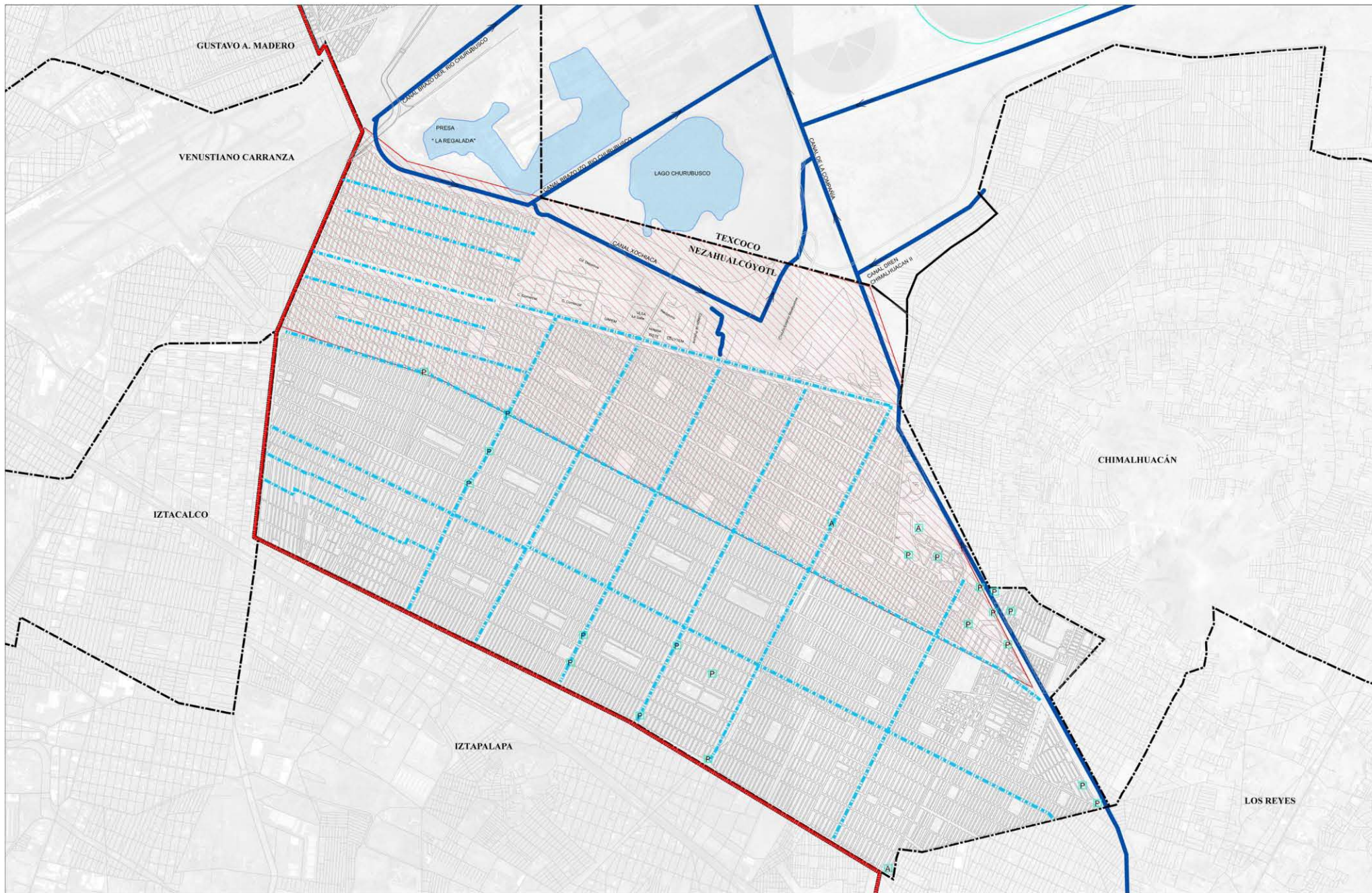
- Línea de Ferrocarril en desuso
- Línea de Mexibús (Pantitlán - Chimalhuacán)
- Línea del Metro
- Parque Estatal Santuario del agua Nabor Carrillo
- Area Natural sin decreto "Parque del Pueblo"

- Parque Deportivo
- Industria
- Equipamiento
- Comercio y Servicios
- Uso Mixto (Habitacional y Comercio)
- Uso Habitacional (2niveles en promedio y una vivienda cada 120 m2 de lote).

FUENTE: Elaboración propia con base a información de INEGI / Gobierno del Estado de México

<b>UNAM / E. A. / UAAP</b> ERIC CARRILLO FAJARDO			
PROYECTO: INFRAESTRUCTURA VERDE COMO ESTRATEGIA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA PLUVIAL EN EL ESPACIO PÚBLICO. CASO DE ESTUDIO: CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL.			
PARTIDA:	ANÁLISIS URBANO	PLANO:	USO DE SUELO
ESCALA GRÁFICA:		ESCALA:	1: 60,000
		UBICACIÓN:	CLAVE: IVAP-AU-1





### SIMBOLOGÍA

- Limite Estado
- Limite Administrativo (Municipios y Delegaciones)
- Traza Urbana Nezahualcóyotl
- Traza Urbana / Contexto
- Zona de Estudio
- Canal a cielo abierto
- Cuerpo de agua

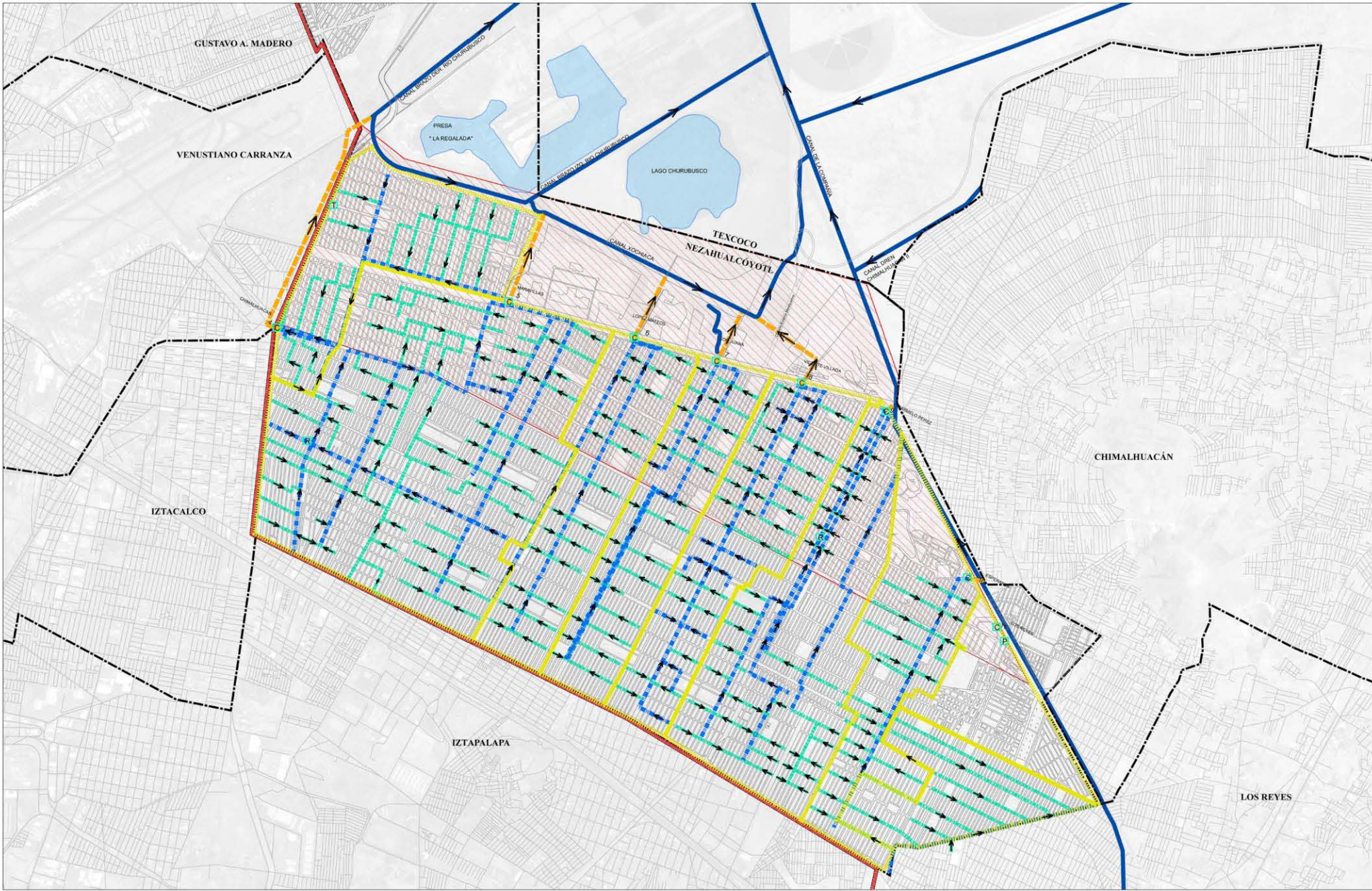
- Flujos de Corrientes de Agua
- Red de Agua Potable
- Fuente de Abastecimiento (Pozo)
- Tanque de Almacenamiento

Suministro del sistema: 150 l/hab. al día  
 Mínimo recomendado por la Comisión de Aguas del Estado de México (CAEM): 200 l/hab. al día.

FUENTE: Elaboración propia con base a información de INEGI / Gobierno del Estado de México / ODAPAS.

UNAM / E. A. / UAAP ERIC CARRILLO FAJARDO			
PROYECTO: INFRAESTRUCTURA VERDE COMO ESTRATEGIA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA PLUVIAL EN EL ESPACIO PÚBLICO. CASO DE ESTUDIO: CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL.			
PARTIDA ANÁLISIS URBANO	PLANO: HIDRÁULICA URBANA AGÜA POTABLE		
ESCALA GRÁFICA:		UBICACIÓN CLAVE: IVAP-AU-2	ESCALA: 1: 60,000





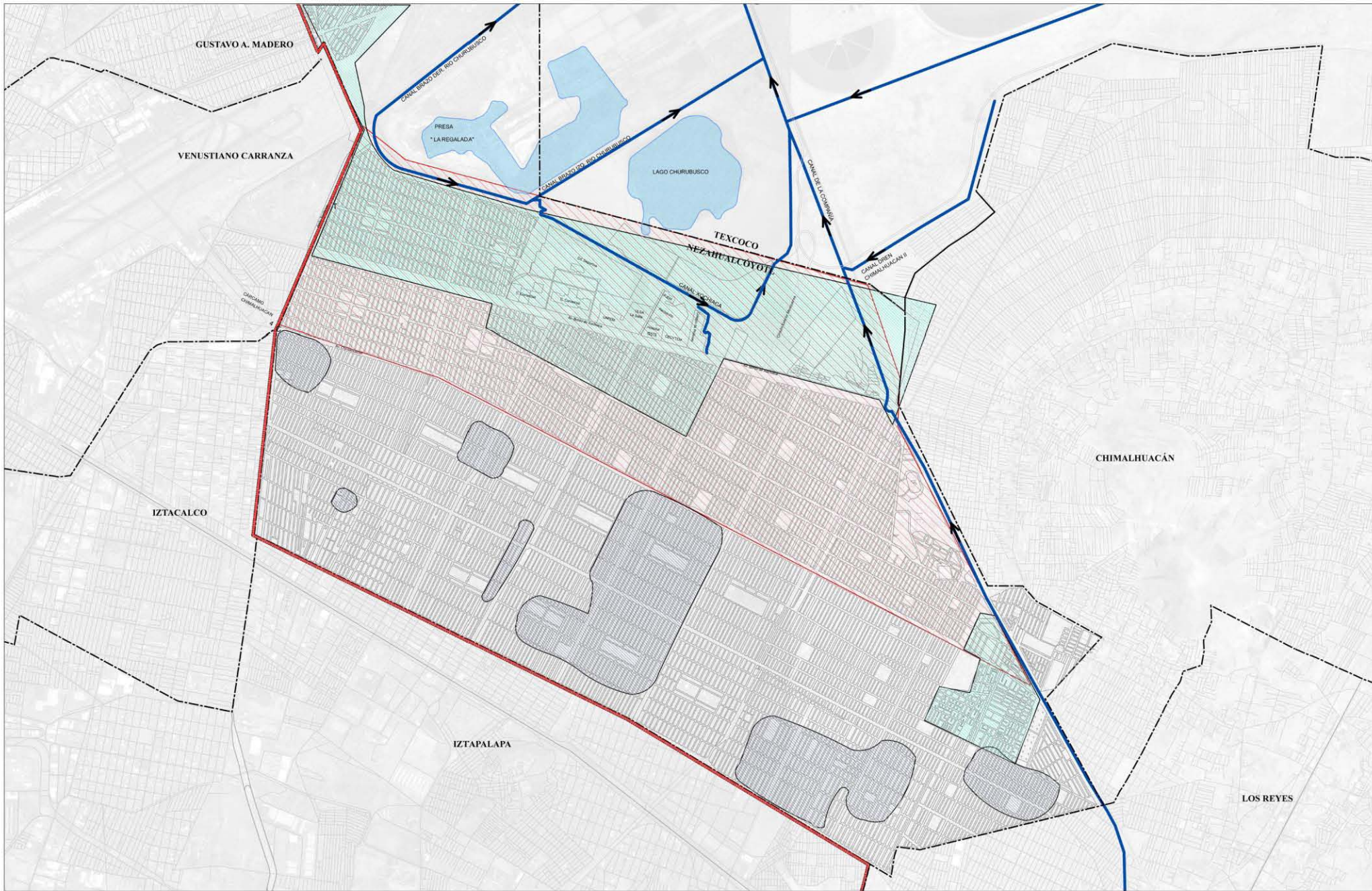
**SIMBOLOGÍA**

- Limite Estado
- Limite Administrativo (Municipios y Delegaciones)
- Traza Urbana Nezahualcoyo
- Traza Urbana / Contexto
- Zona de Estudio
- Canal a cielo abierto
- Cuerpo de agua
- Flujos de Corrientes de Agua
- Área de Influencia (Cuenca) por Cárnamo de Bombeo
- Canal Subterráneo
- Colector Sistema de Drenaje
- Subcolector Sistema de Drenaje
- C Cárnamo de Bombeo
- R Planta de Rebombeo
- T Planta de Tratamiento

FUENTE: Elaboración propia con base a información de INEGI / Gobierno del Estado de México / ODAPAS.

UNAM / E. A. / UAAP ERIC CARRILLO FAJARDO		 
PROYECTO: INFRAESTRUCTURA VERDE COMO ESTRATEGIA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA PLUVIAL EN EL ESPACIO PÚBLICO. CASO DE ESTUDIO: CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL.		
PARTIDA ANÁLISIS URBANO	PLANO: HIDRÁULICA URBANA SISTEMA DE DRENAJE	UBICACIÓN CLAVE: IVAC-AU-3
ESCALA GRÁFICA:		ESCALA: 1: 60,000





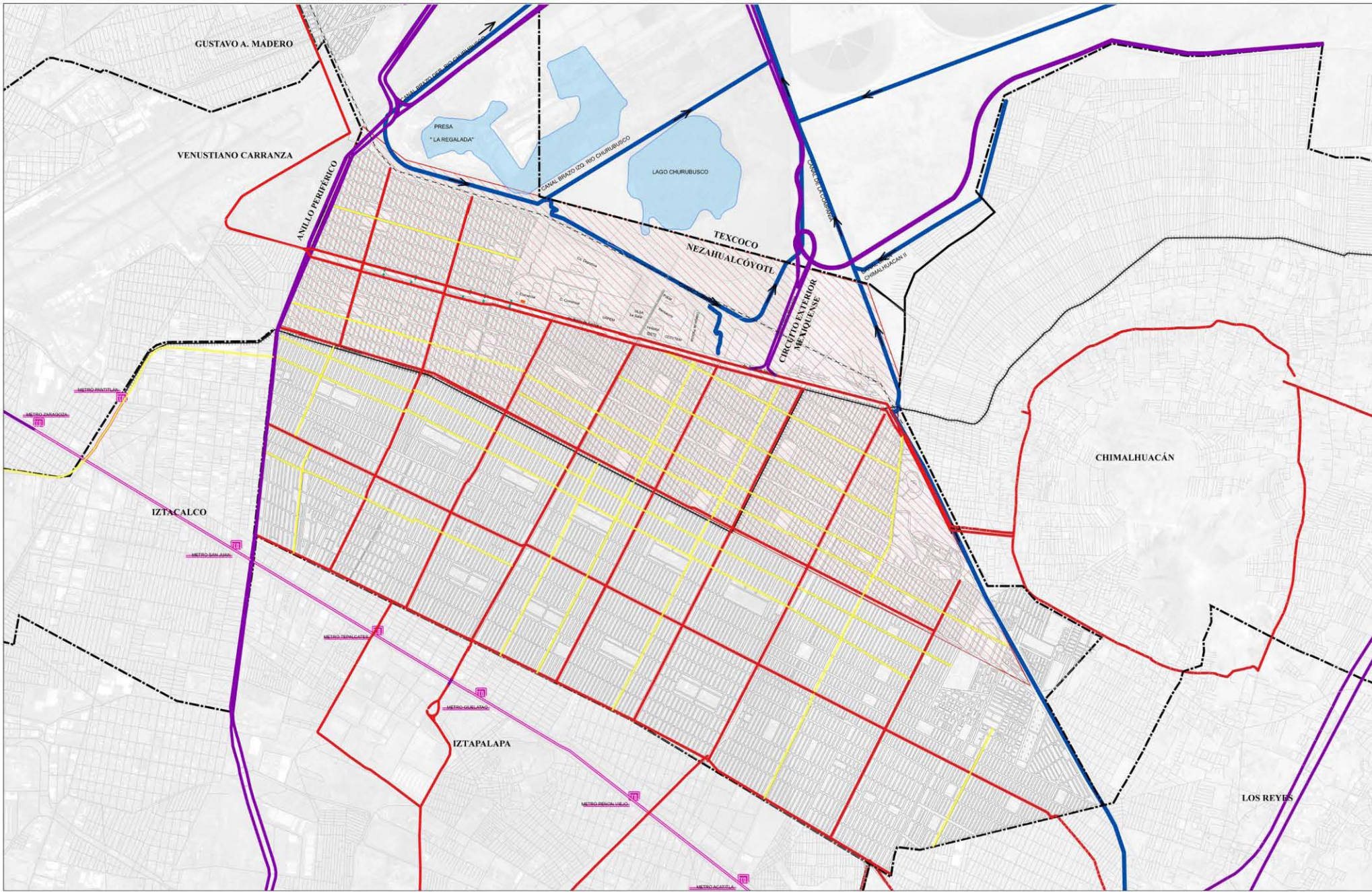
**SIMBOLOGÍA**

- Límite Estado
- Límite Administrativo (Municipios y Delegaciones)
- Trazo Urbana Nezahualcóyotl
- Trazo Urbana / Contexto
- Zona de Estudio
- Canal a cielo abierto
- Cuerpo de agua
- Flujos de Corrientes de Agua
- Área de Riesgo por Inundación de acuerdo a Plan Municipal de Desarrollo Urbano (2013).
- Área Inundable (Temporada de Lluvias 2007 - 2013)

FUENTE: Elaboración propia con base a información de Gobierno del Estado de México (Atlas de Inundaciones 2007-2013 / Plan Municipal de Desarrollo Urbano para el Municipio de Nezahualcóyotl, 2013).

UNAM / Facultad de Arquitectura / UAAP			
ERIC CARRILLO FAJARDO			
PROYECTO: INFRAESTRUCTURA VERDE COMO ESTRATEGIA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA PLUVIAL EN EL ESPACIO PÚBLICO. CASO DE ESTUDIO: CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL.			
PARTIDA:	ANÁLISIS URBANO	PLANO: HIDRÁULICA URBANA SISTEMA DE DRENAJE	UBICACIÓN:
ESCALA GRÁFICA:	0 0.425 0.85 1.7 km		CLAVE: IVAP-AU-4
			ESCALA: 1:60,000





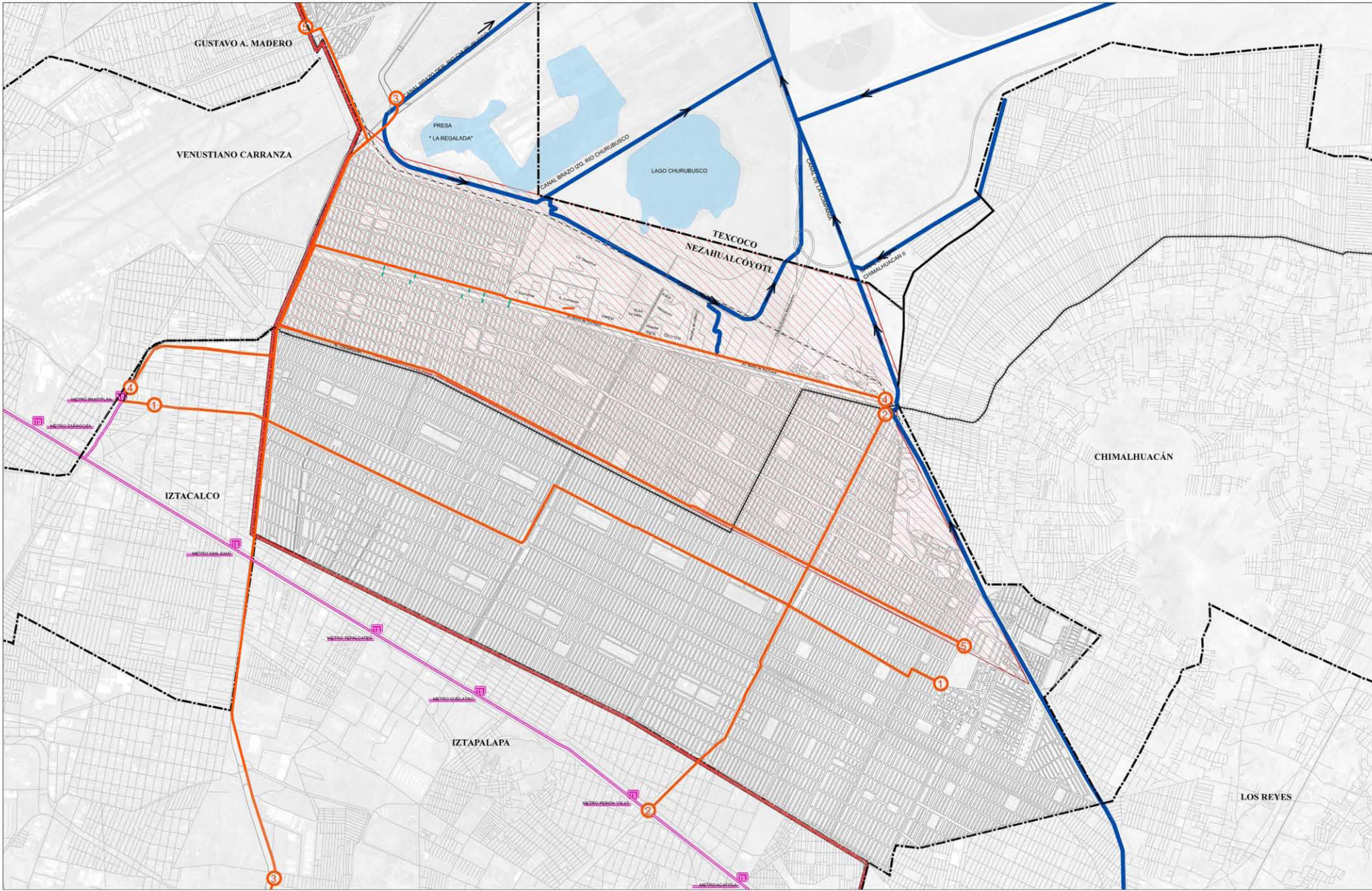
**SIMBOLOGÍA**

Límite Estado	Zona de Estudio	Línea de Ferrocarril en deshuoso	Vialidad Primaria con Camellón
Límite Administrativo (Municipios y Delegaciones)	Canal a cielo abierto	Línea de Mexibús (Pantitlán - Chimalhuacán)	Vialidad Secundaria
Traza Urbana Nezahualcóyotl	Cuerpo de agua	Línea del Metro	Puente Peatonal
Traza Urbana / Contexto	Flujos de Corrientes de Agua	Vialidad Regional	Parabús

FUENTE: Elaboración propia con base a información de INEGI / Gobierno del Estado de México / ODAPAS.

UNAM / E. A. / UAAP ERIC CARRILLO FAJARDO			
PROYECTO: INFRAESTRUCTURA VERDE COMO ESTRATEGIA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA PLUVIAL EN EL ESPACIO PÚBLICO. CASO DE ESTUDIO: CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL.			
PARTIDA:	ANÁLISIS URBANO	PLANO:	JERARQUÍA VIAL
ESCALA GRÁFICA:	0 0.425 0.85 1.7 km	ESCALA:	1: 60,000





- Limite Estado
- Limite Administrativo (Municipios y Delegaciones)
- Traza Urbana Nezahualcóyotl
- Traza Urbana / Contexto
- Zona de Estudio
- Canal a cielo abierto
- Cuerpo de agua
- Flujos de Corrientes de Agua

**SIMBOLOGÍA**

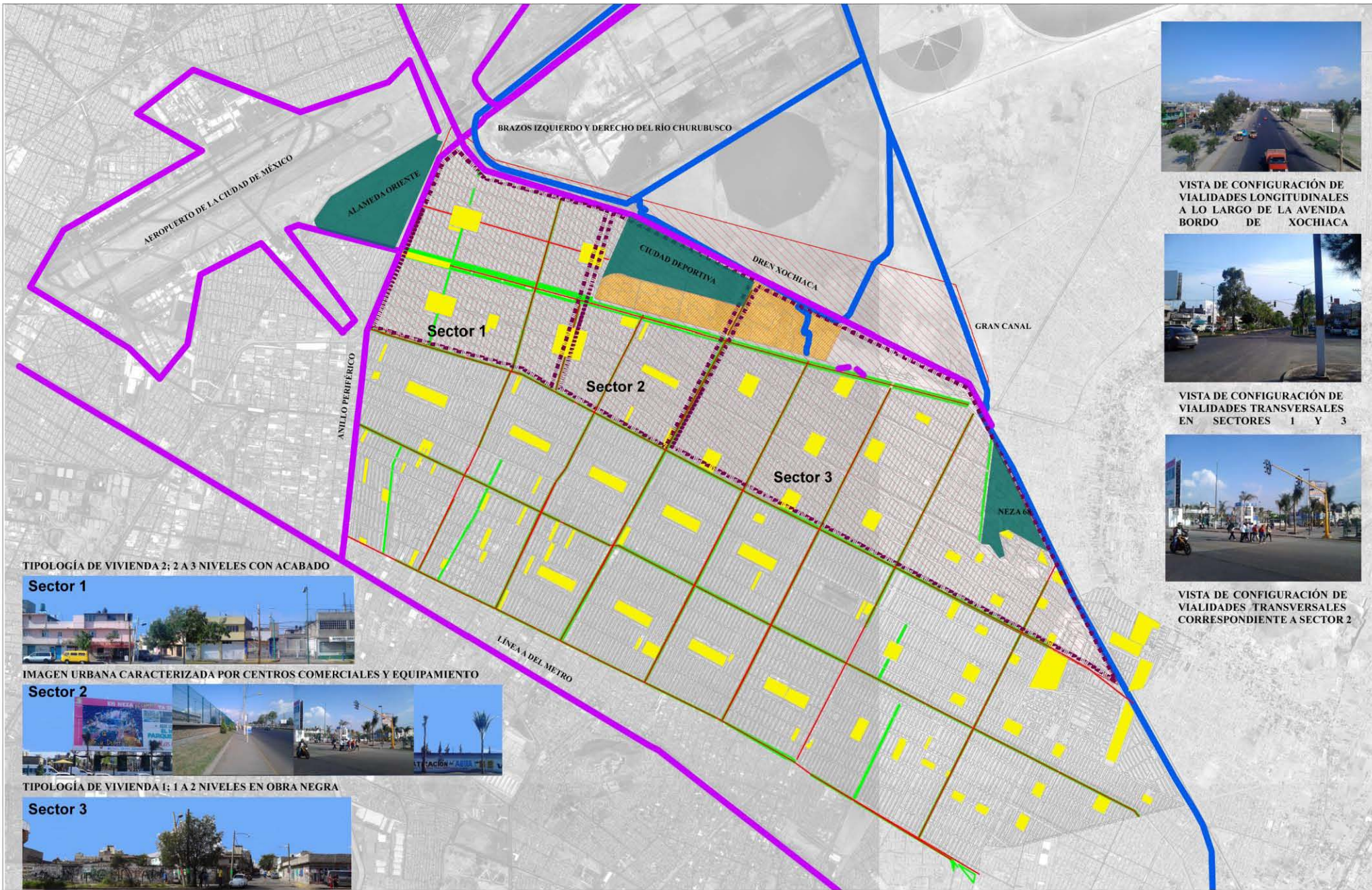
- Línea de Ferrocarril en deshuoso
- Red de Mexibús (Pantitlán - Chimalhuacán)
- Línea del Metro
- Puente peatonal
- Parabús

- Ruta de microbús
- 1 Hospital Grí. La Perla - Metro Pantitlán
- 2 Paradero Neza - Metro Peñón Viejo
- 3 RTP Alameda Oriente - Xochimilco
- 4 Metro Pantitlán - Nezahualcóyotl
- 5 Cd. Azteca - Neza Palacio

FUENTE: Elaboración propia con base a información de INEGI / Gobierno del Estado de México.

<b>UNAM / E. A. / UAAP</b> ERIC CARRILLO FAJARDO		
PROYECTO: INFRAESTRUCTURA VERDE COMO ESTRATEGIA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA PLUVIAL EN EL ESPACIO PÚBLICO. CASO DE ESTUDIO: CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL.		
PARTIDA: <b>ANÁLISIS URBANO</b>	PLANO: MOVILIDAD/ <b>TRANSPORTE PÚBLICO</b>	UBICACIÓN CLAVE: <b>IVAC-AU-6</b>
ESCALA: 0 0.425 0.85 1.7 km		ESCALA: 1: 60,000





VISTA DE CONFIGURACIÓN DE VIALIDADES LONGITUDINALES A LO LARGO DE LA AVENIDA BORDO DE XOCHIACA



VISTA DE CONFIGURACIÓN DE VIALIDADES TRANSVERSALES EN SECTORES 1 Y 3



VISTA DE CONFIGURACIÓN DE VIALIDADES TRANSVERSALES CORRESPONDIENTE A SECTOR 2

TIPOLOGÍA DE VIVIENDA 2; 2 A 3 NIVELES CON ACABADO

**Sector 1**



IMAGEN URBANA CARACTERIZADA POR CENTROS COMERCIALES Y EQUIPAMIENTO

**Sector 2**



TIPOLOGÍA DE VIVIENDA 1; 1 A 2 NIVELES EN OBRA NEGRA

**Sector 3**



Borde Urbano

Configuración de Trazo Urbana de Ciudad Nezahualcóyotl

Equipamiento / Centro de barrio

Sectores

Borde Hídrico ( Canal a Cielo Abierto)

Lotificación

Área Comercial y de Servicios

Zona de Estudio

Camellón

Parque Deportivo

UNAM / E. A. / UAAP  
ERIC CARRILLO FAJARDO

PROYECTO: INFRAESTRUCTURA VERDE COMO ESTRATEGIA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA PLUVIAL EN EL ESPACIO PÚBLICO. CASO DE ESTUDIO: CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL.

PARTIDA: ANALISIS URBANO

PLANO: IMAGEN URBANA

ESCALA: 0.425

0 0.85 1.7 km

ESCALA: 1:60,000

UBICACIÓN  
CLAVE:  
IVAC-AU-7

FUENTE: Elaboración propia con base a información de INEGI / Gobierno del Estado de México



### 3.3 DIAGNÓSTICO

Como parte de la metodología empleada, se elaboró el diagnóstico específicamente de la zona de estudio perteneciente al camellón que se ubica a lo largo de la Avenida Bordo de Xochiaca (**Ver plano IVAP-DU al final de este apartado**).

En este documento, se incluyen aspectos de cada uno de los temas analizados de manera individual, de tal forma que sirva a manera de guía al poder determinar las zonas con mayor concentración de problemáticas a nivel urbano, así como de mayor potencial para implementar estrategias de Arquitectura de Paisaje con el fin de responder a uno de los mayores problemas que presenta el municipio actualmente y desde sus orígenes: las inundaciones.

Es importante considerar los factores ambientales analizados anteriormente, que inciden sobre el área urbana actual, para conformar finalmente un ecosistema urbano complejo en donde cada elemento se ha ido modificando a través de los años. Para tales fines a continuación se analiza cada uno de los aspectos ambientales y su interrelación entre sí, así como con los urbanos que configuran la situación actual.

En materia de ubicación a nivel hidrológico, el hecho de encontrarse dentro de lo que fuera el antiguo lago de Texcoco en la planicie pluvial lacustre perteneciente a la CM, el municipio de Nezahualcóyotl presenta condiciones muy particulares: por un lado la configuración política del municipio estuvo claramente influenciada por la existencia de canales, que con la transformación del uso de suelo a lo largo de los años se convirtieron en importantes medios de salida para las aguas servidas tanto del municipio, como de la ZMCM. Esta situación ocasiona que amplias zonas del municipio se encuentren en constante riesgo ante el desbordamiento de los canales, lo cual se vio reflejado en el mapa de inundaciones. Aunado a esta situación los análisis arrojan el mal estado por falta de mantenimiento del actual sistema de alcantarillado y drenaje.

Por su parte, otro aspecto fundamental que está relacionado con la ubicación geográfica es el clima; este elemento ambiental es uno de los que presenta mayor interés para el presente trabajo cuyo tema principal es el manejo del agua pluvial. El análisis realizado muestra que el clima predominante en el municipio presenta una concentración de lluvias en verano, sin embargo de acuerdo a datos obtenidos del Sistema Meteorológico Nacional, pueden existir y han existido eventos naturales en donde los niveles de agua pluvial durante los meses de menor precipitación llegan a aumentar hasta en 8 veces, por lo cual prácticamente en cualquier época del año existe la probabilidad de fuertes lluvias, siendo la precipitación promedio anual de 799.4 mm. Esta situación a su vez se relaciona con el aspecto urbano del uso de suelo y el ambiental de geología y edafología; por un lado el uso de suelo presenta en más del 83% uso de suelo urbano contemplando los usos habitacionales, de comercio y servicios, lo cual habla de las vastas áreas cubiertas por concreto, que si bien en tema de edafología las características de suelo son propias de un suelo lacustre con baja capacidad de permeabilidad y cuyo nivel de agua libre subterránea se encuentra en promedio a 800 m de profundidad, el hecho de cubrir casi por completo la superficie municipal con materiales completamente impermeables, ocasiona que el agua pluvial no encuentre salida natural ni espacios destinados para la captura de esta, lo cual incentivaría la salida del líquido mediante la evaporación y aunque mínima y lenta, la capacidad de infiltración al subsuelo. Otro aspecto que interviene en la acumulación del agua pluvial, es el hecho de que existe una mínima pendiente a lo largo del área ocupada por el municipio. Las condiciones propias de un lecho de lago es la de contener el agua y más aun tratándose del último receptor del sistema lacustre del que formó parte el lago de Texcoco, lo cual explica nuevamente la presencia de encharcamientos, además del poco funcional sistema de alcantarillado público.

La falta de espacios abiertos de calidad, así como el mal estado de los espacios existentes que prácticamente se reducen al área ocupada por los camellones, se debe por un lado, a la falta de visión por parte de las



autoridades en materia de planeación, pero también se atribuye a que las condiciones edafológicas son pobres para la existencia de áreas verdes óptimas, ya que el suelo presenta altos contenidos de sal y baja cantidad de nutrientes que puedan propiciar el crecimiento de vegetación. Aunado a lo anterior, el arbolado existente se encuentra en malas condiciones debido al nulo mantenimiento que se les da por parte de las autoridades y la población, por lo cual se obtiene finalmente una imagen urbana pobre en cuanto a calidad espacial que brindan las áreas verdes, sin olvidar los servicios ambientales que ofrecen y que es necesario existir en un espacio tan urbanizado como lo es el municipio de Nezahualcóyotl para bienestar social y ambiental.

De esta manera se establece la relación entre los aspectos ambientales y urbanos que operan dentro del municipio formando parte de un ecosistema urbano complejo, en el que cada elemento opera de manera integral y sistémica y por tanto la modificación de uno de ellos modificará en mayor o menor medida al sistema en conjunto. Cada una de estas situaciones tiene presencia sobre la zona de estudio elegida, y de manera particular como parte complementaria al diagnóstico urbano realizado de manera gráfica (**Ver plano IVAP-DU al final de este apartado**), a continuación se refieren las principales conclusiones sobre el sitio, clasificado por sectores para su mayor comprensión:

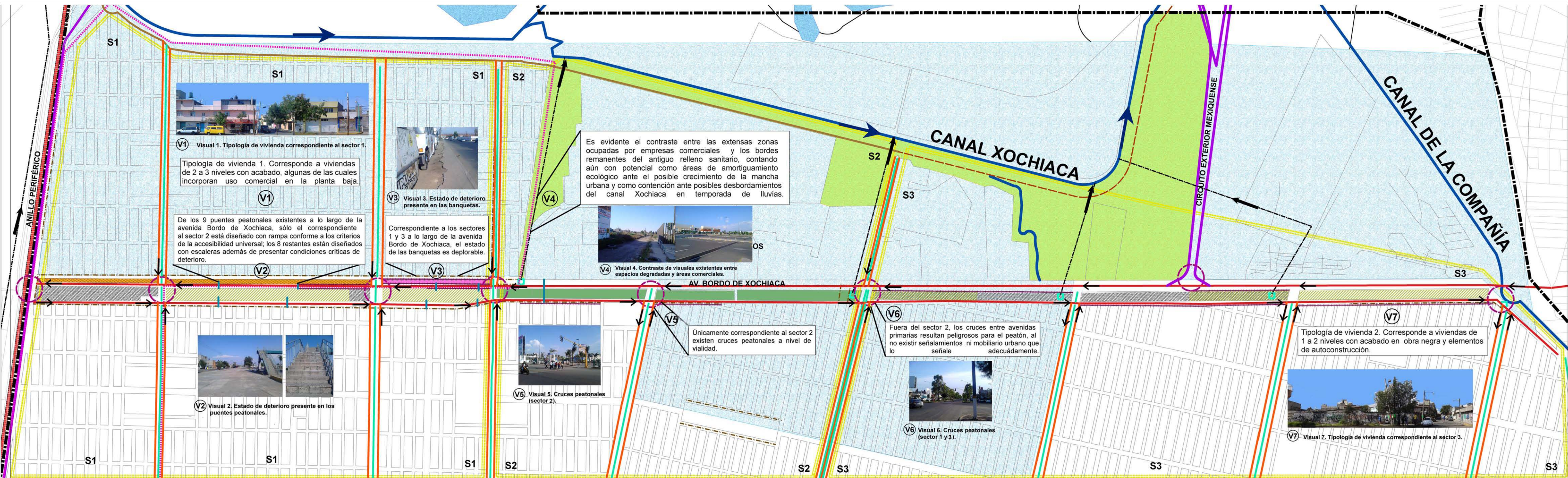
**Sector 1.** Presenta fuertes problemáticas dentro del conjunto al existir fallas tanto a nivel de infraestructura con un mal funcionamiento del sistema de drenaje y falta de alcantarillado de acuerdo a información proporcionada por el ODAPAS. A nivel superficial existe falta de banquetas en grandes tramos de calle y vastas áreas del camellón se encuentran subutilizadas por falta de infraestructura y equipamiento, así como de mobiliario, lo cual en suma genera una imagen urbana pobre en cuanto a espacios abiertos. Así mismo se considera importante el hecho de que existe vivienda hacia ambos lados de la avenida a diferencia de los otros dos sectores, siendo mayor la población directamente afectada o beneficiada por las medidas que se tomen.

**Sector 2.** Este sector corresponde a la gran zona comercial y de servicios, sede de algunas instituciones, hace recaer la atención por parte de las autoridades encargadas de las obras urbanas, lo cual se ve reflejado con la creación del reciente parque “Las Fuentes” sobre la porción del camellón que se encuentra frente a la zona comercial, contrastando con el resto de los sectores correspondientes a la avenida Bordo de Xochiaca. Esto se ve reflejado en la existencia de banquetas en buen estado, luminarias con buen funcionamiento y la existencia de cruces peatonales dignos. Sin embargo, aunque se están tomando medidas para mejorar la imagen urbana, a nivel de infraestructura referente al tema de drenaje y alcantarillado, éste es igual de deficiente que en el resto del municipio, por lo que también deben tomarse medidas para evitar la presencia de inundaciones.

**Sector 3.** En calidad de imagen urbana este sector es el menos afortunado en gran parte al ubicarse en las inmediaciones del Gran Canal; a éste corresponden viviendas con aspecto de marginación, lo que nos habla de la concentración de un nivel socioeconómico bajo dentro de la población que conforma el municipio por la presencia de viviendas mayormente en obra negra. Así mismo, la atención por parte de las autoridades hacia esta zona es escasa, presentando fuertes deterioros a nivel de banquetas y pavimentación de las calles. Incrementando la imagen de deterioro, a este sector corresponden las zonas del antiguo relleno sanitario que siguen sin ocupación, siendo áreas residuales con aspecto de abandono, insalubridad e inseguridad.

En conclusión, la zona de estudio requiere de medidas enfocadas a una planificación integral que contemple cada uno de los aspectos que como ya se trató, interfieren sobre los espacios abiertos de toda localidad urbana que finalmente forma parte de un ecosistema urbano. Con mayor detenimiento debe contemplarse este enfoque sobre una zona tan vulnerable, en este caso al tema del agua, como lo es Ciudad Nezahualcóyotl; municipio que surgió de una necesidad e iniciativa social teniendo una casi nula planificación integral por parte de autoridades competentes respecto a las condiciones naturales del territorio. Por lo cual, como uno de los objetivos del presente trabajo, se busca dar soluciones mediante una propuesta de Arquitectura de Paisaje tomando como estrategia el uso de infraestructura verde, cuyo objetivo principal es mejorar la calidad espacial y por tanto la calidad de vida de los habitantes de Ciudad Nezahualcóyotl.





De acuerdo a la imagen urbana, se puede dividir el área de estudio en 3 sectores principales:

**Sector 1.** Correspondiente a viviendas de 2 a 3 niveles con uso mixto contando con algún tipo de comercio en la planta baja. Así mismo a este sector corresponden áreas del camellón de estudio degradadas, siendo espacios subutilizados.

**Sector 2.** Correspondiente a la concentración de servicios y grandes cadenas comerciales. A este sector se limitan las principales obras con beneficio urbano, como el parque "Las Fuentes" ubicado sobre el camellón de estudio, brindando espacios recreativos como respuesta a la concentración de personas en esta zona.

**Sector 3.** Este sector corresponde en su mayoría a viviendas de 1 a 2 niveles con acabados en obra negra, cuya imagen urbana aumenta en deterioro entre más nos acercamos al gran canal, encontrando zonas de tiraderos que en suma confieren una imagen de marginación e inseguridad.



LÍMITES Y TRAZAS		VIALIDAD		SISTEMA DE DRENAJE		CUERPO DE AGUA		ESTACIONAMIENTO		OTROS ELEMENTOS			
	Límite Estatal		Vialidad Regional		Vialidad Primaria con Flujo Vehicular Intenso		Tramo de calle sin Banqueta		Cuerpo de Agua		Estacionamiento Público Degradado		Cárcamo de Bombeo
	Límite Administrativo (Delegaciones y Municipios)		Vialidad Primaria		Camellón con Potencial como Andador Peatonal		Microcuenca con problemas de Contraflujo en Sistema de Drenaje		Área con riesgo a Inundaciones		Construcción sobre área de Camellón		Sectores
	Canal a Cielo Abierto		Camino de Terracería		Puente Peatonal en mal Estado		Canal de Desagüe Subterráneo		Área residual libre de pavimento		Área recreativa sobre área de Camellón		Dirección de Flujos de Corrientes de Agua Superficial
	Traza Urbana		Camino Rural		Nodo Vehicular / Cruce Peatonal Peligroso		Tramo de calle sin Alcantarillado		Área peatonal pavimentada con presencia de Comercio Informal		Área de camellón Degradada		Dirección de Flujos en Canal Subterráneo
													Dirección de Flujo Vehicular

FUENTE: Elaboración propia con base a Información de INEGI / Gobierno del Estado de México

UNAM / Facultad de Arquitectura / UAAP  
ERIC CARRILLO FAJARDO

PROYECTO: INFRAESTRUCTURA VERDE COMO ESTRATEGIA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA PLUVIAL EN EL ESPACIO PÚBLICO. CASO DE ESTUDIO: CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL.

PARTIDA: DIAGNÓSTICO      CONTENIDO: DIAGNÓSTICO

ESCALA: 0.25 0.125 0 0.25 0.5 km

GRÁFICA:

UBICACIÓN:

CLAVE: IVAP-DU

ESCALA: 1: 5,000



### 3.4 PLAN ESTRATÉGICO

Una vez analizadas las condiciones que presenta el área de estudio tanto en materia ambiental como urbana, en el presente apartado se propone un Plan Estratégico planteando de manera integral cada una de las estrategias a implementar para dar solución a las principales problemáticas detectadas.

Siendo el tema principal del presente trabajo el manejo sustentable del agua pluvial, se toman como punto de referencia las estrategias que proponen los Sistemas Urbanos de Drenaje Sustentable (SUDS) analizados anteriormente y adaptándolas tanto a las condiciones particulares que presenta el área de estudio, como a la particularidad de las problemáticas detectadas en la etapa de análisis y diagnóstico.

Dichas estrategias quedan establecidas a continuación, mismas que se presentan propiamente como Plan Estratégico en el plano **IVAP-PE** incluido al final de este apartado.

- Captación y conducción de agua pluvial sobre camellones.
- Retención de agua pluvial sobre camellón por medio de Estanques de Retención / Humedales Artificiales.
- Retención de agua pluvial con actividades recreativas sobre camellón: Parques de lluvia.
- Sistema de Parques / Circuito ciclista.
- Lagunas fitodepuradoras de agua pluvial/ Recuperación del dren Xochiaca.

El funcionamiento del sistema es el siguiente: los 8 camellones localizados sobre las avenidas secundarias con orientación norte - sur y 1 con orientación este - oeste, son aprovechados como captadores y conductores del agua pluvial, para lo cual se implementan drenes filtrantes con sistema de conducción a ambos lados del camellón, así como andadores peatonales y circuitos ciclistas como estrategia para incentivar la movilidad no motorizada. El agua captada en dichos camellones tiene distintos destinos de acuerdo a la ubicación dentro del conjunto: por un lado es conducida hacia los sistemas de fitodepuración localizados fuera del área urbana o directamente depositada sobre los canales que limitan el área de estudio. Por otro lado el destino de esta agua es el camellón localizado sobre la avenida Bordo de Xochiaca, siendo el eje central a nivel de conjunto y sobre el cual se plantean las principales actividades para beneficio social. Sobre las distintas áreas que conforman este camellón se implementan estanques de retención, así como parques de lluvia conformados por distintos SUDS, cuya estrategia es retener la mayor cantidad de agua pluvial proveniente tanto de la vialidad circundante como de los camellones conductores. Con lo anterior se busca contribuir a evitar, por un lado las inundaciones a nivel de vialidad que tanto afectan en temporada de lluvias y por otro, aprovechar estos volúmenes de agua para el mejoramiento del espacio público a través de la generación de áreas vegetadas y cuerpos de agua permanentes; lo que a la par de mejorar la imagen urbana, mejora la calidad espacial mediante el mejoramiento del microclima. Así mismo se busca incentivar las actividades al aire libre sobre este camellón que actualmente cuenta con vastos espacios degradados y por lo tanto subutilizados. Se busca generar una conexión peatonal y ciclista a nivel de conjunto, teniendo como destinos la Alameda Oriente situada al oeste del conjunto y el estadio Neza 86 al extremo oriente, que si bien la Alameda Oriente se sitúa fuera del municipio, por su colindancia con la zona de estudio se considera como una importante fuente de esparcimiento y recreación. Por su parte el estadio Neza 86 se sitúa en colindancia con el municipio de Chimalhuacán, siendo de los pocos centros deportivos existentes dentro de la zona de estudio al igual que la denominada Ciudad Deportiva, situada en las inmediaciones al canal Xochiaca y que forma parte del

recorrido ciclista, con lo que se busca aprovechar toda esta área dándole valor como área de amortiguamiento ecológico siendo el límite entre la mancha urbana y los canales que demarcan la colindancia con los últimos remanentes del lago de Texcoco. Es sobre esta misma área en que se sitúan las plantas de fitosaneamiento antes mencionadas y a través de las cuales los excedentes de agua pluvial captada mediante los SUDS implementados sobre el área urbana, tienen salida al desembocar finalmente sobre el Dren Xochiaca, planteando su recuperación mediante la implementación de plantas de tratamiento situadas en puntos específicos.

De esta manera queda establecido el funcionamiento a nivel de conjunto del Plan Estratégico (**Ver plano IVAP - PE al final de este apartado**). A continuación se aborda de manera particular cada uno de los principales elementos que conforman dicho plan.

### **3.4.1 Captación y conducción de agua pluvial sobre camellones perpendiculares a la avenida bordo de Xochiaca**

**Camellón tipo 1.** Para el caso de los camellones que miden en promedio 20 m de ancho, al cruzar perpendicularmente con el camellón principal que se encuentra sobre la Avenida Bordo de Xochiaca, se destina parte de su sección para captar y transportar el agua pluvial recogida del área de vialidad correspondiente (**Ver Cálculo de volúmenes de agua pluvial al final de este apartado**). Esto mediante la implementación de drenes filtrantes con sistemas de conducción integrados a las áreas vegetadas, en donde después de ser captada y haber pasado por filtros de roca y trampas de aceites, el agua es conducida a través de un sistema de cárcamos interconectados de manera independiente al sistema de drenaje, cuyo fin principal es dirigir parte de esta agua hacia espacios destinados al almacenaje de agua pluvial y el resto hacia plantas fitodepuradoras ubicadas fuera del área urbana, las que a su vez alimentan el cauce del dren Xochiaca.

Otros usos que se destinan para estos camellones, son los de servir como andador peatonal y como ciclista; ambos usos diferenciados mediante el diseño de pavimentos (**Ver Ficha 1**).

**Camellón tipo 2.** Para el caso de los camellones que miden menos de 10 m de ancho, los criterios son los mismos que en el caso anterior, omitiendo únicamente el uso como ciclista, de tal manera que quede establecido el uso como andador peatonal y como captador y conductor de agua pluvial.

### **3.4.2 Estanques de retención / humedales**

Parte de las secciones que conforman el camellón de la Avenida Bordo de Xochiaca, se destinan para servir como estanques de retención y humedales. Esto además de servir como estrategia para reducir las áreas de inundación que en temporada de lluvias afectan la vialidad al captar y almacenar volúmenes de agua significantes (**Ver Anexo 1**), brinda un espacio verde para el disfrute de los usuarios al contar con áreas de estar con calidad visual y ambiental, pues parte de las estrategias es la incorporación de materia vegetal propia de los ecosistemas acuáticos (**Ver Ficha 2**). Así mismo se brinda un aporte ecológico, ya que estos estanques de retención y humedales surgen a manera de reinterpretación del ecosistema lacustre del lago de Texcoco, con lo que además se incentiva la posibilidad de que haya presencia de fauna propia del lago de Texcoco, principalmente aves cuyo hábitat cada vez va siendo más reducido a causa de la urbanización.

Por otro lado se propone la incorporación de un circuito ciclista atravesando longitudinalmente el camellón, esto como parte de la estrategia general de incentivar la movilidad no motorizada.



### 3.4.3 Parques de lluvia

A lo largo de la Avenida Bordo de Xochiaca, se proponen 3 parques recreativos con la cualidad de funcionar como áreas de retención de agua pluvial (**Ver plano IVAP - PE al final de este apartado**), a través de la implementación de drenes filtrantes, humedales, cunetas verdes y estanques de retención. Así mismo de acuerdo a la función de parque, se implementan una serie de actividades recreativas conformando el listado de espacios siguiente: área de lectura con foro al aire libre, andadores, gimnasios de parkour y calistenia, área de juegos infantiles, pista de atletismo, cancha de fútbol y basquetbol, áreas de estar y ciclista.

De tal manera, la presencia de cuerpos de agua dentro del parque aumenta la calidad visual y ambiental mediante el mejoramiento del microclima. Para el desarrollo del anteproyecto, se eligió una de las secciones del camellón planteadas bajo este concepto dentro del Plan Estratégico (**3.5 Anteproyecto**).

### 3.4.4 Sistema de parques / ciclista

Como propuesta para incentivar la circulación no motorizada dentro del municipio, se plantea un circuito ciclista cuyo recorrido principal sea en un sentido oriente - poniente a través de la avenida Bordo de Xochiaca, conectando al poniente con la Alameda Oriente, la cual aunque se encuentra fuera del municipio tiene un extenso radio de influencia al tratarse de un parque de escala urbana, y al oriente con el parque deportivo “Neza 86” pasando por Ciudad Deportiva, con una distancia aproximada de 6 km de longitud. Así mismo se plantea la recuperación de las áreas colindantes al dren Xochiaca sirviendo como parque con potencial para el amortiguamiento ecológico, quedando de esta manera un sistema de parques a escala urbana conectados por medio de la ciclista. Como circuitos alternativos, se considera la conexión Norte – Sur a través de los camellones que atraviesan el municipio en dicho sentido, con posibilidad de conectar con la línea A del metro ubicada al sur del municipio dentro de la delegación Iztapalapa (**Ver Ficha 3**).

### 3.4.5 Lagunas fitodepuradoras de agua pluvial/ recuperación del dren Xochiaca

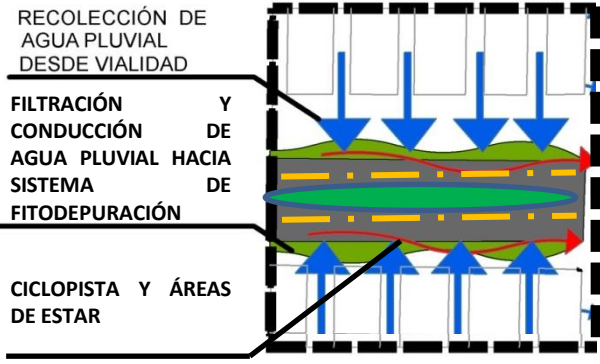
Para dar salida al sistema de manejo de agua pluvial propuesto se plantea la instalación de lagunas fitodepuradoras de agua, siendo las principales receptoras del agua captada y conducida por los Sistemas Urbanos de Drenaje Sustentable (SUDS) propuestos dentro del Plan Estratégico. La ubicación de estas lagunas se plantea en las áreas circundantes al Dren Xochiaca; actualmente áreas residuales correspondientes al antiguo relleno sanitario, con lo que se busca activar el uso de este espacio al otorgarle la función como zona de amortiguamiento ecológico brindando atractivos visuales por la presencia de cuerpos de agua vegetados (**Ver Ficha 4**).

Después de haber pasado por los filtros vegetales, el agua pluvial será conducida al Dren Xochiaca, para lo cual se plantea la incorporación al Programa Federal de Saneamiento de aguas residuales (PROSANEAR) requiriendo la instalación de plantas de tratamiento tanto en el brazo derecho del Río Churubusco como en el Gran Canal en su sección correspondiente al municipio (**Ver plano IVAP - PE al final de este apartado**), de tal suerte que los flujos provenientes de este se incorporen al dren Xochiaca con un tratamiento previo y a su vez desemboquen en el gran canal en su sección correspondiente al municipio de Texcoco; es decir, después de haber pasado igualmente por una planta de tratamiento para ser conducida a la subcuenca del Tula en Hidalgo.

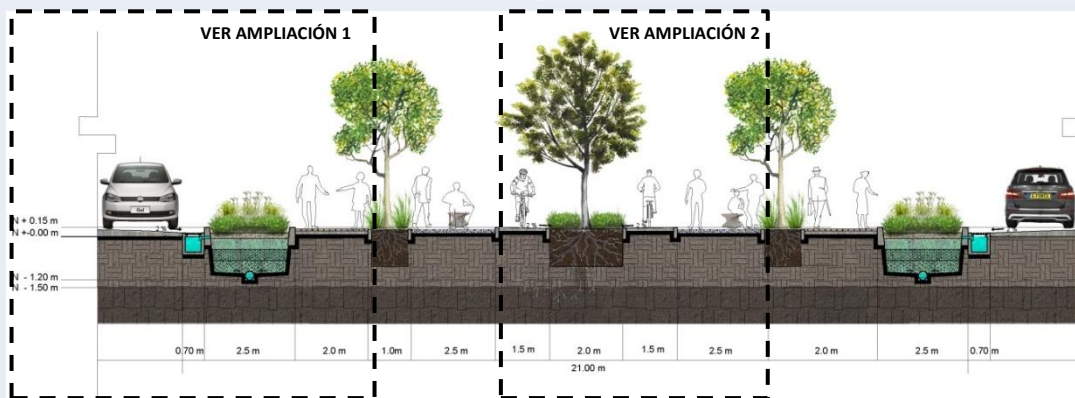
## FICHA 1. CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA PLUVIAL SOBRE CAMELLÓN

### ESTRATEGIAS:

- Captación y filtración de agua pluvial a nivel de vialidad mediante trampas de aceite y drenes filtrantes.
- Conducción de volúmenes de agua pluvial hacia sistemas de fitodepuración.
- Incorporación de infraestructura para la movilidad no motorizada.

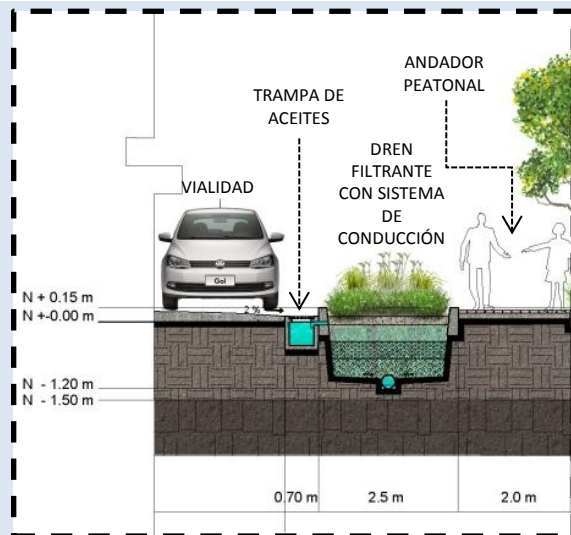


PLANTA ESQUEMÁTICA

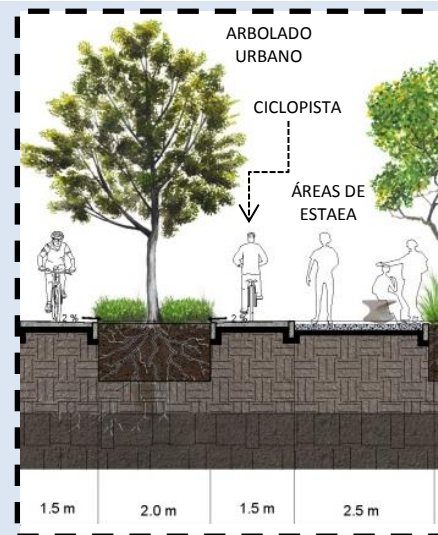


CORTE ESQUEMÁTICO

### AMPLIACIÓN 1



### AMPLIACIÓN 2



### BENEFICIOS:

- Disminución de encharcamientos e inundaciones a nivel de vialidad.
- Generación de microclimas mediante la presencia de vegetación de porte bajo y arbolado urbano.
- Generación de espacios abiertos de calidad, mejorando la imagen urbana y la calidad de vida de los usuarios mediante la incorporación de áreas de esparcimiento.



## FICHA 2. RETENCIÓN DE AGUA PLUVIAL SOBRE CAMELLÓN

### ESTRATEGIAS:

- Captación y filtración de agua pluvial a nivel de vialidad mediante trampas de aceite y drenes filtrantes.
- Concentración de grandes volúmenes de agua en estanques de retención vegetados.
- Incorporación de infraestructura para la movilidad no motorizada.

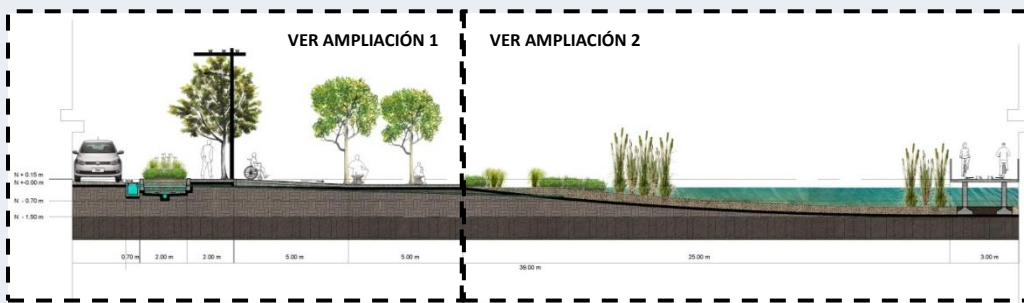
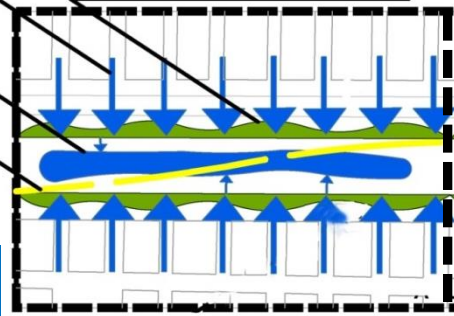
RECOLECCIÓN DE AGUA PLUVIAL DESDE VIALIDAD

FILTRADO Y CONDUCCIÓN DE AGUA PLUVIAL HACIA ÁREA DE CAMELLÓN

RETENCIÓN DE AGUA PLUVIAL EN HUMEDALES ARTIFICIALES

CIRCUITO CICLISTA

PLANTA ESQUEMÁTICA

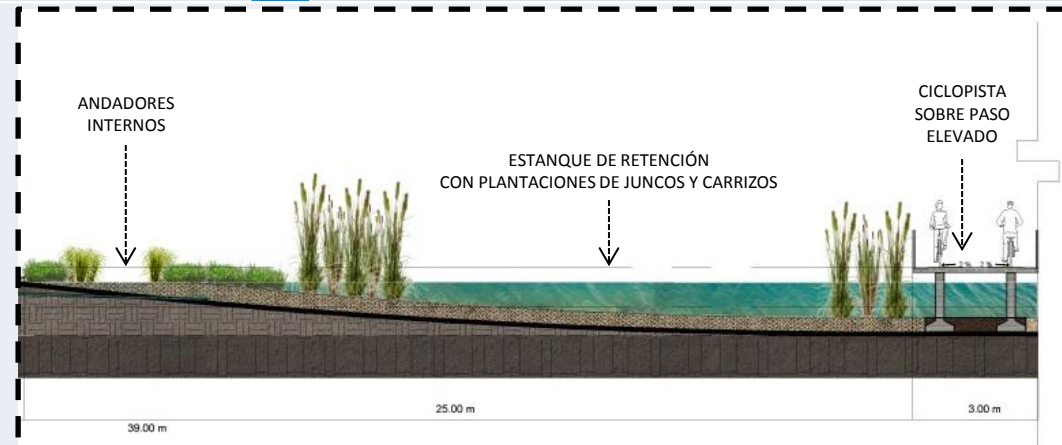
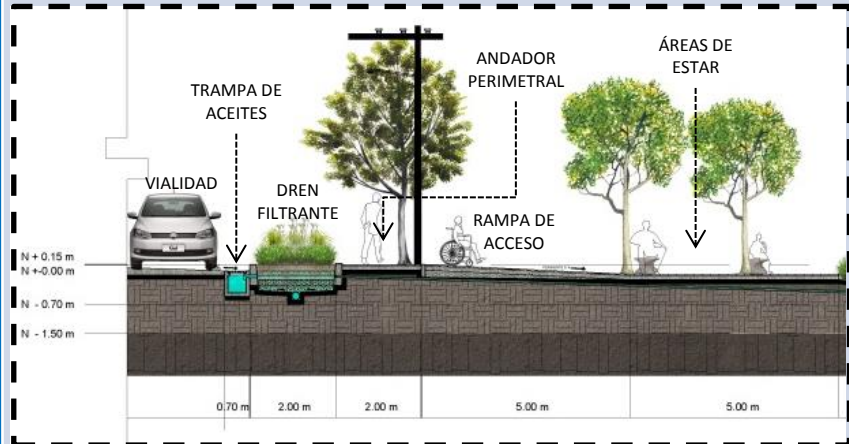


CORTE ESQUEMÁTICO

### BENEFICIOS:

- Disminución de encharcamientos e inundaciones a nivel de vialidad
- Generación de microclimas con la presencia de cuerpos de agua.
- Generación de espacios abiertos de calidad, mejorando la imagen urbana.

AMPLIACIÓN 1



AMPLIACIÓN 2

### FICHA 3. SISTEMA DE PARQUES / CICLOPISTA

#### ESTRATEGIAS:

- Generación de un circuito ciclista conectando con los principales espacios deportivos con posibilidad de continuar hacia otros puntos de interés como los sistemas de transporte colectivo de la Ciudad de México.
- Conectividad de áreas verdes y rescate de espacios degradados con potencial ecológico.
- Incorporación de infraestructura para la movilidad no motorizada.

#### PLANTA ESQUEMÁTICA



#### CORTE ESQUEMÁTICO



#### BENEFICIOS:

- Incentivación de la movilidad no motorizada mediante la creación de un circuito ciclista y peatonal planificado.
- Conectividad de espacios deportivos y áreas verdes que promueven la generación de microclimas a lo largo del municipio, así como la recuperación de hábitats y diversidad biológica enriquecedores del paisaje.
- Rescate de áreas actualmente degradadas con potencial como amortiguamiento ecológico ante posibles desbordamientos del dren Xochiaca.

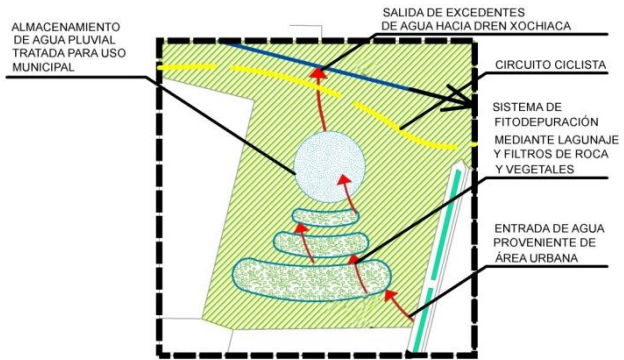


## FICHA 4. SISTEMAS DE FITODEPURACIÓN DE AGUA PLUVIAL

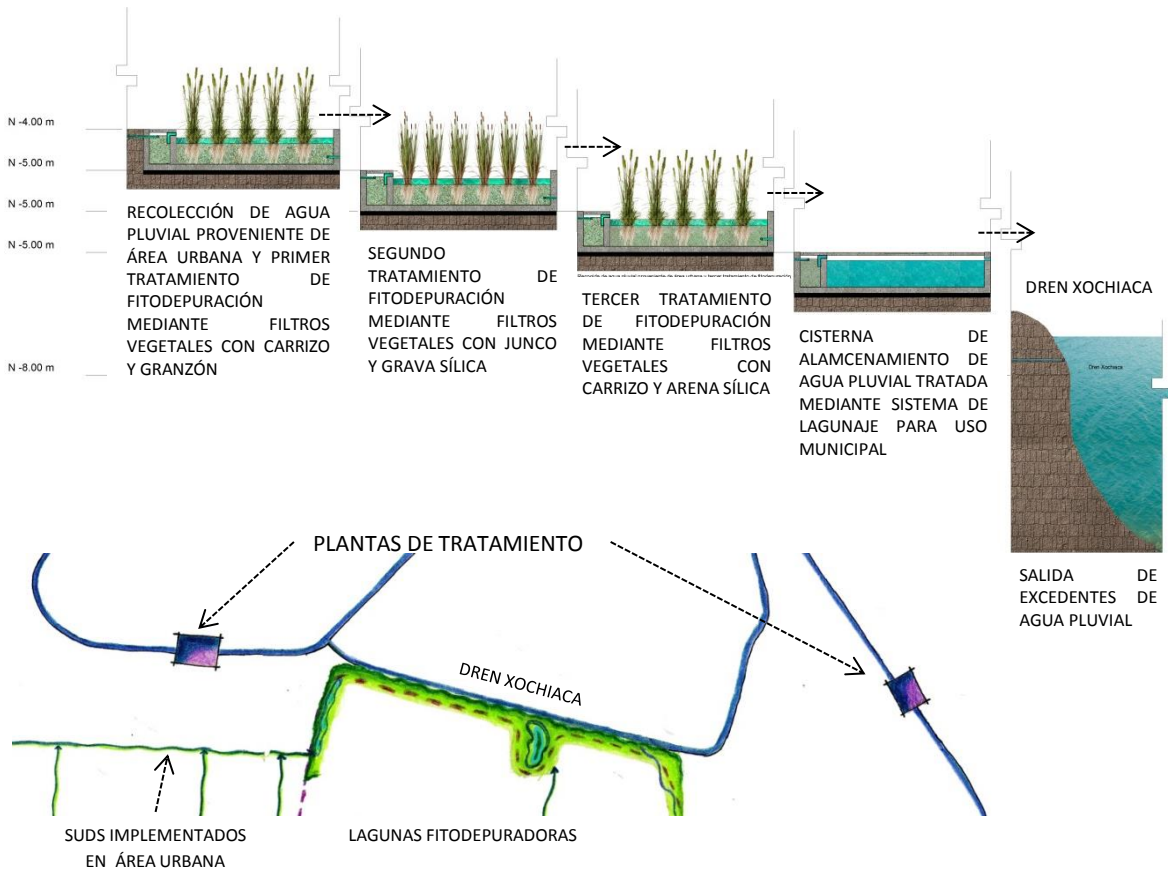
### ESTRATEGIAS:

- Captación y filtración de agua pluvial mediante sistemas de lagunaje y fitodepuración.
- Sistema de almacenamiento de agua pluvial tratada.
- Implementación de plantas de tratamiento en puntos estratégicos sobre el dren Xochiaca.

### PLANTA ESQUEMÁTICA



### CORTE ESQUEMÁTICO



### BENEFICIOS:

- Se asegura la salida a los excedentes de agua pluvial captada en el espacio urbano, evitando su saturación.
- Aprovechamiento del agua pluvial tratada para uso municipal.
- Mediante la implementación de plantas de tratamiento, se busca recuperar los tramos del dren Xochiaca para generar un ambiente de humedal con potencial como área ecológica.

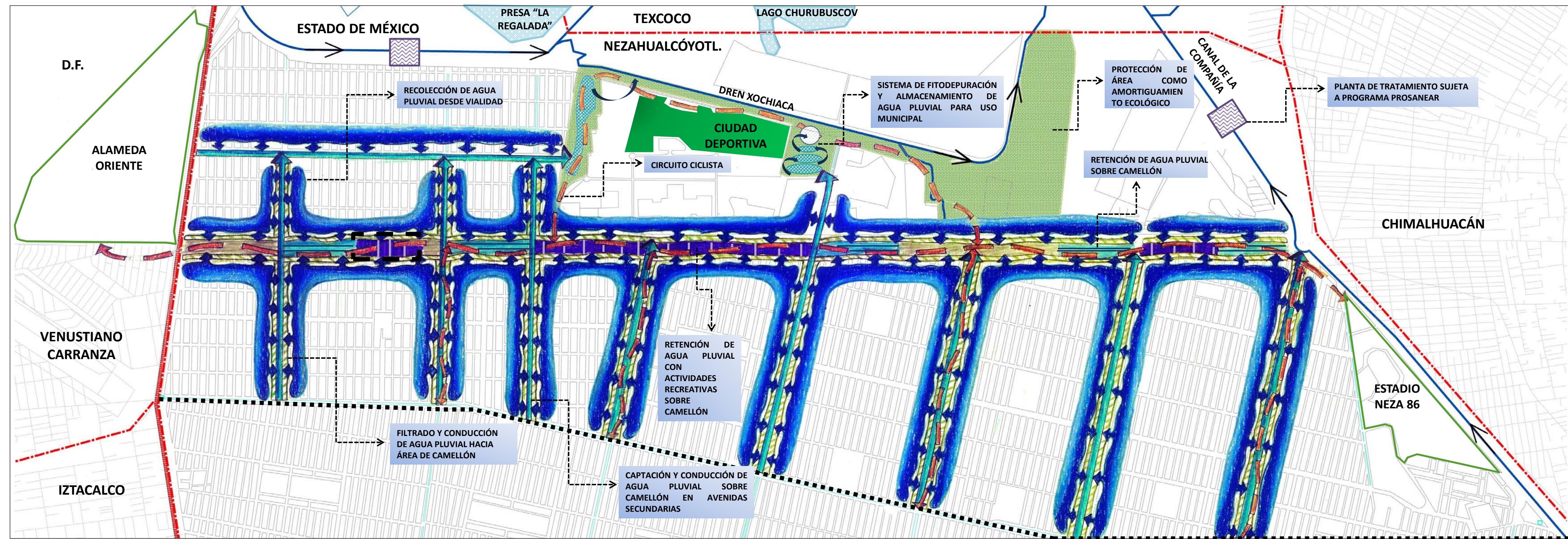
### 3.4.6 Cálculo de volúmenes de agua pluvial

Adicionalmente y como información complementaria al Plan Estratégico, se realizaron los correspondientes cálculos de caudal máximo de agua pluvial sobre la zona de estudio, esto siguiendo el método racional Americano, que contempla distintos valores de acuerdo a los porcentajes de pérdida entre las áreas correspondientes a vialidad y las áreas verdes.

Dichos valores se anexan al final del documento, en donde se detallan los cálculos para la capacidad de volumen en distintas áreas del camellón de estudio, de acuerdo al uso y función planteada, así como el volumen de agua captada de acuerdo a las áreas tributarias de cada zona, tomando en cuenta un máximo de precipitación para 3 días (**Ver Anexo: Cálculo de volúmenes de agua pluvial al final del documento**).

El objetivo de esta información es obtener la capacidad volumétrica en m<sup>3</sup> para cada uno de los espacios destinados en el Plan Estratégico para captar o conducir agua pluvial, de tal manera que se de sustento a las propuestas planteadas al obtener volúmenes de agua pluvial aceptables por los especialistas mediante la aplicación de fórmulas ya establecidas, haciendo posible diseñar y tomar las estrategias pertinentes de acuerdo a los valores arrojados.





<p><b>Limite Estatal</b> (Red dashed line)</p> <p><b>Limite Administrativo (Delegaciones y Municipios)</b> (Red dotted line)</p> <p><b>Canal a Cielo Abierto</b> (Blue line)</p> <p><b>Cuerpo de agua</b> (Blue area)</p>		<p><b>Flujo de canal a cielo abierto</b> (Blue arrow)</p> <p><b>Traza Urbana</b> (Grey lines)</p> <p><b>Camellón</b> (Blue line)</p> <p><b>Parque urbano existente</b> (Green area)</p>		<p><b>SIMBOLOGÍA</b></p> <p><b>Área construida sobre camellón</b> (Brown area)</p> <p><b>Retención de agua pluvial sobre Camellón/ Estanque de retención</b> (Blue area)</p> <p><b>Retención de agua pluvial con actividades recreativas/ Parque de lluvia</b> (Purple area)</p>		<p><b>Captación y conducción de agua pluvial sobre avenidas secundarias</b> (Blue arrow)</p> <p><b>Captación y conducción de agua pluvial sobre avenidas secundarias</b> (Blue arrow)</p> <p><b>Circuito ciclista</b> (Red dashed line)</p>		<p><b>Sistema de filtración y conducción de agua pluvial a nivel de banquetas</b> (Green area)</p> <p><b>Sistema de fitodepuración de agua pluvial</b> (Green area)</p> <p><b>Almacenamiento de agua pluvial para uso municipal</b> (Blue circle)</p>		<p><b>Dirección de flujos en sistemas De fitodepuración de agua pluvial</b> (Blue arrow)</p> <p><b>Planta de tratamiento sujeta a programa PROSANEAR</b> (Purple square)</p>		<p><b>Protección de área como amortiguamiento ecológico</b> (Green area)</p> <p><b>Límite de zona de estudio como prototipo a reproducir</b> (Black dashed line)</p> <p><b>Ubicación de Anteproyecto</b> (Black dashed line)</p>	
---	--	---	--	--	--	---	--	---	--	--	--	--	--

UNAM / Facultad de Arquitectura / UAAP		ERIC CARRILLO FAJARDO		UBICACIÓN	
PROYECTO		CONTENIDO:		CLAVE:	
PARTIDA:		PLAN ESTRATÉGICO		IVAP-PE	
ESCALA:		0,25 0,125 0 0,25 km		ESCALA:	
GRÁFICA:		[Scale bar]		1: 5.000	



### 3.5 ANTEPROYECTO: PARQUE DE LLUVIA

Como anteproyecto se seleccionó un tramo del camellón que se encuentra a lo largo de la avenida bordo de Xochiaca, de 400 m de longitud y 75 de ancho (Ver plano IVAP-PE y plano IVAP-AP-PA al final de este apartado) cuyo objetivo es cambiar un problema por un beneficio social y ambiental. Dicho espacio se contempla bajo el criterio de “Parque de lluvia”, cuyos usos principales son el de recreación, deporte y esparcimiento, así como el de conducción y retención de agua pluvial, generando espacios verdes que evoquen el estado natural que predominaba en el sitio antes de la desecación del lago. Se plantea además brindar servicios ambientales como el mejoramiento del microclima gracias a la presencia constante de cuerpos de agua, la disminución de contaminantes arrastrados por el agua sobre la vialidad a través de filtros vegetales; por otro lado se busca aprovechar el recurso hídrico que actualmente termina siendo un problema social al generar fuertes inundaciones.

El funcionamiento referente al tema del manejo pluvial (Ver plano IVAP-AP-PF al final de este apartado), se logra con la implementación de los siguientes SUDS:

- Drenos filtrantes a nivel de banqueteta.
- Humedales artificiales.
- Cunetas verdes.
- Estanques de retención.

Con base a las actividades que se plantean dentro del proyecto paisajístico, éste comprende los siguientes espacios:

- Andadores peatonales.
- Área de lectura con foro al aire libre.
- Áreas de estar.
- Gimnasios de calistenia y parkour.
- Área de juegos infantiles.
- Ciclopista.
- Pista de atletismo.
- Cancha de fútbol y basquetbol.
- Áreas de bosque.

A continuación se describe cada uno de los espacios que comprenden el proyecto, así como el funcionamiento de los SUDS implementados como estrategia para la captación de agua pluvial, siendo complemento de los planos correspondientes anexados al final del presente capítulo (Ver planos IVAP-AP-PP, IVAP-AP-PA, IVAP-AP-PF, IVAP-AP-CA, IVAP-AP-DC1 e IVAP-AP-DC2 al final del capítulo).

**Drenos filtrantes a nivel de banqueteta.** Se encuentran bordeando perimetralmente al camellón en su sentido longitudinal, recibiendo el agua pluvial a nivel de vialidad tras pasar por una trampa de aceites. El diseño de estos elementos es de 2 m de ancho por 60 cm de profundidad. La estrategia es recibir el agua pluvial para filtrarla mediante una serie de capas de grava y arena sílicas de distinta granulometría, mandando los excedentes de agua previamente tratada hacia el interior del parque. Así mismo el diseño de estos elementos cuenta con un sistema de conducción subterránea mediante tubería de PVC hidráulico con 2" de  $\varnothing$ , cuyo fin es evitar la saturación del sistema en una sola zona al distribuir longitudinalmente el agua captada y de esta manera permitir el paso lento del líquido a través de los filtros pétreos. Finalmente estos elementos cuentan con vegetación superficial que a la vez de aportar un medio de filtración adicional mediante las raíces, aportan en calidad de imagen urbana y espacial, al ser el límite entre la vialidad y el interior del parque



(Figura 62). Para este fin, se proponen especies nativas que aún subsisten en el sitio y que crecen esporádicamente en forma de maleza, con lo que se pretende darle identidad al proyecto y comenzar a valorar especies de bajo mantenimiento con aportación ambiental (Ver Paleta Vegetal al final del capítulo).

**Andador perimetral.** Al igual que los drenes filtrantes sirve como límite entre la vialidad y el interior del parque, correspondiendo al nivel de banqueta con 15 cm arriba del nivel de vialidad. El ancho de estos andadores es de 5 m y cuenta con alineaciones de 3 especies diferentes de árboles: fresno, calistemo y álamo plateado que fungen como barrera vegetal ante la contaminación visual, auditiva y ambiental que representa una vialidad primaria como lo es la avenida bordo de Xochiaca. Para este este espacio se seleccionó como acabado el adoquín color rojo para generar contraste con los elementos verdes tanto del dren, como del arbolado (Figura 62).



Figura 62. Área de acceso al parque en donde se aprecian drenes filtrantes a nivel de banqueta.

**Rampas y escalinatas de acceso.** Como medio de acceso al parque se diseñó una escalinata de 2 amplias escalinatas a manera de plataformas con 2.5 m de ancho cada una que pueden servir a su vez como andadores internos y zonas de estar. Este elemento se encuentra interrumpido por una serie de rampas de acceso con pendiente del 6% para cumplir con la accesibilidad universal (Figura 62). Ambos elementos ocupan el mismo ancho y bajan 10 cm desde el nivel de banqueta. El material seleccionado es adoquín color beige.

Una vez dentro del parque existen distintas zonas inmediatas, siendo una de ellas el **área de lectura y foro al aire libre**. El área de lectura consiste en una serie de bancas de concreto diseñadas con respaldo y ubicadas bajo árboles de flor de mayo que enriquecen visualmente tanto por su flor llamativa, como por su tronco con valor escultórico, a su vez que proporcionan sombra a los usuarios. Así mismo junto a cada banca se propone

la plantación de vitex y muitle, aportando estéticamente con color y textura (tonos verdes, naranjas y morados). Para esta zona el pavimento consiste en adoquín color beige (**Figura 63**).



**Figura 63.** Área de lectura y foro al aire libre.

Adyacente a la zona de lectura, se encuentra el foro al aire libre que consiste en un área de gradas de concreto y un escenario hundido cuyo material es concreto ecológico. Como fondo para el escenario se planteó una hilera de colorines, siendo especies con alto valor escultórico. Por su parte, el muro resultante de las gradas se destina como mural para arte urbano (**Figura 63**).

Continuando el recorrido, en los bordes del parque se ubican una serie de **humedales artificiales** que reciben el agua principalmente de los drenes filtrantes por medio de tubería subterránea. Estos elementos se diseñaron con una profundidad de 75 cm y ancho variable al presentar un diseño sinuoso. La función de éstos es la de retener importantes cantidades de agua pluvial generando un microclima más húmedo con la presencia constante de agua y permitir la lenta evaporación del líquido, ya que las condiciones del terreno impiden una infiltración considerable al subsuelo. Estos elementos cuentan con plantaciones de carrizo y junco sobre un lecho de gravilla sílica mejorada con sustrato, lo cual aporta ecológicamente al generar un ambiente propio de humedal, representando una pequeña muestra del ecosistema que predominó originalmente sobre el lago de Texcoco. Como estrategia para dar salida a los excedentes hídricos del humedal, se implementan una serie de **cunetas verdes** siguiendo el contorno de cada uno de estos (**Figura 65**). Estos elementos cuentan con un ancho de 2 m y longitud variable, además de presentar una pendiente ligera y plantación de especies nativas con el fin de conducir el agua lentamente hacia el destino final que son los **estanques de retención**; estos se encuentran de manera céntrica al interior del parque y representan el destino final del agua captada desde el área de vialidad. Se trata de áreas extensas con una profundidad de 75 cm, cuyo fondo se ubica en la cota más baja respecto a las distintas áreas que conforman el parque (**Ver planos IVAP-AP-PF e IVAP-AP-CA al final del capítulo**).

Al igual que los humedales, estos elementos presentan plantaciones de junco y carrizo sobre un lecho de arena sílica mejorada, siendo áreas de gran valor ambiental permitiendo igualmente la lenta evaporación del agua. Aprovechando el atractivo visual que generan estos espacios, se diseñaron pasos elevados de madera



que atraviesan el área ocupada por el estanque, contando con barandal perimetral para evitar accidentes (Figura 64).

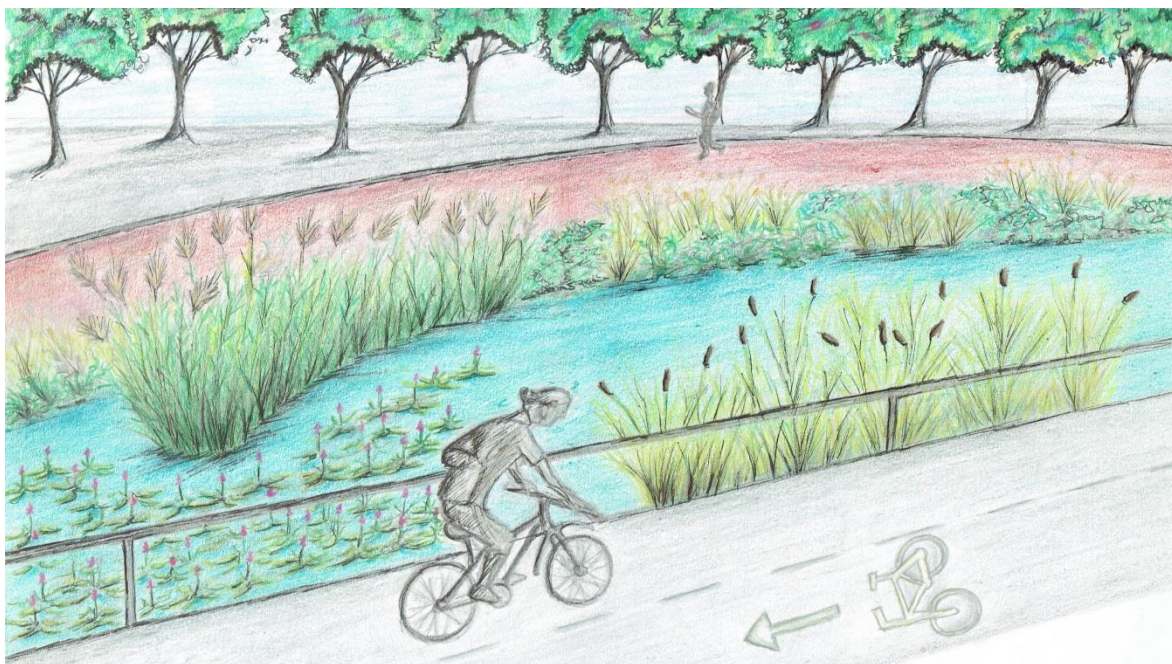


**Figura 64. Pasos elevados sobre estanques de retención.**

Como parte de la movilidad interna, se encuentran las llamadas áreas de transición que forman un gran vestíbulo dirigiendo al usuario hacia las distintas zonas que conforman el parque. Para este espacio el material empleado es el adoquín ecológico color gris, impidiendo los encharcamientos tratándose de un área extensa al dirigir el agua lentamente hacia los niveles más bajos. Así mismo a lo largo de esta área se localizan bancas de concreto para crear áreas de reposo a través de los recorridos, así como dos amplias áreas de estar cubiertas por pérgolas de madera.

Como parte de las actividades recreativas, se diseñaron 2 gimnasios dirigidos principalmente a los usuarios jóvenes: un gimnasio de calistenia y un gimnasio de parkour; ambos tomados de prototipos comerciales contando con el mobiliario adecuado sobre piso a base de caucho reciclado con el fin de evitar lesiones dada la naturaleza de las actividades.

Siguiendo con las actividades deportivas, se plantea una pista de atletismo con 2 m de ancho y una longitud de 400 m, siendo un circuito cerrado. Para tal actividad, el pavimento consiste en tezontle triturado color rojo. Dentro del espacio generado por la pista de atletismo, se ubica un área de juegos infantiles con distinto mobiliario y la existencia de áreas de estar. El diseño de estas áreas cuenta con dos velarias como elementos de sombra, así como una plantación de árboles de flor de mayo gratificando visualmente el espacio (Figura 65).



**Figura 65.** Humedal y cuneta verde en donde se aprecia la pista de atletismo y ciclista.

Finalmente, como parte de la estrategia a nivel de conjunto para incentivar la movilidad no motorizada, se plantea la existencia de una ciclopista que atraviesa el parque longitudinalmente pasando por cada uno de los espacios antes referidos (Figura 65). El diseño de esta ciclopista es de un carril con doble sentido contando con 3 m de ancho; 1.5 m por sentido, siendo el material utilizado concreto ecológico con una pendiente del 2% para evitar encharcamientos.

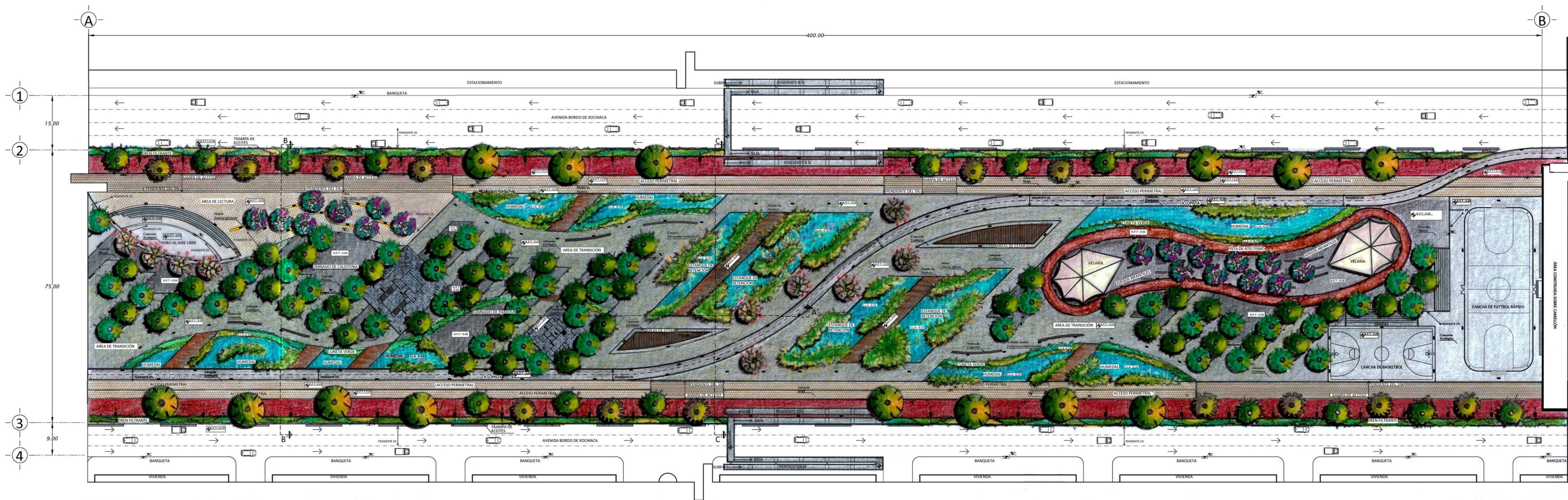
Adicionalmente a los espacios antes descritos y como estrategia para evitar los encharcamientos internos al parque en temporada de lluvias, se destinaron vastas áreas de gravilla con base de tezontle, con lo que se busca concentrar importantes volúmenes de agua, que si bien como ya se ha referido, debido a las condiciones del terreno la infiltración es mínima; mediante el uso de estos materiales pétreos se puede retener el agua para generar una lenta evaporación. Así mismo estas áreas cuentan con plantaciones de árboles generando bosquetes, para lo cual se intercalan dos especies: fresnos y capulines, con la finalidad de contribuir a la generación de microclimas e incentivar la calidad ambiental.

Finalmente como parte del mobiliario se emplean luminarias solares de dos tipos: el primer tipo utilizado a lo largo de todo el andador perimetral cuenta con 8 m de altura y se trata de luminarias dobles; el segundo tipo utilizado prácticamente dentro de todo el parque cuenta con 4 m de altura. De manera complementaria se hace uso de luminarias LED de 1 m de altura ubicadas a través de las áreas de transición.

De esta manera queda establecido el anteproyecto bajo el concepto de Parque de Lluvia, cuyo objetivo principal de captar volúmenes considerables de agua pluvial queda cubierto al obtener un volumen final de **4,843.90 m<sup>3</sup>** de agua distribuidos entre el total de las áreas que configuran el proyecto; esta cifra al compararse con la arrojada en los cálculos de volumen de agua pluvial complementarios al plan estratégico resulta mayor, siendo esta última de **3,018.53 m<sup>3</sup>**, lo que finalmente nos habla de la óptima capacidad que tiene un proyecto con las cualidades ya presentadas frente al manejo del agua pluvial.

Adicionalmente a los planos correspondientes al presente anteproyecto, se anexa la paleta vegetal y de materiales empleada para el mismo, contando con la información necesaria para su correcta identificación.





PARQUE DE LLUVIA ESCALA 1:400

**NOTAS GENERALES**

1. Las cotas están en metros.
2. Las cotas rigen al dibujo.
3. Las cotas se verifican en obra.
4. Los niveles se verifican en obra.
5.  $\text{N.P.T.}$  Indica Nivel de Piso Terminado.
6. S.L.A. Indica Superficie Libre de Agua para cuerpos de agua.

- Indica Cambio de Nivel en piso.
- Indica dirección de pendiente en piso.
- Indica dirección de flujo vehicular.
- Indica línea de corte.
- Indica dirección de pendiente en rampa.
- Luminaria led doble de 160 w con panel solar.
- Luminaria led de 80 w con panel solar.
- Luminaria led de 80 w a nivel de piso.



Cacalotúchil  
*Plumeria rubra*



Calistemo  
*Callistemon citrinus*



Álamo plateado  
*Populus alba*



Colorín  
*Erythrina americana*



Capulín  
*Prunus serotina*



Fresno  
*Fraxinus uhdei*

**CRÓQUIS DE LOCALIZACIÓN**



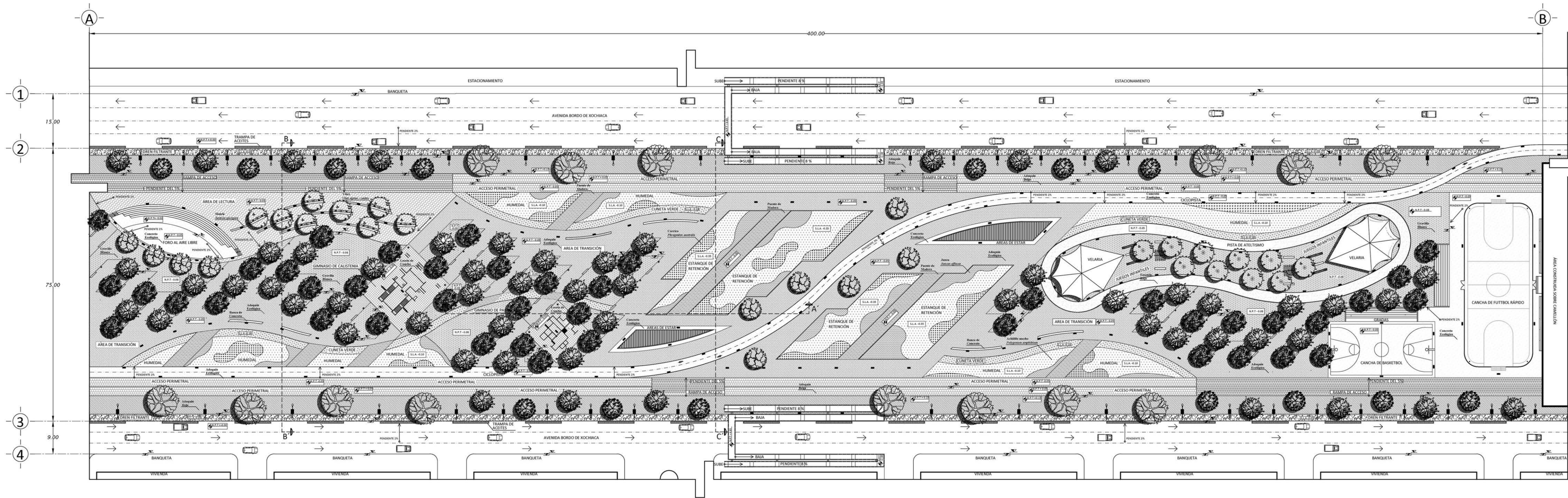
UNAM / Facultad de Arquitectura / UAAP  
**ERIC CARRILLO FAJARDO**

PROYECTO: INFRAESTRUCTURA VERDE COMO ESTRATEGIA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA PLUVIAL EN EL ESPACIO PÚBLICO. CASO DE ESTUDIO: CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL

PARTIDA: ANTEPROYECTO      CONTENIDO: PARQUE DE LLUVIA / PLANTA DE PRESENTACIÓN

ESCALA: GRÁFICA:      CLAVE: IVAP-AP-PP      UBICACIÓN:      ESCALA: 1:400





PARQUE DE LLUVIA ESCALA 1:400

NOTAS GENERALES

1. Las cotas están en metros.
2. Las cotas rigen al dibujo.
3. Las cotas se verifican en obra.
4. Los niveles se verifican en obra.
5.  $N_{P.T.}$  Indica Nivel de Piso Terminado.
6. S.L.A. Indica Superficie Libre de Agua para cuerpos de agua.

- ↕ Indica Cambio de Nivel en piso.
- Indica dirección de pendiente en piso.
- Indica dirección de flujo vehicular.
- Indica línea de corte.
- ↗ Indica dirección de pendiente en rampa.
- Luminaria led doble de 160 w con panel solar.
- Luminaria led de 80 w con panel solar.
- Luminaria led de 80 w a nivel de piso.

Simbología	Especie	Cantidad	Simbología	Especie	Cantidad	Simbología	Especie	Cantidad
	Cacalósúchil <i>Plumeria rubra</i>	18 piezas		Fresno <i>Fraxinus uhdei</i>	56 piezas		Vitex <i>Vitex agnus - castus</i>	23.00 m <sup>2</sup>
	Calistemo <i>Callistemon citrinus</i>	14 piezas		Achilillo macho <i>Polygonum amphibium</i>	1,930.00 m <sup>2</sup>		Vegetación Cuneta Verde	592.00 m <sup>2</sup>
	Colorin <i>Erythrina americana</i>	10 piezas		Carrizo <i>Phragmites australis</i>	546.00 m <sup>2</sup>		Vegetación Dren Filtrante	
	Capulin <i>Prunus serotina</i>	42 piezas		Junco <i>Juncus effusus</i>	450.00 m <sup>2</sup>		Vegetación Humedal	1,446.00 m <sup>2</sup>
	Álamo plateado <i>Populus alba</i>	14 piezas		Muile <i>Justicia spicigera</i>	22.50 m <sup>2</sup>		Vegetación Estanque de Retención	

Simbología	Material	Área	Simbología	Material	Área
	Adoquin ecológico color gris	6,176.00 m <sup>2</sup>		Gravilla blanca	719.00 m <sup>3</sup>
	Loseta de caucho reciclado color negro	450.00 m <sup>2</sup>		Tezontle rojo de grano fino	650.00 m <sup>2</sup>
	Adoquin color beige	5,035.00 m <sup>2</sup>		Piso de madera	596.00 m <sup>2</sup>
	Adoquin color rojo	3,761.00 m <sup>2</sup>			
	Concreto ecológico acabado aparente	2,338.00 m <sup>2</sup>			

Simbología	Elemento	Volumen
	Dren filtrante	828.40 m <sup>3</sup>
	Humedal	1,249.00 m <sup>3</sup>
	Cuneta verde	342.70 m <sup>3</sup>
	Estanque de retención	1,883.00 m <sup>3</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>	<b>4,303.10 m<sup>3</sup></b>



UNAM / Facultad de Arquitectura / UAAP  
**ERIC CARRILLO FAJARDO**

PROYECTO: INFRAESTRUCTURA VERDE COMO ESTRATEGIA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA PLUVIAL EN EL ESPACIO PÚBLICO. CASO DE ESTUDIO: CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL

PARTIDA: ANTEPROYECTO      CONTENIDO: PARQUE DE LLUVIA / PLANTA ARQUITECTÓNICA

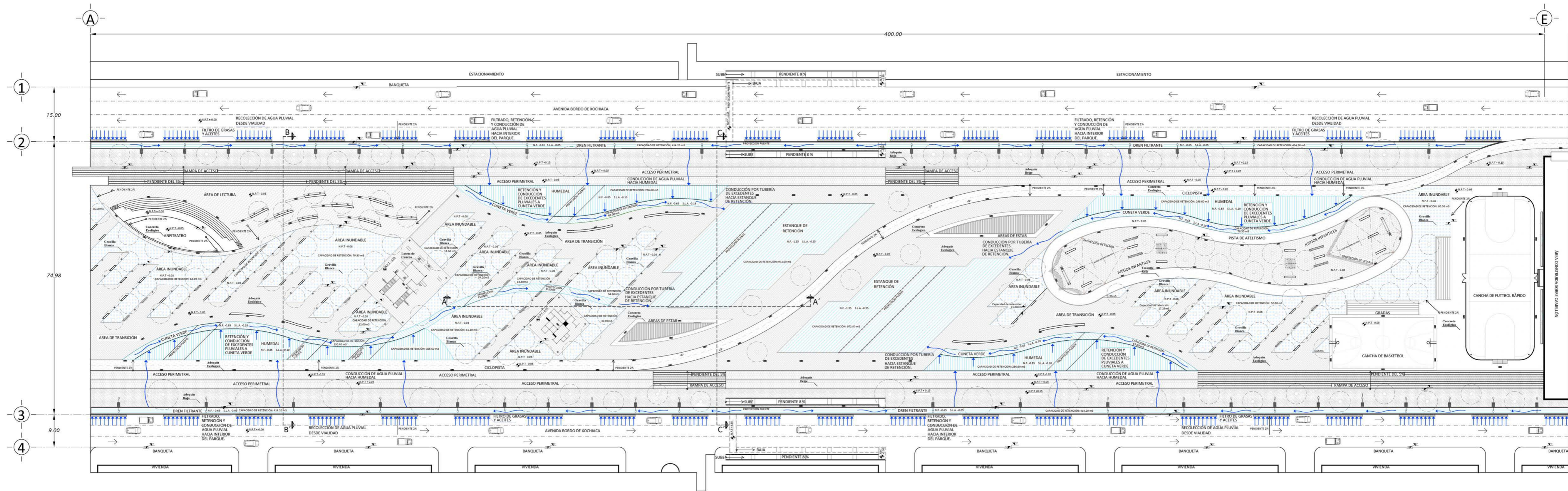
ESCALA GRÁFICA:

UBICACIÓN:

CLAVE: IVAP-AP-PA

ESCALA: 1:400





PARQUE DE LLUVIA ESCALA 1:400

**NOTAS GENERALES**

1. Las cotas están en metros.
2. Las cotas rigen al dibujo.
3. Las cotas se verifican en obra.
4. Los niveles se verifican en obra.
5.  $N.P.T.$  Indica Nivel de Piso Terminado.
6. N.F. Indica Nivel de Fondo para cuerpos de agua.
7. S.L.A. Indica Superficie Libre de Agua para cuerpos de agua.

- Indica Cambio de Nivel en piso.
- Indica dirección de pendiente en piso.
- Indica dirección de flujo vehicular.
- Indica línea de corte.
- Indica dirección de pendiente en rampa.
- Luminaria led doble de 160 w con panel solar.
- Luminaria led de 80 w con panel solar.
- Luminaria led de 80 w.
- Indica dirección de flujos de agua.
- Proyección de árbol.

Simbología	PAVIMENTOS		Simbología	VOLÚMENES CAPTADOS DE AGUA PLUVIAL	
	Material	Área		Material	Área
	Adoquín ecológico color gris	6,176.00 m <sup>2</sup>		Gravilla blanca	719.30 m <sup>3</sup>
	Loseta de caucho reciclado color negro	450.00 m <sup>2</sup>		Tezontle rojo de grano fino	650.00 m <sup>3</sup>
	Adoquín color beige	5,035.00 m <sup>2</sup>			
	Adoquín color rojo	3,761.00 m <sup>2</sup>			
	Concreto ecológico acabado aparente	2,338.00 m <sup>2</sup>			

Simbología	Elemento	Volúmen	Volúmen total de agua pluvial captada
	Dren filtrante	828.40 m <sup>3</sup>	
	Humedal	1,249.00 m <sup>3</sup>	
	Cuneta verde	342.70 m <sup>3</sup>	
	Estanque de retención	1,883.00 m <sup>3</sup>	
	Área inundable de gravilla	540.80 m <sup>3</sup>	4,843.90 m <sup>3</sup>



UNAM / Facultad de Arquitectura / UAAP  
**ERIC CARRILLO FAJARDO**  
**PROYECTO: INFRAESTRUCTURA VERDE COMO ESTRATEGIA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA PLUVIAL EN EL ESPACIO PÚBLICO. CASO DE ESTUDIO: CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL**

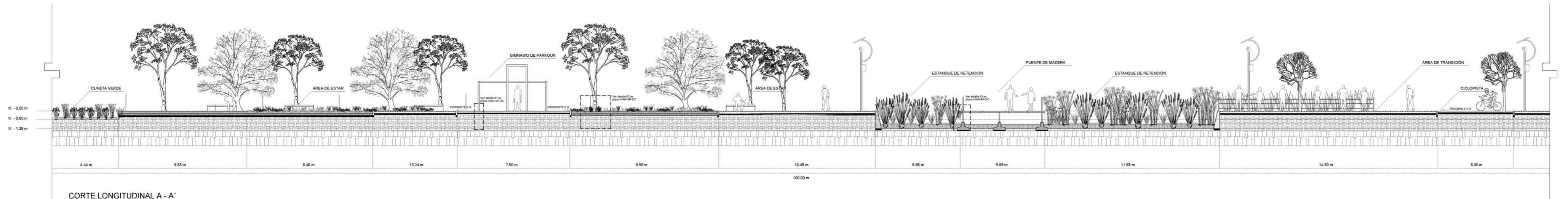
PARTIDA: ANTEPROYECTO  
 CONTENIDO: PARQUE DE LLUVIA / PLANTA DE FUNCIONAMIENTO

ESCALA GRÁFICA:

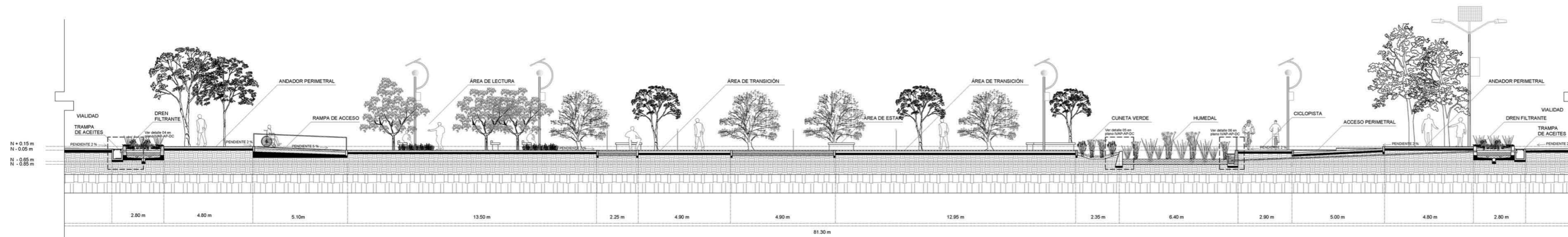
UBICACIÓN:

CLAVE: IVAP-AP-PF  
 ESCALA: 1:400

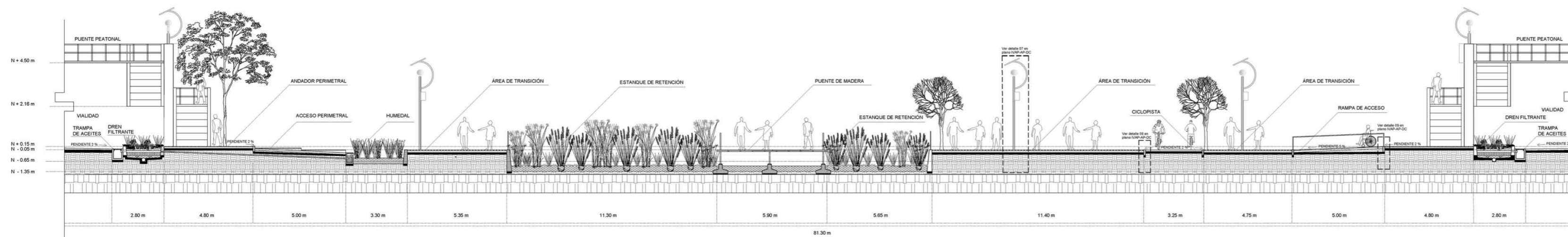




CORTE LONGITUDINAL A - A'



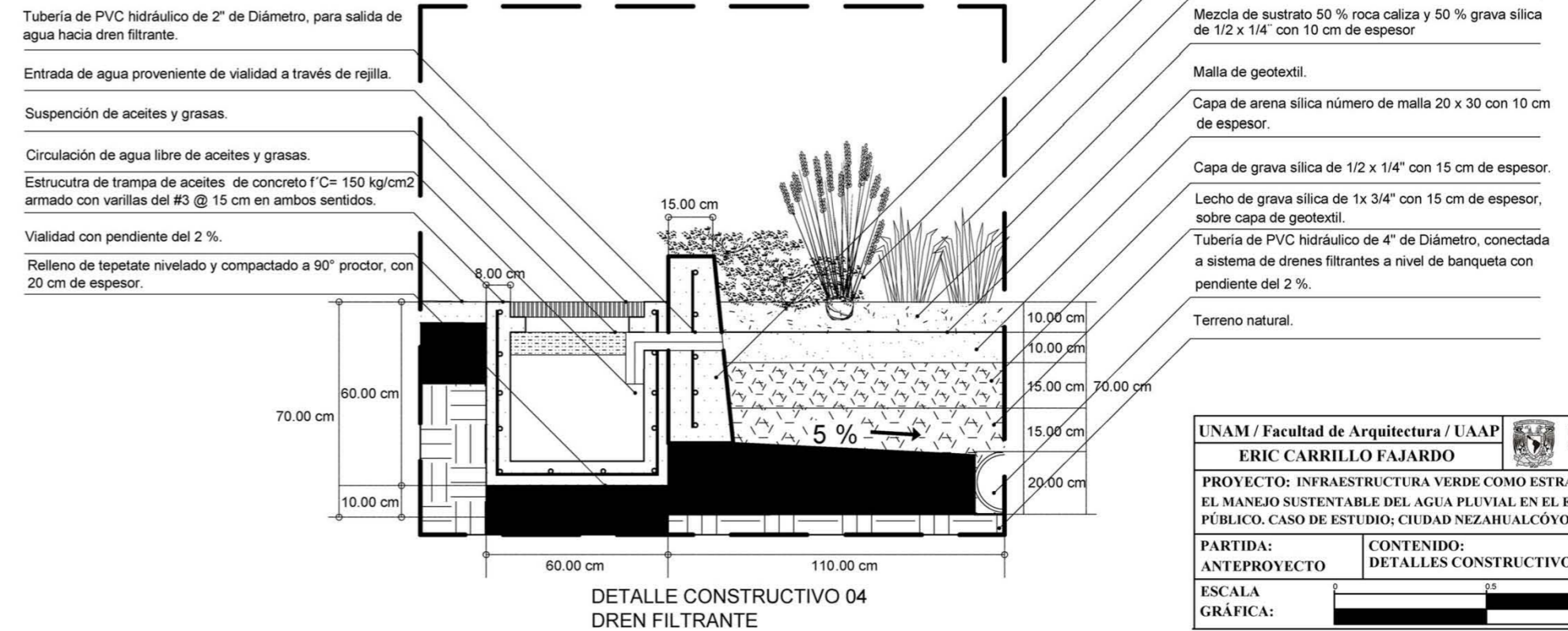
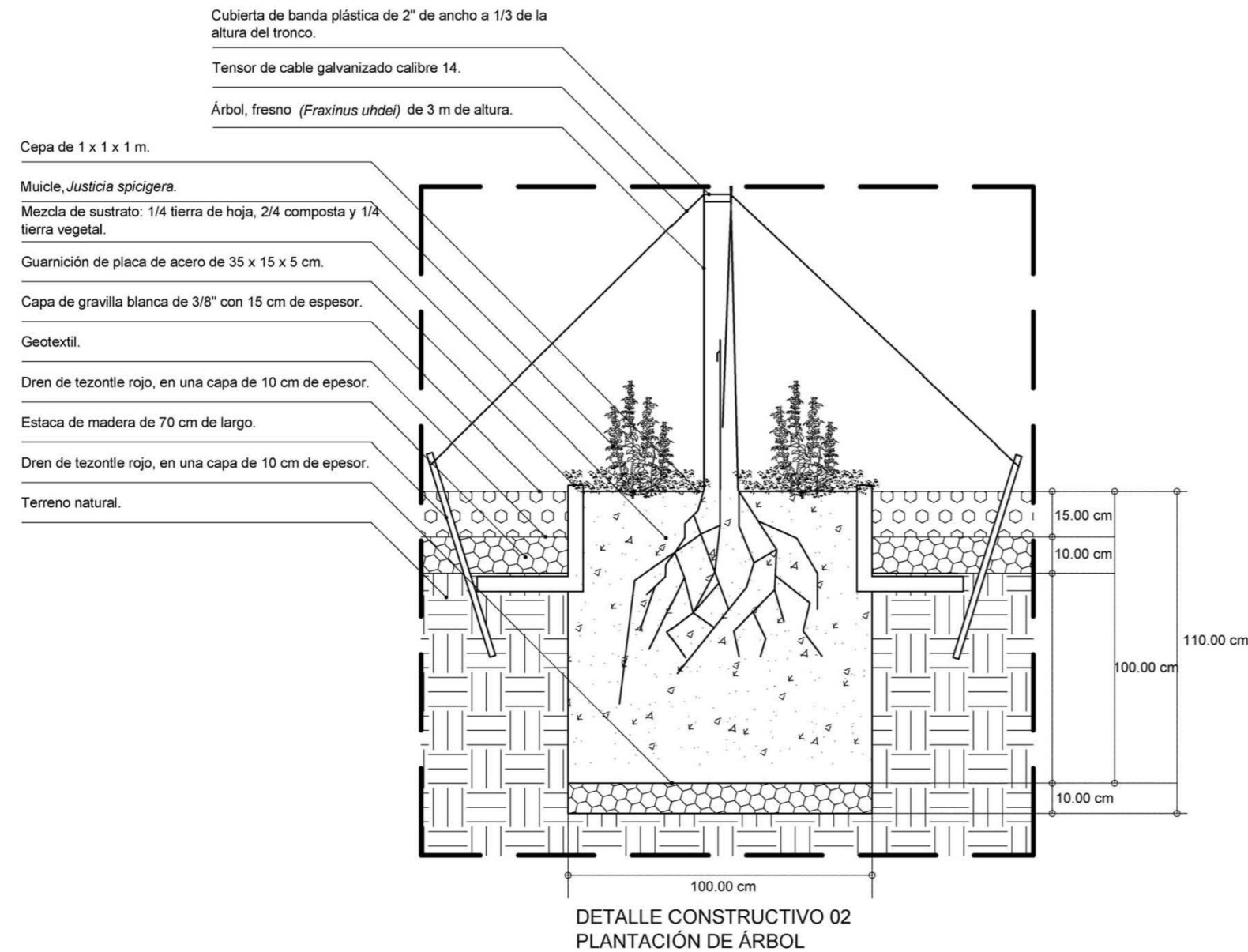
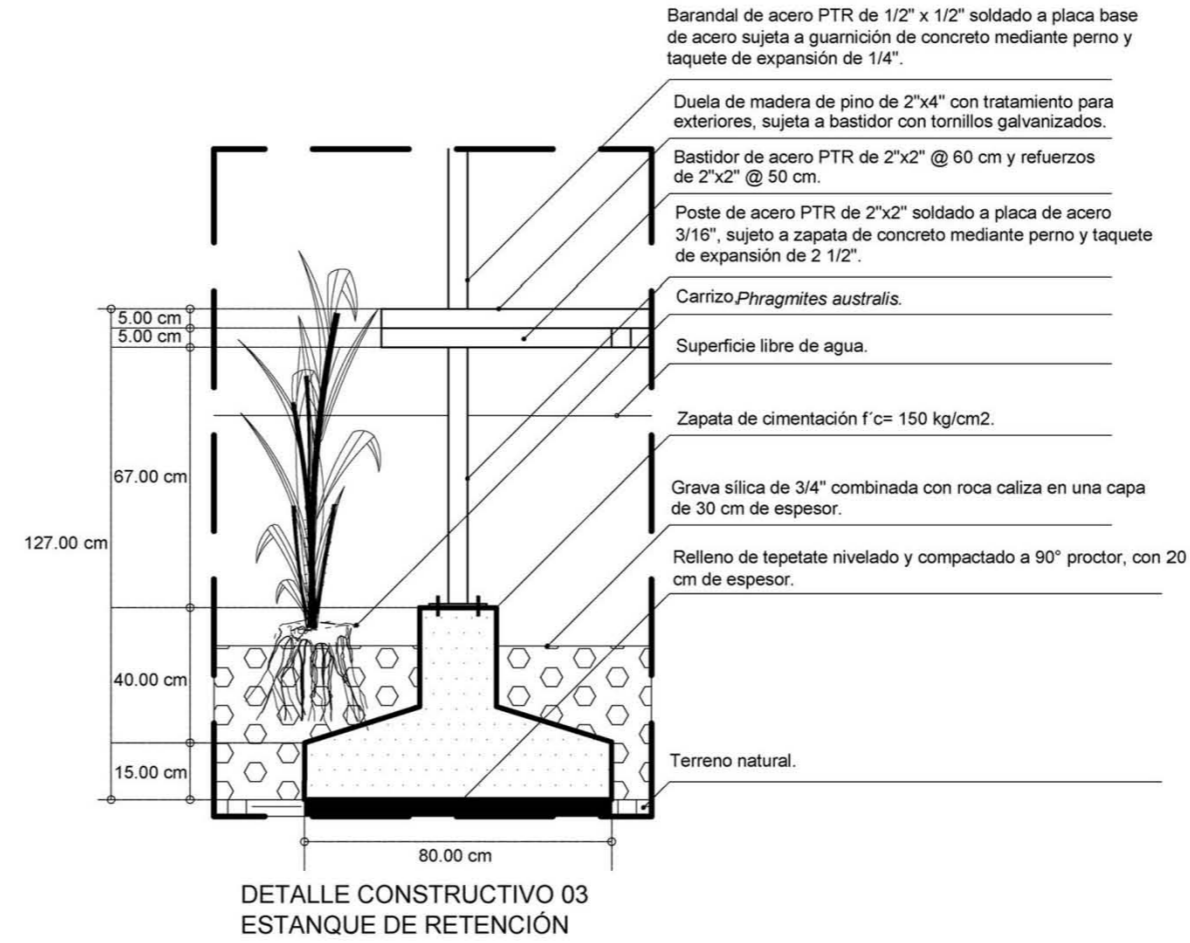
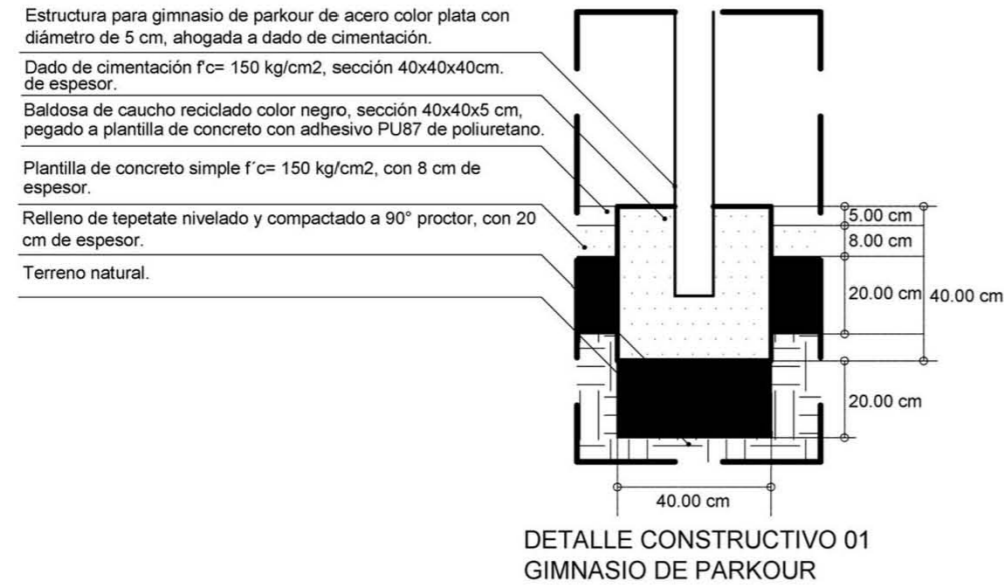
CORTE TRANSVERSAL B - B'



CORTE TRANSVERSAL C - C'

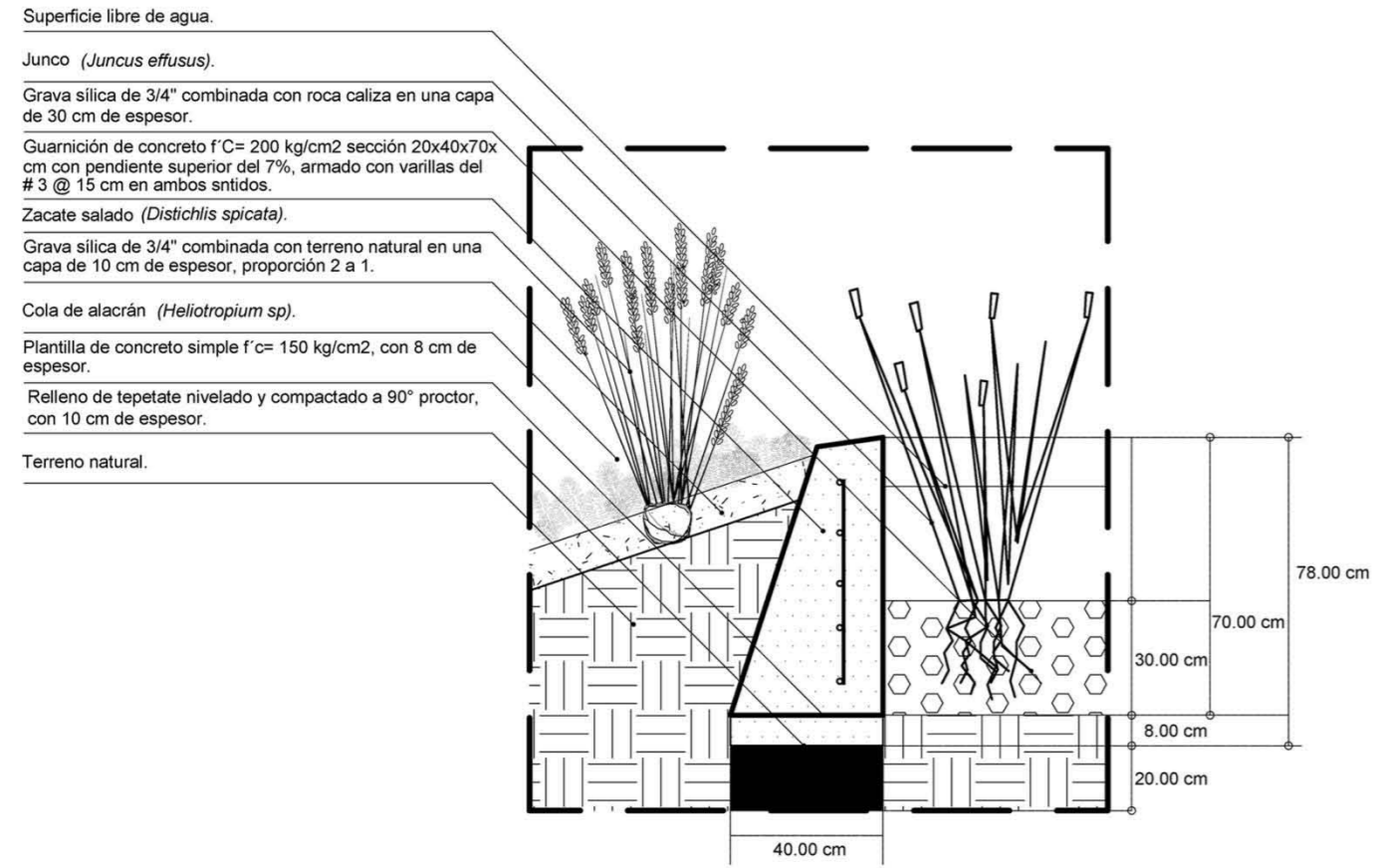
UNAM / Facultad de Arquitectura / UAAP			
ERIC CARRILLO FAJARDO			
PROYECTO: INFRAESTRUCTURA VERDE COMO ESTRATEGIA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA PLUVIAL EN EL ESPACIO PÚBLICO. CASO DE ESTUDIO: CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL			
PARTIDA: ANTEPROYECTO		CONTENIDO: PARQUE DE LLUVIA / CORTES ARQUITECTÓNICOS	UBICACIÓN
ESCALA GRÁFICA:			CLAVE: IVAP-AP-CA
			ESCALA: 1: 100



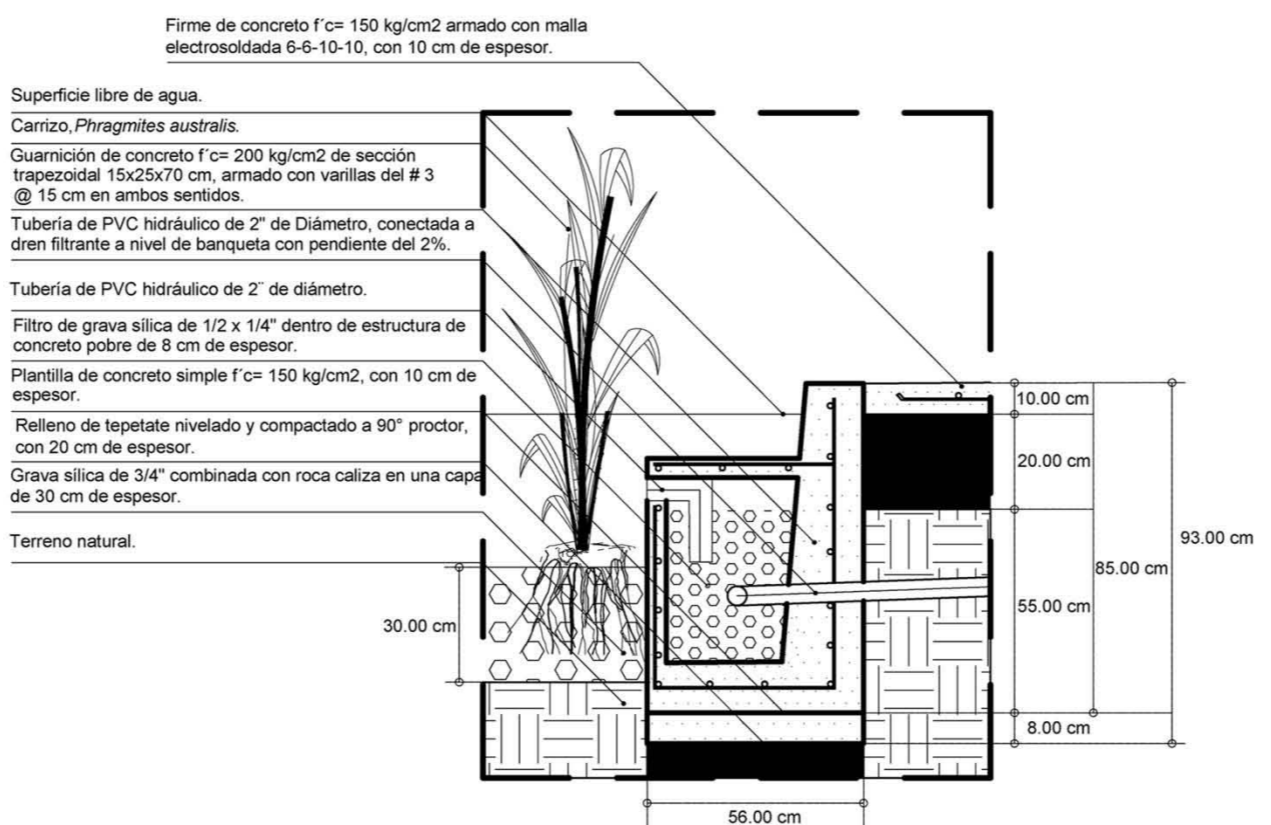


UNAM / Facultad de Arquitectura / UAAP		
ERIC CARRILLO FAJARDO		
PROYECTO: INFRAESTRUCTURA VERDE COMO ESTRATEGIA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA PLUVIAL EN EL ESPACIO PÚBLICO. CASO DE ESTUDIO; CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL		
PARTIDA: ANTEPROYECTO		UBICACIÓN
CONTENIDO: DETALLES CONSTRUCTIVOS		CLAVE: IVAP-AP-DCI
ESCALA: GRÁFICA:		ESCALA: 1:10

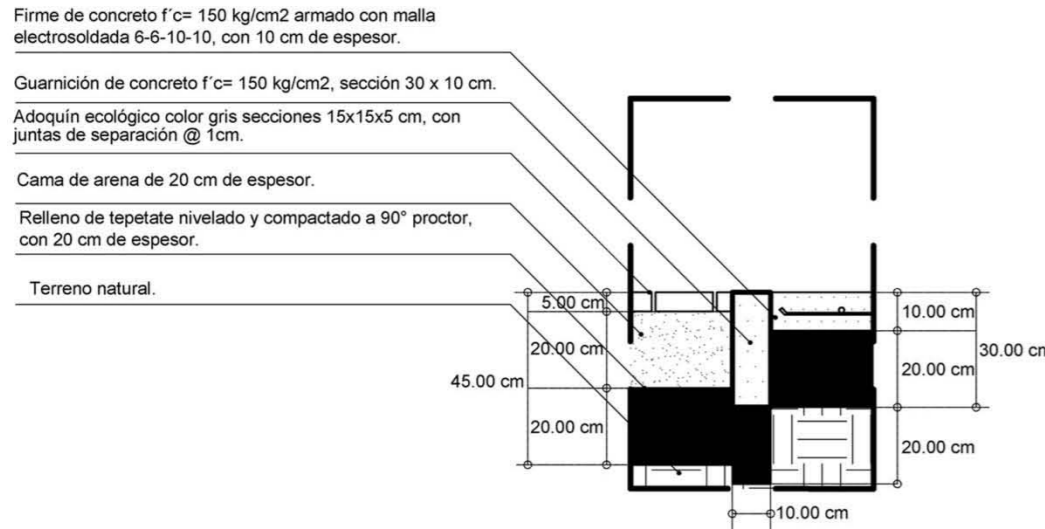




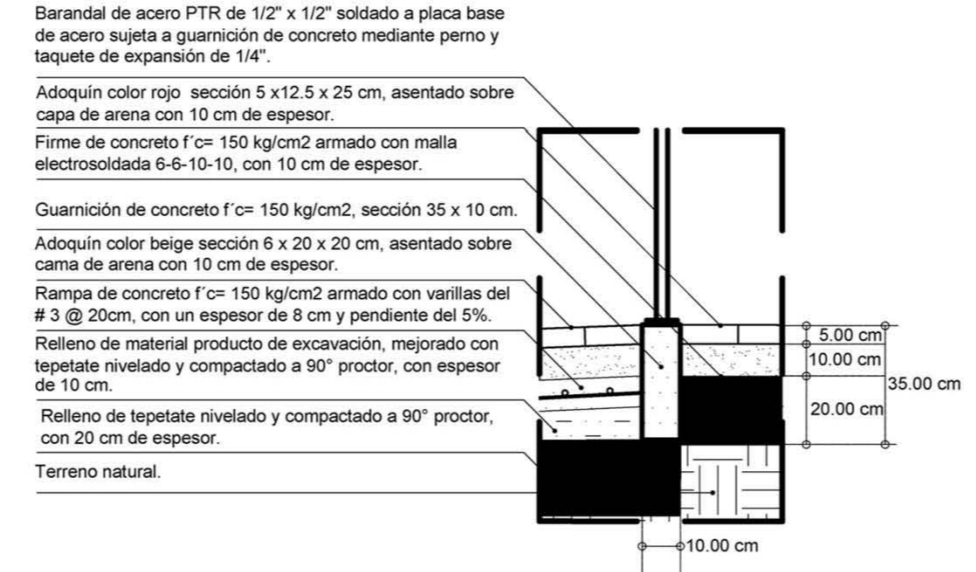
DETALLE CONSTRUCTIVO 05  
HUMEDAL Y CUNETETA VERDE



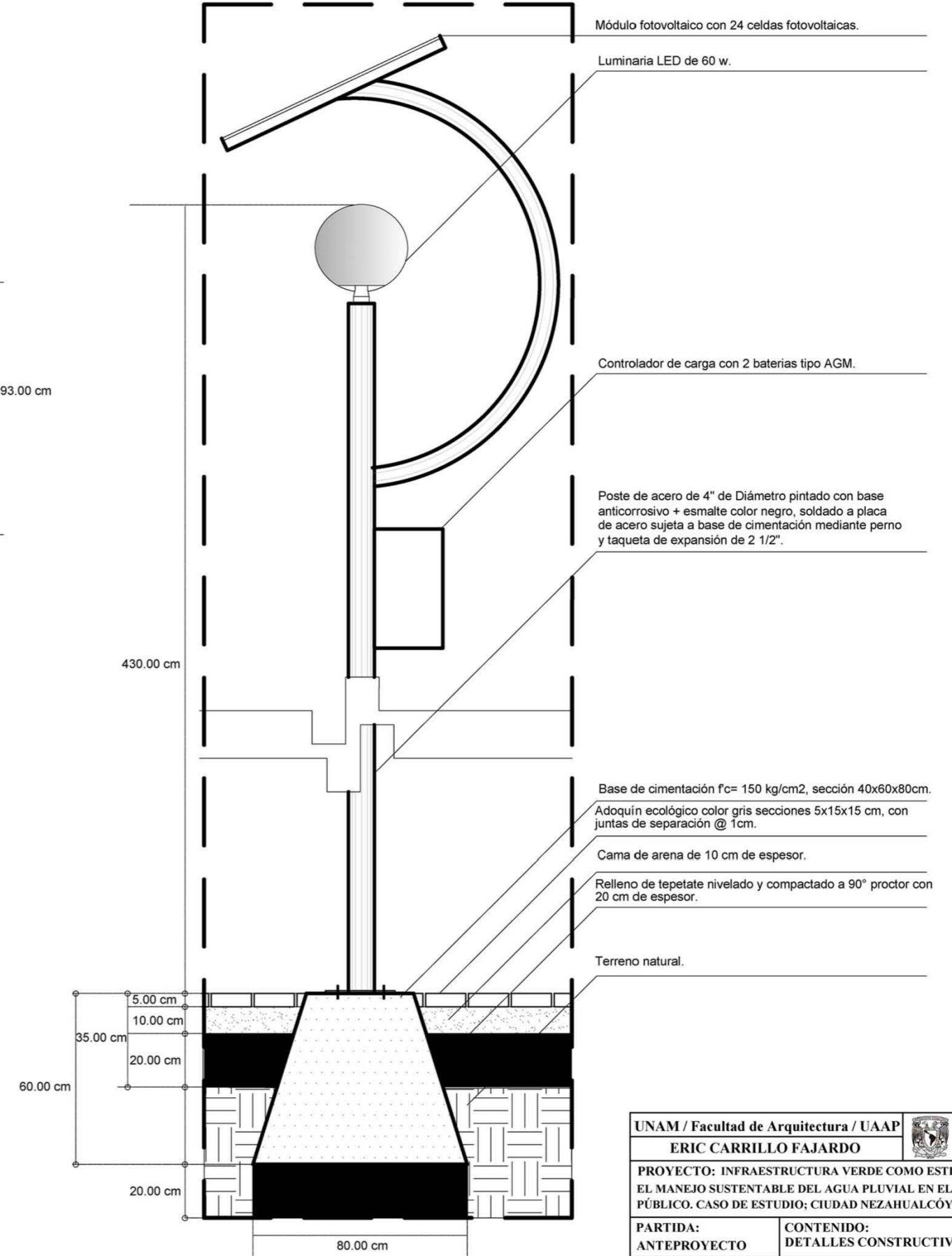
DETALLE CONSTRUCTIVO 06  
HUMEDAL Y CICLOPISTA



DETALLE CONSTRUCTIVO 08  
ÁREA DE TRANSICIÓN Y CICLOPISTA



DETALLE CONSTRUCTIVO 09  
ACCESO



DETALLE CONSTRUCTIVO 07  
LUMINARIA

UNAM / Facultad de Arquitectura / UAAP		
ERIC CARRILLO FAJARDO		
PROYECTO: INFRAESTRUCTURA VERDE COMO ESTRATEGIA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA PLUVIAL EN EL ESPACIO PÚBLICO. CASO DE ESTUDIO: CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL		
PARTIDA: ANTEPROYECTO	CONTENIDO: DETALLES CONSTRUCTIVOS	CLAVE: IVAP-AP-DC2
ESCALA GRÁFICA:	ESCALA: 1: 10	UBICACIÓN



## CONCLUSIONES

Después de haber analizado las situaciones que paulatinamente dieron origen al actual estado en que se encuentra la Ciudad de México y de manera particular el Municipio de Nezahualcóyotl, se hace evidente que somos herederos de una ideología retrógrada que sigue sin comprender en muchos aspectos la estrecha relación que existe entre el hombre y el medio en donde desarrolla su vida diaria. No así sucediera con las civilizaciones prehispánicas, quienes supieron sacar provecho de las condiciones naturales del sitio que eligieron para el desarrollo de su vida, con lo que mantenían ese delgado equilibrio que existe ante el medio natural; mismo que fue alterado atrozmente ante la conquista española.

A pesar que de esta situación han pasado cientos de años, aún le cuesta trabajo a la sociedad mexicana sacudirse por completo del legado ideológico del que fue heredera, pues de manera general México sigue siendo un país que no ha sabido valorar el gran potencial que representan los recursos naturales de que goza por su ubicación geográfica, lo cual verdaderamente es de lamentar. Aunque afortunadamente existe ya un considerable número de personas que se han visto preocupados por tal situación y han comenzado a tomar acciones, aún falta mucho por hacer.

Desafortunadamente hoy en día se siguen perdiendo áreas naturales a causa de la invasión antrópica, sin embargo es importante considerar que tal problemática comienza desde el ámbito de la ciudad al no existir una cultura adecuada que vele por el cuidado de los recursos ambientales, comenzando por un tema que es tan cotidiano y vital a todos como lo es el manejo del recurso hídrico. Tal situación ocasiona que no se le dé el valor que amerita al resto de los componentes ambientales y por consiguiente no se valoren correctamente las áreas naturales.

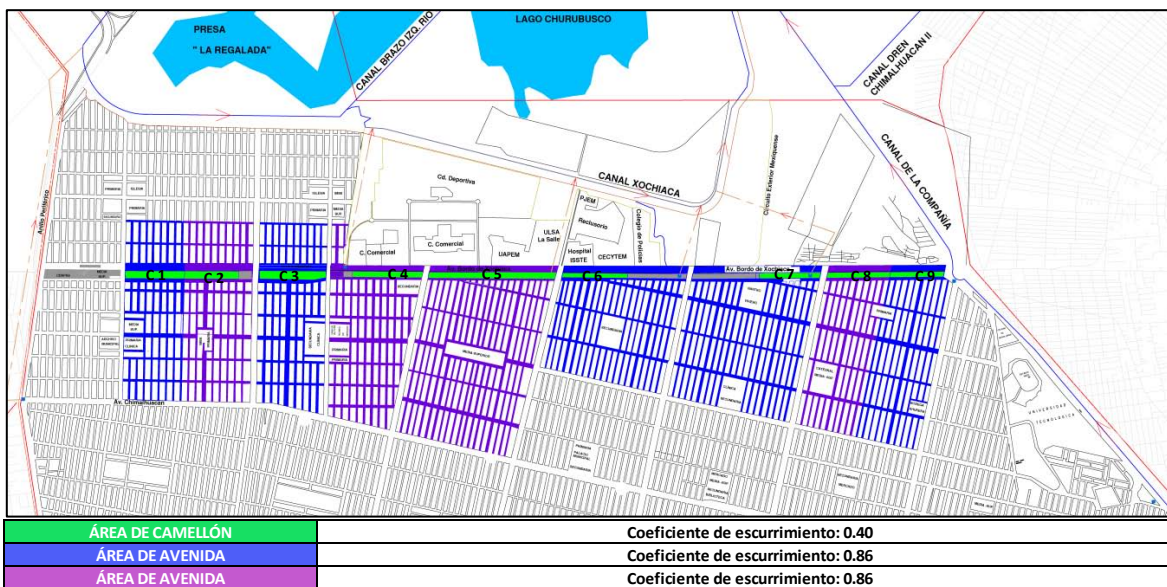
Por todo esto, la Arquitectura de Paisaje tiene un gran potencial como intermediaria entre los aspectos urbanos y ambientales, lo que la convierte en un elemento y herramienta fundamentales para poder introducir en la vida cotidiana todas aquellas premisas que hablan de la importancia que implica el manejo adecuado de los servicios ambientales para el bienestar propio del hombre.

Es con base a esta ideología en que se desarrolló el presente trabajo cuyo tema fundamental fue el manejo del agua pluvial en el espacio urbano y que finalmente demuestra el potencial que tiene un proyecto con estas características para convertir una problemática urbana y social como lo es el tema de las inundaciones, en una oportunidad para generar espacios abiertos de calidad con potencial de brindar servicios ambientales que tanto hacen falta dentro de un complejo tan urbanizado como lo es Ciudad Nezahualcóyotl.

Así mismo se reitera el potencial que tiene el uso de infraestructura verde para dar soluciones de manera integral a nivel de conjunto, en donde no es necesaria una gran obra estructural, sino que mediante una serie de conexiones bien planificadas, pueden lograrse importantes cambios enfocados a la mejora de la calidad espacial y ambiental que finalmente nos hablan de una mejora en la calidad de vida, siendo aplicable para cualquier espacio urbano que no es más que una parte complementaria de un gran ecosistema que permanece en constante cambio.

## ANEXO 1. Cálculo de volúmenes de agua pluvial

RETENCIÓN EN HUMEDALES								
	ÁREA TOTAL (m <sup>2</sup> )	80% DE ÁREA TOTAL DESTINADA PARA RETENCIÓN (m <sup>2</sup> )	CAPACIDAD DE RETENCIÓN CON EXCAVACIÓN DE 1.2 METROS (m <sup>3</sup> )	ÁREA TRIBUTARIA VIALIDAD (m <sup>2</sup> )	APLICANDO COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO PARA ÁREAS ASFALTADAS (0.86)	ÁREA TRIBUTARIA CAMELONES (m <sup>2</sup> )	APLICANDO COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO PARA ÁREAS DE COBERTURA VEGETAL POBRE (0.40)	ÁREA TRIBUTARIA TOTAL (VIALIDAD Y CAMELONES) CONSIDERANDO 3 DÍAS DE PRECIPITACIÓN EXTRAORDINARIA [.053m (m <sup>3</sup> )]
CAMELLÓN 1	24944.49	19,955.59	23,946.71	46,153.57	39,692.07	24,944.49	9,977.80	2,632.50
CAMELLÓN 3	30359.60	24287.68	29,145.22	52,522.17	45,169.07	30359.60	12,143.84	3,037.58
CAMELLÓN 5	16983.61	13586.89	16,304.26	98,277.50	84,518.65	16983.61	6,793.44	4,839.54
CAMELLÓN 7	18462.72	18,052.49	21,663.00	75,013.91	64,511.96	18462.72	7,385.10	3,810.54
CAMELLÓN 9	15966.03	12,772.83	15,327.39	42,170.48	36,266.61	15966.03	6,386.41	2,260.61



RETENCIÓN EN PARQUES								
	ÁREA TOTAL (m <sup>2</sup> )	60% DE ÁREA TOTAL DESTINADA PARA RETENCIÓN (m <sup>2</sup> )	CAPACIDAD DE RETENCIÓN CON EXCAVACIÓN DE .5 METROS (m <sup>3</sup> )	ÁREA TRIBUTARIA VIALIDAD (m <sup>2</sup> )	APLICANDO COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO PARA ÁREAS ASFALTADAS (0.86)	ÁREA TRIBUTARIA CAMELONES (m <sup>2</sup> )	APLICANDO COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO PARA ÁREAS DE COBERTURA VEGETAL POBRE (0.40)	ÁREA TRIBUTARIA TOTAL (VIALIDADES Y CAMELONES) CONSIDERANDO 3 DÍAS DE PRECIPITACIÓN EXTRAORDINARIA [.053m (m <sup>3</sup> )]
CAMELLÓN 2	24518.50	13,830.54	6,915.27	54,820.86	47,145.94	24518.50	9,807.40	3,018.53
CAMELLÓN 4	22901.94	13,741.16	6,870.58	64,983.35	55,885.68	22901.94	9,160.77	3,447.46
CAMELLÓN 5	44565.02	26,739.01	13,369.51	160,326.28	137,880.60	44565.02	17,826.00	8,252.45
CAMELLÓN 8	18981.84	11,389.11	5,694.56	45,757.09	39,351.10	18981.84	7,592.74	2,488.02

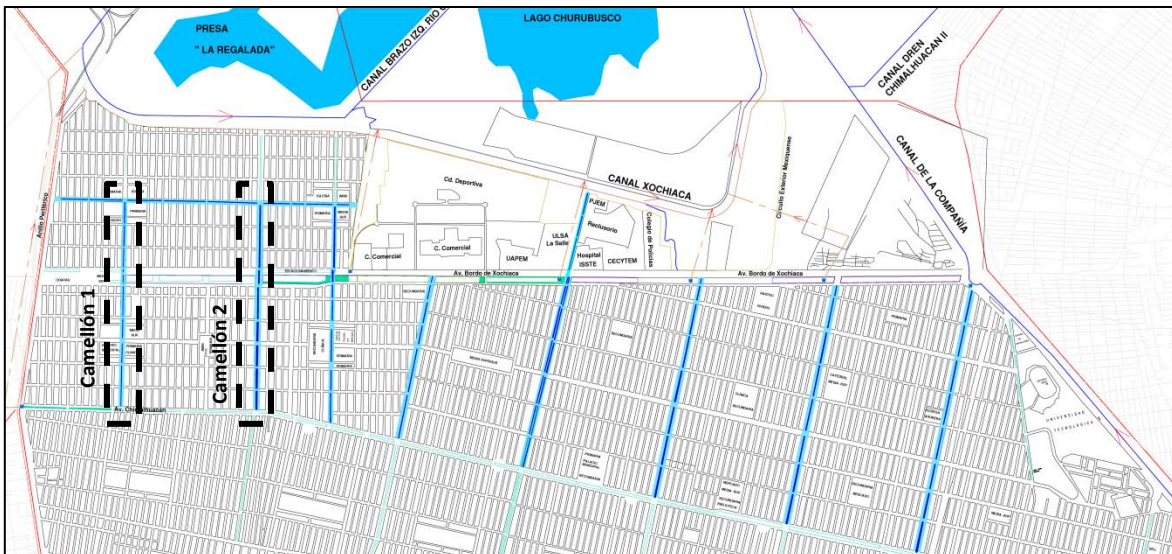


CONDUCCIÓN							
	ÁREA DE CAMELLÓN (km <sup>2</sup> )	ÁREA TRIBUTARIA VIALIDAD (m <sup>2</sup> )	APLICANDO COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO PARA ÁREAS ASFALTADAS (0.86)	ÁREA TRIBUTARIA CAMELLÓN (m <sup>2</sup> )	APLICANDO COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO PARA ÁREAS DE COBERTURA VEGETAL POBRE (0.40)	ÁREA TRIBUTARIA TOTAL (m <sup>2</sup> )	VOLÚMEN CONDUCIDO EN m <sup>3</sup> CONSIDERANDO 3 DÍAS DE PRECIPITACIÓN EXTRAORDINARIA (.053 m)
<b>CAMELLÓN 1</b>	6.38	45,086.13	38,774.07	6,385.00	2,554.00	41,328.07	2,190.39

CONDUCCIÓN / CAMELLÓN 1 (ÁREA DE CAMELLÓN)		
Qp=0.278CiA		
0.278= factor de conversión		0.278
C= coeficiente de escurrimiento	*C=	0.4
i= intensidad de la lluvia de diseño (mm/hr)	*i= P <sup>4320</sup> <sub>25</sub> /72=	2.4
A= área de la cuenca (Km <sup>2</sup> )	A=	6.38
	Qp=	0.278(0.40)(2.4)(6.38)
	Qp (m <sup>3</sup> /seg)=	1.70

*Qp= Gasto de diseño (m <sup>3</sup> /s)
*C= Coeficiente de escurrimiento para zona desarrollada con cubierta de pasto menor al 50% total del área correspondiente a un periodo de retorno de 25 años
*i= P <sup>r</sup> /D donde:
i= intensidad de la lluvia de diseño (mm/hr)
P <sup>r</sup> = precipitación de diseño (t=duración de la lluvia en mm/Tr=tiempo de retorno)
D= duración de diseño en hr

CONDUCCIÓN / CAMELLÓN 1 (ÁREA DE VIALIDAD)		
Qp=0.278CiA		
0.278= factor de conversión		0.278
C= coeficiente de escurrimiento	*C=	0.86
i= intensidad de la lluvia de diseño (mm/hr)	*i= P <sup>4320</sup> <sub>25</sub> /72=	2.4
A= área de la cuenca (Km <sup>2</sup> )	A=	45.09
	Qp=	0.278(0.40)(2.4)(45.09)
	Qp (m <sup>3</sup> /seg)=	25.87



ÁREA DE CAMELLÓN	Coefficiente de escurrimiento: 0.40
ÁREA DE AVENIDA	Coefficiente de escurrimiento: 0.86

CONDUCCIÓN							
	ÁREA DE CAMELLÓN (km <sup>2</sup> )	ÁREA TRIBUTARIA VIALIDAD (m <sup>2</sup> )	APLICANDO COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO PARA ÁREAS ASFALTADAS (0.86)	ÁREA TRIBUTARIA CAMELLÓN (m <sup>2</sup> )	APLICANDO COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO PARA ÁREAS DE COBERTURA VEGETAL POBRE (0.40)	ÁREA TRIBUTARIA TOTAL (m <sup>2</sup> )	VOLÚMEN CONDUCIDO EN m <sup>3</sup> CONSIDERANDO 3 DÍAS DE PRECIPITACIÓN EXTRAORDINARIA (.053 m)
<b>CAMELLÓN 2</b>	16.17	53,277.77	45,818.88	16,174.57	6,469.83	52,288.71	2,771.30

CONDUCCIÓN / CAMELLÓN 2 (ÁREA DE CAMELLÓN)		
Qp=0.278CiA		
0.278= factor de conversión		0.278
C= coeficiente de escurrimiento	*C=	0.4
i= intensidad de la lluvia de diseño (mm/hr)	*i= P <sup>4320</sup> <sub>25</sub> /72=	2.4
A= área de la cuenca (Km <sup>2</sup> )	A=	16.17
	Qp=	0.278(0.40)(2.4)(16.17)
	Qp (m <sup>3</sup> /seg)=	4.32

*Qp= Gasto de diseño (m <sup>3</sup> /s)
*C= Coeficiente de escurrimiento para zona desarrollada con cubierta de pasto menor al 50% total del área correspondiente a un periodo de retorno de 25 años
*i= P <sup>r</sup> /D donde:
i= intensidad de la lluvia de diseño (mm/hr)
P <sup>r</sup> = precipitación de diseño (t=duración de la lluvia en mm/Tr=tiempo de retorno)
D= duración de diseño en hr

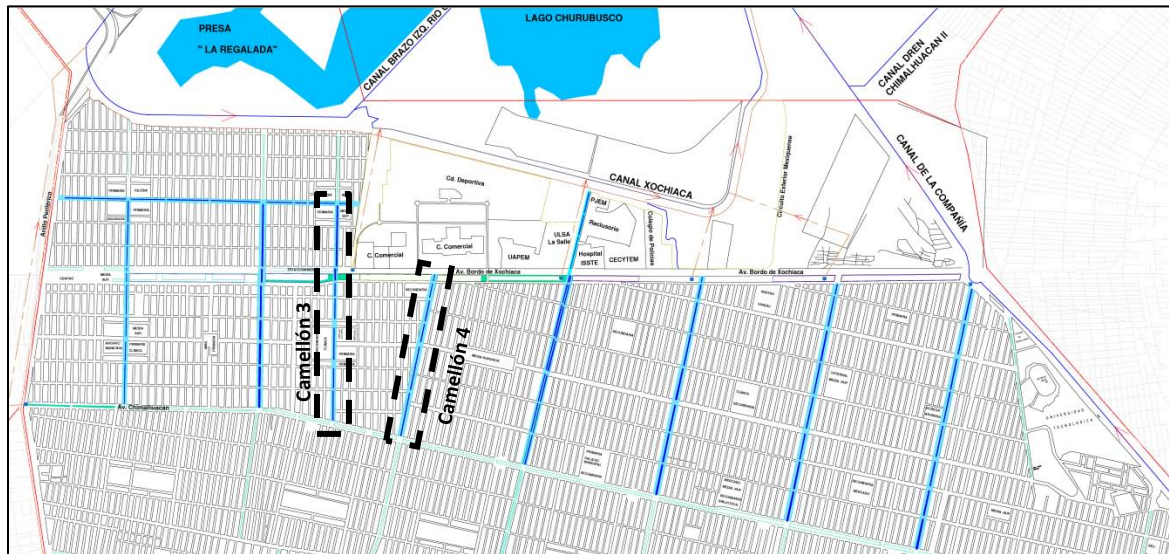
CONDUCCIÓN / CAMELLÓN 2 (ÁREA DE VIALIDAD)		
Qp=0.278CiA		
0.278= factor de conversión		0.278
C= coeficiente de escurrimiento	*C=	0.86
i= intensidad de la lluvia de diseño (mm/hr)	*i= P <sup>4320</sup> <sub>25</sub> /72=	2.4
A= área de la cuenca (Km <sup>2</sup> )	A=	53.27
	Qp=	0.278(0.40)(2.4)(53.27)
	Qp (m <sup>3</sup> /seg)=	30.57

CONDUCCIÓN							
	ÁREA DE CAMELLÓN (km <sup>2</sup> )	ÁREA TRIBUTARIA VIALIDAD (m <sup>2</sup> )	APLICANDO COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO PARA ÁREAS ASFALTADAS (0.86)	ÁREA TRIBUTARIA CAMELLÓN (m <sup>2</sup> )	APLICANDO COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO PARA ÁREAS DE COBERTURA VEGETAL POBRE (0.40)	ÁREA TRIBUTARIA TOTAL (m <sup>2</sup> )	VOLÚMEN CONDUCIDO EN m <sup>3</sup> CONSIDERANDO 3 DÍAS DE PRECIPITACIÓN EXTRAORDINARIA (.053 m)
<b>CAMELLÓN 3</b>	11.18	39,393.98	33,878.82	11,183.75	4,473.50	38,352.32	2,032.67

CONDUCCIÓN / CAMELLÓN 3 (ÁREA DE CAMELLÓN)		
$Q_p = 0.278CiA$		
0.278= factor de conversión		0.278
C= coeficiente de escurrimiento	*C=	0.4
i= intensidad de la lluvia de diseño (mm/hr)	*i= $P^{0.4320_{25}}/72=$	2.4
A= área de la cuenca (Km <sup>2</sup> )	A=	11.18
	Qp=	0.278(0.40)(2.4)(11.18)
	Qp (m <sup>3</sup> /seg)=	2.98

*Qp= Gasto de diseño (m <sup>3</sup> /s)
*C= Coeficiente de escurrimiento para zona desarrollada con cubierta de pasto menor al 50% total del área correspondiente a un periodo de retorno de 25 años
*i= $P^{0.4320}/D$ donde:
i= intensidad de la lluvia de diseño (mm/hr)
P <sup>0.4320</sup> = precipitación de diseño (t=duración de la lluvia en mm/Tr=tiempo de retorno)
D= duración de diseño en hr

CONDUCCIÓN / CAMELLÓN 3 (ÁREA DE VIALIDAD)		
$Q_p = 0.278CiA$		
0.278= factor de conversión		0.278
C= coeficiente de escurrimiento	*C=	0.86
i= intensidad de la lluvia de diseño (mm/hr)	*i= $P^{0.4320_{25}}/72=$	2.4
A= área de la cuenca (Km <sup>2</sup> )	A=	39.39
	Qp=	0.278(0.40)(2.4)(39.39)
	Qp (m <sup>3</sup> /seg)=	22.60



ÁREA DE CAMELLÓN	Coefficiente de escurrimiento: 0.40
ÁREA DE AVENIDA	Coefficiente de escurrimiento: 0.86

CONDUCCIÓN							
	ÁREA DE CAMELLÓN (km <sup>2</sup> )	ÁREA TRIBUTARIA VIALIDAD (m <sup>2</sup> )	APLICANDO COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO PARA ÁREAS ASFALTADAS (0.86)	ÁREA TRIBUTARIA CAMELLÓN (m <sup>2</sup> )	APLICANDO COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO PARA ÁREAS DE COBERTURA VEGETAL POBRE (0.40)	ÁREA TRIBUTARIA TOTAL (m <sup>2</sup> )	VOLÚMEN CONDUCIDO EN m <sup>3</sup> CONSIDERANDO 3 DÍAS DE PRECIPITACIÓN EXTRAORDINARIA (.053 m)
<b>CAMELLÓN 4</b>	7.25	47,871.42	41,169.42	7,249.14	2,899.66	44,069.08	2,335.66

CONDUCCIÓN / CAMELLÓN 4 (ÁREA DE CAMELLÓN)		
$Q_p = 0.278CiA$		
0.278= factor de conversión		0.278
C= coeficiente de escurrimiento	*C=	0.4
i= intensidad de la lluvia de diseño (mm/hr)	*i= $P^{0.4320_{25}}/72=$	2.4
A= área de la cuenca (Km <sup>2</sup> )	A=	7.25
	Qp=	0.278(0.40)(2.4)(7.25)
	Qp (m <sup>3</sup> /seg)=	1.93

*Qp= Gasto de diseño (m <sup>3</sup> /s)
*C= Coeficiente de escurrimiento para zona desarrollada con cubierta de pasto menor al 50% total del área correspondiente a un periodo de retorno de 25 años
*i= $P^{0.4320}/D$ donde:
i= intensidad de la lluvia de diseño (mm/hr)
P <sup>0.4320</sup> = precipitación de diseño (t=duración de la lluvia en mm/Tr=tiempo de retorno)
D= duración de diseño en hr

CONDUCCIÓN / CAMELLÓN 4 (ÁREA DE VIALIDAD)		
$Q_p = 0.278CiA$		
0.278= factor de conversión		0.278
C= coeficiente de escurrimiento	*C=	0.86
i= intensidad de la lluvia de diseño (mm/hr)	*i= $P^{0.4320_{25}}/72=$	2.4
A= área de la cuenca (Km <sup>2</sup> )	A=	47.87
	Qp=	0.278(0.40)(2.4)(47.87)
	Qp (m <sup>3</sup> /seg)=	27.47

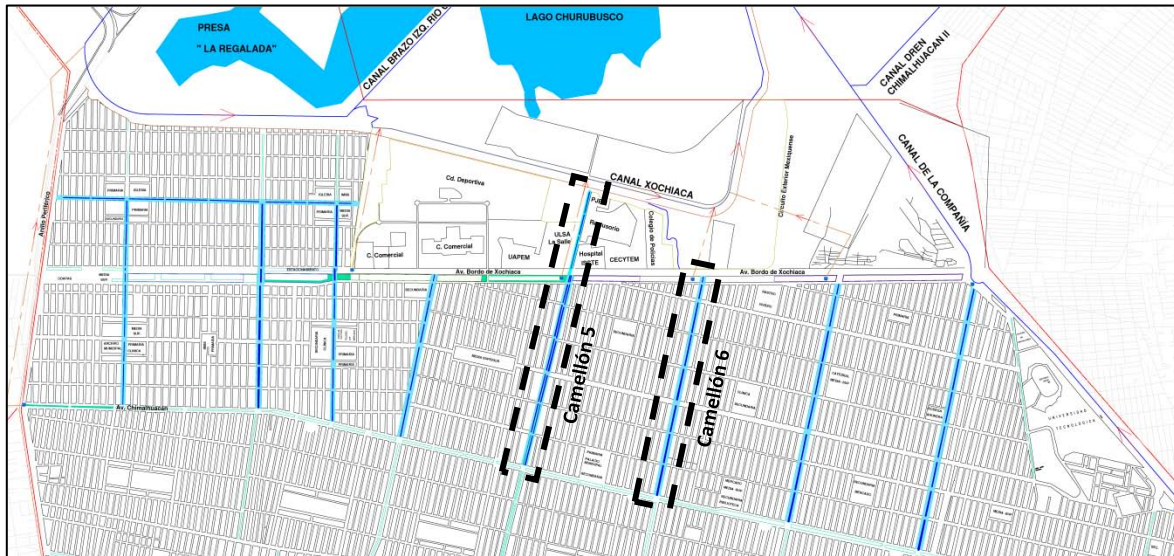


CONDUCCIÓN							
	ÁREA DE CAMELLÓN (km <sup>2</sup> )	ÁREA TRIBUTARIA VIALIDAD (m <sup>2</sup> )	APLICANDO COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO PARA ÁREAS ASFALTADAS (0.86)	ÁREA TRIBUTARIA CAMELLÓN (m <sup>2</sup> )	APLICANDO COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO PARA ÁREAS DE COBERTURA VEGETAL POBRE (0.40)	ÁREA TRIBUTARIA TOTAL (m <sup>2</sup> )	VOLÚMEN CONDUCIDO EN m <sup>3</sup> CONSIDERANDO 3 DÍAS DE PRECIPITACIÓN EXTRAORDINARIA (.053 m)
<b>CAMELLÓN 5</b>	19.90	58,206.07	50,057.22	19,904.70	7,961.88	58,019.10	3,075.01

CONDUCCIÓN / CAMELLÓN 5 (ÁREA DE CAMELLÓN)		
Qp=0.278CiA		
0.278= factor de conversión		0.278
C= coeficiente de escurrimiento	*C=	0.4
i= intensidad de la lluvia de diseño (mm/hr)	*i= P <sup>4320</sup> <sub>25</sub> /72=	2.4
A= área de la cuenca (Km <sup>2</sup> )	A=	19.9
	Qp=	0.278(0.40)(2.4)(19.9)
	Qp (m <sup>3</sup> /seg)=	5.31

*Qp= Gasto de diseño (m <sup>3</sup> /s)
*C= Coeficiente de escurrimiento para zona desarrollada con cubierta de pasto menor al 50% total del área correspondiente a un periodo de retorno de 25 años
*i= P <sup>t</sup> <sub>r</sub> /D donde:
i= intensidad de la lluvia de diseño (mm/hr)
P <sup>t</sup> <sub>r</sub> = precipitación de diseño (t=duración de la lluvia en mm/Tr=tiempo de retorno)
D= duración de diseño en hr

CONDUCCIÓN / CAMELLÓN 5 (ÁREA DE VIALIDAD)		
Qp=0.278CiA		
0.278= factor de conversión		0.278
C= coeficiente de escurrimiento	*C=	0.86
i= intensidad de la lluvia de diseño (mm/hr)	*i= P <sup>4320</sup> <sub>25</sub> /72=	2.4
A= área de la cuenca (Km <sup>2</sup> )	A=	58.2
	Qp=	0.278(0.40)(2.4)(58.20)
	Qp (m <sup>3</sup> /seg)=	33.39



<b>ÁREA DE CAMELLÓN</b>	Coeficiente de escurrimiento: 0.40
<b>ÁREA DE AVENIDA</b>	Coeficiente de escurrimiento: 0.86

CONDUCCIÓN							
	ÁREA DE CAMELLÓN (km <sup>2</sup> )	ÁREA TRIBUTARIA VIALIDADES (m <sup>2</sup> )	APLICANDO COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO PARA ÁREAS ASFALTADAS (0.86)	ÁREA TRIBUTARIA CAMELLÓN (m <sup>2</sup> )	APLICANDO COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO PARA ÁREAS DE COBERTURA VEGETAL POBRE (0.40)	ÁREA TRIBUTARIA TOTAL (m <sup>2</sup> )	VOLÚMEN CONDUCIDO EN m <sup>3</sup> CONSIDERANDO 3 DÍAS DE PRECIPITACIÓN EXTRAORDINARIA (.053 m)
<b>CAMELLÓN 6</b>	15.30	58,432.11	50,251.61	15,296.39	6,118.55	56,370.16	2,987.62

CONDUCCIÓN / CAMELLÓN 6 (ÁREA DE CAMELLÓN)		
Qp=0.278CiA		
0.278= factor de conversión		0.278
C= coeficiente de escurrimiento	*C=	0.4
i= intensidad de la lluvia de diseño (mm/hr)	*i= P <sup>4320</sup> <sub>25</sub> /72=	2.4
A= área de la cuenca (Km <sup>2</sup> )	A=	15.3
	Qp=	0.278(0.40)(2.4)(15.3)
	Qp (m <sup>3</sup> /seg)=	4.08

*Qp= Gasto de diseño (m <sup>3</sup> /s)
*C= Coeficiente de escurrimiento para zona desarrollada con cubierta de pasto menor al 50% total del área correspondiente a un periodo de retorno de 25 años
*i= P <sup>t</sup> <sub>r</sub> /D donde:
i= intensidad de la lluvia de diseño (mm/hr)
P <sup>t</sup> <sub>r</sub> = precipitación de diseño (t=duración de la lluvia en mm/Tr=tiempo de retorno)
D= duración de diseño en hr

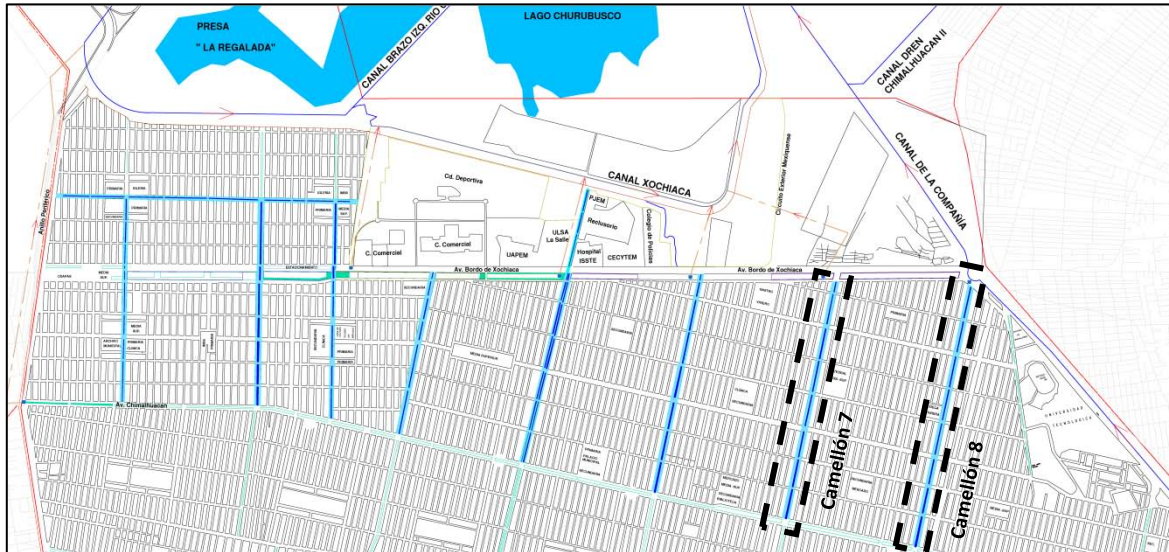
CONDUCCIÓN / CAMELLÓN 6 (ÁREA DE VIALIDAD)		
Qp=0.278CiA		
0.278= factor de conversión		0.278
C= coeficiente de escurrimiento	*C=	0.86
i= intensidad de la lluvia de diseño (mm/hr)	*i= P <sup>4320</sup> <sub>25</sub> /72=	2.4
A= área de la cuenca (Km <sup>2</sup> )	A=	58.43
	Qp=	0.278(0.40)(2.4)(58.43)
	Qp (m <sup>3</sup> /seg)=	33.53

CONDUCCIÓN							
	ÁREA DE CAMELLÓN (km <sup>2</sup> )	ÁREA TRIBUTARIA VIALIDAD (m <sup>2</sup> )	APLICANDO COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO PARA ÁREAS ASFALTADAS (0.86)	ÁREA TRIBUTARIA CAMELLÓN (m <sup>2</sup> )	APLICANDO COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO PARA ÁREAS DE COBERTURA VEGETAL POBRE (0.40)	ÁREA TRIBUTARIA TOTAL (m <sup>2</sup> )	VOLUMEN CONDUCIDO EN m <sup>3</sup> CONSIDERANDO 3 DÍAS DE PRECIPITACIÓN EXTRAORDINARIA (.053 m)
<b>CAMELLÓN 7</b>	14.38	70,009.20	60,207.91	14,389.40	5,755.76	65,963.67	3,496.07

CONDUCCIÓN / CAMELLÓN 7 (ÁREA DE CAMELLÓN)		
Qp=0.278CÍA		
0.278= factor de conversión		0.278
C= coeficiente de escurrimiento	*C=	0.4
i= intensidad de la lluvia de diseño (mm/hr)	*i= P <sup>0.320</sup> <sub>25</sub> /72=	2.4
A= área de la cuenca (Km <sup>2</sup> )	A=	14.38
	Qp=	0.278(0.40)(2.4)(14.38)
	Qp (m <sup>3</sup> /seg)=	3.84

*Qp= Gasto de diseño (m <sup>3</sup> /s)
*C= Coeficiente de escurrimiento para zona desarrollada con cubierta de pasto menor al 50% total del área correspondiente a un periodo de retorno de 25 años
*i= P <sup>0.320</sup> <sub>25</sub> /D donde:
i= intensidad de la lluvia de diseño (mm/hr)
P <sup>0.320</sup> <sub>25</sub> = precipitación de diseño (t=duración de la lluvia en mm/Tr=tiempo de retorno)
D= duración de diseño en hr

CONDUCCIÓN / CAMELLÓN 7 (ÁREA DE VIALIDAD)		
Qp=0.278CÍA		
0.278= factor de conversión		0.278
C= coeficiente de escurrimiento	*C=	0.86
i= intensidad de la lluvia de diseño (mm/hr)	*i= P <sup>0.320</sup> <sub>25</sub> /72=	2.4
A= área de la cuenca (Km <sup>2</sup> )	A=	70
	Qp=	0.278(0.40)(2.4)(70)
	Qp (m <sup>3</sup> /seg)=	40.17



ÁREA DE CAMELLÓN	Coefficiente de escurrimiento: 0.40
ÁREA DE AVENIDA	Coefficiente de escurrimiento: 0.86

CONDUCCIÓN							
	ÁREA DE CAMELLÓN (km <sup>2</sup> )	ÁREA TRIBUTARIA VIALIDAD (m <sup>2</sup> )	APLICANDO COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO PARA ÁREAS ASFALTADAS (0.86)	ÁREA TRIBUTARIA CAMELLÓN (m <sup>2</sup> )	APLICANDO COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO PARA ÁREAS DE COBERTURA VEGETAL POBRE (0.40)	ÁREA TRIBUTARIA TOTAL (m <sup>2</sup> )	VOLUMEN CONDUCIDO EN m <sup>3</sup> CONSIDERANDO 3 DÍAS DE PRECIPITACIÓN EXTRAORDINARIA (.053 m)
<b>CAMELLÓN 8</b>	15.90	75,219.25	64,688.55	15,902.27	6,360.90	71,049.45	3,765.62

CONDUCCIÓN / CAMELLÓN 8		
Qp=0.278CÍA		
0.278= factor de conversión		0.278
C= coeficiente de escurrimiento	*C=	0.4
i= intensidad de la lluvia de diseño (mm/hr)	*i= P <sup>0.320</sup> <sub>25</sub> /72=	2.4
A= área de la cuenca (Km <sup>2</sup> )	A=	15.9
	Qp=	0.278(0.40)(2.4)(15.9)
	Qp (m <sup>3</sup> /seg)=	4.24

*Qp= Gasto de diseño (m <sup>3</sup> /s)
*C= Coeficiente de escurrimiento para zona desarrollada con cubierta de pasto menor al 50% total del área correspondiente a un periodo de retorno de 25 años
*i= P <sup>0.320</sup> <sub>25</sub> /D donde:
i= intensidad de la lluvia de diseño (mm/hr)
P <sup>0.320</sup> <sub>25</sub> = precipitación de diseño (t=duración de la lluvia en mm/Tr=tiempo de retorno)
D= duración de diseño en hr

CONDUCCIÓN / CAMELLÓN 8 (ÁREA DE VIALIDAD)		
Qp=0.278CÍA		
0.278= factor de conversión		0.278
C= coeficiente de escurrimiento	*C=	0.86
i= intensidad de la lluvia de diseño (mm/hr)	*i= P <sup>0.320</sup> <sub>25</sub> /72=	2.4
A= área de la cuenca (Km <sup>2</sup> )	A=	75.21
	Qp=	0.278(0.40)(2.4)(75.21)
	Qp (m <sup>3</sup> /seg)=	43.15

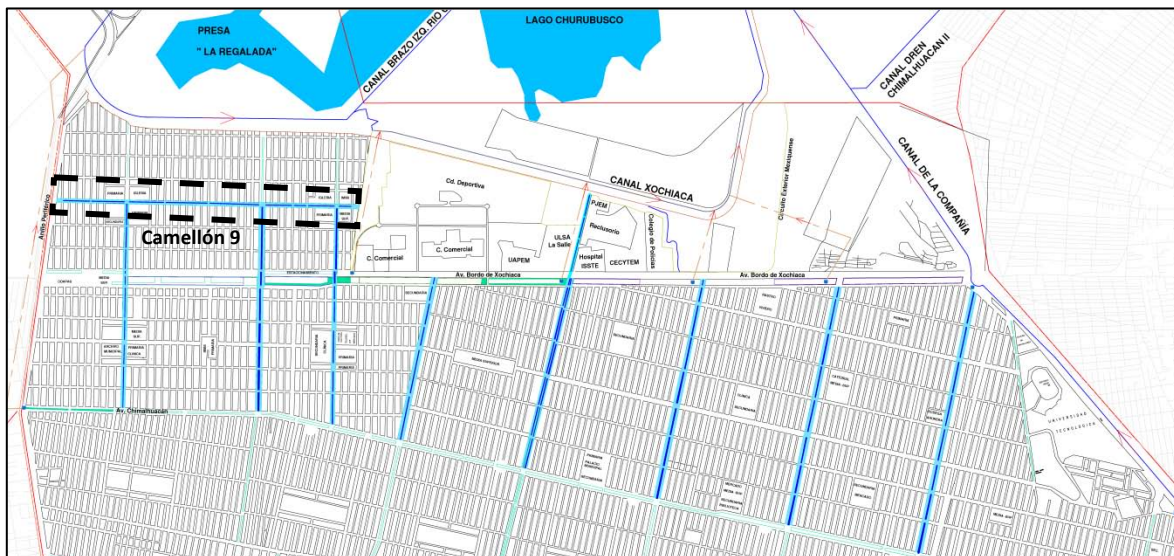


CONDUCCIÓN							
	ÁREA DE CAMELLÓN (km <sup>2</sup> )	ÁREA TRIBUTARIA VIALIDAD (m <sup>2</sup> )	APLICANDO COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO PARA ÁREAS ASFALTADAS (0.86)	ÁREA TRIBUTARIA CAMELLÓN (m <sup>2</sup> )	APLICANDO COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO PARA ÁREAS DE COBERTURA VEGETAL POBRE (0.40)	ÁREA TRIBUTARIA TOTAL (m <sup>2</sup> )	VOLUMEN CONDUCIDO EN m <sup>3</sup> CONSIDERANDO 3 DÍAS DE PRECIPITACIÓN EXTRAORDINARIA (.053 m)
<b>CAMELLÓN 9</b>	10.87	58,953.93	50,700.38	10,871.43	4,348.57	55,048.95	2,917.59

CONDUCCIÓN / CAMELLÓN 9 (ÁREA DE CAMELLÓN)		
$Q_p = 0.278 C i A$		
0.278= factor de conversión		0.278
C= coeficiente de escurrimiento	*C=	0.4
i= intensidad de la lluvia de diseño (mm/hr)	*i= $P^{0.320_{25}}/72=$	2.4
A= área de la cuenca (Km <sup>2</sup> )	A=	10.87
	Qp=	0.278(0.40)(2.4)(10.87)
	Qp (m <sup>3</sup> /seg)=	2.90

*Qp= Gasto de diseño (m <sup>3</sup> /s)
*C= Coeficiente de escurrimiento para zona desarrollada con cubierta de pasto menor al 50% total del área correspondiente a un periodo de retorno de 25 años
*i= $P^{0.320_{25}}/D$ donde:
i= intensidad de la lluvia de diseño (mm/hr)
P <sup>0.320</sup> = precipitación de diseño (t=duración de la lluvia en mm/Tr=tiempo de retorno)
D= duración de diseño en hr

CONDUCCIÓN / CAMELLÓN 9 (ÁREA DE VIALIDAD)		
$Q_p = 0.278 C i A$		
0.278= factor de conversión		0.278
C= coeficiente de escurrimiento	*C=	0.86
i= intensidad de la lluvia de diseño (mm/hr)	*i= $P^{0.320_{25}}/72=$	2.4
A= área de la cuenca (Km <sup>2</sup> )	A=	58.95
	Qp=	0.278(0.40)(2.4)(58.95)
	Qp (m <sup>3</sup> /seg)=	33.83



ÁREA DE CAMELLÓN	Coefficiente de escurrimiento: 0.40
ÁREA DE AVENIDA	Coefficiente de escurrimiento: 0.86

## ANEXO 2. Paleta Vegetal

Á R B O L		<i>Populus alba</i>	FAMILIA: SALICACEAE
		ÁLAMO PLATEADO	Origen: Europa, Asia y África
		<p><b>REQUERIMIENTOS.</b> Árbol subcaducifolio de exposición soleada. Se adapta a distintos tipos de suelo soportando suelos pobres y arcillosos, así como suelos con agua y contenidos de cal y sal.</p> <p><b>OTRAS CARACTERÍSTICAS.</b> Árbol de crecimiento rápido que proyecta sombra media a densa sirviendo como barrera rompavientos.</p>	
		<p><b>USO ORNAMENTAL.</b> Adecuado para espacios abiertos por su vistoso follaje. Se utiliza en parques, avenidas y calles.</p> <p><b>USO EN EL PROYECTO.</b> Como barrera visual y rompe vientos en alineación con otras especies.</p>	
		Caída de hoja: Diciembre - Febrero	Floración: Septiembre- Diciembre
<p><b>Forma: Ovoidal Vertical</b></p>		<p><b>USO ORNAMENTAL.</b> Adecuado para espacios abiertos por su vistoso follaje. Se utiliza en parques, avenidas y calles.</p>	
H: 30 m	Ø: 8 m	<p><b>USO EN EL PROYECTO.</b> Como barrera visual y rompe vientos en alineación con otras especies.</p>	
Follaje: Verde claro y blanco.	Flor: Inflorescencias diminutas.	<p><b>Caída de hoja: Diciembre - Febrero</b></p> <p><b>Floración: Septiembre- Diciembre</b></p>	
Á R B O L		<i>Prunus serotina</i>	FAMILIA: ROSACEAE
		CAPULÍN	Origen: México
		<p><b>REQUERIMIENTOS.</b> Árbol caducifolio de exposición soleada. Tolera terrenos poco profundos, pobres en nutrientes, lavados por la lluvia o muy húmedos y pedregosos.</p> <p><b>OTRAS CARACTERÍSTICAS.</b> Tiene crecimiento medio a rápido. Su raíz puede ser superficial o profunda, no muy agresiva. Proyecta sombra densa. El capulín es tolerante a la contaminación. Los frutos alimentan a la fauna nativa de la Cuenca de México.</p>	
		<p><b>USO ORNAMENTAL.</b> Debido a su forma, este árbol tiene poco interés ornamental, pero sus flores aportan color a parques y jardines.</p> <p><b>USO EN EL PROYECTO.</b> Formando bosquetes en agrupación con otras especies.</p>	
		Caída de hoja: Noviembre - Enero	Floración: Marzo - Mayo
<p><b>Forma: Ovoidal Vertical</b></p>		<p><b>USO ORNAMENTAL.</b> Debido a su forma, este árbol tiene poco interés ornamental, pero sus flores aportan color a parques y jardines.</p>	
H: 5 – 15 m	Ø: 6 – 9 m	<p><b>USO EN EL PROYECTO.</b> Formando bosquetes en agrupación con otras especies.</p>	
Follaje: Verde oscuro	Flor: Blanca	<p><b>Caída de hoja: Noviembre - Enero</b></p> <p><b>Floración: Marzo - Mayo</b></p>	
Á R B O L		<i>Callistemon citrinus</i>	FAMILIA: MYRTACEAE
		CALISTEMO	Origen: Australia
		<p><b>REQUERIMIENTOS.</b> Árbol perennifolio de exposición soleada a media sombra. Se desarrolla en todo tipo de suelo soportando suelos muy arcillosos y salinos.</p> <p><b>OTRAS CARACTERÍSTICAS.</b> Árbol de crecimiento lento con superficiales. Su floración es muy llamativa y atrae a los colibríes y su follaje proyecta una sombra densa.</p>	
		<p><b>USO ORNAMENTAL.</b> Se utiliza para reforestar parques, avenidas, calles y jardines. Debido a sus características se puede plantar aislada o en grupos.</p> <p><b>USO EN EL PROYECTO.</b> Como barrera visual y rompe vientos en alineación con otras especies.</p>	
		<p><b>Floración: Todo el año excepto de Diciembre a Febrero.</b></p>	
<p><b>Forma: Ovoidal Vertical</b></p>		<p><b>USO ORNAMENTAL.</b> Se utiliza para reforestar parques, avenidas, calles y jardines. Debido a sus características se puede plantar aislada o en grupos.</p>	
H: 3 – 5 m	Ø: 2 – 3 m	<p><b>USO EN EL PROYECTO.</b> Como barrera visual y rompe vientos en alineación con otras especies.</p>	
Follaje: Verde claro	Flor: Roja	<p><b>Floración: Todo el año excepto de Diciembre a Febrero.</b></p>	



Á R B O L		<i>Erythrina americana</i>		FAMILIA: LEGUMINOSAE	
		COLORÍN		Origen: México	
		<p><b>REQUERIMIENTOS.</b> Árbol caducifolio de exposición soleada. Se adapta mejor a los suelos húmedos. Generalmente, crece en cualquier tipo de tierra.</p> <p><b>OTRAS CARACTERÍSTICAS.</b> Es un árbol de crecimiento rápido con raíces superficiales y agresivas. Es moderadamente tóxico a los efectos de la contaminación.</p>			
		<p><b>USO ORNAMENTAL.</b> Se utiliza para reforestar camellones anchos. Como especie ornamental es muy apreciada por sus retoños y coloridas flores. En el diseño de jardines, proporciona color y un carácter rústico.</p>			
		<p><b>USO EN EL PROYECTO.</b> Como punto focal ya sea como individuo o en grupos aislados.</p>			
Forma: Ovoidal Vertical		Caída de hoja: Septiembre - Diciembre		Floración: Mayo – Julio	
H: 8 – 10 m		Ø: 6 – 8 m			
Follaje: Verde con ramas espinosas		Flor: Roja		Fruto: Rojo	

Á R B O L		<i>Plumeria rubra</i>		FAMILIA: APOCYNACEAE	
		FLOR DE MAYO		Origen: Mesoamérica	
		<p><b>REQUERIMIENTOS.</b> Árbol o arbusto caducifolio de exposición soleada que prospera tanto en suelos derivados de materiales ígneos como de origen calizo. Es tolerante a las condiciones de salinidad en el suelo.</p>			
		<p><b>USO ORNAMENTAL.</b> Especie ornamental muy apreciada por sus coloridas flores que van desde tonos blancos y amarillos a rosa y púrpura. Además las flores despiden un perfume muy intenso. También son utilizados como barrera rompe vientos.</p>			
		<p><b>USO EN EL PROYECTO.</b> Como elemento decorativo y de sombra en agrupaciones de la misma especie.</p>			
Forma: Ovoidal Horizontal		Caída de hoja: Marzo - Julio		Floración: Marzo - Septiembre	
H: 5 – 8 m		Ø: 4 – 6 m			
Follaje: Verde brillante		Flor: Amarillo a púrpura			

Á R B O L		<i>Fraxinus uhdei</i>		FAMILIA: OLEACEAE	
		FRESNO		Origen: México	
		<p><b>REQUERIMIENTOS.</b> Árbol caducifolio de exposición soleada a media sombra. Puede desarrollarse en terrenos con alto contenido de cal o lavados por la lluvia y sin cal.</p>			
		<p><b>OTRAS CARACTERÍSTICAS</b> Tiene crecimiento rápido. Tiende a desarrollar raíces profundas. Es una especie que proyecta una sombra densa.</p>			
		<p><b>USO ORNAMENTAL.</b> Especie ampliamente cultivada como árbol de sombra.</p>			
Forma: Ovoidal Vertical		Caída de hoja: Diciembre - Enero		Fructificación: Mayo - Julio	
H: 25 – 30 m		Ø: 10 – 15 m			
Follaje: Verde oscuro		Flor: Pequeña y verdosa			
<p><b>USO EN EL PROYECTO.</b> Como barrera visual y rompe vientos en alineaciones y formando bosquetes en agrupación con otras especies.</p>					

A C U Á T I C A		<i>Phragmites australis</i>	FAMILIA: POACEAE
	H: Hasta 4 m	<b>CARRIZO</b>	Origen: Cosmopolita
<b>CARRIZO</b>		<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
		Hierba perenne de gran tamaño que alcanza los 4 m de altura provista de un gran rizoma leñoso cubierto con vainas semejantes a escamas. Posee hojas de hasta 50 cm de largo color verde grisáceas y aplanadas, que se adelgazan progresivamente hacia un largo ápice. De hábitat acuático presente en marismas, lagunas y bordes de ríos formando densas poblaciones, es utilizada ampliamente por sus efectos fitodepuradores en aguas contaminadas.	
		<b>USO EN EL PROYECTO.</b> Se emplea como planta acuática en humedales y estanques de retención aprovechando sus efectos restauradores del agua.	
A C U Á T I C A		<i>Polygonum amphibium</i>	FAMILIA: POLYGONACEAE
	H: Hasta 1.5 m desde la raíz	<b>ACHILILLO MACHO</b>	Origen: Eurasia y Norteamérica
<b>ACHILILLO MACHO</b>		<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
		Hierba perenne, acuática, subacuática o terrestre. Los individuos acuáticos con frecuencia cuentan con las porciones superiores flotantes. Posee hojas delgadas de hasta 25 cm de largo y flores de color rosa o rojo con inflorescencias de hasta 15 cm.	
		<b>USO EN EL PROYECTO.</b> Se emplea como planta acuática flotante en humedales y estanques de retención.	
A C U Á T I C A		<i>Juncus effusus</i>	FAMILIA: JUNCACEAE
	H: 90 cm	<b>JUNCO</b>	Origen: Cosmopolita
<b>JUNCO</b>		<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
		Planta acuática rizomatosa, que puede alcanzar los 90 cm de longitud. Posee hojas cilíndricas de color verde brillante y flores insignificantes de color pardo verdoso. Crece en suelos encharcados y en las orillas de cuerpos de agua formando grupos densos. Es utilizada ampliamente por sus efectos fitodepuradores en aguas contaminadas.	
		<b>USO EN EL PROYECTO.</b> Se emplea como planta acuática en humedales y estanques de retención aprovechando sus efectos restauradores del agua.	
H A L Ó F I T A		<i>Heliotropium sp.</i>	FAMILIA: BORAGINACEAE
	H: 80 cm y hasta 2 m	<b>COLA DE ALACRÁN</b>	Origen: México
<b>COLA DE ALACRÁN</b>		<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
		Hierba o subarbusto anual o perenne de entre 15 y 80 cm que ocasionalmente puede llegar a los 2 m. Posee hojas alternas y una inflorescencia terminal de forma helicoidal. Es considerada principalmente como una planta arvemse y ruderal distribuyéndose en las regiones de matorral xerófilo.	
		<b>USO EN EL PROYECTO.</b> Como vegetación superficial en drenes filtrantes y cunetas verdes otorgando identidad al sitio al ser vegetación originaria de la zona.	



H A L Ó F I T A		<i>Bouteloua sp.</i>	FAMILIA: POACEAE
		NAVAJITA	Origen: México y Norteamérica
		<b>CARACTERÍSTICAS</b> Pasto perenne de tallo delgado que alcanza los 70 cm de altura. Presenta espigas persistentes sobre un eje a manera de racimo. Esta especie es asociada a pastizales y matorral xerófilo, aunque también se desarrolla cerca de cuerpos de agua.	
		<b>USO EN EL PROYECTO.</b> Como vegetación superficial en drenes filtrantes y cunetas verdes otorgando identidad al sitio al ser vegetación originaria de la zona.	
H: 70 cm			
H A L Ó F I T A		<i>Atriplex sp.</i>	FAMILIA: AMARANTHACEAE
		SALADILLO	Origen: México
		<b>CARACTERÍSTICAS</b> Hierba que puede presentar forma de arbusto perenne con hojas planas y una altura promedio de 1 m extendiéndose horizontalmente. Se les conoce como planta de sal debido a su tolerancia a contenidos de sal en la tierra siendo muy usada en la repoblación de terrenos salinos e incluso en zonas pantanosas.	
		<b>USO EN EL PROYECTO.</b> Como vegetación superficial en drenes filtrantes y cunetas verdes otorgando identidad al sitio al ser vegetación originaria de la zona.	
H: Hasta 1 m			
H A L Ó F I T A		<i>Sesuvium portulacastrum</i>	FAMILIA: AIZOACEAE
		VERDOLAGA	Origen: América
		<b>CARACTERÍSTICAS</b> Hierba perenne con un tallo muy ramificado generalmente tendido en el suelo. Posee hojas opuestas y suculentas con flores solitarias de color morado en las axilas de las hojas. Es considerada planta arvense sobre suelos salinos.	
		<b>USO EN EL PROYECTO.</b> Como vegetación superficial en drenes filtrantes y cunetas verdes otorgando identidad al sitio al ser vegetación originaria de la zona.	
H: 30 - 50 cm			
H A L Ó F I T A		<i>Distichlis spicata</i>	FAMILIA: JUNCACEAE
		ZACATE SALADO	Origen: América
		<b>CARACTERÍSTICAS</b> Este pasto es el componente principal de los pastizales halófitos. Se trata de una hierba perenne de tallo rígido y hojas alternas dispuestas en 2 hileras sobre el tallo terminando en espiguillas largas. Se desarrolla en extensas colonias alcanzando una altura de 60 cm.	
		<b>USO EN EL PROYECTO.</b> Como vegetación superficial en drenes filtrantes y cunetas verdes otorgando identidad al sitio al ser vegetación originaria de la zona.	
H: Hasta 60 cm			

O R N A M E N T A L		<b><i>Vitex agnus - castus</i></b>	FAMILIA: VERBENACEAE
	<b>H: Hasta 4 m</b>	<b>VITEX</b>	Origen: Asia y Mediterráneo
	<p><b>CARACTERÍSTICAS</b> Arbusto o árbol pequeño que puede alcanzar los 4 m de altura. Posee hojas palmeadas y flores olorosas de color lila agrupadas en espigas delgadas, con frutos esféricos de color negro rojizo cuando está maduro.</p> <p><b>USO EN EL PROYECTO.</b> Como macizos adyacentes a zonas de estar otorgando aroma y belleza visual.</p>		
O R N A M E N T A L		<b><i>Justicia spicigera</i></b>	FAMILIA: ACANTHACEAE
	<b>H: 1 – 1.5 m</b>	<b>MUTILE</b>	Origen: Asia y Mediterráneo
	<p><b>CARACTERÍSTICAS:</b> Planta que casi siempre se encuentra como arbusto de 1 a 1.5m de altura, densamente ramificado. Tiene las hojas más largas que anchas y más o menos peludas con las venas muy marcadas. Las flores se encuentran agrupadas en la unión del tallo y la hoja y en la parte terminal de la planta, comúnmente de color anaranjado, pero algunas veces rojo pálido en forma de tubitos que terminan rasgándose, formándose un labio. Los frutos son unas cápsulas.</p> <p><b>USO EN EL PROYECTO.</b> Como macizos adyacentes a zonas de estar otorgando contraste y belleza visual.</p>		



## ANEXO 3. Paleta de Materiales Inertes



Medidas: 6 x 20 x 20 cm

### ADOQUÍN COLOR BEIGE

#### CARACTERÍSTICAS:

Adoquín peatonal prefabricado de concreto con forma cuadrada presentando medidas de 6 x 20 x 20 cm, con acabado semiliso y color beige. Presenta resistencia de 150 kg/cm<sup>2</sup>.

Es recomendable para patios, cocheras, banquetas y plazas públicas.

**USO EN EL PROYECTO.** En áreas de acceso perimetral (escalinata y rampas de acceso)/ Área de lectura.



Medidas: 5 x 12.5 x 25 cm

### ADOQUÍN COLOR ROJO

#### CARACTERÍSTICAS:

Adoquín peatonal prefabricado de concreto con forma rectangular presentando medidas de 5 x 12.5 x 25 cm, con acabado semiliso y color rojo terracota. Presenta resistencia de 150 kg/cm<sup>2</sup>.

Es recomendable para patios, cocheras, banquetas y plazas públicas.

**USO EN EL PROYECTO.** En andador perimetral a nivel de banqueta.



Medidas: 5 x 15 x 15 cm

### ADOQUÍN ECOLÓGICO

#### CARACTERÍSTICAS:

Adoquín 100% permeable fabricado con agregados especiales y aditivos que permiten la infiltración del agua. Con forma cuadrada, presenta medidas de 5 x 15 x 15 cm y resistencia de 150 kg/cm<sup>2</sup>. Acabado color gris.

**USO EN EL PROYECTO.** Andadores internos al parque (áreas de transición).



Espesor: 8 cm

### CONCRETO ECOLÓGICO

#### CARACTERÍSTICAS:

Concreto que contiene gran contenido de vacíos en su estructura de composición; del 15% al 30% que permite el paso del agua dentro del material sin perder sus características de resistencia a la compresión y flexión. Presenta permeabilidad del 100% y absorción del 20.5% así como resistencia de 150 kg/cm<sup>2</sup>. Acabado aparente.

**USO EN EL PROYECTO.** En foro al aire libre, canchas de fútbol y basquetbol y ciclista.



**Granulometría: 3/8"**

### GRAVILLA BLANCA

**CARACTERÍSTICAS:**

Gravilla de color blanco con  $\phi$  de 3/8".

**USO EN EL PROYECTO.** Áreas de bosque y juegos infantiles.



**Medidas: 2" x 4" x 60"**

### MADERA

**CARACTERÍSTICAS:**

Tablas de madera de pino de 2" x 4" x 60" de longitud sometidas a un proceso de cepillado, lijado y boleado de sus cuatro caras, con tratamiento para exteriores a base de aceite de alta penetración protegiendo la madera contra los rayos UV, insectos y la absorción del agua.

**USO EN EL PROYECTO.** En pasos elevados sobre cuerpos de agua.



### SUSTRATO MEJORADO PARA VEGETACIÓN

**CARACTERÍSTICAS:**

Sustrato mejorado para plantaciones vegetales a base de 1/4 de tierra de hoja, 2/4 de composta y 1/4 de tierra negra.

**USO EN EL PROYECTO.** Como sustrato para plantaciones vegetales.



**Granulometría: 1/2" – 1/4"**

### GRAVILLA DE TEZONTLE

**CARACTERÍSTICAS.**

Tezontle rojo triturado de baja densidad que por sus propiedades físicas de porosidad absorbe importantes cantidades de agua siendo un material muy ligero.

**USO EN EL PROYECTO.** En pista de atletismo.





**Granulometría: Malla de 20/30**

### ARENA SÍLICA

#### CARACTERÍSTICAS:

Arena fina compuesta por granitos de cuarzo que por sus propiedades físico - químicas funciona como filtro natural del agua.

**USO EN EL PROYECTO.** Como capa filtrante en drenes filtrantes a nivel de banqueta.



**Granulometría: 1/2" – 1/4"**

### GRAVA SÍLICA

#### CARACTERÍSTICAS:

Denominada grava debido a su tamaño de entre 2 y 64 mm, se trata de un material proveniente de lechos de ríos y que por sus propiedades físico – químicas funciona como filtro natural del agua.

**USO EN EL PROYECTO.** Como capa filtrante en drenes filtrantes a nivel de banqueta y en humedales.



**Granulometría: 1" – 3/4"**

### GRAVA SÍLICA / GRANZÓN

#### CARACTERÍSTICAS:

Grava sílica también denominada granzón por su granulometría mayor a 1", por sus propiedades físico – químicas funciona como filtro natural del agua.

**USO EN EL PROYECTO.** Como capa filtrante en drenes filtrantes a nivel de banqueta y como lecho en humedales, cunetas verdes y estanques de retención.

## BIBLIOGRAFÍA

### Libros y Documentos:

- Aguilera. (1974) *“Tratado de edafología”*. UTEA, México.
- Benedict Mark A., McMahon Edward T. (2006) *“Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century”*. SWCMS, USA.
- Boletín UNAM – DGCS – 768. (13 Diciembre 2012) *“DISEÑA UNAM HUMEDAL ARTIFICIAL DEL LAGO DE SAN JUAN DE ARAGÓN”* [en línea] [Fecha de consulta: 14 Noviembre 2015] Disponible en: [http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2012\\_768.html](http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2012_768.html)
- CONAGUA. (2012) *“ACCIONES DE INFRAESTRUCTURA DE DRENAJE Y ABASTECIMIENTO DE AGUA EN EL VALLE DE MÉXICO 2007 – 2012”*. México.
- CONAGUA. (2009) *“Semblanza Histórica del Agua en México”*. México.
- Gutiérrez de McGregor, González Sánchez. (2010) *“Estudios sobre los remanentes de cuerpos de agua en la Cuenca de México”*. IG – U.N.A.M., México.
- G.D.F. (2012) *“El Gran Reto del Agua”*. SACMEX, México.
- G.E.M. (1983) *“Monografía del Municipio de Nezahualcóyotl.”* México.
- G.E.M. (1975) *“Panorámica Socioeconómica. T. II”*. México.
- G.E.M. (2015) *“Plan de Desarrollo Urbano para el Municipio de Nezahualcóyotl, 2013-2015”*. [en línea] [Fecha de consulta: 15 Febrero 2015] Disponible en: [http://seduv.edomexico.gob.mx/planes\\_municipales/nezahualcoyotl/DOCUMENTO%20NEZA%2002-09-04.pdf](http://seduv.edomexico.gob.mx/planes_municipales/nezahualcoyotl/DOCUMENTO%20NEZA%2002-09-04.pdf)
- Jurries, Dennis. (2003) *“BIOFILTERS (Bioswales, Vegetative Buffers, & Constructed Wetlands) For Storm Water Discharge Pollution Removal”*. DEQ, Oregon, U.S.A.
- Legorreta, Jorge. (2008) *“La ciudad de México: a debate”*. Ediciones Eón, U.A.M., México, D.F.
- Marsalek, J., Jiménez – Cisneros, B.E., et – al. (2006) *“Urban water cycle processes and interactions”*. UNESCO, París, Francia.
- Molina, Martha Patricia, Gutiérrez, Leonardo et-al. (2011) *“Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible”*. Secretaría Distrital de Ambiente, Bogotá, Colombia.
- Momparlier, Doménech. (2000) *“Los sistemas urbanos de drenaje sostenible: una alternativa a la gestión del agua de lluvia”*. Universidad Politécnica de Valencia, España.
- Revista Impluvium Número 1 (Abril – Junio 2014). *“Sistemas de captación de agua de lluvia”* Revista Digital Universitaria [en línea] [Fecha de consulta: 7 Mayo 2015] Disponible en: <http://www.agua.unam.mx/assets/pdfs/impluvium/numero01.pdf>
- Revista Paisea #024 (7 Marzo 2013). *“Los espacios del agua”*. GG, U.S.A.
- Rodríguez Sánchez, Cohen Fernández. (2003) *“GUÍA DE ÁRBOLES Y ARBUSTOS DE LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO”*. U.A.M., México.
- Suárez Antonio, Camarena Pedro, et-al. (2011) *“Infraestructura verde y corredores ecológicos de los pedregales: ecología urbana al sur de la Ciudad de México”*. R.E.P.S.A / U.N.A.M., México.



**Tesis:**

López Flores, Francisco C. (2012) “*Aspectos constructivos de la arquitectura de paisaje*. U.A.A.P. /F.A. /U.N.A.M., México.

**Páginas Web:**

Atlas de Inundaciones CAEM

[http://caem.edomex.gob.mx/atlas\\_de\\_inundaciones](http://caem.edomex.gob.mx/atlas_de_inundaciones) (2015)

Drenaje Urbano Sostenible

<http://drenajurbanosostenible.org/> (2015)

FLOWPARKS

<http://www.flowparks.com/Przykladowe-Parkour-Parki/Parkour-Park-L,s514> (2015)

INEGI

<http://www.inegi.org.mx/> (2016)

PNUMA

<http://www.pnuma.org/agua-miaac/> (2014)

SIATL Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas

[http://antares.inegi.org.mx/analisis/red\\_hidro/SIATL/#app=f4c9&4b36-selectedIndex=0](http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#app=f4c9&4b36-selectedIndex=0) (2015)

SIAP Mapoteca Manuel Orozco y Berra

<http://www.siap.gob.mx/mapotecasiap/> (2014)

Sistema Meteorológico Nacional

[http://smn.cna.gob.mx/es/?option=com\\_content&view=article&id=42&Itemid=75](http://smn.cna.gob.mx/es/?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75) (2015)

TURENSCAPE

<http://www.turenscape.com/english/> (2015)

Comienzo a percibir la armonía olvidada  
De los sonidos de mi entorno;  
Es el sonido del agua a través de gotas de lluvia  
Que vuelven a llenar el manantial perdido  
dentro del corazón de esta tierra;  
Es el líquido vital que hacía falta  
Para refrescar las arterias  
Como sangre que recorre por las venas  
Trayendo a su paso la melodía de la vida.

Eric Carrillo.

