



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**
FACULTAD DE ARQUITECTURA
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA

**PROPUESTA ARQUITECTÓNICA Y URBANA PARA LA
REHABILITACIÓN ECOLÓGICA-AMBIENTAL
DEL PEDREGAL DEL XITLE**

TESIS QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE

MAESTRA EN ARQUITECTURA

EN EL CAMPO DE CONOCIMIENTO DE
ARQUITECTURA DESARROLLO Y SUSTENTABILIDAD

PRESENTA:

ARQ. VERÓNICA AURENZA RODRÍGUEZ ORTEGA

TUTOR PRINCIPAL

MTRA. ADRIANA DÍAZ CAAMAÑO
FACULTAD DE ARQUITECTURA

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR

DR. ENRIQUE MIGUEL MARÍN
FACULTAD DE ARQUITECTURA

DRA. KARINA CONTRERAS CASTELLANOS
FACULTAD DE ARQUITECTURA

CIUDAD DE MÉXICO, ENERO 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Declaro conocer el Código de Ética de la Universidad Nacional Autónoma de México, considerado en la Legislación Universitaria. Con base en las definiciones de integridad y honestidad ahí contenidas, manifiesto que el presente trabajo es original y enteramente de mi autoría. Las citas de otras obras y las referencias generales a otros autores, se consignan con el crédito correspondiente.

PRESENTA:

ARQ. VERÓNICA AURENZA
RODRÍGUEZ ORTEGA

SÍNODO

TUTOR PRINCIPAL

MTRA. ADRIANA DÍAZ CAAMAÑO

FACULTAD DE ARQUITECTURA

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR

DR. ENRIQUE MIGUEL MARÍN

FACULTAD DE ARQUITECTURA

DRA. KARINA CONTRERAS CASTELLANOS

FACULTAD DE ARQUITECTURA

SINODALES

DRA. AMAYA LARRUCEA GARRITZ

FACULTAD DE ARQUITECTURA

DRA. MARIA DEL CONSUELO BONFIL SANDERS

FACULTAD DE CIENCIAS

AGRADECIMIENTOS

A la UNAM, por brindarme la oportunidad de estudiar un posgrado y a CONACyT por el apoyo económico durante esta temporada tan incierta.

A mi tutora la Mtra. Adriana Díaz Caamaño por su apoyo y dedicación incondicional y a los miembros del sínodo por su tiempo, atención, guía y conocimientos.

A mi familia, que me ha apoyado en todas las decisiones que he tomado siendo un ejemplo e impulso por concretar mis proyectos y alcanzar mis metas.

A mis compañeras de maestría Penny y Verito por ser mi apoyo y motivación desde el primer día, y a toda la generación por convertirse en mis amigos y estar lado a lado en cada etapa de este proyecto.

A las personas que siempre han estado conmigo y las que durante el periodo de la maestría y aún con una pandemia, se volvieron una parte importante de mi vida. Gracias Sandra, Miguel, Ladxi, y Dalia, por hacer que este tiempo estuviera lleno de buenos recuerdos.

Y finalmente, gracias Ricardo por llegar a mi vida y ser siempre la primera persona en creer en mí y brindarme tu comprensión y cariño.

A todos, de verdad gracias!

La Ciudad de México a partir de los años cincuenta comenzó su expansión hacia el sur sobre el Pedregal del Xitle, un ecosistema rico en biodiversidad de características únicas tanto por su origen volcánico como por su relación permanente con el ser humano.

Como resultado del crecimiento urbano en la actualidad solo cerca del 20% de la superficie de este ecosistema subsiste en áreas naturales protegidas, suelo de conservación y áreas verdes de otras categorías, las cuales están completamente inmersas en un contexto urbano y enfrentan una degradación progresiva que resulta de esta relación, la presencia de actividades humanas y la falta de conexión entre ellas.

Para brindar un primer acercamiento a la solución de esta problemática, se plantea el estudio de las condiciones que llevaron a la ocupación urbana de este espacio, así como su estado actual, las características del ecosistema y las especies de flora y fauna que lo conforman, y las condiciones que se deben cumplir para poder conservarlo mitigando las amenazas que enfrentan.

La propuesta de rehabilitación ecológica y ambiental refiere al enfrentamiento del fenómeno desde una perspectiva socio ecológica en la que las estrategias de intervención arquitectónicas y urbanas resulten en beneficios tanto para las áreas naturales como para el contexto en el que se insertan.

Palabras clave: Pedregal del Xitle, socioecosistema, rehabilitación ecológica-ambiental, planificación urbana, arquitectura.

RESUMEN

ÍNDICE	
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	4
CAPITULO 01 / PROCESO HISTÓRICO DE OCUPACIÓN DEL PEDREGAL DEL XITLE	9
1.1 CONDICIONES PARA LA OCUPACIÓN URBANA	11
1.1.1 CONCEPCIÓN DE LA NATURALEZA	12
1.1.3 DESARROLLO ECONÓMICO Y SOCIAL	15
1.1.2 EVOLUCIÓN DE LA NORMATIVIDAD	18
1.2 ESTADO ACTUAL DEL ECOSISTEMA	23
1.2.1 DETERIORO ECOLÓGICO	25
1.2.2 SERVICIOS AMBIENTALES	29
1.2.3 ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN	32
CAPITULO 02 / CONDICIONES PARA LA REHABILITACIÓN ECOLÓGICO-AMBIENTAL	43
2.1 CONDICIONES PARA LA REHABILITACIÓN ECOLÓGICO AMBIENTAL	46
2.1.1 AMENAZAS QUE ENFRENTAN LAS ÁREAS NATURALES	47
2.1.2 VALOR ECOLÓGICO	49
2.2 CARACTERIZACIÓN URBANO AMBIENTAL DEL CASO DE ESTUDIO	58
2.2.1 ANÁLISIS GEOGRÁFICO AMBIENTAL	58
2.2.2 ANÁLISIS URBANO ARQUITECTÓNICO	74

CAPITULO 03 / HACIA UNA PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PEDREGAL DEL XITLE	83
3.1 INTERVENCIONES URBANAS	85
3.1.1 ARBORIZACIÓN URBANA E INFRAESTRUCTURA	86
3.1.2 CORREDORES ECOLÓGICOS	90
3.1.3 PASOS DE FAUNA	93
3.2 ESTRATEGIAS ARQUITECTÓNICAS	96
3.2.1 RECOMENDACIONES GENERALES PARA VIVIENDA	98
3.2.2 DISEÑO Y PERCEPCIÓN DE LAS ÁREAS NATURALES	104
3.2.3 RECOMENDACIONES PARA NUEVAS CONSTRUCCIONES	108
CONCLUSIONES	110
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS	114
BIBLIOGRAFÍA	117

“La historia puede ser considerada desde dos puntos de vista, dividiéndola en historia de la naturaleza e historia de los hombres. Sin embargo, no hay que dividir estos dos aspectos: mientras existan hombres, la historia de la naturaleza y la historia de los hombres se condicionan recíprocamente.”

Karl Marx, La ideología alemana

El Xitle es un volcán ubicado en la ladera del Ajusco al sur de la Ciudad de México, pertenece a un sistema volcánico adyacente a la sierra del Chichinautzin e hizo erupción hace alrededor de dos mil años. Como resultado de este acontecimiento nació el pedregal del Xitle, un ecosistema rico en biodiversidad con una superficie de cerca de 80km² que abarca desde la ladera del Ajusco, hasta la Avenida Miguel Ángel de Quevedo donde probablemente hizo contacto con el lago de Texcoco [FIGURA 01].

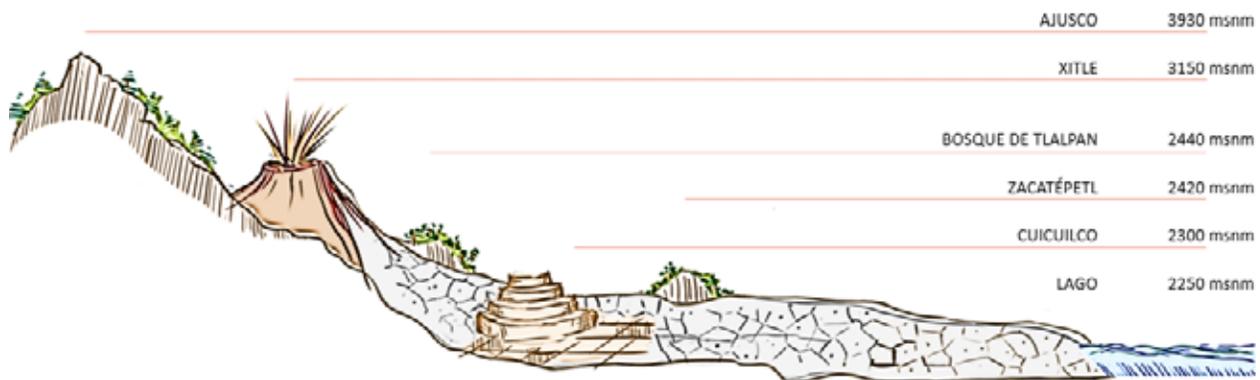


Figura 01. Caso de estudio. Elaboración propia con base en cartografía de INEGI, Carrillo Trueba 1995

A 8 km de distancia del cono volcánico se encontraba asentada la ciudad de Cuicuilco que albergaba una de las civilizaciones mesoamericanas más antiguas e importantes, contemporánea de la cultura Olmeca, la cual quedó sepultada al igual que todo el ecosistema que antecedió a este evento, el pedregal que resultó dando paso a nuevas formas de vida es un ecosistema en etapa de sucesión primaria, lo que significa que tuvo comienzo en un área esencialmente sin vida.

Este caso en específico es de relevancia porque desde sus inicios ha convivido con la presencia de actividades humanas, ya sea con los pobladores de Cuicuilco o posteriormente con las ciudades vecinas de Teotihuacán y Tenochtitlan que probablemente aprovecharon los recursos naturales que brindaba esta región.

La tendencia de crecimiento de la Ciudad de México posterior a la conquista y el cambio de ideología significó un impacto continuo sobre las características del suelo y la vegetación que en la actualidad ya ha ocupado el 80% de la superficie original de este ecosistema.

Tomando esto en consideración, en este trabajo se analizan las características ecológicas y urbanas de este sitio resultando como caso de estudio un polígono que contiene las áreas mejor conservadas y algunas de las colonias que podrían rehabilitarse a través de una propuesta de intervención.

Esta investigación surgió de la observación de un fenómeno que como aquí, sucede también en muchos otros lugares. Este ecosistema ha sufrido y sigue sufriendo una degradación progresiva como consecuencia de la ocupación urbana y así como el ecosistema se vuelve más vulnerable, los servicios ambientales que brinda a la Ciudad de México también han disminuido notablemente con el tiempo

Para establecer una línea de acción entre la problemática y la propuesta de solución, tomé como base el texto de Guillermo Foladori¹ donde explica la postura de la economía ecológica en la que el sistema natural es el sustento de todos los subsistemas humanos, el económico, político y social, siendo las leyes naturales las que actúan sobre las relaciones sociales.

Sin embargo, aún si no hay manera de negar la relación existente entre el sistema ecológico y el económico, también es el ser humano quien da sentido a la naturaleza al apropiarse de ella para satisfacer sus necesidades, las cuales son cambiantes históricamente.

De esta manera, las leyes naturales también son condicionadas socialmente en concordancia con el momento histórico y la relación que se mantenga entre la naturaleza y la humanidad. Así, el fenómeno se aborda desde la concepción del caso de estudio como un sistema socio ecológico donde se intersecan las ciencias naturales con las ciencias sociales.

En la actualidad, prevalece la relación de dominación antropocentrista que ubica al ser humano como el centro de la creación y a la naturaleza como recursos y servicios destinados a satisfacer nuestras necesidades. La idea de proteger, conservar o incluso restaurar los sistemas naturales surge de los problemas que enfrentamos como humanidad al verse afectado el acceso a estos recursos y servicios de los cuales depende nuestro estilo y calidad de vida.

1 Foladori, Guillermo. (2001). La economía ecológica. Sustentabilidad, 189-196

Existen corrientes de pensamiento que buscan abordar el tema desde otro ángulo, el eco-centrismo, por ejemplo, sitúa a la naturaleza como el centro y a la humanidad al mismo nivel que cualquier otra especie, por lo cual no tenemos la posición para decidir sobre otras especies ni sobre los elementos que conforman nuestro planeta, la economía ambiental, por otro lado, busca asignar un valor de cambio a los recursos naturales en el mercado, rigiéndose por las externalidades que provoca la explotación de la naturaleza.

Al haber consultado estas y otras posturas, se tomó la decisión de enfrentar esta problemática específica dentro del antropocentrismo dominante, bajo la concepción del fenómeno dentro de un socio ecosistema, de manera que se reconoce que todos los subsistemas sociales humanos dependen del sistema natural pero la manera de aportar a su rehabilitación es a partir de relacionar ambos dentro de la propuesta.

El objetivo de esta investigación es desarrollar una propuesta en el que se consideren los factores ecológicos y ambientales en su relación con el contexto urbano arquitectónico para promover la rehabilitación del ecosistema del pedregal del Xitle, tanto para facilitar la conservación ecológica como para mejorar la relación urbano ambiental.

Teniendo como hipótesis que una serie de intervenciones urbanas y estrategias arquitectónicas pueden ser el medio para lograr este objetivo, primero, al restablecer las conexiones entre las áreas naturales y segundo ofreciendo a la población un entorno urbano más amigable con espacios de interacción destinados a la apreciación estética de la naturaleza.

La investigación se estructura en tres capítulos, siendo el primero un análisis cualitativo de las condiciones materiales, normativas e ideológicas que dieron paso a la ocupación del caso de estudio, el segundo, un estudio de carácter cuantitativo sobre las condiciones que se deben cumplir para poder rehabilitar el caso de estudio y finalmente la propuesta de un primer acercamiento a la solución de la problemática y su aplicación en la realidad actual del Pedregal de Xitle.

El valor que tiene este espacio para la Ciudad de México, para su población y por lo que esta investigación es relevante, puede verse desde diferentes perspectivas: desde el punto

de vista ecológico, las áreas naturales dentro del caso de estudio son lo último que subsiste de un ecosistema único en el mundo; desde lo ambiental, estas representan un importante pulmón para equilibrar la evidente falta de áreas verdes en la ciudad y su degradación supone la pérdida de éste y otros servicios ambientales que nos brindan.

Por otro lado, al centro de este territorio pasan dos de las vialidades más importantes de la ciudad, el Anillo Periférico y la Avenida Insurgentes, lo que agrega plusvalía al terreno, por otro, el sitio arqueológico de Cuicuilco, Ciudad Universitaria, el Bosque de Tlalpan y los parques ecológicos son un atractivo turístico para los visitantes.

Y finalmente entre muchos otros acercamientos, existe un interés político en la consolidación de asentamientos irregulares como parte de la ciudad, que con el tiempo han ocupado más y más territorios que anteriormente pertenecían a áreas naturales protegidas o suelo de conservación.

Los mecanismos para promover la conservación de estas áreas son deficientes, la expansión urbana sobre el Pedregal del Xitle y más allá de este caso de estudio en todas las periferias de la ciudad, tiene diversos actores implicados que muy frecuentemente acaban por consolidar la ocupación sin restricciones.

En este trabajo se exponen diversas estrategias a partir de lo ya construido para promover dentro de lo posible la rehabilitación del caso de estudio, mejorando la relación urbano ambiental para que trabajen en conjunto beneficiándose mutuamente.

La problemática tiene origen en un fenómeno urbano y como tal, la propuesta es enfrentarlo desde la misma perspectiva con vistas a recuperar las condiciones que permitan a la naturaleza seguir su curso y a su vez ofrezcan a la población una imagen urbana renovada que favorezca el sentimiento de pertenencia y responsabilidad ambiental.

“Dicen que en un futuro, MéxicoTenochtitlan crecerá a tal grado que el lago de Texcoco desaparecerá y tanto Coyohuacan como Tenanitla serán parte de una gran ciudad. Dicen que tendrá millones de habitantes.

Dicen que ya no habrá ríos.
Dicen que habrá una nueva religión.
Dicen que Tenanitla se llamará San Ángel.
Dicen que el pedregal podrá ser habitado.
Dicen. Pero siempre se dicen muchas cosas”

García, M. Cano, J. Luiselli y C. Pizarro, P.
2007. San Ángel, una invitación a su rescate

CAPITULO 01 / PROCESO HISTÓRICO DE OCUPACIÓN DEL PEDREGAL DEL XITLE

El espacio sobre el cual se desarrolla esta investigación corresponde a la parte central de la superficie de afectación del derrame volcánico del Xitle donde se conservan las características principales del ecosistema y que usando el concepto empleado en [CANO-SANTANA, *et al*, 2006]¹ llamo en adelante Pedregal del Xitle.

Este tiene una superficie de alrededor de ochenta km² de roca basáltica [CARRILLO-TRUEBA, 1995]², y es la formación rocosa más joven de la Ciudad de México. El evento que le dio origen coincide en tiempo con un evento volcánico semejante pero más conocido: la erupción del Vesubio que sepultó a las ciudades de Pompeya y Herculano en Italia. No obstante, la erupción del Xitle fue más duradera y dio oportunidad a la población de retirarse del sitio.

Al haber sido desde su formación, un ecosistema que convivió con la presencia de actividades humanas es difícil saber cuál habría sido su evolución natural, la explotación de los recursos que contiene y los asentamientos humanos que se instalan en este territorio han sido constantes a lo largo de toda su historia.

El proceso de ocupación del sur de la Ciudad de México se ha dado de manera particular; en este primer capítulo se delimita este proceso histórico considerando entre la década de 1950 y la de 2010 como el periodo de crecimiento urbano más marcado y documentado.

A grandes rasgos, la descripción del proceso de ocupación del Pedregal del Xitle lleva a considerar 3 momentos históricos que se ilustran en los tres mapas siguientes [FIGURA 2], 1950, el momento que detonó la expansión de la ciudad hacia el sur del distrito federal, 1970, se facilita el acceso a partes más altas sobre el derrame volcánico y 2010 dada la temporalidad de los decretos de protección sobre esta área y que el área natural protegida declarada más reciente en el caso de estudio fue el del bosque de Tlalpan en 2011.

El capítulo se divide en tres , primero se describen las condiciones que se cumplieron para dar paso a la ocupación urbana, después se hace el recuento de cómo se llevó a cabo este proceso y por último se expone el estado actual del ecosistema.

1 Cano-Santana, Zenon., Pisanty, I., Segura, S., Mendoza-Hernández, P. E., León-Rico, R., Soberón, J. & Martínez-Ballesté, A. (2006). Ecología, conservación, restauración y manejo de las áreas naturales y protegidas del Pedregal del Xitle. Manejo, conservación y restauración de recursos naturales en México: perspectivas desde la investigación científica, 203-226.

2 Carrillo Trueba, Cesar. (1995). El Pedregal de San Ángel. Ciencias, (042).

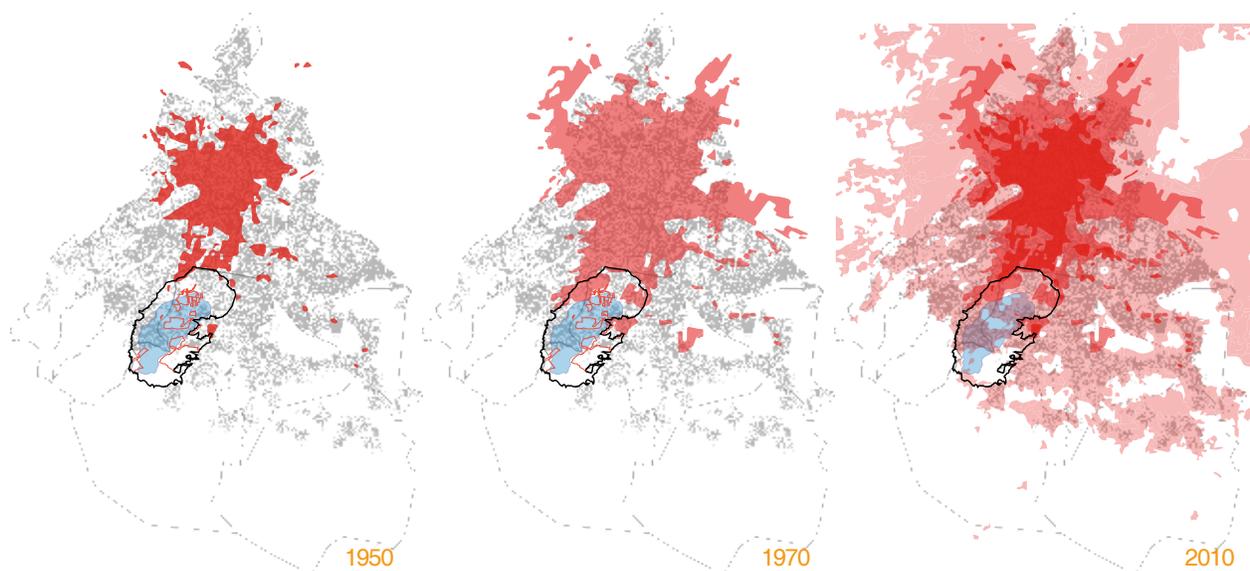


Figura 02. Crecimiento de la Ciudad de México sobre el Pedregal del Xitle. Elaboración propia con base en el mapa urbano de la Ciudad de México

1.1 CONDICIONES PARA LA OCUPACIÓN URBANA

El terreno es pedregoso, inhóspito y de difícil acceso en su estado natural, por mucho tiempo fue considerado tierra de bandidos y dejado de lado en la planeación de la ciudad, sin embargo, el mundo y la sociedad evolucionan y teniendo los medios, la ocupación que empezó hace más de 50 años, continúa en la actualidad.

A pesar de no existir un verdadero plan de crecimiento, la infraestructura que permitió el acceso a los pedregales no podía tener otra consecuencia, la ocupación fue espontánea y aquí se instalaron tanto dependencias de gobierno y centros comerciales como conjuntos residenciales y viviendas mínimas.

Para explicar las condiciones que se cumplieron para que la ocupación de este territorio se diera de esta manera, los siguientes tres puntos abordan el tema desde los aspectos de la realidad del materialismo histórico dialéctico. Tocando primero la interpretación de las ideas dominantes respecto a la naturaleza, después el marco normativo y los cambios que sufrió en cuestión de áreas naturales protegidas y por último los diferentes escenarios económicos y sociales que dieron lugar al crecimiento de la ciudad sobre este territorio.

1.1.1 CONCEPCIÓN DE LA NATURALEZA

A lo largo de la historia, la naturaleza ha tenido diferentes papeles en su relación con la humanidad, esta relación ha sido variable en función de las características culturales de cada población y las posibilidades de explotación de los recursos.

Hablando específicamente del área de estudio, el pedregal del Xitle y la Ciudad de México han pasado por diferentes etapas al respecto de esta relación.

Históricamente el periodo más antiguo de ocupación de este territorio fue al rededor del año 800 a.C. antes de la erupción del Xitle, dada la información existente de la civilización de Cuicuilco y las culturas posteriores con las que tuvieron intercambio, se observa que fueron una cultura que convivió con la amenaza del volcán por años, coexistiendo con las especies nativas de la zona.

Tomaron como referencia la silueta del Xitle y el Ajusco en la construcción de la piramide principal y por las características de la roca que ahora la tiene cubierta, se sabe que tenían un sistema de irrigación en una retícula de canales y tanto estos como la disposición de los elementos de la ciudad reflejan el entendimiento de la orientación y las condiciones ambientales de la zona, como ejemplo de la estrecha relación que sostenían los habitantes de estas regiones con el agua, la topografía y la agricultura.

A diferencia de la cultura occidental que centró la existencia del mundo en la creencia de que éste fue un regalo para la especie humana, las civilizaciones prehispánicas de México consideraban al ser humano una especie más que dependía de la naturaleza tanto como cualquier otra. Por tanto, las deidades representaban fenómenos naturales a quienes debían hacer ofrendas esperando su benevolencia y los guerreros se representaban con características de animales evocando sus habilidades.

En contraste con esta postura ecocentrista, el mundo occidental se caracterizó por la creencia en que todo lo proveniente de la naturaleza existe con el fin de satisfacer las necesidades humanas, lo cual evolucionó a un nuevo esquema donde el hombre no se limitó a tomar los bienes que la naturaleza le ofrecía, sino que a través de su esfuerzo físico y el

desarrollo de nuevas técnicas, comenzó a transformar las materias primas y a aprovechar las fuentes energéticas para su beneficio. Los recursos naturales se convirtieron en el único factor capaz de generar riqueza al ser indispensables en la creación de nuevos materiales.

El creciente impacto de la actividad económica sobre los ecosistemas, el carácter limitado de los recursos naturales que sirven como insumos y el progresivo volumen de residuos que éste consumo genera, fueron aspectos que nunca se vislumbraron en la nueva visión del mundo. El progreso fue lento comparado con otras etapas pero igualmente devastador, al grado de convertirse en un problema para muchas especies que con el tiempo perdieron su hábitat, menguaron sus poblaciones y en muchos casos resultaron extintas.

La economía basada en el consumo provocó la explotación desmedida de ecosistemas completos como una consecuencia directa del desarrollo económico. Haciendo que por un lado se destruyeran las fuentes de recursos naturales y por el otro los desechos resultantes se acumularan ocupando y destruyendo otros espacios.

A medida que crece la conciencia sobre el carácter finito de los recursos naturales, su valor de cambio sube en función de su escasez futura y se prioriza su papel en la economía sobre el rol que juegan los sistemas ecológicos.

Tanto en México como a nivel internacional, es hasta la década de 1970 cuando la creciente evidencia del deterioro ambiental resultó en el interés de algunas organizaciones por frenar la situación. Y es hasta años más recientes que gracias a la facilidad de acceso a la información, la población empieza a tomar conciencia de las consecuencias que nuestra forma de vida trae al ambiente. Sin embargo, esto no se ve reflejado en datos cuantificables, la necesidad de establecer políticas ambientales en relación al aprovechamiento de recursos y el posterior manejo de los desechos es parte de la realidad actual. La buena intención de las personas no es comparable con la búsqueda de desarrollo de empresas y naciones que crecen a costa del entorno natural y la biodiversidad que contiene.

Enrique Leff propone una racionalidad ambiental y menciona que **“lleva a repensar la producción a partir de los potenciales ecológicos de la naturaleza y las significaciones y senti-**

dos asignados a la naturaleza por la cultura, más allá de la tecnología limpia” [LEFF, 2004]³, considerarnos como parte del entorno en el mismo nivel que cualquier otro organismo en la capacidad de satisfacer nuestras necesidades básicas. Cambiar el paradigma de sostenibilidad actual por uno en el que el progreso vaya acompañado de la naturaleza y no sea un problema a resolver a partir del desarrollo de tecnología.

Lo cierto es que, en la actualidad, es imposible abordar un tema de estas características desde una disciplina en particular, separar el ambiente ecológico del entorno urbano no lleva a ningún lado. Este, como cualquier otro ecosistema que contiene actividades humanas que influyen en su desarrollo, es un sistema socio ecológico, que bajo las condiciones correctas puede llegar a un punto de equilibrio que lo lleve a la sostenibilidad.

Las áreas verdes de valor ambiental ofrecen incontables beneficios a la humanidad por el simple hecho de existir, cuando en el sentido contrario, la humanidad solo se aprovecha de la naturaleza sin brindarle apoyo. Todo lo que recibimos del medio ambiente parece invisible para nuestra sociedad a menos que exista una escases de algún recurso natural.

Necesitamos tomar conciencia de que debido al cambio de uso del suelo, no solo perdemos la oportunidad de seguir beneficiándonos de sus recursos, también afectamos de una manera definitiva a la biodiversidad que ahí habita. Frecuentemente el deterioro ambiental provoca también problemas sociales como la segregación, discriminación, inseguridad y delincuencia que van de la mano con las contradicciones en el diseño urbano..

Cada área de valor ambiental que se conserva es una muestra de lo que hemos perdido, cuando al mismo tiempo, son áreas que resultan atractivas para la población, dan plusvalía a los terrenos circundantes y que, al ser espacios de acceso libre, tienen la desventaja de convivir diariamente con la presencia de personas y acciones que agreden al ecosistema.

Es muy complicado e implica un estudio a profundidad saber qué es lo que la gente percibe de estos espacios o las sensaciones que les provoca que los lleva a deteriorarlos.

3 Leff, Enrique. (2004). Racionalidad ambiental: la reapropiación social de la naturaleza. Siglo XXI

Existen disciplinas que abordan la relación entre la conducta y las características ambientales, sin embargo, nuestro país se encuentra rezagado en muchos temas de carácter ambiental, su aplicación es muy reciente y su alcance es limitado.

En todo caso, el reconocimiento social del problema es el primer paso para la rehabilitación del ambiente, el cual requiere del interés de la población y conlleva la intervención de distintas disciplinas en la formulación de una solución.

1.1.3 DESARROLLO ECONÓMICO Y SOCIAL

En cuanto al aspecto material de la ocupación urbana, las condiciones económicas y sociales que dieron paso al crecimiento de la ciudad se relacionan con eventos concretos del desarrollo de la economía nacional y la situación internacional.

Si bien día a día el crecimiento urbano ocupa nuevos territorios, el desarrollo productivo, comercial y social, provoca la expansión de la ciudad que ocupa sin limitaciones el medio natural para satisfacer sus necesidades sin hacer excepciones por las características ambientales.

La Ciudad de México sigue una dinámica de crecimiento desordenada acompañando los asentamientos irregulares que se establecen en la periferia, sin embargo, hay algunos detonantes ligados al gobierno y al poder económico que marcan la pauta sobre los lugares urbanizables.

Tiempo antes de que existiera algún tipo de legislación en este sentido, cuando el pedregal seguía siendo un terreno de difícil acceso, el primer paso hacia la urbanización del sur de la ciudad fue en el año de 1759 cuando se fundó el Molino de Loreto aprovechando las características ambientales de la zona, éste se mantuvo operando a lo largo del siglo XIX, siendo acompañado por el pueblo originario de San Ángel y que después de la independencia se convirtió en la primera fábrica de papel mexicana, la cual mantendría actividades hasta 1991.

Tiempo después en 1845 Guillermo Banfiel fundó la Fábrica de papel Peña Pobre siendo acompañada por el asentamiento de San Fernando, con el tiempo, esta fábrica se fusionó con Loreto y operó hasta 1987. La población se extendió hacia el centro de Tlalpan estableciendo la población que daría origen a la alcaldía y estos asentamientos que mantuvieron un crecimiento gradual se integraron a la Ciudad de México debido a su proximidad.

En la ciudad ahora se reconocían por lo menos tres centros hacia el sur que tuvieron un origen similar y cuya población ya formaba parte de la urbe, estos son la Magdalena Contreras, San Ángel y Tlalpan, los cuales a pesar de estar integrados, carecían de conexión con la ciudad. Problema que se resolvería con el Anillo Periférico que aunque se empezó a construir en la década de los 50 y se inauguró por fases en la década de los 60, fue concebido durante los años 30 por un arquitecto llamado Carlos Contreras, quien proponía un crecimiento ordenado de la Ciudad de México.

En 1950 México se posicionó para un despegue económico, el país comenzó a crecer a un ritmo constante. Los trabajadores migraban a las ciudades, la manufactura se incrementaba, mientras que la agricultura disminuía y la educación se diseminaba a lo largo y ancho del país. Esta situación a nivel urbano se tradujo en una expansión demográfica hacia las periferias de la Ciudad de México y con ello la transición a suelo urbano⁴.

Hacia el sur de la ciudad, la expansión sobre el suelo volcánico empezó con la construcción, bajo el proyecto de Luis Barragán de 1945, del conjunto residencial Jardines del Pedregal con la colaboración de los arquitectos más reconocidos de la época. A la par de este proyecto, se planificó y construyó Ciudad Universitaria que fue inaugurada en 1952 y junto con la cual se ampliaron y terminaron la Av. Insurgentes Sur y el Anillo Periférico que en este tramo obtuvo el nombre de Blvd. Adolfo Ruiz Cortines.

Estas arterias provocaron el rápido aumento del valor de la tierra, las propiedades de carácter ejidal y comunal entraron al mercado como propiedades privadas dando lugar a la ocupación sin existir un plan de desarrollo que regulara las áreas urbanizables o contuviera

4 Según la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, artículo 30.1, "constituyen el suelo urbano las zonas a las que el Programa General clasifique como tales, por contar con infraestructura, equipamiento y servicios y por estar comprendidas fuera de las poligonales que determine el Programa General para el suelo de conservación".

el crecimiento de los asentamientos, lo cual a la larga desembocó en el establecimiento de colonias irregulares que poco a poco formarían parte de la urbe.

A lo largo de estas vialidades y en concordancia con la topografía, se establecieron zonas residenciales y de uso comercial. Posteriormente, en vista de que el crecimiento urbano se dirigía al Ajusco, en 1976 se inaugura el Blvd. Picacho Ajusco junto el cual se implantan otras zonas residenciales y se impulsa el proceso de ocupación del Ajusco medio que aún en la actualidad sigue en expansión. Siendo esto el más claro ejemplo de que no existió un análisis geográfico o ambiental que respaldara la toma de decisiones en materia urbana, ya que la mayoría de los problemas urbano ambientales que enfrenta esta zona específica de la ciudad resultaron de la pérdida de las características del suelo y la vegetación que dominaba este paisaje.

En su mayoría, la ocupación fue producto de migraciones internas, sin embargo, existen contrastes notables en relación a los estratos sociales que ahí residen, por un lado, están las colonias a las que comúnmente nos referimos al hablar del pedregal, las cuales tienen en común estar muy cerca de vialidades importantes, estar fraccionadas en predios muy grandes y permeables y ser de una densidad poblacional baja. Esto en contraste con los asentamientos que surgen en la periferia que se caracterizan por estar fraccionados en una retícula con predios construidos en su totalidad y que contienen a más de una familia.

Un caso particular que requiere una investigación y propuesta más dedicadas es la colonia de Pedregal de Santo Domingo, que es producto de una invasión que ocurrió en solo tres días en septiembre de 1971. Cuando fue ocupada por alrededor de cien mil personas que llegaron de distintos puntos del país y ocuparon poco menos de tres kilómetros cuadrados de pedregal. Esta conformó la invasión urbana más grande de América Latina y en la actualidad a pesar de la falta de regulación en sus inicios, está unida a la traza urbana, cuenta con todos los servicios y una ubicación privilegiada a un costado de la universidad, con la desventaja de no contar con prácticamente ningún área verde, ser un espacio inseguro de calles angostas y accidentadas y donde prevalecen los conflictos urbano ambientales.

Sin embargo, para propósitos de esta investigación, ahondar en las características sociales y económicas de todo el pedregal sería una tarea mucho más extensa, y al ser éste un trabajo de carácter ecológico y ambiental, el caso de estudio se trazó con la intención de abarcar las áreas naturales contenidas en este contexto que en dado caso serían susceptibles de ser intervenidas.

Por otro lado, más allá de la ocupación resultante de la necesidad de vivienda, la posición estratégica de Periférico y la Avenida Insurgentes Sur son factores que atraen la inversión de grandes empresas. Como ejemplo, en 1990 se inaugura el centro comercial Perisur, al cual le siguen la plaza Inbursa, plaza Loreto, el centro comercial Artz y diversas plazas comerciales que a su vez impulsan la búsqueda de vivienda residencial en la cercanía.

1.1.2 EVOLUCIÓN DE LA NORMATIVIDAD

A lo largo del último siglo las políticas ambientales en México han evolucionado de manera significativa. Sin embargo, a pesar de la existencia de diversas leyes para frenar el deterioro del medio ambiente y del patrimonio natural nacional, la tendencia destructiva no se detiene, poniendo en riesgo la riqueza natural de especies animales, flora, maderas preciosas, arrecifes y muchos otros.

Uno de los cambios más importantes gestados a partir de la revolución con relación al aprovechamiento de los recursos naturales, fue que éste ya no podía seguir bajo el control de la voluntad individual y privada, de ellos dependía el desarrollo del país y su conservación y uso racional se volvió imprescindible para nuestro país [CARABIAS & RABASA, 2017, PAG.50]⁵.

A su vez, la reforma agraria reconoció legalmente la propiedad comunal y ejidal lo que provocó que se repartieran millones de hectáreas para uso agrario dejando de lado el valor ecológico que contuvieran. En este sentido en el sexenio de Lázaro Cárdenas, de 1934 a 1940, con Miguel Ángel de Quevedo como jefe del Departamento Autónomo Forestal de Caza y Pesca, se promovió la protección de áreas específicas por su potencial forestal, su

5 Carabias, Julia.y Alejandra Rabasa (2017). Cien años de políticas y normatividad ambiental. En F. Ibarra Palafox, & P. Salazar Ugarte, Cien ensayos para el centenario (págs. 49-67). Ciudad de México: Instituto de Invesigaciones Jurídicas UNAM.

flora, fauna y servicios ambientales, como parques nacionales [IBID., PAG.54]. Entre estos, en 1936 en la Ciudad de México se decretó como Parque Nacional bajo protección estatal el área llamada Fuentes Brotantes ubicada dentro del polígono de estudio de esta investigación y la cual actualmente conserva solo una pequeña fracción de su territorio original.

Esta tendencia de manejo del patrimonio ecológico continuó por algunos sexenios, considerando la temática ambiental dentro de la propiedad del suelo o las leyes para el uso agrario y repartiendo tierras bajo la figura de propiedad ejidal o comunal.

En el caso de estudio, las tierras bajo alguna de estas dos figuras han contado con la facilidad de subdividirse e integrarse a la traza urbana al existir una demanda de vivienda que sobrepasa el valor productivo de los terrenos.

En 1972 como resultado de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio Ambiente Humano en Estocolmo, se exhortó a los países para crear instituciones encargadas de la gestión ambiental [IBID., PAG.59], para la cual México expidió en 1971 la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental.

En 1982 en México se expidió la Ley Federal de Protección al Ambiente en la cual se previó el desarrollo de programas para mejorar la calidad del aire, el agua, el suelo marino, el suelo y subsuelo, los alimentos, así como de aquellas áreas cuyo grado de contaminación se considere peligroso para la salud pública, la flora, la fauna y los ecosistemas [IBID., PAG.60].

Más adelante el presidente Miguel de la Madrid creó la primera institución moderna en el tema ambiental, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología ampliando el panorama de los temas ambientales y fortaleciendo la protección de los ecosistemas [IBID.].

Actualmente, la ley que regula las áreas de valor ambiental, es la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental LGEEPA⁶, la cual se promulgó en 1988 y fue la ley más avanzada en su género para Latinoamérica e introdujo al sistema jurídico nacional principios de política ambiental como el de equidad intergeneracional, de prevención y derecho

6 La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA, art.48) establece que las Reservas de la Biósfera “se constituirán en áreas biogeográficas relevantes a nivel nacional, representativas de uno o más ecosistemas no alterados significativamente por la acción del ser humano o que requieran ser preservados y restaurados, en los cuales habiten especies representativas de la biodiversidad nacional, incluyendo a las consideradas endémicas, amenazadas o en peligro de extinción”.

a un medio ambiente sano, así mismo distribuyó las competencias de las autoridades nacionales para la protección del medio ambiente e institucionalizó los instrumentos marco de la política ambiental nacional estableciendo las bases para el desarrollo del actual sistema nacional de áreas naturales protegidas [IBID., PAG.61].

A partir de 1994 se consolida una visión integral de la conservación de la biodiversidad y el uso de los recursos naturales en el contexto del desarrollo sostenible, en este año, con la creación de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca se logra conjuntar el sector ambiental con el manejo de los recursos naturales renovables cambiando las tendencias históricas de destrucción y desintegración [IBID.].

En este periodo se formularon el Programa Nacional del Medio Ambiente, el Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas, el Programa de Conservación y Aprovechamiento de la Vida Silvestre y en el año 2000 se funda la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [IBID.].

En la actualidad las leyes que conforman la legislación ambiental en México son la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Ley de Aguas Nacionales, Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Ley General de Vida Silvestre, Ley de Desarrollo Rural Sustentable, Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, Ley Federal de Responsabilidad Ambiental y la Ley General de Cambio Climático, entre otras dedicadas a temas ajenos al objeto de estudio.

De este compendio de leyes y reglamentos se derivan las diferentes normas (NOM, NMX) aplicables a cada rubro ambiental; agua, suelo, aire, desarrollo rural, residuos, entre otros, de los que surgen los acuerdos, decretos y así sucesivamente siguiendo la cadena hasta los gobiernos municipales.

La legislación ambiental mexicana es relativamente joven, sin embargo, cada vez toma más fuerza debido a que el cuidado del medio ambiente se ha convertido en una necesidad prioritaria, hasta hace poco tiempo, debido principalmente al presupuesto relativamente escaso dedicado a los asuntos ambientales, la política ambiental había tenido un ámbito de

acción limitado y los instrumentos promovidos, poca efectividad para modificar las principales tendencias de degradación del ambiente y de los recursos naturales.

En particular, las figuras de propiedad ejidal y comunal han resultado un área de oportunidad para la urbanización que más allá de cubrir la necesidad de vivienda de la población local, se vuelven un instrumento económico en el que se reproduce el capital a partir de la tenencia de tierra, la subdivisión de terrenos y las formas de organización social que demandan la dotación de infraestructura.

Como caso particular, en 2013 se logró el reestablecimiento como área natural protegida bajo propiedad comunal del área conocida como Los Encinos que había sido registrada como propiedad de Grupo FRISA para el desarrollo de un proyecto urbano.

Cuestión que se repite en diversas áreas naturales que bajo esta figura de propiedad son vulnerables ante los intereses de actores económicos que buscan el beneficio de la explotación de estas áreas sin tomar en consideración a los cientos de familias que viven de la protección y aprovechamiento pasivo de estos espacios como sucede en el Parque de Los Dinamos donde nuevamente Grupo FRISA busca imponer sus intereses.

En la Ciudad de México, el enfoque de desarrollo capitalista dejó de lado el valor ambiental contenido en su territorio, como se mencionó antes, el Parque nacional Desierto de los Leones contaba con un decreto desde 1917 que no fue respetado en su totalidad. En 1936 se decretó El parque Nacional Fuentes Brotantes que con el crecimiento de la ciudad perdió cada vez más territorio quedando en la actualidad solo una pequeña porción de territorio.

Dentro del área de interés para esta investigación las áreas naturales protegidas son terrenos dentro de la mancha urbana que no alcanzaron a urbanizarse gracias al interés de la población. Un antecedente importante de mencionar es el caso de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel en Ciudad Universitaria, que logró declararse como tal gracias al interés de la comunidad estudiantil; en 1982 estudiantes de la facultad de ciencias al ver la destrucción ambiental que significaba la construcción de nuevos edificios, organizaron un movimiento en el que impidieron que siguieran construyendo y cerraron una sección de

la Avenida Insurgentes desviando el tráfico a través de Ciudad Universitaria entre otras acciones con el propósito de concientizar a la población del valor ecológico contenido en las instalaciones de la universidad.

Con el apoyo de algunos docentes entre los que destaca José Sarukhán llevaron el caso a rectoría y finalmente el 30 de septiembre de 1983 a partir de un primer acuerdo, se establecen como reserva 124.5 ha de la superficie de Ciudad Universitaria que en un principio no planteaba áreas verdes de estas características. Esto dio lugar a la conservación de estos fragmentos de territorio que años más tarde bajo la rectoría de José Sarukhán aumentó su superficie después de dos modificaciones a 237 ha, lo que representa aproximadamente el 30% del territorio destinado a la Universidad.

Es cierto que una decisión de tal escala fue un paso importante en la dirección correcta, sin embargo, sería falso afirmar que todo se debió a las buenas intenciones de la comunidad universitaria. La situación económica del país pasaba un momento difícil que frenó el desarrollo de Ciudad Universitaria, así como de otros proyectos, esta coincidencia permitió que se decretara esta reserva que hubiera sido imposible en otras condiciones.

Las decisiones que toma la legislación universitaria son independientes del estado, así como también lo es la posibilidad de intervención externa; convirtiendo a este espacio de reserva en no más que un ejemplo a tomar en consideración ya que no solo cuenta con expertos en el tema, cuenta también con un índice de participación muy amplio en comparación con lo esperado para una comunidad más heterogénea y con una secretaría ejecutiva encargada de todos los asuntos referentes a esta reserva.

De la misma manera en que la participación fue indispensable en este caso, solo a través del interés de la población y los diferentes actores económicos y sociales es posible llegar a acuerdos en los que prevalezca la conservación de áreas naturales que de otra manera serían invisibles a los ojos de las desarrolladoras y el interés económico, y llegar, por otro lado, a que la sociedad en su conjunto desarrolle el interés por preservar la naturaleza y cambiar los hábitos de producción y consumo que nos han puesto en esta situación.

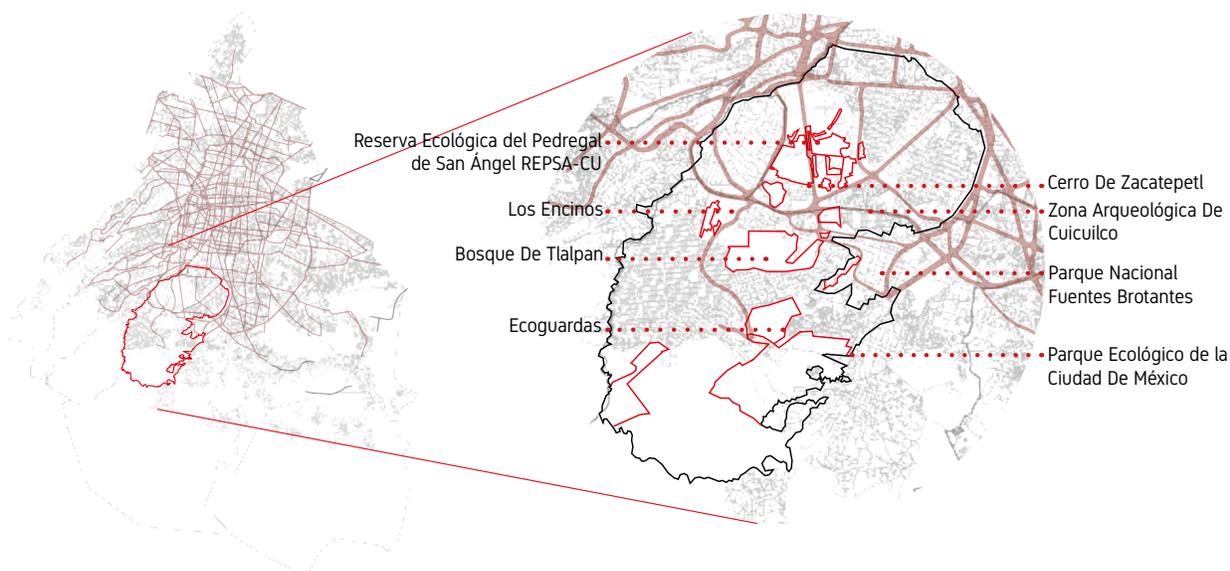


Figura 03 Áreas Naturales Protegidas y Reservas Ecológicas del Pedregal del Xitle. Elaboración propia con base en el mapa urbano de la Ciudad de México

Dentro del área de estudio [FIGURA 03], entre los decretos de protección ambiental que se aplicaron a partir de la promulgación de la LGEEPA en 1988 bajo la legislación ambiental de la Ciudad de México encontramos: En 1989 el Parque Ecológico de la Ciudad de México, en 2003 el Cerro de Zacatépetl, en 2006 ECOGUARDAS, en 2009 Los Encinos⁷ y en 2011 el Bosque de Tlalpan⁸.

Además de estos, cabe destacar que existen otras áreas verdes de valor ecológico y ambiental reguladas por distintos actores y cuya normatividad no busca la preservación de los ecosistemas, sino que se enfoca en el ambiente urbano como áreas de recreación.

1.2 ESTADO ACTUAL DEL ECOSISTEMA

Para entender lo mucho que se ha degradado el ecosistema hay que entender algunos puntos significativos sobre este, primero, el derrame volcánico del Xitle provocó la pérdida total del ecosistema anterior, eliminó todos los componentes vivos y destruyó el suelo, al proceso de cambio en la composición de especies y en la estructura de la comunidad después de un disturbio de estas características, se le denomina sucesión primaria.

7 Gobierno del Distrito Federal. Decreto por el cual se establece como Área Natural Protegida con la categoría de Zona de Protección Hidrológica y Ecológica, la zona conocida con el nombre de Los Encinos. 1 de diciembre de 2009. [[HTTP://CGSERVICIOS.DF.GOB.MX/PRONTUARIO/VIGENTE/2506.HTM](http://cgsejercicios.df.gob.mx/PRONTUARIO/VIGENTE/2506.HTM).]

8 Gobierno del Distrito Federal Programa de manejo del Área Natural Protegida “Bosque de Tlalpan”. [[HTTP://CGSERVICIOS.DF.GOB.MX/PRONTUARIO/VIGENTE/4504.HTM](http://cgsejercicios.df.gob.mx/PRONTUARIO/VIGENTE/4504.HTM)] Publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 20 de junio de 2011.

La erupción del Xitle ocurrió hace alrededor de 2000 años, sin embargo, la ausencia de vida y la carencia de suelo fueron condiciones efímeras, ya que la lava se había enfriado y se había consolidado la roca volcánica la vida se comenzó a hacer presente; mediante el proceso denominado colonización, diversas poblaciones de microorganismos, hongos, plantas y animales se establecieron paulatinamente, llenando los espacios vacíos y poco tiempo después se inició el proceso de formación de suelo.

Al haber estado establecida la civilización de Cuicuilco en la parte baja del derrame, es probable que, desde su formación, esta área haya estado en constante convivencia con seres humanos.

A pesar de que en la actualidad hay pocos vestigios del pedregal en su estado natural, existe un excelente registro histórico de la vegetación. El doctor Jerzy Rzedowski en 1954, inició los estudios modernos de biología en el Pedregal de San Ángel con la publicación de un detallado estudio florístico ecológico de las comunidades vegetales allí establecida.

Y es a partir de este estudio que conocemos las características de este ecosistema que sigue en proceso de ocupación urbana, Rzedowski distinguió nueve asociaciones vegetales entre las que destacan por su extensión, el matorral de palo loco *Senecio praecox*, el matorral de encino *Quercus rugosa*, el bosque de encino *Quercus laeta*, el bosque mixto de ambos encinos, el bosque de *Pinus hartwegii*, y el bosque de *Pinus teocote* como se muestra a continuación.[FIGURA 04] A la derecha de la ilustración se muestra como ha avanzado la ocupación sobre este ecosistema.

Desde el punto de vista ecológico, el proceso de crecimiento urbano se observa con el ecosistema natural como punto de partida y los cambios que ha sufrido se observan bajo la óptica de la Ecología del Paisaje.

Según la Asociación Internacional de Ecología del Paisaje (IALE), la ecología del paisaje es el estudio de la variación en la heterogeneidad espacial del paisaje a través de varias escalas, y se preocupa por entender las causas y consecuencias biofísicas y sociales de dicha heterogeneidad [[HTTP://WWW.LANDSCAPEECOLOGY.ORG/](http://www.landscapeecology.org/)].

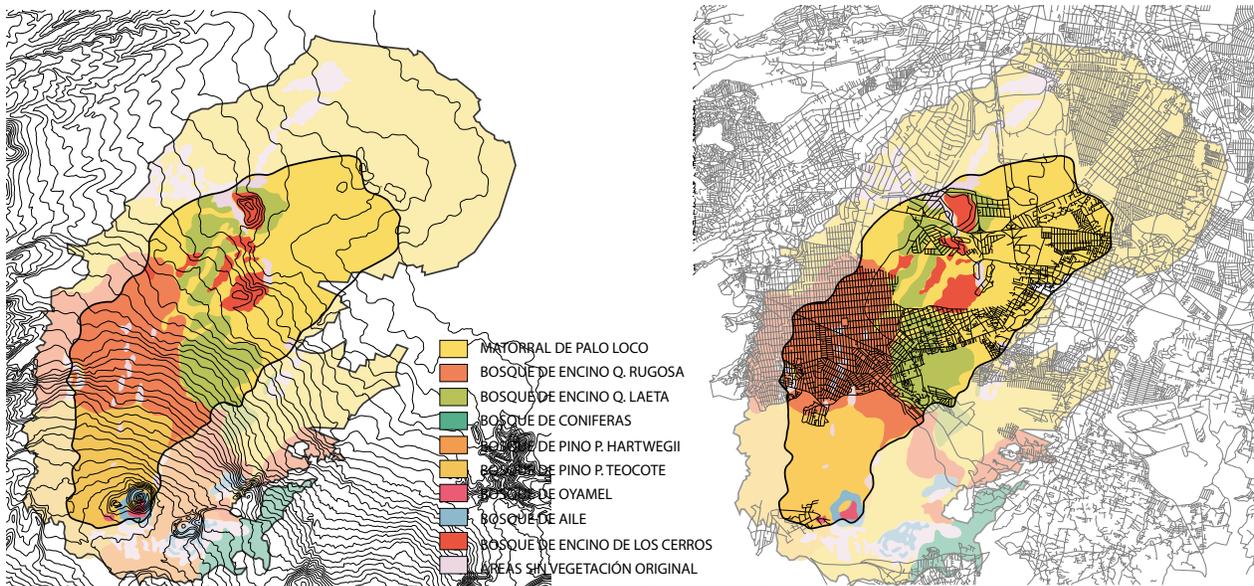


Figura 04. Tipos de vegetación que cubrieron el derrame del Xitle. Tomado de Carrillo Trueba, 1995 Elaboración propia con base en el estudio de la vegetación del Pedregal del Xitle de J. Rdzedowski.

Se utiliza como una herramienta básica en la ordenación del territorio permitiendo, por ejemplo, diseñar redes de espacios protegidos más eficientes de cara a la conservación ecológica a partir de la comparación entre las texturas y elementos presentes en principio desde la imagen aérea del ecosistema

Se centra en las relaciones espaciales entre elementos del paisaje, los flujos de energía, nutrientes minerales y especies, así como la dinámica ecológica del mosaico paisajístico a lo largo del tiempo.

Bajo esta óptica, el paisaje se compone de tres tipos de elementos, matriz, parches y corredores, de los cuales se busca observar cambios en sus propiedades a lo largo del tiempo y con ello también sus efectos sobre el ecosistema.

Lo que aplicado por ejemplo, a la imagen anterior, da sentido a lo que observamos, primero la matriz o textura predominante que es de suelo urbano, después los parches que son las áreas naturales y por último, lo que en esta escala no se alcanza a distinguir, que serían los corredores, para lo cual es necesario hacer un estudio más minucioso ya sea por medio de una imagen a mayor escala o de la observación directa en campo y que en caso de no existir o estar seccionados, es un indicador de la falta de conexión en el ecosistema.

1.2.1 DETERIORO ECOLÓGICO

El territorio es naturalmente heterogéneo, sin embargo, dado que la estructura espacial de los ecosistemas naturales está siendo alterada por el avance de la frontera agrícola, ganadera y urbana, surge la necesidad de entender cómo cambia la heterogeneidad espacial de los ecosistemas y cómo responden las especies y los procesos ecológicos a estos cambios. [ARROYO-RODRÍGUEZ, 2017]⁹.

Dentro de la ecología del paisaje se utilizan conceptos que abordaré para explicar el encojimiento del ecosistema del pedregal del Xitle, los cuales incluyen los elementos del paisaje y los cambios que experimentan.

Primero, como mencioné en el punto anterior, Matriz se refiere a la cobertura predominante del paisaje, se califica por su continuidad y permeabilidad, puede ser permeable en una zona agrícola o ganadera, semipermeable en espacios suburbanos o residenciales con áreas ajardinadas o impermeables en zonas urbanas más densas. En el caso del pedregal del Xitle la matriz es urbana, pero varía en la permeabilidad.

Los parches, son los fragmentos de ecosistema que conservan su estructura y valor ecológico, pero se encuentran separados del ecosistema, estos se califican por su forma, dimensión, textura y número. Se forman por diferentes causas como lo son la permanencia de un bosque en una zona agrícola, la introducción de pastoreo en un bosque, una perturbación como incendios o tempestades o por los recursos naturales que contiene como los humedales o reservas en la ciudad.

Todos los parches tienen un límite administrativo que es la frontera entre el interior y el exterior y forman una zona de borde donde la estructura, composición y abundancia son diferentes al núcleo del parche, esta porción externa puede ser de diferentes dimensiones dependiendo de la forma del parche, las características del límite, la influencia del exterior, la topografía, la orientación y los vientos dominantes.

9 Arroyo-Rodríguez, Victor., Moreno, C. E., & Galán-Acedo, C. (2017). La ecología del paisaje en México: logros, desafíos y oportunidades en las ciencias biológicas. *Revista mexicana de biodiversidad*, 88, 42-51.

En el caso de las áreas naturales contenidas en el caso de estudio, este análisis se hace de manera particular a cada caso para conocer el estado de conservación de cada una y poder proponer una estrategia acorde a su situación.

Por último, corredores son áreas lineales continuas que sirven de conexión entre parches, estos pueden ser ríos, arroyos o barrancas entre otros y se califican en función de su dimensión, dirección y conexión, de igual manera, estos corredores pueden ser artificiales como parques lineales o camellones de dimensiones adecuadas para el tránsito de animales que sirvan de conexión entre las áreas naturales y otras áreas verdes dentro de la traza urbana.

Estos elementos sufren cambios debidos a diferentes factores que pueden ser de origen natural o antrópico y son los siguientes:

Fragmentación, cuando se rompe el ecosistema o un parche grande en pequeños dispersos,

Perforación, cuando se hacen agujeros en un ecosistema intacto,

Disección cuando se rompe en dos un ecosistema por un elemento lineal,

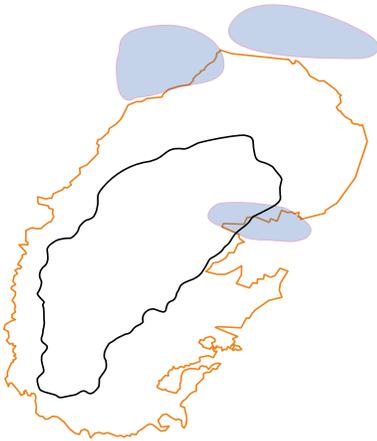
Encogimiento cuando decrece el tamaño de uno o más hábitats,

Desgaste cuando dentro de un parche desaparece uno o más hábitats y

Coalescencia cuando crecen y se unen las perforaciones provocando una perturbación mayor.

Así, las avenidas de las que hablé en el punto anterior aquí significan disecciones, las construcciones en suelo de conservación son perforaciones, los incendios causan encogimientos y la deforestación significa desgaste. Estas afectaciones poco a poco consumen el espacio y los recursos reduciendo el ecosistema a parches y escalones de lo que en algún momento fue.

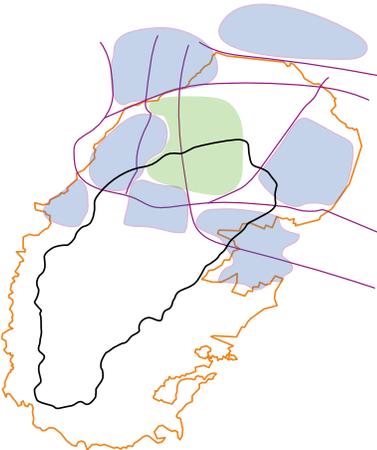
Los esquemas a continuación muestran el proceso de deterioro que sufrió el Pedregal del Xitle desde esta óptica. [FIGURAS 05 A 08]



Antes de que la ciudad llegara hasta el Pedregal, ya existían algunos asentamientos que comúnmente llamamos pueblos originarios.

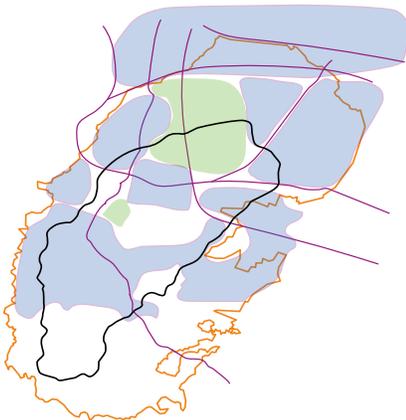
San Ángel, Coyoacán, Tlalpan y las fábricas de Papel de Loreto y Peña Pobre, constituyen las primeras perforaciones al ecosistema.

Posteriormente, acompañando al crecimiento urbano, en los años 50 se dota de infraestructura y se implementan avenidas que fraccionan el pedregal promoviendo su desgaste.



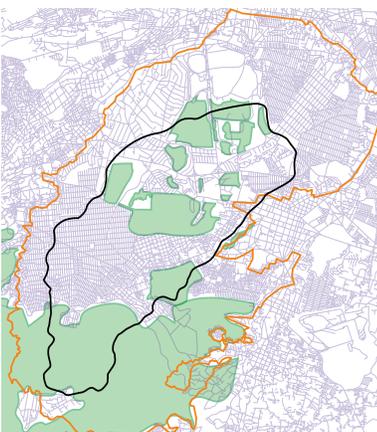
El Anillo Periférico, la Avenida Insurgentes, Avenida Aztecas, Paseo del Pedregal e incluso eje 10 y Miguel Ángel de Quevedo son disecciones que tienen un efecto de borde dando lugar a la ocupación urbana.

En este punto, existen Pueblos originarios en crecimiento, Colonias bien planificadas como jardines del pedregal, zonas invadidas como la colonia Ajusco y se inaugura Ciudad universitaria de la UNAM.



El crecimiento continúa, se invade el Pedregal de Santo Domingo y se ocupa el área de Padierna, los pueblos originarios ya forman parte de la Ciudad de México.

Solo algunos espacios permanecen intactos en gran parte debido a su topografía.



En la actualidad y ya no es posible distinguir al ecosistema, vemos solo algunos parches que no están interconectados y corren el riesgo de desaparecer en la traza urbana.

El suelo de conservación cada vez reduce más su extensión y día con día surgen nuevos asentamientos que amenazan con desgastar el ecosistema en su totalidad.

1.2.2 SERVICIOS AMBIENTALES

Como consecuencia de la degradación de los ecosistemas, una proporción cada vez mayor de la biodiversidad de México y del mundo está siendo forzada a habitar paisajes fragmentados, tanto en los remanentes de vegetación original que están inmersos en una matriz de composición variable como en los ambientes transformados que pueden tener una estructura y composición de especies distinta.

En el pedregal del Xitle, ya nunca sabremos cuál hubiera sido el destino de la sucesión primaria. Los cambios ocasionados por el crecimiento de la mancha urbana en el Pedregal son de una magnitud enorme. El más evidente es la disminución del área, ya que el proceso sucesional se interrumpe en cada lugar donde se construye un edificio. La urbanización, al igual que la erupción, destruye el paisaje preexistente cubriéndolo por uno nuevo. Pero también es muy probable que algunos cambios asociados al desarrollo urbano estén ocurriendo en las porciones remanentes del Pedregal [CANO SANTANA, 1996]¹.

Desde que el Xitle hizo erupción, los seres humanos que han habitado en las cercanías del derrame han encontrado en este lugar la disponibilidad de una enorme variedad de productos animales y vegetales utilizados con distintos fines: leña, medicamentos, alimento, materiales de ornato y de construcción. La extracción de estos productos se ha llevado a cabo durante veinte siglos y se mantiene en la actualidad, y es indudable que ésta ha tenido efectos en las poblaciones de organismos silvestres y en la comunidad en su conjunto, al alterar posiblemente los ritmos y los rumbos de la sucesión.

En esta materia nuestra ignorancia es tan grande que incluso no podemos descartar la posibilidad de que las dos comunidades arbustivas presentes actualmente en el Pedregal, el matorral de palo loco y el matorral de encinos, hayan estado en el pasado dominadas por árboles. La intensidad de la extracción de leña para abastecer a las poblaciones humanas establecidas alrededor del derrame pudo haber ocasionado un retroceso en la secuencia sucesional, provocando la degeneración de áreas boscosas a matorrales.

1 Cano Santana, Zenon & Meave, J. (1996). Sucesión primaria en derrames volcánicos: el caso del Xitle. Ciencias, (041).

La infiltración del agua, el escurrimiento superficial, el almacén de carbono y la provisión de hábitat son los principales servicios ambientales [FIGURA 09] que obtenemos del pedregal, y es evidente que hemos interferido en ellos de manera dramática.

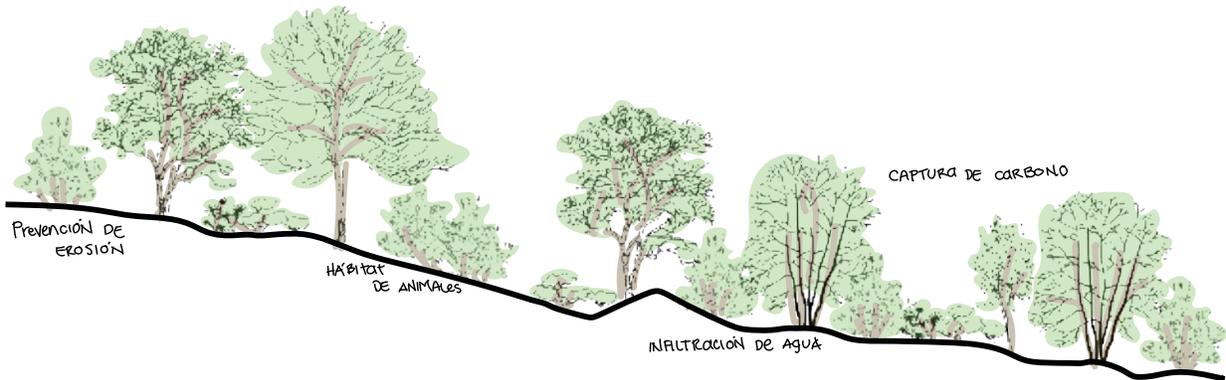


Figura 09. Servicios ambientales del bosque de encino. Elaboración Propia

El suelo volcánico es poroso y no mantiene escurrimientos superficiales a lo largo del año, la captación pluvial es infiltrada al subsuelo recargando los mantos acuíferos, sin embargo, toda la superficie construida o pavimentada pierde esta capacidad, lo que ha dado como resultado inundaciones en calles y propiedades privadas causando daños materiales.

Por otro lado, la bajada de agua por la carretera Picacho Ajusco alcanza velocidades que llegan a levantar el pavimento provocando costos anuales de mantenimiento y en general, la pobre recarga de agua al subsuelo deriva en políticas de pago por servicios ambientales que pudieron haberse evitado partiendo del análisis ambiental.

Los bosques son los principales pulmones de la ciudad y almacenan grandes cantidades de carbono, los vientos dominantes del valle de México arrastran contaminantes de las zonas fabriles del Norte hacia las laderas del Ajusco, por lo que la pérdida de dicho servicio limitaría la capacidad de contención de carbono influyendo en la frecuencia y gravedad de contingencias ambientales.

Por el lado de la pérdida de hábitat hay que resaltar que la biodiversidad del pedregal del Xitle sufre continuamente la pérdida de especies que se encuentran con la dificultad de

atravesar las barreras entre los parches del ecosistema. Al estar contenidas en espacios delimitados la variabilidad genética disminuye haciendo que comunidades completas sean propensas a enfermedades, los límites con la ciudad reducen las posibilidades de la fauna nativa de huir de incendios o de depredadores como la fauna feral.

Todas estas situaciones son parte de la realidad actual y la preservación del ecosistema resulta incierta al tener tantos puntos en contra. Y de igual manera, la situación social se deteriora conforme se pierden dichos servicios, vivir en el Ajusco significa tener que tolerar horas de tránsito que se agravan durante la temporada de lluvias. La fauna nativa tiene pocas alternativas más que invadir zonas habitacionales para alimentarse de nuestra basura, y hablando de la Ciudad de México, es impresionante ver como vivimos bajo una nube de contaminación constante.

La ocupación urbana, la explotación de recursos, el cambio de uso de suelo, la introducción de especies exóticas y la basura, son solo algunos de los riesgos que enfrenta el pedregal del Xitle en su relación con la ciudad, algunas consecuencias ya son evidentes, y es solo cuestión de tiempo que se transforme en una situación crítica.

1.2.3 ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN

Hoy día, el Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación de las Naciones Unidas reconoce más de 106 000 áreas Naturales Protegidas (ANPs), con lo que protege unos 19.6 millones de kilómetros cuadrados, lo cual representa 12% de la superficie terrestre [www.unepwcmc.org].

México se encuentra entre los cuatro países con mayor número de ANPs en América Latina y el Caribe [DE LA MAZA *et al.*, 2003]², pero las tasas de deforestación no disminuyen, lo que lo mantienen como uno de los países con las tasas de deforestación más altas a escala mundial [FAO, 2006].

2 De la Maza Elvira, J., Cadena González, R., Piguero Wirz, C., & SC, Q. C. E. (2003). Estado actual de las áreas naturales protegidas de América Latina y el Caribe. México: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

Las ANPs son espacios geográficos claramente definidos, reconocidos, dedicados y administrados a través de medios legales u otros similarmente efectivos, para lograr la conservación de la naturaleza con sus servicios ecosistémicos asociados y valores culturales, estos espacios son generalmente de acceso restringido con el objetivo de mantener las cualidades originales de flora y fauna nativas.

En el mundo se han definido seis categorías de áreas protegidas según su tamaño, características y la biodiversidad que contienen:

Categoría I

IA Reserva natural estricta: protección de la biodiversidad y rasgos geológicos. Se permiten visitas controladas y limitadas. Son áreas de referencia para investigación científica y suelen ser de tamaño pequeño.

IB Áreas silvestres: áreas relativamente grandes con poca alteración en donde la protección y manejo preservan su condición natural. No hay presencia humana y el principal beneficio es el mantenimiento de las características naturales.

Categoría II

Parque Nacional: tienen el objetivo de proteger procesos ecológicos a gran escala y las especies y ecosistemas del área. Suelen ser de tamaño considerable y proporcionan a sus visitantes oportunidades espirituales, recreativas y científicas.

Categoría III

Monumento o rasgo natural: protección de monumentos naturales únicos como geofformas, cavernas o bosques. Suelen ser áreas pequeñas y con alto valor para los visitantes.

Categoría IV

Área de manejo de hábitat: protección de hábitat o especies particulares, suelen ser de tamaño pequeño. Este tipo de área requiere de intervenciones del hombre para mantener el hábitat.

Categoría V

Paisaje terrestre o marino protegido: mantener características producidas por la interacción entre los seres humanos y la naturaleza que tengan valor ecológico, biológico, cultural y escénico. Suele ser un espacio grande y entre sus beneficios está el mantener y conservar la naturaleza.

Categoría VI

Área protegida con usos sustentables de recursos naturales: protección de ecosistemas y hábitats con valores culturales asociados y sistemas de manejo tradicional de recursos naturales. Suelen ser áreas grandes y favorecen el uso sustentable de los recursos.

En México contamos con 41 Reservas de la Biósfera: 67 Parques Nacionales, 5 Monumentos Naturales, 35 áreas de protección de flora y fauna, 7 áreas de protección de recursos naturales y 18 santuarios.

A nivel local, la importancia de la ANPs reside en la protección de las especies de plantas y animales con las que coexistimos que dependen de un equilibrio entre el medio natural y el construido que en ciudades como la nuestra se ha perdido casi en su totalidad.

En la Ciudad de México, las ANPs son muestrarios de la biodiversidad que ocupaba el territorio que ahora es fundamentalmente urbano y que depende de estos espacios.

Hay dos aspectos del manejo de estas áreas a tomar en consideración, uno es la gobernabilidad ambiental entendida como las facultades reales del Estado para controlar el acceso y el uso de los recursos naturales y para ejercer influencia en los procesos de producción y consumo de bienes y servicios [STOLLKLEEMANN *et al.*, 2006]³. Y por otro lado la gobernanza que se refiere al proceso de interacción y negociación de intereses, con frecuencia contrapuestos, entre diferentes actores, incluida la población local, lo cual determina la forma y las modalidades concretas para tomar decisiones y ejercer el poder [SCHTEINGART, 2007]⁴.

3 Stoll-Kleemann, Susanne., Bender, S., Berghöfer, A., Bertzy, M., Fritz-Vietta, N., Schliep, R., & Thierfelder, B. (2006). Linking governance and management perspectives with conservation success in protected areas and biosphere reserves. *Perspectives on Biodiversity Governance and Management*, 1, 40

4 Schteingart, Martha. (2007). Problemas y políticas urbanas en América Latina. *Certidumbres y falacias. Estudios demográficos y urbanos*, 22(3), 717-722.

Las diferencias entre estos dos conceptos a menudo entran en conflicto; el establecimiento de un nuevo marco legal e institucional por parte del Estado supone prohibiciones o restricciones de ciertas formas de aprovechamiento de los recursos naturales, lo cual afecta a las poblaciones locales provocando conflictos con las autoridades encargadas de asegurar la gobernabilidad en áreas que se consideran cruciales para la conservación ambiental [KALTENBORN Y HUNDEIDE, CITADO EN BRENNER, 2010]⁵.

Éste es el caso de muchas ANPs mexicanas, en las que una de las consecuencias de la intervención gubernamental fue la resistencia de la población local y de otros usuarios tradicionales a las restricciones impuestas [MELO 2002]⁶.

En este sentido, no es posible considerar al gobierno como el único capaz de tomar decisiones, como ya se ha mencionado antes, en estas áreas se contraponen los intereses de actores económicos, políticos y sociales haciendo imposible la implementación de cambios que no afecten a alguna parte.

La transformación de estos espacios implica entender las ANPs como una fuente de posibilidades para la sostenibilidad, promoviendo la colaboración activa entre los diversos grupos de interés, integrando diferentes perspectivas y cuerpos de conocimiento y experiencia, y estimulando la experimentación con diferentes soluciones y enfoques.

Tales esfuerzos deben estar interconectados entre sectores y adaptarse a las políticas urbanas y nacionales para garantizar la participación y colaboración de los involucrados.

A nivel de gobierno, las decisiones deben ser ambiciosas pero política y económicamente realistas; para mantener el equilibrio deben ser desarrolladas rápidamente y con flexibilidad para las condiciones urbanas cambiantes.

Sin embargo, la gobernabilidad, o la capacidad del gobierno para implementar tales decisiones, depende de la respuesta de la población ante el problema a tratar y de los actores económicos y sociales involucrados. Existen en toda situación personajes que cuentan con

5 Brenner, Ludwig. (2010). Gobernanza ambiental, actores sociales y conflictos en las Áreas Naturales Protegidas mexicanas. *Revista mexicana de sociología*, 72(2), 283-310.

6 Melo Gallegos, Carlos. (2002). Áreas naturales protegidas de México en el siglo XX. Universidad Nacional Autónoma de México.

el conocimiento y la iniciativa para proponer mejores alternativas en la resolución de un problema y es en el diálogo que se puede llegar a acuerdos entre todas las partes promoviendo el interés y la participación.

La gobernanza en este sentido se refiere al ejercicio de poder en un sentido más amplio donde los actores gubernamentales no necesariamente son los únicos participantes ni los más importantes [BULKELEY, 2005, PAG.877]⁷.

Por lo tanto, a diferencia del gobierno y su capacidad para decidir e implementar políticas, la gobernanza se refiere al complejo proceso de interacción y negociación de intereses, con frecuencia contrapuestos, entre diferentes actores, incluida la población local, lo cual determina la forma y las modalidades concretas para tomar decisiones y ejercer el poder. Por esto la gobernanza implica una noción normativa y ética “referida tanto al ejercicio de la democracia participativa en la relación entre gobierno y población local o la sociedad civil en general, como a la eficiencia administrativa en la actividad gubernamental, para lograr la legitimidad del régimen político” [SCHTEINGART, 2007, PÁG. 186]⁸.

Hablando específicamente del área de estudio, son varias las instancias de gobierno que regulan la conservación⁹ de las ANPs en el pedregal del Xitle y son muchos los intereses involucrados.

Desde las instituciones, firmas y personas que forman parte de la cadena de la construcción de la ciudad, la cual comienza desde las iniciativas públicas para la producción de vivienda, las políticas locales de planificación y ordenamiento urbano, los inversionistas privados que materializan los procesos de urbanización y, finalmente, el usuario quien asume las propuestas de espacio construido como resultado de todo este proceso.

7 Bulkeley, Harriet. (2005). Reconfiguring environmental governance: Towards a politics of scales and networks. *Political geography*, 24(8), 875-902.

8 Op. cit.

9 Según la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal (Gaceta Oficial del Distrito Federal de 29 de enero de 1996 y Diario Oficial de la Federación de 7 de febrero de 1996), artículo 30, 11, el suelo de conservación “comprende el que lo amerite por su ubicación, extensión vulnerabilidad y calidad; el que tenga impacto en el medio ambiente y en el ordenamiento territorial; los promontorios, los cerros, las zonas de recarga natural de acuífero; las colinas, elevaciones y depresiones orográficas que constituyan elementos naturales del territorio de la ciudad y aquel cuyo subsuelo se haya visto afectado por fenómenos naturales o por explotaciones o aprovechamientos de cualquier género, que representen peligros permanentes o accidentales para el establecimiento de los asentamientos humanos. Así mismo, comprende el suelo destinado a la producción agropecuaria, piscícola, forestal, agroindustrial y turística y los poblados rurales.”

Por otro lado, para garantizar la conservación existen nueve ANPs en este ecosistema divididas como parques nacionales, reservas ecológicas, zonas sujetas a conservación y parques ecológicos.

237 ha	Reserva Ecológica Del Pedregal De San Ángel En C.U. (REPSA)
39.53 ha	Cerro De Zacatépetl
22 ha	Zona Arqueológica De Cuicuilco
2.1 ha	Parque Ecológico Loreto Y Peña Pobre
252.8 ha	Bosque De Tlalpan
25 ha	Los Encinos
129 ha	Parque Nacional Fuentes Brotantes
132 ha	Ecoguardas
727 ha	Parque Ecológico De La Ciudad De México

Las instancias a cargo de su conservación y mantenimiento son de diferentes índoles, en el aspecto Legislativo, son 6 las comisiones desde las que se puede abordar este tema, que son: De la Cámara de Diputados, las comisiones de Desarrollo Metropolitano, urbano, ordenamiento territorial y movilidad, Infraestructura, Medio ambiente, sustentabilidad, cambio climático y recursos naturales y Vivienda, y desde la Cámara de Senadores, las comisiones ordinarias de Desarrollo urbano, ordenamiento territorial y vivienda y Medio ambiente, recursos naturales y cambio climático.

Por otro lado, en el aspecto Gubernamental, a nivel federal, las dependencias en las que entra son Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) y a nivel estatal, las secretarías de la Ciudad de México dedicadas a este tema son:

Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda

Dirección General del Ordenamiento Urbano

Dirección de Patrimonio Cultural Urbano y de Espacio Público

Dirección General de Política Urbanística

Dirección de Control Territorial

Dirección de Gestión Urbanística

Dirección Técnica

Subdirección de Infraestructura

Subdirección de Estudios y Proyectos

Secretaría del Medio Ambiente

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

Procuraduría Federal de Protección al Ambiente

Además de los órganos desconcentrados que son la Agencia de Atención Animal y la Autoridad del Espacio Público de la Ciudad de México y los órganos descentralizados como el Fondo Ambiental Público, la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal. Y a nivel local, siendo que el área de estudio ocupa tres alcaldías, intervienen también las direcciones generales de Obras y Desarrollo Urbano, y de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Fomento Económico de Tlalpan, Coyoacán y Álvaro Obregón.

Por otro lado, en el aspecto académico, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) produce investigaciones y proyectos para este contexto de manera regular, contiene en sus instalaciones la Reserva ecológica del Pedregal de San Ángel y cuenta con la Secretaría Ejecutiva de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (SEREPSA) que se encarga del manejo y protección de este espacio.

Además de la UNAM, se encuentran dentro del caso de estudio el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), la Escuela Nacional de Antropología e Historia (ENAH),

la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO), la Universidad Pedagógica Nacional (UPN) y el Colegio de México (COLMEX).

Entre las Instituciones Públicas y Privadas con propiedades dentro del área de estudio y que colindan con áreas naturales, encontramos entre otras:

Secretaría de Trabajo y Previsión Social (STPS)

Auditoría General de la Federación

Fondo de Cultura Económica

Six Flags México

Televisión Azteca, S.A.B. de C.V.

Plaza Comercial Cuicuilco

Tiendas Chedraui, S. A. de C. V.

Centro Comercial Perisur

La población que puede verse afectada o beneficiada directamente por una propuesta son:

Jardines del Pedregal

Jardines en la Montaña

Jardines del Ajusco

Ampliación Miguel Hidalgo

Héroes de Padierna

Lomas de Padierna

Fuentes Brotantes

Villa Olímpica

San Ángel

Copilco

Ajusco

Toriello Guerra

San Miguel Ajusco

Héroes de 1910

San Andrés Totoltepec

Lomas de Tepemecatli

San Pedro Mártir

entre otras.

Todos estos factores que intervienen directa o indirectamente en la administración de las reservas provocan que exista una falta de unidad en el manejo de estos espacios poniendo en riesgo su permanencia.

Las áreas naturales de la ciudad o parches del ecosistema se han convertido en refugios para cientos de animales que no podrían subsistir sin ellos. Sin embargo, en el pedregal del Xitle, las ANPs se encuentran divididas haciendo imposible que exista intercambio entre ellas y que la subsistencia a largo plazo de estas especies a través de la variabilidad genética y la adaptación a los cambios climáticos se vea limitada.

A nivel urbano, los servicios ambientales que brindan estos espacios son un factor importante que considerar en el análisis del bienestar de la población. Y existe una variante en este bienestar que es de gran relevancia al estudiar los beneficios de las ANPs: la oportunidad que brindan algunos de estos espacios como áreas de esparcimiento, convivencia y educación ambiental.

Éstas áreas, no pueden ser consideradas en su totalidad como espacio público, la normatividad respectiva y los encargados de la conservación de estos espacios deben contar con el conocimiento y las herramientas para garantizar la preservación de la biodiversidad existente en cada una de las ANPs. Lo que se facilitaría al contar con una población consciente de su papel en el proceso de deterioro que han sufrido estas áreas y su apoyo para cambiar la situación a través del cambio de hábitos de consumo y la participación social.

Según el Atlas Geográfico del Suelo de Conservación de la Ciudad de México se divide en dos grandes zonas administrativas: el suelo de conservación y el suelo urbano (GDF, 2012). El suelo de conservación se refiere a las zonas que, por sus características ecológicas, proveen servicios ambientales necesarios para el mantenimiento de la calidad de vida de los habitantes de la Ciudad de México, de conformidad con lo establecido en la Ley Ambiental del Distrito Federal (Gobierno del Distrito Federal, 2013).

Hasta el año 2013, este ocupaba una extensión de 87,291 ha. el cual representa el 59% del territorio de la Ciudad de México [SEDEMA, 2013] y se localiza principalmente al sur y

sur poniente, en las siguientes delegaciones y proporciones: Iztapalapa (1.4%), Tláhuac (7.2%), Xochimilco (11.9%), Milpa Alta (32.2%), Tlalpan (29.4%), Magdalena Contreras (5.9%), Cuajimalpa (7.5%), Álvaro Obregón (3.1%), y Gustavo A. Madero (1.4%) [GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL, 2012]. Dentro de los principales servicios ambientales que el suelo de conservación brinda están: Suministro de agua, Disminución de los niveles de contaminación, Reservorio de biodiversidad, Regulación del microclima de la región, Retención de suelo y agua, Producción agropecuaria y rural, Posibilidades de recreación, valores escénicos y culturales (GDF, 2012).

Por otro lado, las ANPs son espacios físicos naturales en donde los ambientes originales no han sido “suficientemente alterados” por actividades antropogénicas, o que quieren ser preservadas y restauradas, por su estructura y función para la recarga del acuífero y la preservación de la biodiversidad. Son áreas que, por sus características eco geográficas, contenido de especies, bienes y servicios ambientales y culturales que proporcionan a la población, hacen imprescindible su preservación [GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL, 2012].

Hasta el año 2014 se encontraban decretadas 23 ANPs y dos áreas comunitarias de conservación ecológica en la Ciudad de México, mismas que están sujetas a un régimen especial de protección. Estas ANPs tienen una superficie total de 26,197.44 ha. [SEDEMA, 2014], lo cual representa el 17.63% del territorio del estado [SEDEMA, 2014]. De acuerdo con la normatividad vigente, cada ANP debe de contar con su programa de manejo, sin embargo, a la fecha no todas cuentan con este instrumento.

Finalmente, el estado define como área verde a “toda superficie cubierta de vegetación, natural o inducida” [GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL, 2013, P. 45]. Las áreas verdes contribuyen de manera fundamental al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la Ciudad de México, son indispensables para disminuir las islas de calor, capturar contaminantes y partículas suspendidas, producir oxígeno, frenar la erosión del suelo, incrementar la humedad, disminuir los niveles de ruido, captar agua pluvial y constituir sitios de refugio y alimentación para diversas formas de vida. Las áreas verdes se relacionan con la salud pública, la recreación y el realce de la imagen urbana y generan efectos positivos en la salud

mental y en la educación [GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL, 2013, P. 43]. Estas áreas incluyen parques, jardines, camellones y áreas de reserva ecológica.

Según recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) es necesario contar con un espacio mínimo de entre 9 a 12 m² de áreas verdes por habitante. En la Ciudad de México sumando arbolado, pastos, arbustos y áreas deportivas en el año 2010 la Procuraduría Ambiental y de Ordenamiento Territorial del Distrito Federal reportó 14.4 m² de área verde por habitante [PAOT, 2010], sin embargo, si se consideran solamente zonas arboladas, el número promedio por habitante baja a 8.4 m² [MEZA Y MONCADA, 2010]¹⁰.

El crecimiento de la población, particularmente en zonas urbanas, ha hecho que en la actualidad la demanda y necesidad por conservar las áreas verdes urbanas sea cada vez más importante, debido a los beneficios que éstas proporcionan en el ambiente y en la calidad de vida de sus habitantes. La insuficiente cantidad de parques y jardines públicos en la ciudad provoca el uso intensivo y deterioro de los pocos existentes.

La calidad y el estado de conservación de estos espacios influye en varios aspectos a nivel urbano. Las áreas verdes arboladas ayudan a desviar y detener la fuerza de los vientos, contribuyen a la recarga de los mantos acuíferos, proporcionan nuevo aire fresco oxigenado y filtrado, incorporan humedad al ambiente seco de la ciudad, evitan la pérdida del suelo gracias a que las raíces de plantas y árboles lo fijan, y el follaje de los árboles amortiguan la fuerza de impacto de la lluvia sobre el suelo, evitando su erosión y permitiendo la infiltración del agua en el suelo [(PAOT), 2003 CITADO EN: MEZA Y MONCADA, 2009]¹¹. Por otro lado, a nivel social, las áreas verdes fomentan la realización de actividad física, son sitios de esparcimiento, descanso físico y mental y pueden ser lugares idóneos para la reunión y convivencia entre las personas y familias que además los concienticen sobre la existencia de flora y fauna que ocupan los mismos espacios.

10 Maya, J. Omar, and María del Carmen Meza Aguilar. "Las áreas verdes de la Ciudad de México. Un reto actual." Scripta Nova: revista electrónica de geografía y ciencias sociales (2010).

11 Ibid.

“... no podemos ganar la batalla
por salvar a las especies y al medio ambiente
sin forjar un vínculo emocional entre nosotros y la naturaleza,
puesto que no lucharemos
por la salvación de algo que no amamos,
sino que sólo apreciamos en cierto sentido abstracto.”

S. J. Gould, Some enchanted evening

CAPITULO 02 / REHABILITACIÓN ECOLÓGICOAMBIENTAL

Para empezar este capítulo es necesario detallar a lo que me refiero al hablar de rehabilitación ecológica y ambiental. Para esto, empezaré con algunos conceptos con los que me crucé a lo largo de esta investigación en la búsqueda de definir lo que se quiere lograr a partir de ésta.

Primero, la conservación ecológica, la cual está definida por la Ley General de Vida Silvestre [CONGRESO DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, 2000] como “La protección, cuidado, manejo y mantenimiento de los ecosistemas, los hábitats, las especies y las poblaciones de la vida silvestre, dentro o fuera de sus entornos naturales, de manera que se salvaguarden las condiciones naturales para su permanencia a largo plazo” .

En este sentido, la conservación del pedregal del Xitle tiene una condición particular; el daño en su mayoría ya está hecho, las oportunidades de preservar el ecosistema original bajo un rumbo natural de eventos ya dejaron de ser una posibilidad.

La restauración ecológica por otro lado, “Implica que, con intervención humana, se ayude al ecosistema degradado a superar las barreras que impiden su regeneración y garantizar el desarrollo de procesos de recuperación que ocurren por si solos cuando no existen o se eliminan estas barreras” [VARGAS, 2011]¹. sin embargo, como ya se mencionó antes, la sucesión natural de este ecosistema en particular tiene limitantes incosteables y la restauración a un punto determinado es complicado de definir al no existir un referente del camino que habría tenido la sucesión en otras condiciones.

El diseño ecológico, según López de Juambelz, es “el diseño de la naturaleza asistido por el hombre, que permite la expresión estética de la estructura de la comunidad vegetal en relación a los factores abióticos imperantes en el sitio, que posibilita la expresión del azar y en el tiempo el enriquecimiento de la diversidad, el cumplimiento de los ciclos y procesos naturales, acelerando la maduración de la comunidad” [LÓPEZ, 2008: 336]² es una transformación del espacio mediante el uso de elementos naturales que pretende restablecer las

1 Vargas, Orlando (2011). Restauración ecológica: biodiversidad y conservación. Acta biológica colombiana, vol. 16, no 2, p. 221246

2 López de Juambelz, Rocío. (2008). Diseño ecológico: aspectos estéticos, formales y técnicos. México: Facultad de Arquitectura/UNAM.

bases de la fisonomía del ecosistema y ser a la vez una expresión estética en la que participan el ser humano y la naturaleza.

Debido a las condiciones actuales del caso de estudio y las posibilidades de intervención, se decidió aplicar el concepto de rehabilitación, como una manera de entender que el sistema socio ecológico en el que se desarrolla esta investigación atraviesa situaciones problemáticas que deterioran su salud y su desarrollo. Por lo que el proceso de rehabilitación no involucra solo al sistema ecológico en su capacidad para regenerarse y subsistir, sino también al ambiente en su conjunto que, al ser percibido e interpretado por la población, la vuelve participe de su conservación, y así, entran al juego las variables ambientales de esta rehabilitación, que en la propuesta tienen el objetivo de mejorar la habitabilidad de este contexto urbano.

El diseño ambiental implica la posibilidad de modificar la relación entre el ser humano y su entorno y considerando que lo que busca esta investigación es generar un cambio en la conducta de la población puede entenderse como “el estudio de las condiciones necesarias para iniciar y mantener las actividades humanas, así como para desarrollar mecanismos de intervención de tales condiciones para generar los cambios deseados mediante la manipulación o configuración de estructuras físicas” [ROTH, 2000]³, Sin embargo, este concepto requiere de profundización a partir del estudio de estas relaciones desde la psicología.

Hablando de psicología ambiental existen dos enfoques diferentes en la relación entre ambiente y conducta, el que enfatiza la variable ambiental como influencia determinante del comportamiento, y el que analiza los efectos de la conducta en el medio ambiente físico y natural.

Ambas aproximaciones son de utilidad para esta investigación ya que, en primer lugar, es importante hablar de los efectos que ciertas conductas y actitudes pueden tener sobre el entorno y posteriormente, para poder plantear una propuesta, es necesario el análisis de

3 Roth, Eric. (2000). Psicología ambiental: interfase entre conducta y naturaleza. Revista Ciencia y Cultura, (8), 6378. Recuperado en 31 de enero de 2021, de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S207733232000000200007&lng=es&tling=es

cómo el ambiente puede influir en estas conductas para favorecer a las áreas naturales y promover su rehabilitación.

Para todo esto es necesario conocer qué es lo que se está buscando rehabilitar, tanto del lado ecológico como del ambiental, saber cuáles son los factores que provocan el deterioro, analizar las características ambientales del área de estudio y encontrar las posibilidades de intervención factibles de ser implementadas.

En este capítulo se habla de cuáles son los principales riesgos que enfrentan las áreas naturales en entornos urbanos, las condiciones específicas para la rehabilitación del pedregal del Xitle considerando su estado actual y las posibilidades de mejora en la conectividad ecológica y ambiental.

2.1 CONDICIONES PARA LA REHABILITACIÓN ECOLÓGICO AMBIENTAL

La rehabilitación de las áreas naturales en entornos urbanos no depende solo de la implementación de corredores ecológicos ajenos a la población, este tema, visto desde la transdisciplinariedad debida, es un conjunto de contradicciones en un socio ecosistema que corre el riesgo de colapsar si se pretende enfrentar cada problema de manera independiente.

Los programas de manejo que se aplican actualmente para la protección de las áreas naturales en la mayoría de los casos son ineficientes pues se enfrentan a influencia de la población que hace uso de estos espacios y en muchos casos no tiene el conocimiento de las acciones que deterioran el ecosistema.

Entre estas acciones, se encuentra, según el Atlas de Riesgos de la REPSA [ZAMBRANO *et al.*, 2016]⁴, la reducción y fragmentación debido al crecimiento urbano, la vulnerabilidad de los límites y caminos, la presencia sistemática de personas, la acumulación de residuos, la introducción de especies exóticas, la extracción y pérdida de especies nativas, y la contaminación lumínica, sonora y visual.

4 Zambrano, Luis, RodríguezPalacios, S., Pérez Escobedo, M., GilAlarcón, G., Camarena, P., & Lot, A. (2016). La reserva ecológica del pedregal de San Ángel: Atlas de Riesgos. 2da edición. Ciudad de México: UNAMSEREPSA

Estas acciones conscientes o inconscientes son conductas degradantes para el ambiente y resultan de muchos factores de nuestra relación con el entorno.

El cambio de paradigma es posible, sin embargo, requiere de diversas acciones a mediano y largo plazo en el ámbito político y social como el endurecimiento de la normativa, y la inversión en programas de educación ambiental para lograr que el cuidado del ambiente sea una preocupación global.

En cualquier caso, conocer las amenazas que enfrentan estos espacios y realizar una propuesta de mitigación, es un primer acercamiento hacia la solución de esta problemática que de no tomarse en cuenta seguirá su rumbo hacia el deterioro determinante de las áreas naturales que conforman este ecosistema.

2.1.1 AMENAZAS QUE ENFRENTAN LAS ÁREAS NATURALES

A grandes rasgos, es posible identificar dos clases de conducta ambiental, la conducta protectora, responsable o proambiental y la destructiva, irresponsable o degradante. “**Pertenece a la primera clase, todo comportamiento encaminado a aliviar o solucionar problemas ambientales que caen en alguna de las siguientes categorías: estéticos, de salud y de manejo sostenible de los recursos naturales. Por otra parte, pertenecen a la segunda clase, las conductas que atentan o agudizan los problemas referidos a los mismos aspectos arriba señalados. Ejemplos de dichas conductas son la alteración del paisaje, toda acción que contamina el suelo, el aire, el agua y que atenta contra la vida de plantas y animales; y todo comportamiento que como consecuencia propicia la degradación de los recursos naturales, como aquellos patrones productivos o tecnológicos ambientalmente poco adecuados**” [ROTH, 2000]⁵.

Por otro lado, en la relación del ser humano con su entorno, la actitud ambiental, es la predisposición del individuo a ciertas acciones, en este sentido hay dos corrientes de creencias, la primera, que es la idea dominante en la relación del ser humano y la naturaleza, es conocida como antropocentrismo, poniendo a la humanidad como centro de la creación, el

mundo nos ofrece gran variedad de recursos y servicios para satisfacer nuestras necesidades, lo que condiciona patrones de conducta que supeditan la naturaleza a sus deseos, intereses y caprichos. Por el contrario existe la postura eco centrista que en la actualidad es un aporte pero no necesariamente una creencia sostenida o una idea dominante; en ésta, el hombre hace parte del conjunto natural como uno más de los elementos del ecosistema sin considerarse el más importante y en consecuencia su comportamiento es cualitativamente diferente.

Considerando lo anterior, existen varias razones para que actuemos de manera irresponsable con el ambiente, el primer motivo sería el desconocimiento de la problemática ecológica y ambiental ya que al no conocer el problema las personas pueden no saber cómo comportarse en ciertos contextos. Por otro lado, aun conociendo el problema, es probable que la población anteponga sus propias necesidades a las del ambiente, es decir que puede saber cómo comportarse y al encontrar barreras poner su propio beneficio en primer lugar o puede no encontrar barreras, saber cuál es el comportamiento ambientalmente responsable e ignorarlo por comodidad o por obtener un beneficio económico.

En el caso contrario, las razones para actuar de manera proambiental son un poco más complejas, en parte porque los procesos ecológicos y ambientales pueden parecer muy lejanos, las consecuencias del comportamiento actual no son apreciables de inmediato y es sencillo minimizar estas conductas ante una sociedad que actúa de manera contraria.

Entre las razones para actuar de manera responsable con el ambiente hay distintos casos, todos dentro del sistema de creencias antropocentrista, primero, es posible que algunos sectores de la población encuentren que las consecuencias de la conducta proambiental les dan un beneficio directo o no conllevan un costo o esfuerzo mayor para obtener los mismos resultados. Por otro lado es probable que las personas actúen de acuerdo a la ley aún sin saber las razones de su aplicación evitando sanciones como resultado de comportamientos responsables. Por último, están las personas que han estado expuestas directa-

mente o a través del estudio a un ambiente deteriorado o a las consecuencias a largo plazo que tiene nuestra huella ecológica⁶.

Sin embargo, existe otra variable de la que podríamos no ser conscientes, la lectura del entorno inmediato puede hacer la diferencia en la decisión entre conductas ambientales. Por ejemplo, un ambiente sucio parece invitar a arrojar basura.; y por el contrario, un ambiente limpio e impecable generalmente restringe todo comportamiento encaminado a ensuciarlo.

Esto solo hablando de acciones puntuales que realizamos como individuos, pero a otra escala, estas actitudes llevan el mismo camino, primero al anteponer la necesidad de vivienda al estudio del entorno configurando asentamientos irregulares que no responden a las condiciones ambientales. De esta misma manera la voluntad política de ofrecer servicios e infraestructura a cambio del voto en contextos que no solo implican altos costos por su ubicación sino que al mismo tiempo provocan el crecimiento urbano consolidado y con ello el deterioro ecológico.

2.1.2 VALOR ECOLÓGICO

El área de 80km² que cubrió el derrame volcánico del Xitle y sus conos adyacentes, ha sido afectado en prácticamente la totalidad de su superficie, y la influencia que hemos tenido sobre su diversidad de ambientes y de especies ha sido determinante.

Sin embargo, no todo está perdido, las áreas naturales protegidas, reservas ecológicas y otras áreas verdes, contienen un muestrario de plantas y animales y otras formas de vida que representan a este ecosistema.

En su estado actual, estos espacios continúan desgastándose y perdiendo la capacidad de alojar a distintas especies, su conservación depende de encontrar una manera de interconectarlos para permitir el intercambio y así mejorar la variabilidad genética y dar estabilidad a las comunidades.

6 La huella ecológica es un indicador para conocer el grado de impacto de la sociedad sobre el ambiente. El concepto fue propuesto en 1996 por William Rees y Malthis Wackernagel

El Pedregal del Xitle constituye un hábitat singular en el que es posible observar la sucesión primaria la cual es un fenómeno poco común en el planeta. El sustrato de origen volcánico tiene peculiaridades, como la discontinuidad y la heterogeneidad del microrelieve, con la consecuente distribución heterogénea del suelo, la humedad y la temperatura.

A distintas altitudes el clima varía y con él también la vegetación y fauna predominantes, en la parte más baja que corresponde a la Reserva ecológica del Pedregal de San Ángel, que ha sido históricamente la más estudiada, se han observado 30 especies de mamíferos nativos silvestres, 138 especies de aves nativas, 20 especies de reptiles, 5 de anfibios y 321 especies de plantas vasculares además de Bacterias, hongos, Protistas y algas.

Mientras que, en la parte alta, que corresponde al Parque Ecológico de la Ciudad de México, se observan 611 plantas, más de 50 aves, 40 mamíferos, 30 reptiles y 13 anfibios.

La conservación de la flora depende por una parte de la reforestación que se pueda implementar en la zona, sin embargo, un papel importante lo tienen los animales para polinizar y distribuir las semillas, debido a esto, la conservación de cada grupo se trata de una manera distinta, considerando, por un lado, la movilidad de la fauna y por otro la reforestación con especies nativas que pueda servir de refugio, alimento e incluso como microhábitat para otras especies.

La especie de mamífero más visible en el pedregal es el ardillón [FIGURA 10], el cual cuenta con la facilidad de poder moverse en espacios pequeños y entre árboles, lo que le ha permitido persistir en el entorno urbano, en menor cantidad, se observan el tlacuache y el cacomixtle [FIGURA 11 Y 12] que de igual manera se han adaptado a la ciudad y finalmente el conejo y el zorrillo moteado [FIGURA 13 Y 14], los cuales son nativos de las reservas peque-



Figura 10. Ardillón



Figura 10 y 11 Tlacuache y Cacomixtle



Figura 12 y 13 Zorrillo moteado y Conejo castellano
Fotos tomadas de <https://www.naturalista.mx/>

ñas, fragmentadas y aisladas y son vulnerables debido a que las poblaciones son exiguas, sin embargo, hay muchas más especies de mamíferos pequeños, roedores y murciélagos que subsisten en este entorno y que dependen de su conservación.

A pesar de las barreras ecológicas, las especies de carnívoros como la zorra gris y el cacomixtle tienen potencial de crecimiento demográfico y sus poblaciones pueden recuperarse rápidamente gracias a que su reproductividad es alta, lo cual da una esperanza para estos animales que están en la cúspide de la red alimentaria, y cuya existencia es una señal de que el ecosistema cuenta con las condiciones para que la fauna se sobreponga.

En cuanto a la vegetación nativa del pedregal de Xitle como mostré antes, se divide en relación con la altitud, en matorrales y bosques de encino y pino, sin embargo, para hablar de la posibilidad de rehabilitar el ecosistema. Otro factor importante es la adaptación que han logrado distintas especies exóticas que en la actualidad se encuentran distribuidas por este territorio.

Entre más rara es una especie exótica, los costos para su cuidado, salud y mantenimiento son más altos, ya que requieren de frecuente riego, así como condiciones y cuidados especiales para emular los de su hábitat natural. Sin embargo, aunque parezca una contradicción, existe vegetación introducida que por su fácil propagación y su capacidad de adaptación se ha utilizado en reforestaciones y jardinería que, a la larga, provocan efectos negativos en la flora nativa.

Existen diversos ejemplos de vegetación que ha logrado adaptarse y naturalizarse para formar parte del paisaje, como lo es el Pirul o la jacaranda, no obstante, otros como el eucalipto, cambian las propiedades del suelo limitando la aparición de otras especies.

La vegetación nativa ha pasado por un proceso evolutivo de adaptación y aclimatación a este ambiente particular. Tiene requerimientos mínimos de mantenimiento que se limitan a evitar incendios en tiempos de secas, posee una singular belleza pudiendo ser utilizada ornamentalmente y ofrece una riqueza biológica, genética y una diversidad de especies y opciones que resulta poco eficiente introducir otras especies.

Para la implementación de un plan de rehabilitación, es necesario mitigar los efectos negativos de la vegetación introducida y generar propuestas de reforestación que nazcan del análisis de las condiciones ambientales locales.

Una manera de reforestar es la propuesta por López de Juambelz⁷, la cual refiere a la generación de módulos de plantación con especies nativas en sus diferentes formas biológicas en concordancia con las características ambientales del sitio.

Para ejemplificar, se eligió un área a reforestar según esta propuesta, la cual es el Área Natural Protegida de los Encinos ubicada en el centro del caso de estudio y a la que corresponden las tablas e ilustraciones [FIGURAS 14, 15 Y 16] en la siguiente página.

Para la elección de especies a utilizar en estos módulos, se considera la orientación, la altitud, la topografía, la presencia de escurrimientos, la profundidad y calidad del suelo y se propone una paleta vegetal con especies que se adapten a estas características.

Lo primero es tomar como referencia las características habituales del ecosistema para emularlas en módulos estándar de 2500m² de terreno.

De éstas se determina que la cobertura total del suelo a se encuentra alrededor del 120%, lo cual significa que, entre las diferentes formas biológicas de vegetación, el suelo generalmente está cubierto en su totalidad y las hierbas más bajas pueden soportar media sombra.

El estrato que predomina es el arbóreo, el cual cubre alrededor del 70% del total, el estrato arbustivo abarca alrededor del 30% y el herbáceo el restante 20%.

Partiendo de estos datos y de los requerimientos y características de cada especie propuesta, se determina la cantidad de plantas a introducir en cada módulo, considerando tanto el tamaño promedio como la predominancia que tiene cada especie dentro del ecosistema.

Posteriormente se realiza el acomodo de la plantación procurando no superponer los árboles más del 10% y no dejar a la sombra las especies con requerimientos de sol más altos.

Para hacer más comprensible la ilustración, se separa por estratos usando simbología distinta para cada especie.

7 Op. cit.

PROPUESTA ARQUITECTÓNICA Y URBANA PARA LA REHABILITACIÓN ECOLÓGICA-AMBIENTAL DEL PEDREGAL DEL XITLE

Nombre científico	Nombre común	Familia	Tipo	Dimensión h x φ	Floración	Luz	Suelo
Quercus laeta Liebm.	Encino Blanco	Fagaceae	Ac	10 x 6 m	1	D	C
Quercus crassipes Bonpl.	Encino tresmolillo	Fagaceae	Ac	10 x 6 m	1	D	c
Quercus rugosa	Encino quiebra hacha	Fagaceae	Ac	12 x 8 m	1	D	c
Eysenhardtia polystachya (Ortega.) Sarg.	Palo dulce	Leguminosae	Ap	6 x 3.5 m	Blanco 2	D M	p
Senna multiglandulosa (Jacq.) Irwin & Barneby.	Retama, retama de tierra caliente	Leguminosae	Arc	4 x 2.5 m	Amarillo 1 2	D	c
Senecio praecox (Cav.) DC.	Palo loco	Asteraceae	Arc	4 x 2 m	Amarillo 4 1	D	p
Calliandra houstoniana var. anomala (Kunth) Barneby	Cabello de ángel o Tzonxóchitl	Leguminosae	Arp	3 x 2 m	Rojo 1 2 3	D	p
Tigrídia pavonia (L.f.) DC.	Oceloxóchitl, Flor del Tigre	Iridaceae	Hb	50 x 30 cm	Rojo, amarillo y naranja 2	D	c
Pellaea sagittata (Cav.) Link.	Helecho	Pteridaceae	H	30 x 60 cm	-	M D	p
Agave salmiana Otto ex Salm-Dyck	Magüey	Agavaceae	H	1m x 1.50 m	Amarillo	D M	c
Manfreda scabra (Ortega) McVaugh.	Amole	Agavaceae	H	50 x 50 cm	Blanco 1	M D	p
Echeveria gibbiflora DC.	Oreja de burro	Crassulaceae	H	60 x 60 cm	rosa, rojo, amarillo, morado y lila. 1	D M	p

Figura 14. Paleta vegetal para modulo de plantación en el ANP “Los Encinos” Elaboración propia con base en López de Juambelz 2020.

Nombre científico	Nombre común	Dimensión h φ		Cobertura	Importancia	Área m ²	Frecuencia
ARBOLES		70% = 1750m ² = 100%		∑x r ²			
Quercus laeta Liebm.	Encino Blanco	10	6	28.27	15%	262.5	9.28
Quercus crassipes Bonpl.	Encino tresmolillo	10	6	28.27	25%	437.5	15.47
Quercus rugosa Née.	Encino quiebra hacha	12	8	50.26	50%	875	17.40
Eysenhardtia polystachya (Ortega.) Sarg.	Palo dulce	6	3.50	9.62	10%	175	18.19
ARBUSTOS		30% = 750m ² = 100%					
Senna multiglandulosa (Jacq.) Irwin & Barneby.	Retama, retama de tierra caliente	4	2.50	4.90	40%	300	61.22
Senecio praecox (Cav.) DC.	Palo loco	4	2	3.14	40%	300	95.54
Calliandra houstoniana var. anomala (Kunth) Barneby.	Cabello de ángel o Tzonxóchitl	3	2	3.14	20%	150	47.77
HIERBAS		20% = 500m ² = 100%					
Tigrídia pavonia (L.f.) DC.	Oceloxóchitl, Flor del Tigre	.50	.30	.07	10%	50	714.28
Pellaea sagittata (Cav.) Link.	Helecho	.30	.60	.28	20%	100	357.14
Agave salmiana Otto ex Salm-Dyck.	Magüey	1.50	2	3.14	40%	200	63.69
Manfreda scabra (Ortega) McVaugh.	Amole	.50	.50	.19	10%	50	263.15
Echeveria gibbiflora DC.	Oreja de burro	.60	.60	.28	20%	100	357.14
∑=3000							

Figura 15. Paleta vegetal para modulo de plantación en el ANP “Los Encinos” Elaboración propia con base en Lopez de Juambelz 2020

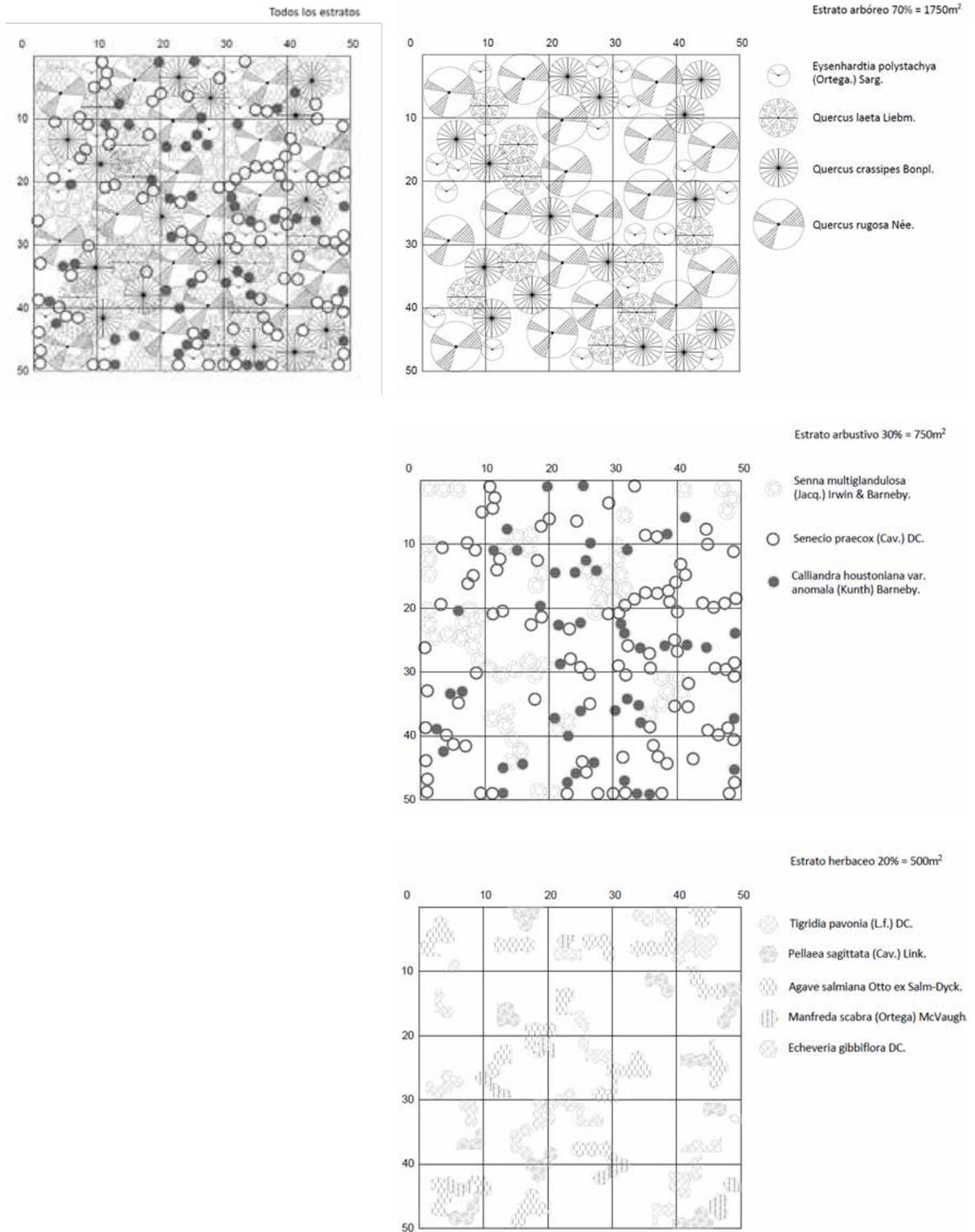


Figura 16. Modulo de plantación con todos los estratos en el ANP "Los Encinos" Elaboración propia con base en López de Juambelz 2020

El resultado es un módulo de plantación con las características de un plano de paisaje, el cual se puede reproducir en toda el área que presente las mismas condiciones ambientales.

De la misma manera, en todas las áreas que requieran una reforestación intensiva, es necesario hacer el estudio de la vegetación predominante y el análisis ambiental del sitio propuesto.

Estas consideraciones son independientes a la arquitectura sin embargo son el punto de partida para la elaboración de una propuesta de rehabilitación que pueda funcionar por sí misma mientras la naturaleza toma su curso, sin embargo, este es solo un aspecto para considerar.

Una de las principales causas de la pérdida de diversidad animal, la constituye la destrucción y fragmentación de su hábitat natural, por lo que la protección mediante el establecimiento de áreas protegidas o reservas, aunque es una de las estrategias más importantes para la conservación, mantiene a las diversas poblaciones en paisajes alterados donde la conectividad con otras áreas naturales se ha perdido. En ellas los efectos de borde son pronunciados y muchos de los procesos ecológicos han desaparecido. Sin embargo, su importancia es fundamental, ya que representan relictos de comunidades que, de lo contrario, ya no habitarían este paisaje.

En el caso de la fauna, la altitud resulta relevante no solo debido a los cambios en la vegetación presente, el clima, la estructura del paisaje y las áreas urbanizadas dan pie a que diferentes poblaciones tengan más oportunidades de subsistencia. Así, entre las especies que habitan el pedregal se encuentran por un lado en la parte baja, el conejo castellano y por otro, en zonas altas, el teporingo, sin que lleguen a coincidir espacialmente.

La fragmentación del Pedregal del Xitle ha tenido consecuencias en todas las poblaciones de fauna nativa, sin embargo, las diferencias de alimentación y facilidad de traslado hacen que algunas sean más adaptables que otras. Los carnívoros suelen ser de las primeras especies en desaparecer ante las alteraciones del paisaje, sin embargo, algunas especies de carnívoros medianos y pequeños pueden persistir en áreas alteradas aprovechando la

reducción de sus depredadores naturales y la presencia de animales domésticos y desechos orgánicos como fuente de alimento.

Dentro de los carnívoros del pedregal, el Cacomixtle es una especie que se ha podido adaptar a las condiciones urbanas y que, gracias a estas, cuenta con fuentes de alimento que no encontraría en su hábitat natural. Otros como la zorra gris se encuentran con la dificultad para moverse de la misma manera limitándose a la vida dentro de los recintos del ecosistema teniendo que competir en muchos casos con la fauna feral.

En los carnívoros también hay que destacar al coyote, el puma, el mapache y el coatí que habitaban la parte baja del pedregal y que ya han desaparecido, y muchas otras especies de mamíferos, reptiles y anfibios que no tienen la facilidad de moverse entre las diferentes áreas naturales protegidas.

No solo la permanencia de estas áreas es fundamental para la persistencia de la fauna nativa en la Ciudad de México, es necesaria la interconexión a través de corredores ecológicos, pasos de fauna y adaptación de la matriz urbana para dar oportunidad a la biodiversidad de recuperar territorios.

Los aspectos por considerar en la conexión de las áreas naturales para promover el movimiento de la fauna son el tamaño y habilidades de las especies, la distribución y el tamaño de las poblaciones, sus fuentes de alimentación y sus refugios habituales.

En primer lugar, es necesario asegurar que los animales puedan ver el camino a seguir entre las áreas naturales, para lo que se deben implementar criterios de diseño adecuados a cada grupo de especies.

Por un lado, los mamíferos y roedores arborícolas como las ardillas o los cacomixtles pueden desplazarse con cierta facilidad atravesando zonas habitadas, una consideración fundamental es que entre los diferentes espacios siempre puedan tener a la vista árboles para seguir su camino, su limitante principal son las vialidades más amplias. En estos casos los pasos entre árboles pueden ser una solución viable y económica [FIGURA 19].

En el caso de los pequeños reptiles, su desplazamiento es principalmente por la roca volcánica, requieren espacios de refugio a lo largo de su camino y cualquier vialidad resulta limitante, para estas especies, una solución podrían ser los pasos bajo el paso vehicular [FIGURA 17], a disminución del tránsito a través de calles empedradas que permitan la existencia de refugios en los acotamientos y en lo posible reconfigurar los camellones existentes.

Para aves y murciélagos, se propone la introducción de árboles frutales y florales y en el caso de que en alguna zona se reportaran casos de colisiones entre estas especies y automóviles, podría implementarse un límite visual que los ayude a mantener una altitud de vuelo en la que se encuentren fuera de peligro.

En los casos en que no sea posible la existencia de este tipo de intervenciones menores o que estas no sean suficientes, es necesaria la implementación de pasos más significativos como túneles y puentes de los que se beneficiarían todas las formas de vida [FIGURA 18].

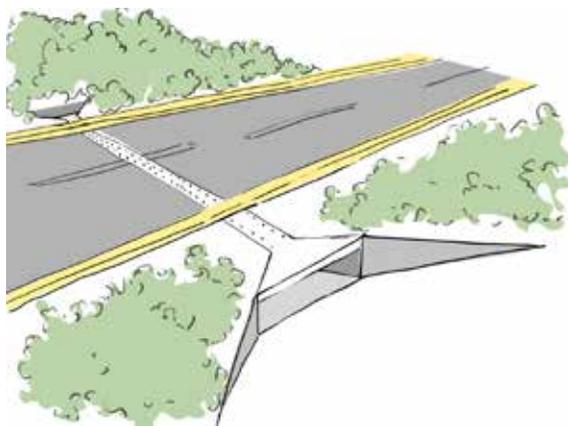


Figura 17. Paso para anfibios y reptiles. Elaboración Propia

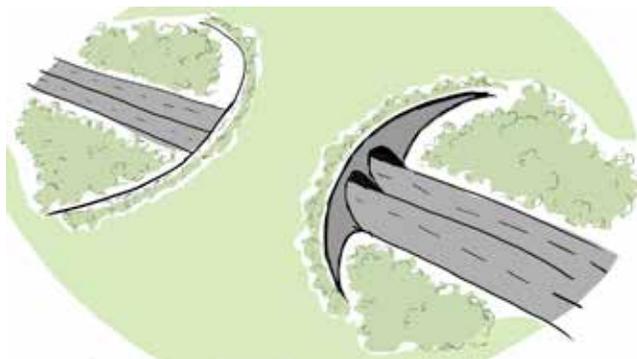


Figura 18. Puente para fauna. Elaboración Propia

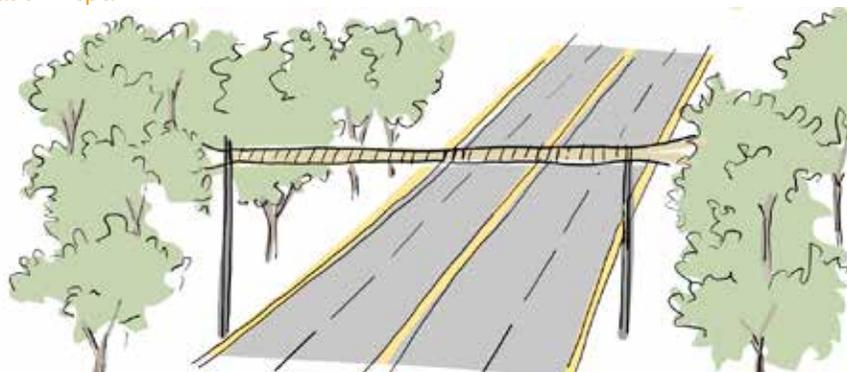


Figura 19. Paso entre árboles Elaboración Propia

2.2 CARACTERIZACIÓN URBANO AMBIENTAL DEL CASO DE ESTUDIO

De la mano a la situación que enfrenta el ecosistema, se encuentran la problemática ambiental y urbana que vive el caso de estudio, con los servicios ambientales que ha perdido esta zona de la ciudad y la manera en que esto afecta a sus habitantes.

Conociendo cuales son los puntos por enfrentar con el diseño, es necesario conocer el territorio sobre el cual se va a realizar la propuesta. Para esto, en esta investigación se incluye el análisis del área de estudio visto desde los datos proporcionados por INEGI en mapas que ilustran la situación de este territorio.

EL objetivo de este análisis es encontrar las coincidencias entre las necesidades ambientales y las posibilidades de intervención urbana ya que al conocer la problemática puede surgir, entre otras, una propuesta de usos y actividades que se pueden realizar en estos espacios sin contribuir a su degradación.

2.2.1 ANÁLISIS GEOGRÁFICO AMBIENTAL

Para formular la caracterización ambiental fue necesario plantear un polígono de estudio a partir de las particularidades de la topografía que son la base del comportamiento ambiental de la zona y dentro del cual se encuentran las áreas naturales que son el objeto de esta investigación.

Cada variable se mapea con exactitud con base en lo publicado por INEGI quedando abierta la posibilidad de profundizar el análisis a partir de la observación de las condiciones actuales.

Este análisis se realizó mediante la Metodología de Diseño Ambiental [LÓPEZ DE JUAMBELZ, 2012]⁸, se analizaron seis variables de la zona; El clima se analizó de acuerdo con la clasificación climática de Köppen modificada por Enriqueta García [GARCÍA, 2004]⁹ aplicada a los datos climatológicos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) de las estaciones ubicadas en o cerca de la poligonal. Para la Alti-

8 Op. cit.

9 García, Enriqueta., 2004, Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen, México, Instituto de Geografía UNAM

metría, Hidrología, Geología, Edafología y Vegetación se consultaron las Cartas respectivas de INEGI a partir de las cuales se realizó la cartografía y descripción de cada variable.

Cada variable otorga información valiosa sobre el sitio, y cada mapa ilustra las variaciones existentes en la extensión del polígono propuesto. Una vez definida la poligonal se inicia con la creación de cartografía digital.

Para cada plano se utilizan los respectivos mapas de INEGI tanto en PDF como la información vectorial traducida a DWG con el programa Global Mapper para crear el modelo de elevación en AutoCAD, a partir de cual, se obtiene la altimetría y el comportamiento hidrológico. El trazo de las diferentes variables se realizó en Adobe Illustrator.

En el primer mapa [FIGURA 20] se define la poligonal de trabajo mediante el estudio de la topografía obtenido de la Carta Topográfica de INEGI de 2013, tomando al sur desde la cima del Xitle, hacia el oriente se sigue un escurrimiento que cruza el Parque Nacional Fuentes Brotantes llegando al norte a una zona de inundación donde confluyen diversos escurrimientos en la Cantera de Ciudad Universitaria. La poligonal se cierra al poniente con base en los escurrimientos que bordean el cerro del Zacatépetl.

Dentro del área de estudio, se observa la estación climatológica 09018 de nombre Desviación Alta al Pedregal ubicada en las coordenadas $19^{\circ}17'49''N$. $99^{\circ}10'56''W$. a 2296 msnm con diferencia de altitud de 36 m con la curva de nivel más baja de la poligonal.

Para realizar un análisis completo se incluye en el estudio la estación 09-065 de nombre Ajusco ubicada en las coordenadas $19^{\circ}13'00''N$. $99^{\circ}12'00''W$. la cual se encuentra a 2837 msnm con 283 m de altitud por debajo del punto más alto dentro del polígono de estudio pero a 2 km al sur del extremo del polígono que forma la superficie del pedregal quedando fuera del caso de estudio.

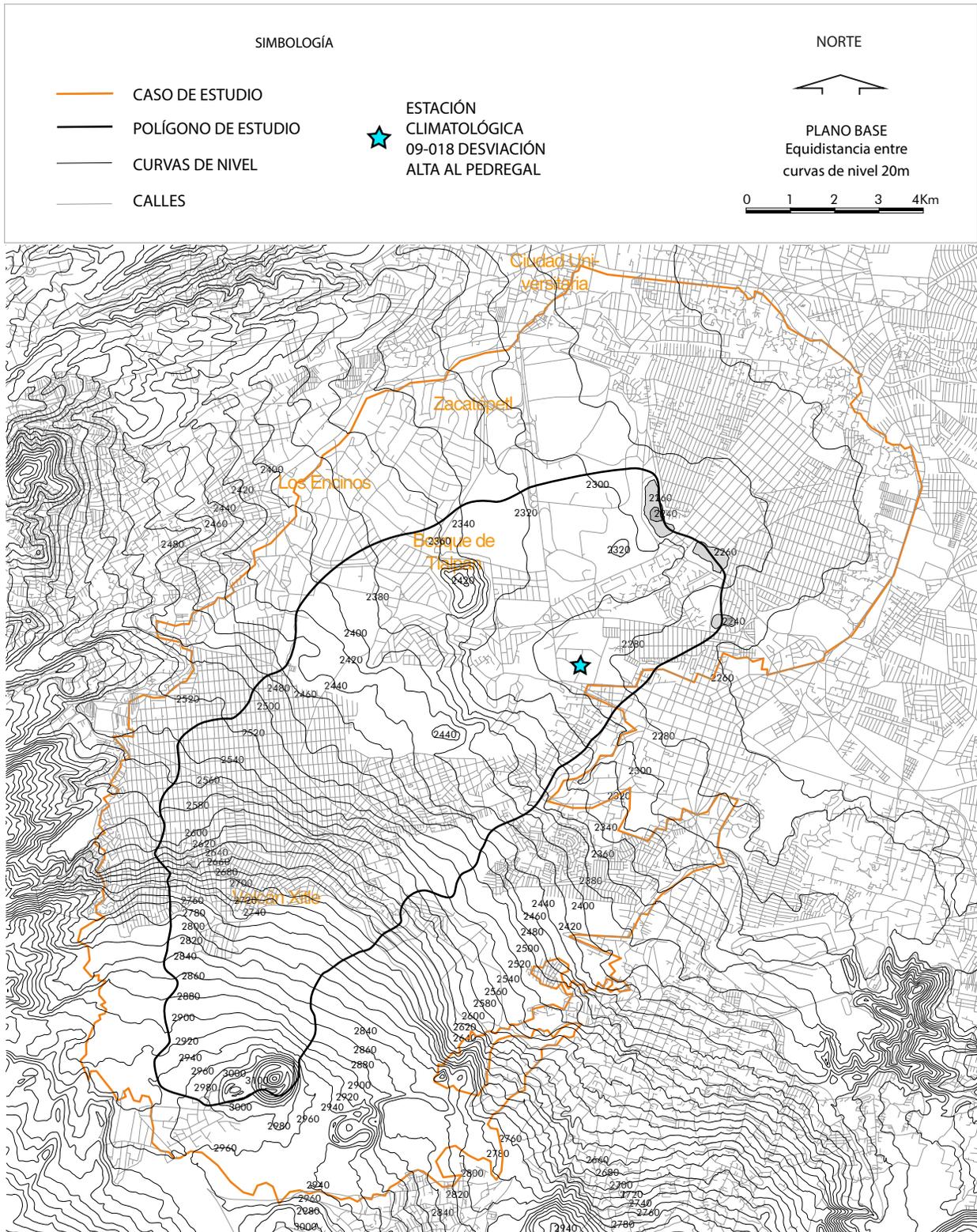


Figura 20. Polígono de afectación del Xitle y Plano Base del polígono de estudio. Elaboración propia con base en cartografía de INEGI

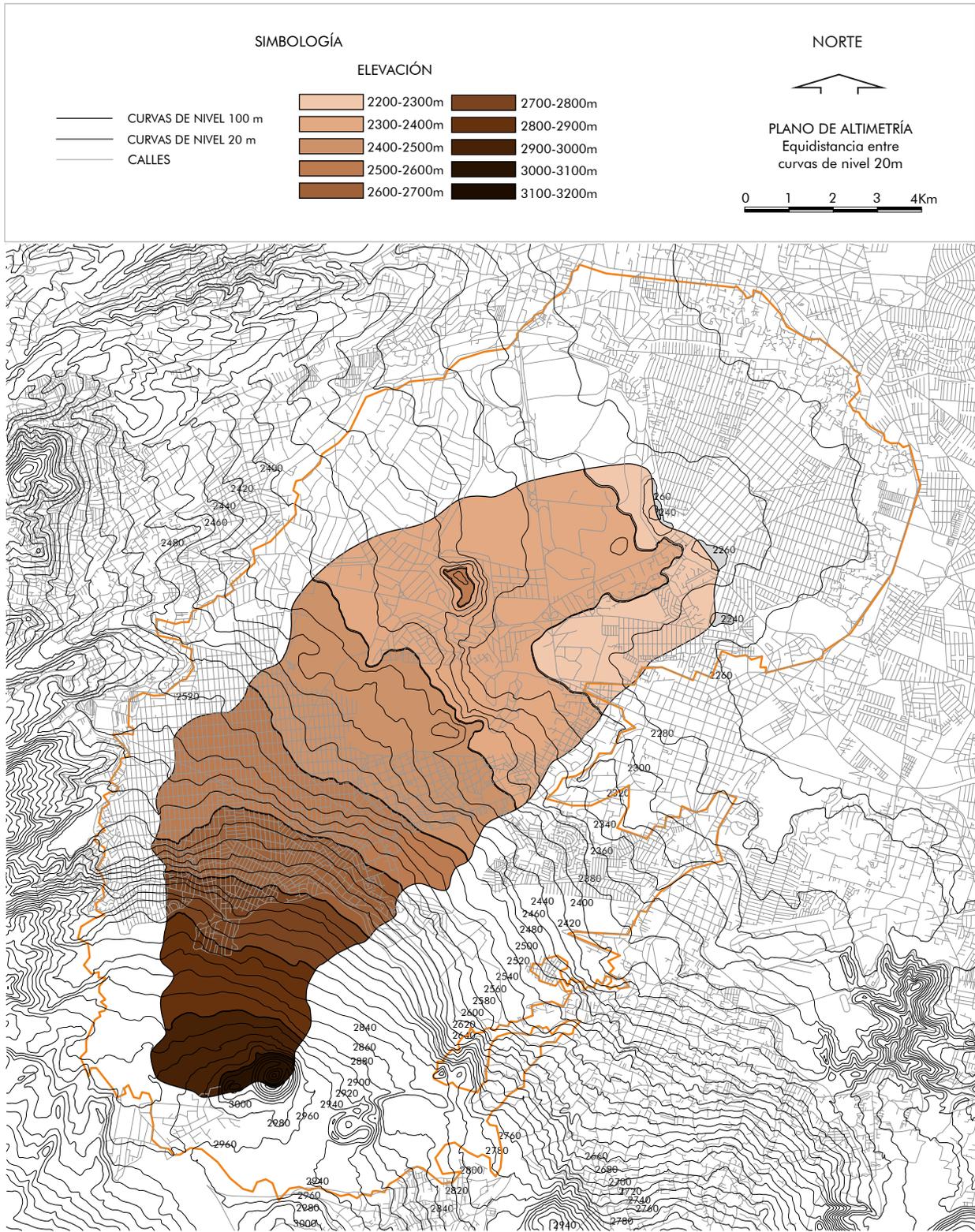


Figura 21. Plano de Altimetría dentro del polígono de estudio. Elaboración propia con base en cartografía de INEGI

El segundo mapa [FIGURA 21] muestra la altimetría de la ladera volcánica dentro del polígono de estudio que va desde los 2240 metros sobre el nivel del mar en la cantera de ciudad universitaria hasta 3120 msnm en la cima del Xitle, variación que se da en alrededor de 17 km de distancia entre ambos puntos. En el plano observamos los cambios de elevación usando como referencia curvas de nivel maestras a cada 100 m. Dividiendo el polígono por la mitad en la curva de nivel de 2500 msnm teniendo hacia ambos extremos alrededor de 8 km de distancia, encontramos al Sur hacia la cima del Xitle una variación de altitud de 700 m, mientras al Norte de la poligonal hacia la curva 2200, la variación de altitud es de 300 m, donde se observan zonas de inundación y sobresale la cima del cerro de Zacatépetl.

Posteriormente, en la siguiente página, [FIGURA 22] observamos la variabilidad climática en el área de estudio que responde a el cambio de altitud y se expresa de acuerdo con la clasificación climática de Köppen modificada por Enriqueta García [GARCÍA, 2004]¹.

En la zona media del plano, de acuerdo con la información que reporta la estación 09018 perteneciente a la Desviación alta al Pedregal [FIGURA 23], que se encuentra a 2296 msnm, identificado con la formula $Cb(w2)(w)ig$, se trata de un clima templado subhúmedo, el más húmedo el grupo con un cociente P/T de 61,8. Tiene una temperatura media anual de 14,7°C con verano fresco largo, lluvias en verano y 3,2 % de lluvia invernal del total de 910,2 mm, la diferencia entre la temperatura media del mes más cálido que es mayo y los más fríos que son diciembre y enero es de 5°C por lo que se considera Isotermal, presenta marcha Ganges con la temperatura media más alta en el mes de mayo con 16,9°C,

La temperatura no es extremosa y se encuentra dentro de los parámetros de confort para el bienestar humano, el principal problema que debe ser resuelto a través del diseño para mayor comodidad de los usuarios es la precipitación. Debido a que presenta bastante lluvia en verano es aconsejable construir pasos a cubierto y canalizar los escurrimientos en las zonas transitables para facilitar el movimiento en esta época. En el caso de los meses de otoño e invierno en que prevalece la sequía es aconsejable contar con depósitos de agua para riego recolectada durante el verano,

1 Op. cit.

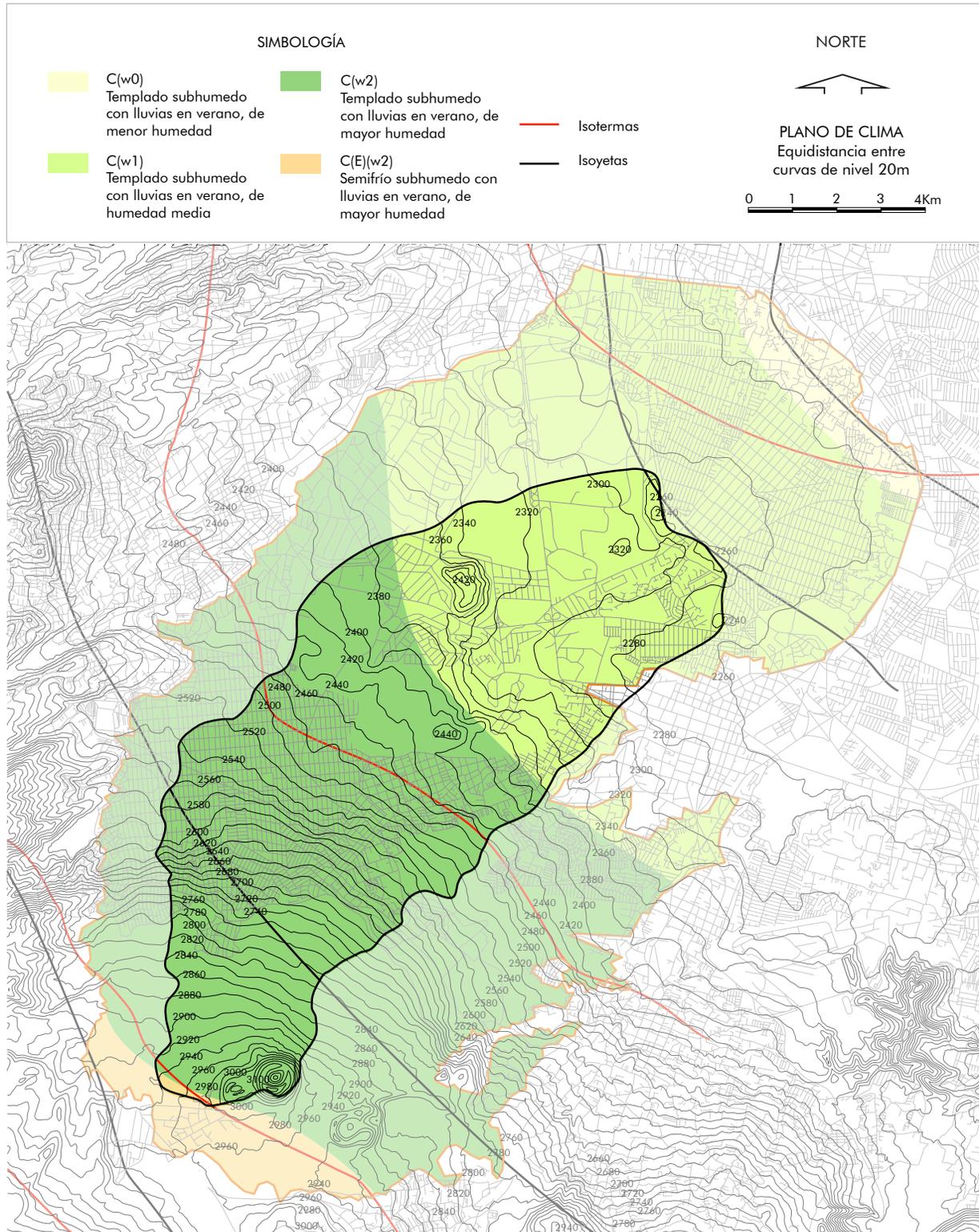
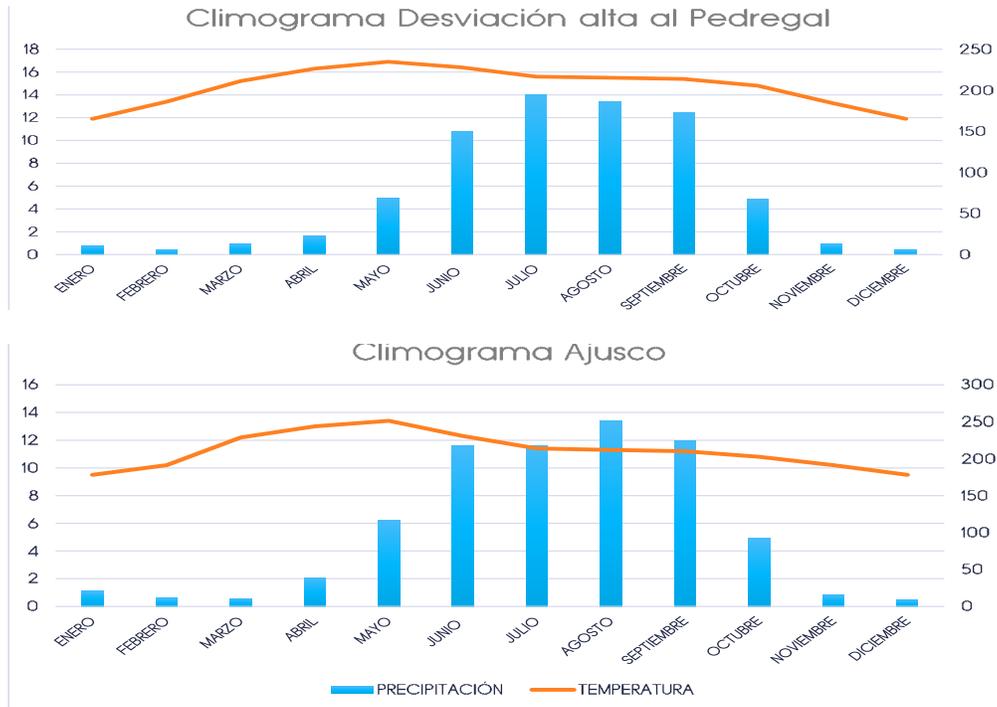


Figura 22. Plano de Clima dentro del polígono de estudio. Elaboración propia



Figuras 23 y 24. Climogramas de las estaciones climatológicas en el área de estudio. Elaboración propia

En la parte más alta, al sur del plano, de acuerdo con la información que reporta la estación 09065 perteneciente al Ajusco [FIGURA 24], ubicada a 2837 msnm, identificada con la fórmula $Cc(w_2)(w)igw''$, se trata de un clima semifrío subhúmedo, el más húmedo del grupo con un cociente P/T de 109,0, Tiene una temperatura media anual de 11,2°C con verano fresco corto, lluvias en verano y 3,5 % de lluvia invernal del total de 1226,8 mm, la diferencia entre la temperatura media del mes más cálido que es mayo y los más fríos que son diciembre y enero es de 3,9°C por lo que se considera isotermal, presenta marcha Ganges con la temperatura media más alta en el mes de mayo de 13,4°C y canícula en el mes de julio, La temperatura es constante un poco por debajo de los parámetros de confort para el bienestar humano al aire libre, para lo cual se aconseja utilizar vegetación densa para detener los vientos dominantes y mantener las fachadas y las áreas de uso con vegetación baja para facilitar el soleamiento en todas las temporadas del año, En el caso de la precipitación, presenta abundante lluvia en verano por lo que se aconseja al igual que en caso anterior, construir pasos a cubierto, canalizar los escurrimientos en las zonas transitables y recolectar agua en depósitos que sirva para riego en temporada de secas.

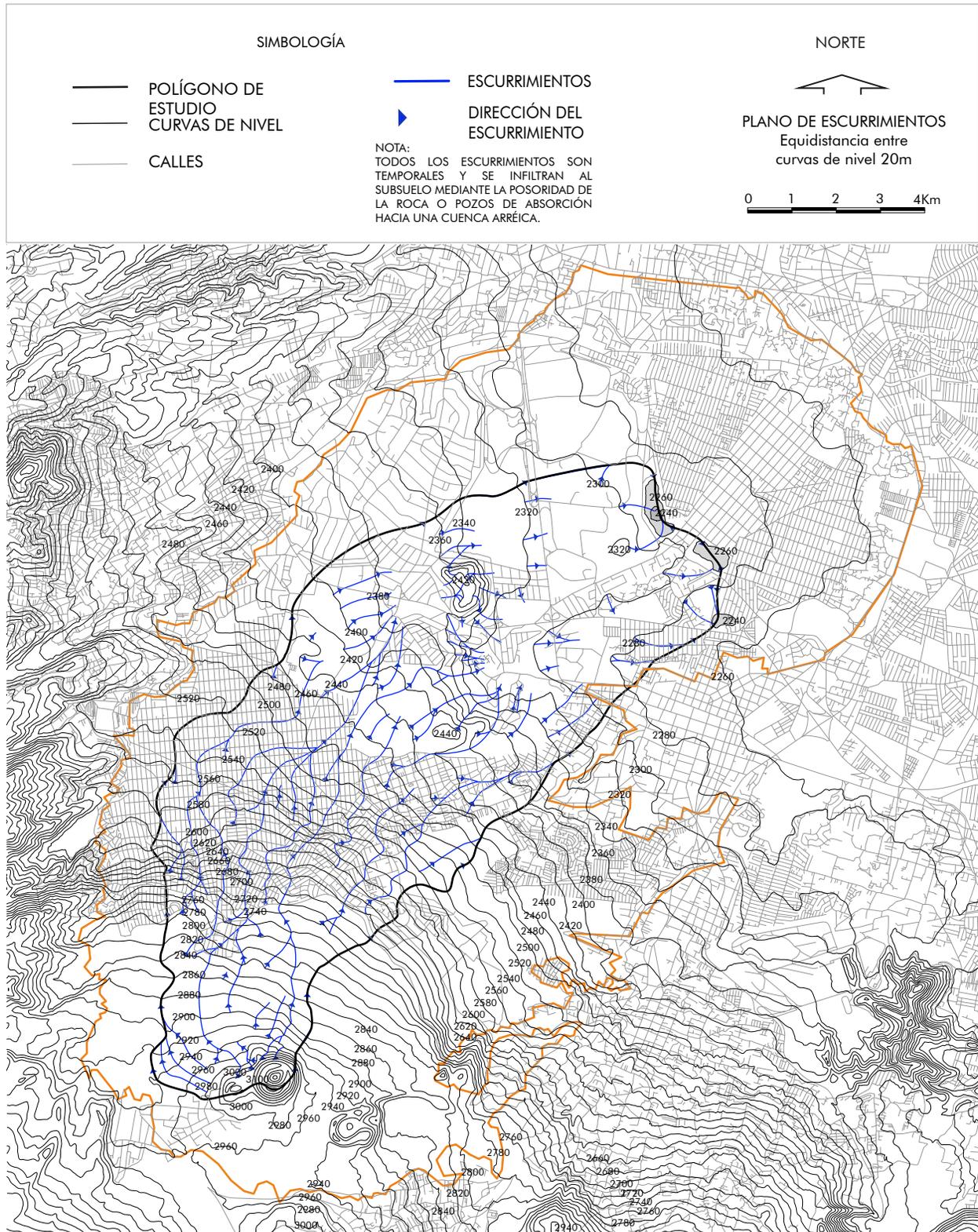


Figura 25. Plano de Escurrimientos dentro del polígono de estudio. Elaboración propia con base en la carta de altimetría de INEGI.

En cuanto a la Hidrología, se trazaron los escurrimientos tomando como base la Carta Topográfica de INEGI de 2014: En el plano [FIGURA 25] observamos escurrimientos, temporales que siguen la topografía, donde muchos de ellos se interrumpen sugiriendo zonas de inundación o espacios donde las características de la roca permiten la infiltración al subsuelo.

A un nivel mayor observamos que corresponde a una cuenca arréica¹ que se extiende por todo el polígono de estudio generando brotes de agua en zonas como Fuentes Brotantes y la Cantera de Ciudad Universitaria. Las zonas de inundación corresponden a áreas donde las curvas de nivel están más separadas y en las que confluyen diversos escurrimientos, estas se observan entre la curva de 2300 y 2400 msnm y corresponden a puntos donde se intercepta el Anillo Periférico con Avenida Insurgentes y la Carretera Picacho Ajusco que rodean el cerro de Zacatépétl.

Posteriormente en el mapa geológico [FIGURA 26] se observa la roca que conforma el polígono de estudio, lo cual corresponde a la clasificación hecha por INEGI en la carta geológica de 1978 en escala 1:50 000 en comparación con los datos vectoriales de la misma fuente para 1983 escala 1:250 000 y la tabla cronoestratigráfica internacional versión 2020.

Aquí observamos la roca más antigua, una Toba (T) del Plioceno del Cenozoico Terciario o Neógeno en el costado oriente en Fuentes Brotantes, de la misma época, en la cima del cono del Xitle hay una zona de Brecha volcánica (Bv). Del Pleistoceno que corresponde al periodo Cuaternario del Cenozoico hay dos formaciones volcánicas en el cerro del Zacatépétl y el bosque de Tlalpan de roca Extrusiva Intermedia (Igei). Y en el Holoceno del periodo Cuaternario del Cenozoico hace alrededor de 2000 años, la erupción del Volcán Xitle y sus conos adyacentes cubrió de roca basáltica (B) cerca del 90% el polígono de estudio. Esto significa que la conformación de esta zona es de origen volcánico en diferentes etapas, siendo el evento más reciente la erupción del Xitle y sus conos adyacentes, lo cual dio origen al caso de estudio y de la cual derivan los mapas presentados a continuación que describen las características del suelo [FIGURAS 27 Y 28].

1 Cuenca arréica es una cuenca hidrográfica cuyas aguas no desembocan en lagos ni en mares, éstas se evaporan o se infiltran al suelo, desapareciendo del paisaje.

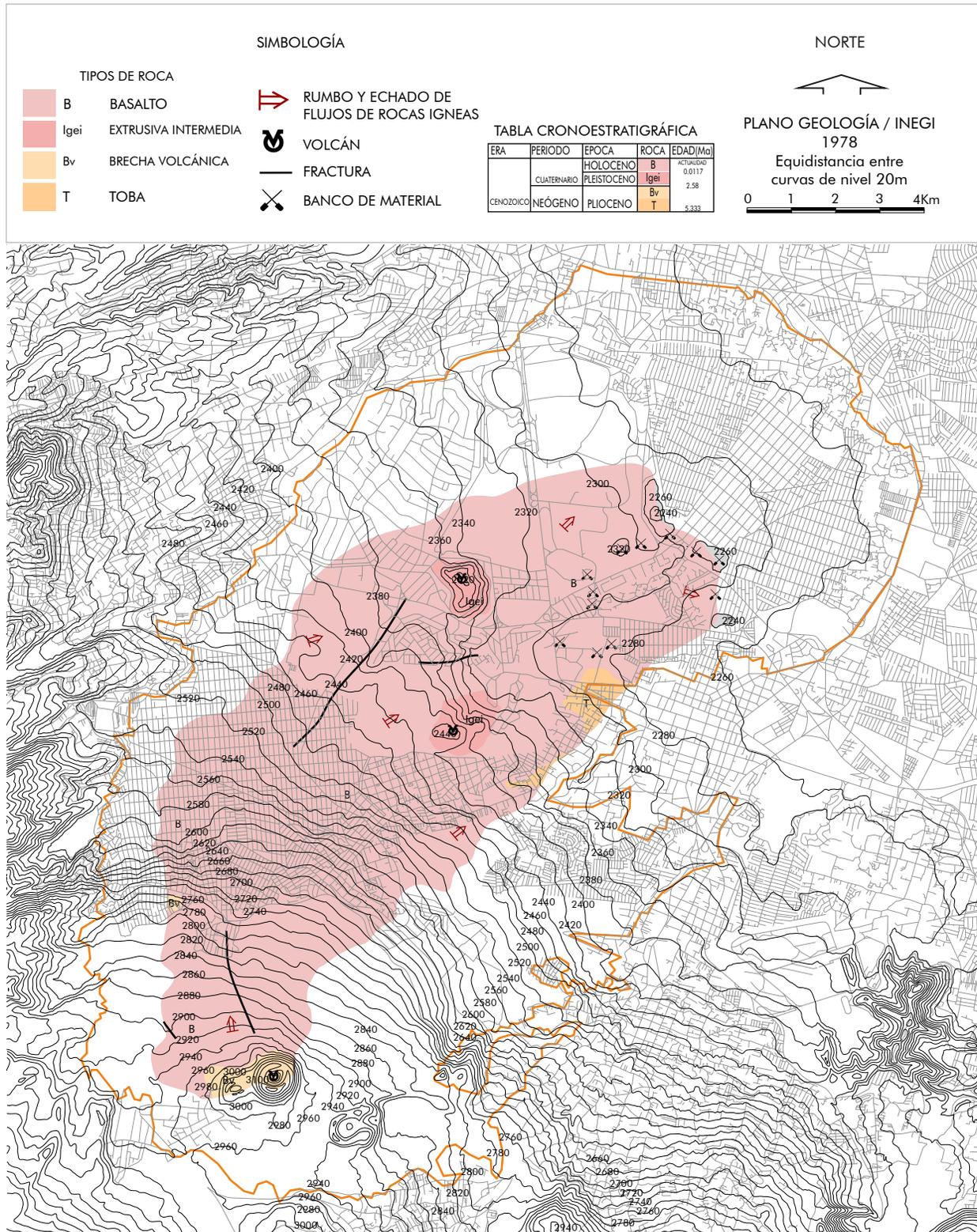


Figura 26. Plano Geológico dentro del polígono de estudio. Elaboración propia con base en cartografía de INEGI

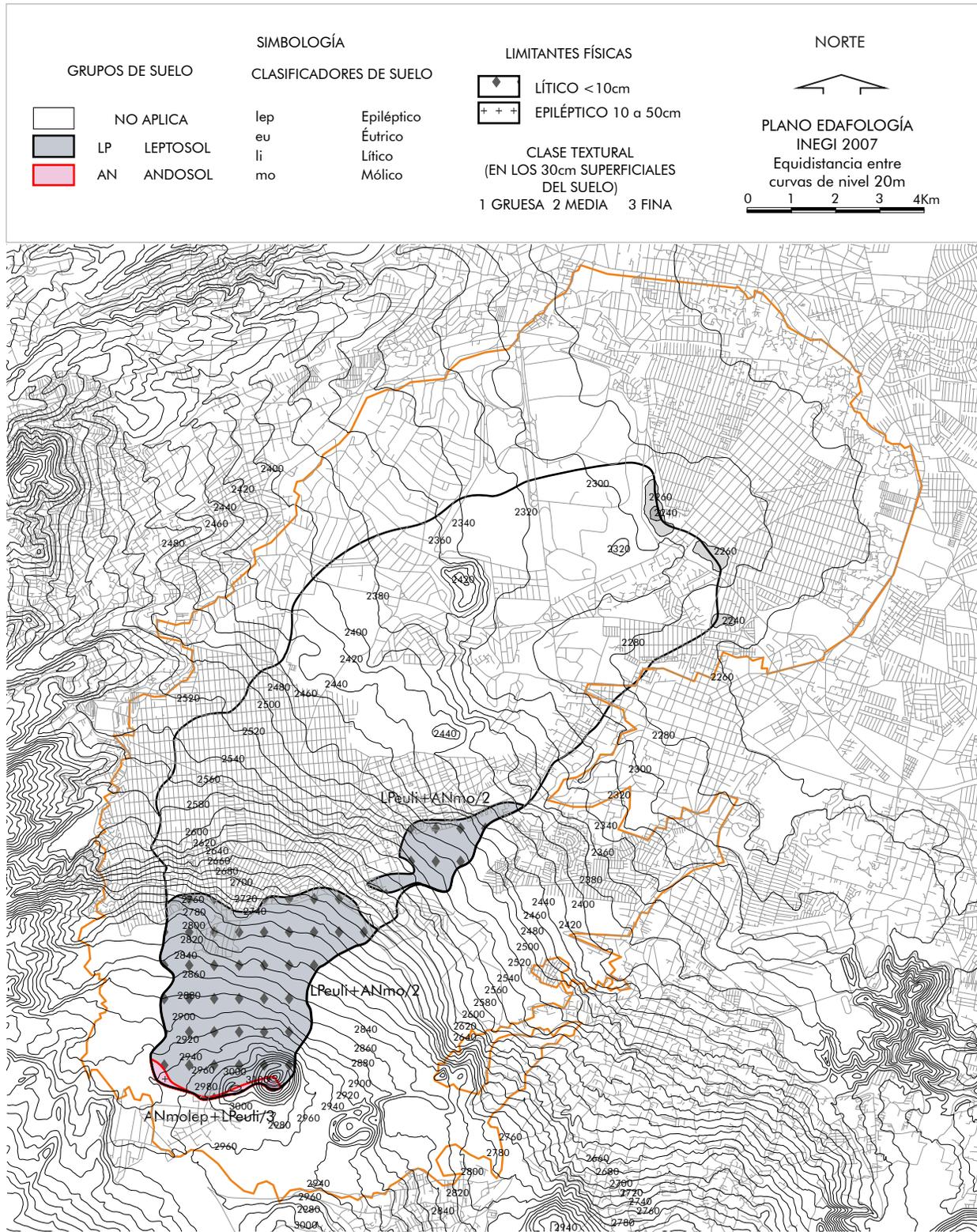


Figura 28. Plano Edafológico 2007 dentro del polígono de estudio. Elaboración propia con base en cartografía de INEGI

Para estos mapas se usaron como referencia las cartas edafológicas publicadas por INEGI en 1977 escala 1:50 000 (FAO) [FIGURA 27] y 2007 escala 1: 250 000 (WRB) [FIGURA 28].

En el primero [FIGURA 27] observamos que el suelo es Litosol en más del 80% del polígono y contiene tres zonas diferenciadas: por debajo de la curva de nivel de 2500m le corresponde la formula $I+Hh/2$, Litosol de textura media con Feozem Háplico como suelo secundario, Entre las curvas de nivel 2500 y 2700 msnm encontramos $I+Hh+Tm/2$ también de textura media, el cual contiene como s Feozem Háplico y Andosol Mólico, de la curva de nivel de 2700 msnm en adelante, corresponde la fórmula $I+Th/2$, Litosol con Andosol Húmico de textura media.

En el borde oeste del polígono hay un área propicia para la vegetación de suelo (H) Feozem, en la que se distinguen $Hh+Hcls/2$ Feozem Háplico con Feozem Calcárico de ligera salinidad y textura media, $HI/2$ Feozem Lúvico y $Hh/2$ Feozem Háplico.

Por último, sobresale el suelo del cerro del Zacatépetl que está compuesto por $HI+Hh/2$ Feozem Lúvico y Feozem Háplico como secundario y la cima del Xitle que conserva las características del suelo $Th/2$ Andosol Húmico y $Th+I/2$ Andosol Húmico con Litosol conformado principalmente por ceniza volcánica.

En estos 2 planos las diferencias son evidentes primero por la clasificación usada y segundo por la consideración del suelo urbano en la segunda versión, lo que deja en evidencia los cambios que ha experimentado el suelo dentro del polígono de estudio por el crecimiento urbano.

En el segundo plano [FIGURA 28] encontramos solo 2 tipos de suelo además del suelo urbano, $LPeuli+ANmo/2$, Leptosol Éútrico Lítico con suelo secundario Andosol Mólico de textura media. y en la cima del Xitle al extremo Sur de la poligonal $ANmolep+LPeuli/3$ lo que se refiere a Andosol Mólico Epliléptico con Leptosol Éútrico Lítico de textura fina.

En ambos corresponde el tipo y profundidad del suelo con las características y edad de la roca donde sobresalen las formaciones anteriores al Xitle.

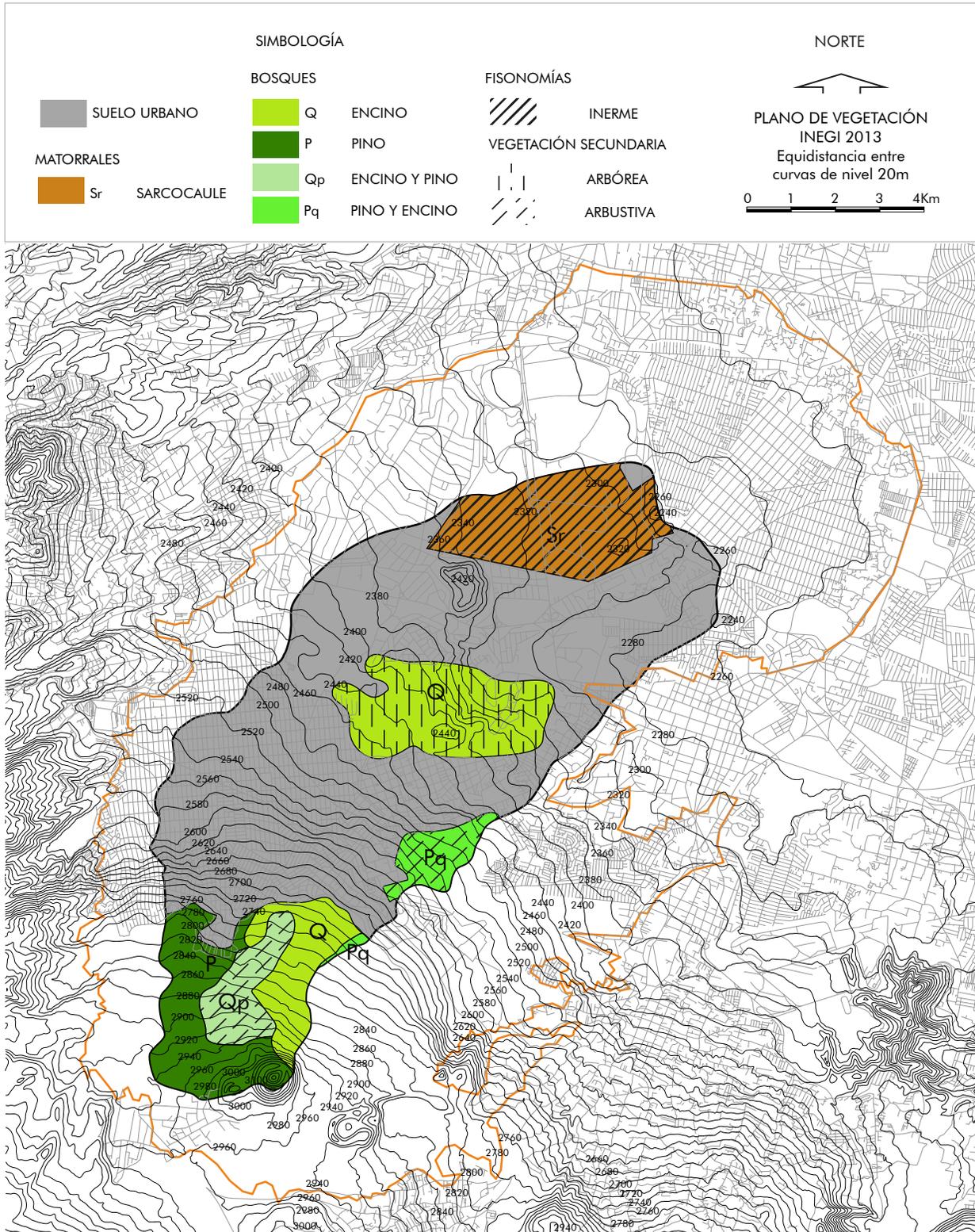


Figura 29. Plano de Vegetación dentro del polígono de estudio. Elaboración propia con base en cartografía de INEGI

En cuanto a la vegetación [FIGURA 29] el plano corresponde a los datos recabados de la información vectorial de INEGI en la Carta de usos de suelo y vegetación de 2013 a escala 1:250 000.

En el plano observamos que predomina el suelo urbano en más del 60% del polígono de estudio, al Sur de la curva de nivel de 2700 msnm en adelante encontramos distintos tipos de bosque. Empieza con bosque de pino en la parte de mayor altitud, hay una sección de bosque de encino y pino con vegetación secundaria arbustiva. A continuación bosque de encino en el borde suroriente del polígono y una parte de bosque de pino y encino con vegetación secundaria arbustiva entre las curvas 2440 y 2600 m de este costado. Entre las curvas de 2420 y 2660 msnm en medio del área urbana en el territorio del bosque de Tlalpan observamos bosque de encino con vegetación secundaria arbórea y en la parte baja en el área correspondiente a Ciudad Universitaria corresponde el matorral de sarcocaulerme. Al analizar la información obtenida de las diferentes variables ambientales podemos obtener una interpretación del área y una zonificación que resume el comportamiento ambiental del polígono de estudio.

El Pedregal del Xitle, dentro de dicho polígono, puede dividirse en tres zonas fundamentales: La parte alta a partir de los 2700 msnm y hasta la cima del Xitle, es una zona en la que coinciden cuatro variables; primero es una zona donde la altitud tiene 500 m de variación en una distancia de 5 km, a esta corresponde la información climatológica de la estación 09065 Ajusco donde encontramos las temperaturas promedio anuales más bajas y la mayor cantidad de precipitaciones, en relación a la edafología es un área que ha mantenido las características del suelo y corresponde a las fórmula $LP_{euli}+AN_{mo}/2$ y $AN_{molep}+LP_{euli}/3$ donde LP refiere a Leptosol el cual es suelo muy somero sobre roca continua y/o extremadamente graviloso y/o pedregoso y AN es Andosol el cual es un suelo de origen volcánico, ligero por su densidad aparente menor de 0.85, y color claro a oscuro que en este caso al ser Mólico tiene una capa superficial oscura rica en nutrientes o bases (Ca, Mg, K, Na) y con buen contenido de materia orgánica; por último es un área que se encuentra bajo protección estatal en la categoría de parque nacional en una sección y suelo

de conservación en el resto, característica que supone la preservación de las condiciones existentes y que se conserve como una zona de bosques de Pino y/o Encino.

La segunda zona entre los 2460 y los 2700 msnm es un área predominantemente urbana donde la posibilidad de intervención es reducida, no existen áreas naturales protegidas ni parques ecológicos, las características del suelo han sido modificadas donde no aplica la clasificación edafológica de la WRB mapeada por INEGI, la capacidad de infiltración de agua pluvial al subsuelo es limitada, el uso de suelo es en su mayoría habitacional y cuenta con servicios básicos a excepción de la red de drenaje ya que la roca basáltica es muy superficial y dificulta su instalación.

Por último, la parte de menor altitud al norte de la poligonal entre los 2260 y 2460 msnm donde el cambio en la altimetría es menos pronunciado, es una zona urbana de menor densidad de construcciones en la que al igual que la zona anterior, se implementan fosas sépticas en el manejo de residuos sanitarios.

En esta zona coinciden cinco variables ambientales a tomar en consideración, primero, la altitud varía 200 m en una distancia de 7 km, a esta zona corresponde la información climatológica de la estación 09018 Desviación Alta al Pedregal, con una temperatura óptima para el confort humano, y una cantidad considerable de precipitación en los meses de verano.

Aquí encontramos dentro del área de roca basáltica los dos conos volcánicos anteriores al Xitle de roca extrusiva Intermedia, el suelo, según la clasificación de la FAO, es Litosol, un suelo con menos de 10 cm de espesor con Feozem, el cual es un suelo con capa superficial oscura, rica en materia orgánica y nutrientes o bases (Ca, Mg, K, Na) lo que da la posibilidad de albergar distintos tipos de vegetación.

También encontramos un área de bosque de encino en el bosque de Tlalpan y otra de matorral de sarcocaula en Ciudad Universitaria, lo cual requiere un estudio de campo en el que se reflejen las condiciones actuales de otras reservas naturales donde prevalece vegetación nativa y de donde es posible obtener más información.

Por otro lado, analizando sus características a nivel urbano encontramos diversas oportunidades, existen vestigios arqueológicos en Cuicuilco, el bosque de Tlalpan y el cerro del Zacatépetl, contiene secciones de vialidades principales (carretera picacho Ajusco, Anillo Periférico y Avenida Insurgentes) y aquí encontramos áreas de protección ambiental de diferentes categorías entre las que se encuentra el Parque Nacional Fuentes Brotantes, el Bosque de Tlalpan, el Área de Valor Ambiental Los Encinos, el Parque Ecológico Peña Pobre, la zona Arqueológica de Cuicuilco, el Cerro de Zacatépetl y la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de la UNAM en las cuales las posibilidades de intervención son variadas en relación con la dependencia u organismo a cargo de su protección y se requiere de un estudio normativo.

El principal problema encontrado en esta zona son las modificaciones de la roca y el suelo que dirigen los escurrimientos hacia vialidades pavimentadas que mueven un caudal importante de agua a alta velocidad que causa daños tanto a la infraestructura como a propiedades privadas, provoca inundaciones y sobrepasa la capacidad de pozos de absorción y drenajes.

Los pedregales constituyen el estrato ideal para la infiltración de forma natural que actualmente sucede en el ecosistema, y zonas de reserva; sin embargo una gran parte del agua pluvial se continua conduciendo hacia los drenajes urbanos, trayendo consigo el colapso de los sistemas de drenaje, la aparición de inundaciones, la innecesaria contaminación y eliminación del agua disponible para la recarga del acuífero. Tal situación pudiera tener alguna justificación en otros contextos de la ciudad pero no en el pedregal, donde todos estos problemas encontrarían solución en la planeación urbana.

2.2.2 ANÁLISIS URBANO ARQUITECTÓNICO

El área de estudio se ubica en la intersección de 3 alcaldías de la Ciudad de México, al Norponiente Álvaro Obregón, Al Nororiente Coyoacán y al Sur Tlalpan, mientras las áreas naturales ocupan principalmente Tlalpan y solo la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel y el cerro de Zacatépetl, Coyoacán.

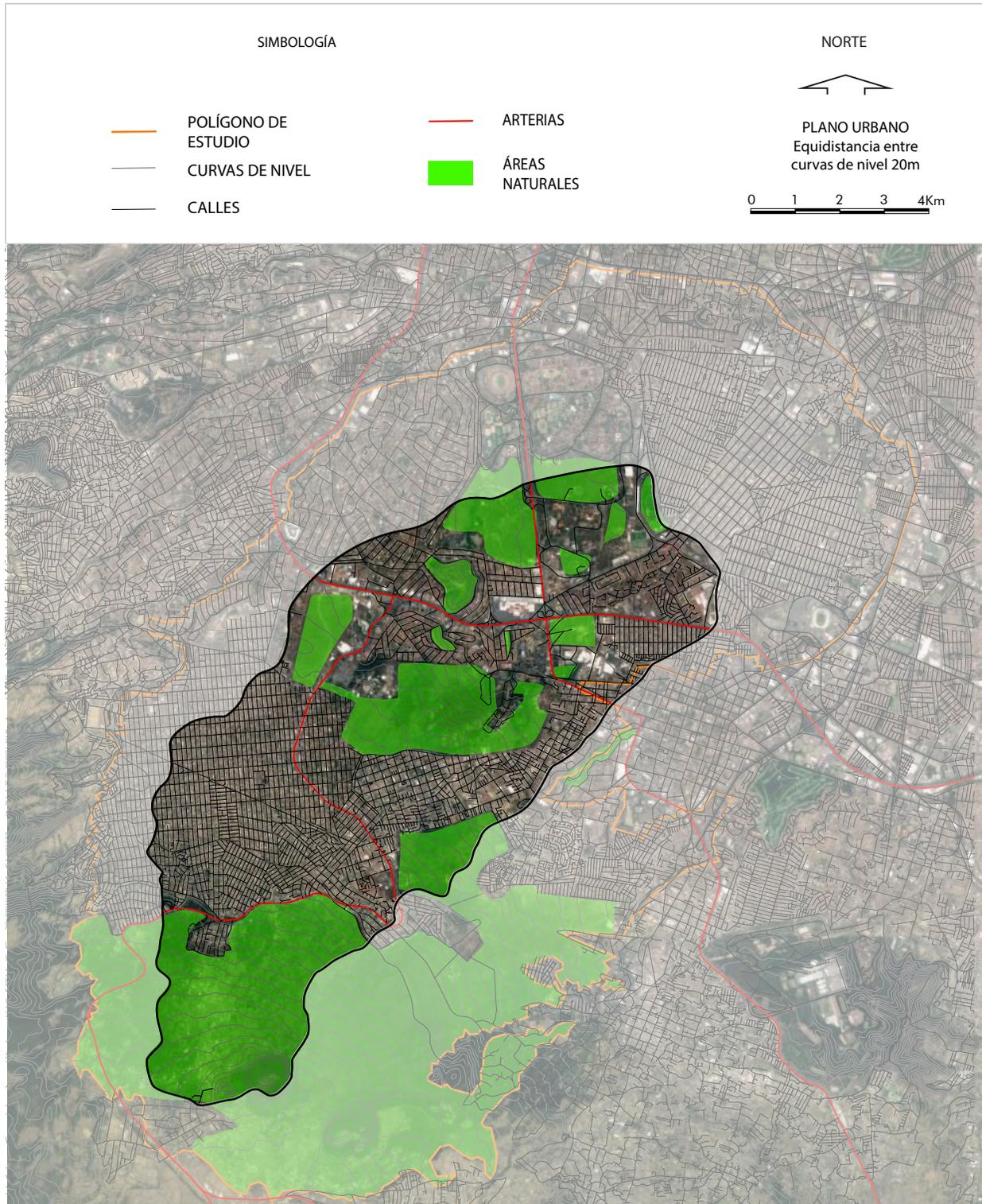


Figura 30. Plano Urbano del polígono de estudio. Elaboración propia con base en imagen satelital de Google Earth

En el mapa anterior, [FIGURA 30] se observa que las áreas naturales que son el propósito de esta investigación se encuentran al centro y sur de la poligonal separadas por diversos elementos urbanos como lo son las principales vialidades que atraviesan el pedregal, el Anillo Periférico, la Avenida Insurgentes, la Carretera al Ajusco y Paseo del Pedregal y zonas urbanizadas por las que no parece haber posibilidades de conexión.

El Pedregal está ocupado en su mayoría por vivienda; en la traza respecto a este uso se distinguen diferentes niveles de permeabilidad que corresponden a la densidad de ocupación, las áreas más permeables son Jardines del Pedregal, Jardines en la Montaña, Jardines de Ajusco y los conjuntos habitacionales, mientras las más densas y en consecuencia menos permeables, son las colonias Pedregal de Santo Domingo, Ajusco, Miguel Hidalgo, Héroes y Torres de Padierna.

Sin embargo, hay que destacar el área correspondiente a Ciudad Universitaria de la UNAM, La universidad Pedagógica Nacional, El colegio de México, FLACSO y Six Flags, que mantienen áreas verdes a considerar y que tienen un horario de ocupación limitado a ciertas horas del día.

En el plano se observa de fondo una imagen satelital actual tomada de Google Earth y sobrepuesta, la traza del mapa urbano de INEGI de 2007, donde resalto las arterias que dividen el pedregal y las áreas naturales.

Aquí podemos ver, además, el contraste entre el polígono del derrame del Xitle y la extensión de la ocupación urbana.

A esta escala es evidente la falta de conexión entre áreas naturales protegidas y algunos de los problemas presentes para la implementación de corredores, entre los que está la imposibilidad de hacer un puente de fauna para cruzar periférico, el estado en el que se encuentran los camellones y la falta de áreas verdes en zonas densamente pobladas.

El Pedregal del Xitle presenta una marcada diversidad y desigualdad, tanto espacial como poblacionalmente, lo cual se refleja en el grado de acceso y calidad del espacio público con que puede contar o no la población.

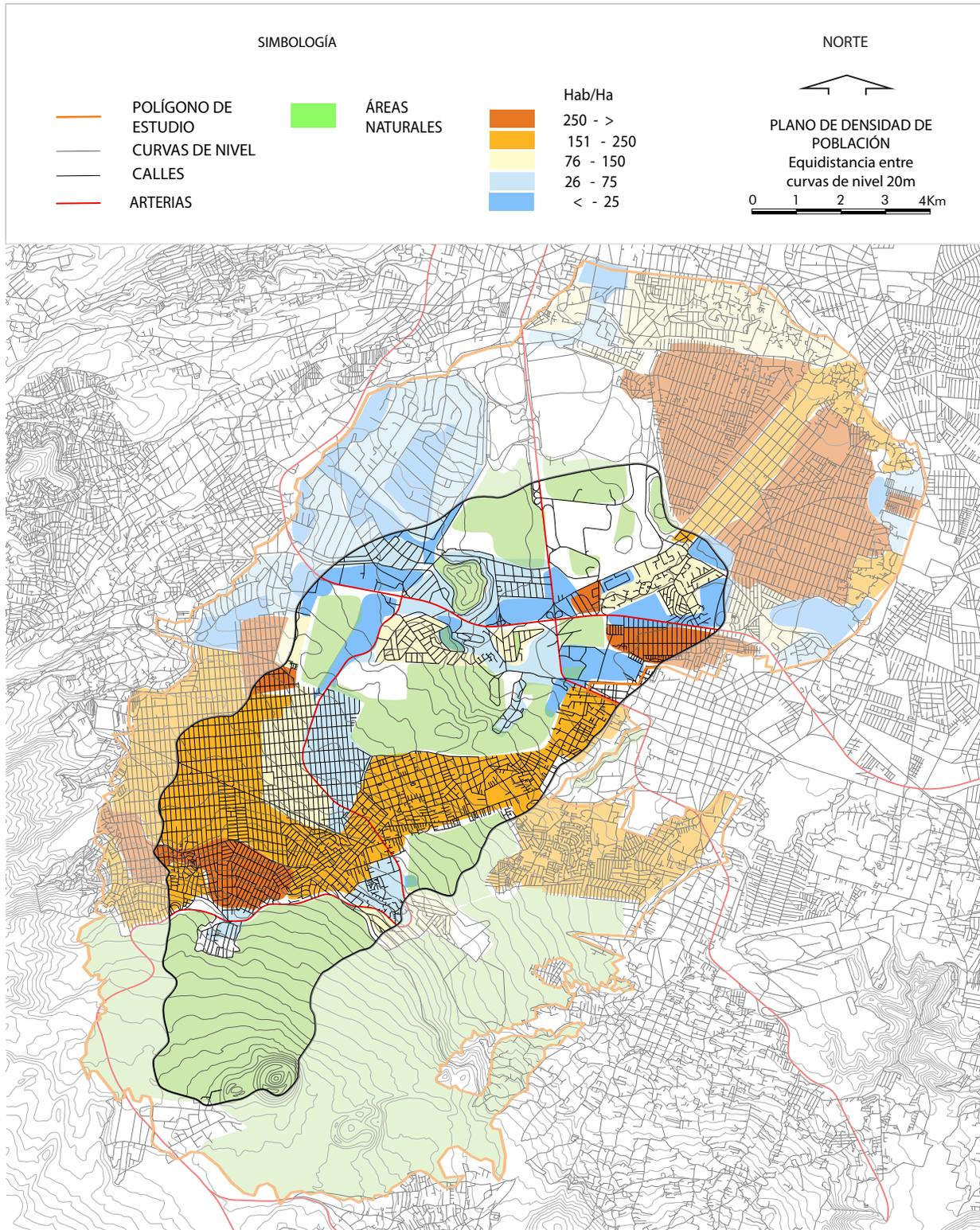


Figura 31. Plano de Densidad dentro del polígono de estudio. Elaboración propia con base en cartografiad e INEGI

Dependiendo de la colonia, el fraccionamiento, la unidad habitacional, el barrio o el sector que se habite, el acceso y calidad de los servicios varía y con esto la calidad de vida de unos y otros pobladores de un mismo territorio. La condición deseable para el pedregal, dada su coincidencia espacial, es una mezcla equilibrada entre las circunstancias sociales y ambientales prevalecientes, que permita la riqueza de la vida pública y la cercanía y continuidad entre espacios verdes, mientras que, en la realidad actual, “las zonas de altos ingresos cuentan con una muy buena accesibilidad hacia áreas verdes pero su uso es bajo, en consecuencia, no se logra generar puntos de encuentro social y vida pública, mientras que en el resto de los pedregales la diversidad de servicios y vida pública es abundante pero la accesibilidad hacia los espacios naturales es muy baja, situación muy evidente en los barrios populares” [SUÁREZ *et al.*, 2011]¹.

En el mapa [FIGURA 31] que ilustra la densidad poblacional y el lo sucesivo, se muestran los planos enmarcando el área e estudio pero extendiendo la representación al polígono de la totalidad del pedregal donde se comparten las características urbanas, la distribución de la población parece estar dividida en 3 sectores. El primero al sur, encontramos una zona de densidad media alta que limita con el suelo de conservación al sur, al norte con conjuntos habitacionales cercanos a periférico por un lado y con el bosque de Tlalpan por el otro y al oriente atraviesa el Blvd. Picacho Ajusco extendiéndose hasta insurgentes. Después en la parte central alrededor de las intersecciones entre Periférico, Insurgentes y la Picacho la densidad es mucho más baja y es donde se encuentran la mayoría de las áreas naturales. Y por último, colindando al oriente con Ciudad Universitaria y las colonias Ajusco y Pedregal de Santo Domingo con la mayor densidad.

En el pedregal, acorde al censo citado, las mayores densidades de población registran los más bajos niveles de ingreso y escolaridad, y las áreas menos densas reportan mayor ingreso y mayor escolaridad promedio y las áreas más densamente pobladas, de más bajos ingresos y de menor escolaridad, son las que registran los más bajos índices de accesibilidad a espacios abiertos [IBID.].

1 Suárez, Antonio., Camarena, P., Herrera, I., & Lot, A. (2011). Infraestructura verde y corredores ecológicos de los pedregales: ecología urbana del sur de la Ciudad de México

Esta situación guarda una estrecha relación con la arquitectura presente en cada zona, en general, los usos de suelo van de 2 a 4 niveles de construcción, las áreas más densas no cuentan con desarrollos verticales y en las menos densas se observa más la presencia del diseño arquitectónico.

De igual manera, al relacionar esta situación con el análisis ambiental, las diferencias en la presencia de suelo permeable y vegetación nativa son notables, mientras zonas como Jardines del Pedregal cuentan con el 70% de suelo permeable según el Plan de Desarrollo Urbano de la Alcaldía Álvaro Obregón, el Pedregal de Santo Domingo cuenta con el 30% según el uso de suelo y en la práctica este porcentaje es aún menor [FIGURA 32].

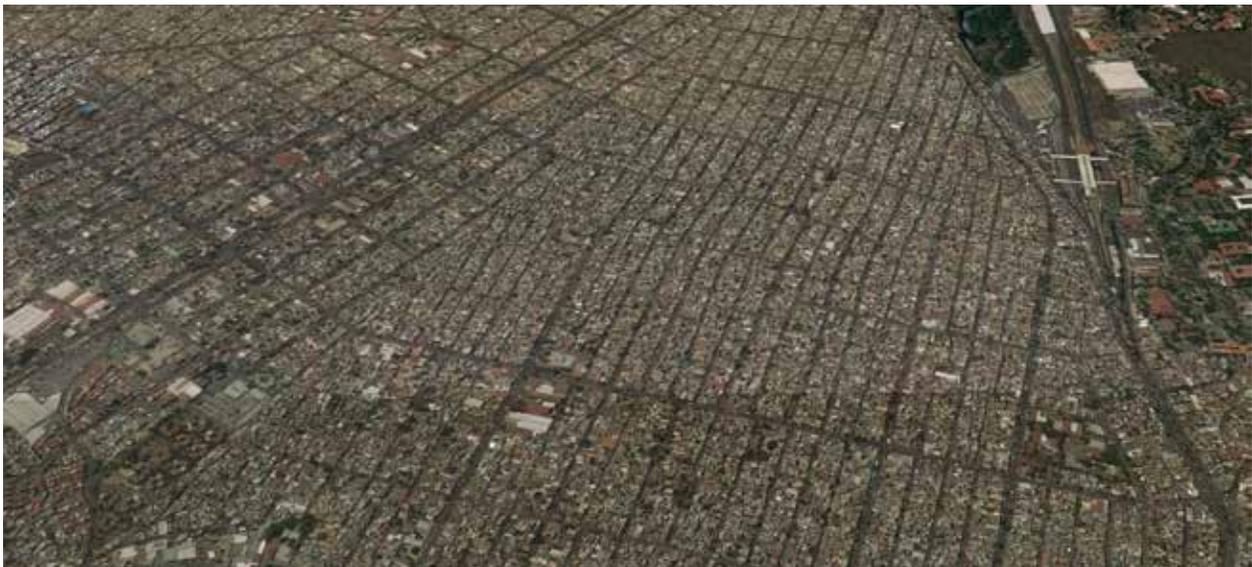


Figura 32. Vista aérea del Pedregal de Santo Domingo. Tomada de Google Earth.

En este sentido. los planes de desarrollo urbano de las tres alcaldías en las que se ubica el área de estudio tienen en común la falta de actualización, a lo largo de los años y especialmente en años recientes, la construcción de edificios de vivienda ha proliferado y los cambios en el uso de suelo son recurrentes.

En las siguientes ilustraciones [FIGURAS 33 Y 34] se muestran primero los usos de suelo habitacional y comercial que en la actualidad no corresponden con la realidad y segundo las áreas verdes en todas sus categorías solo según lo establecen los planes mas no las existentes, sin embargo, en este mapa podemos observar algunos de los contrastes más importantes a nivel ambiental y ecológico.

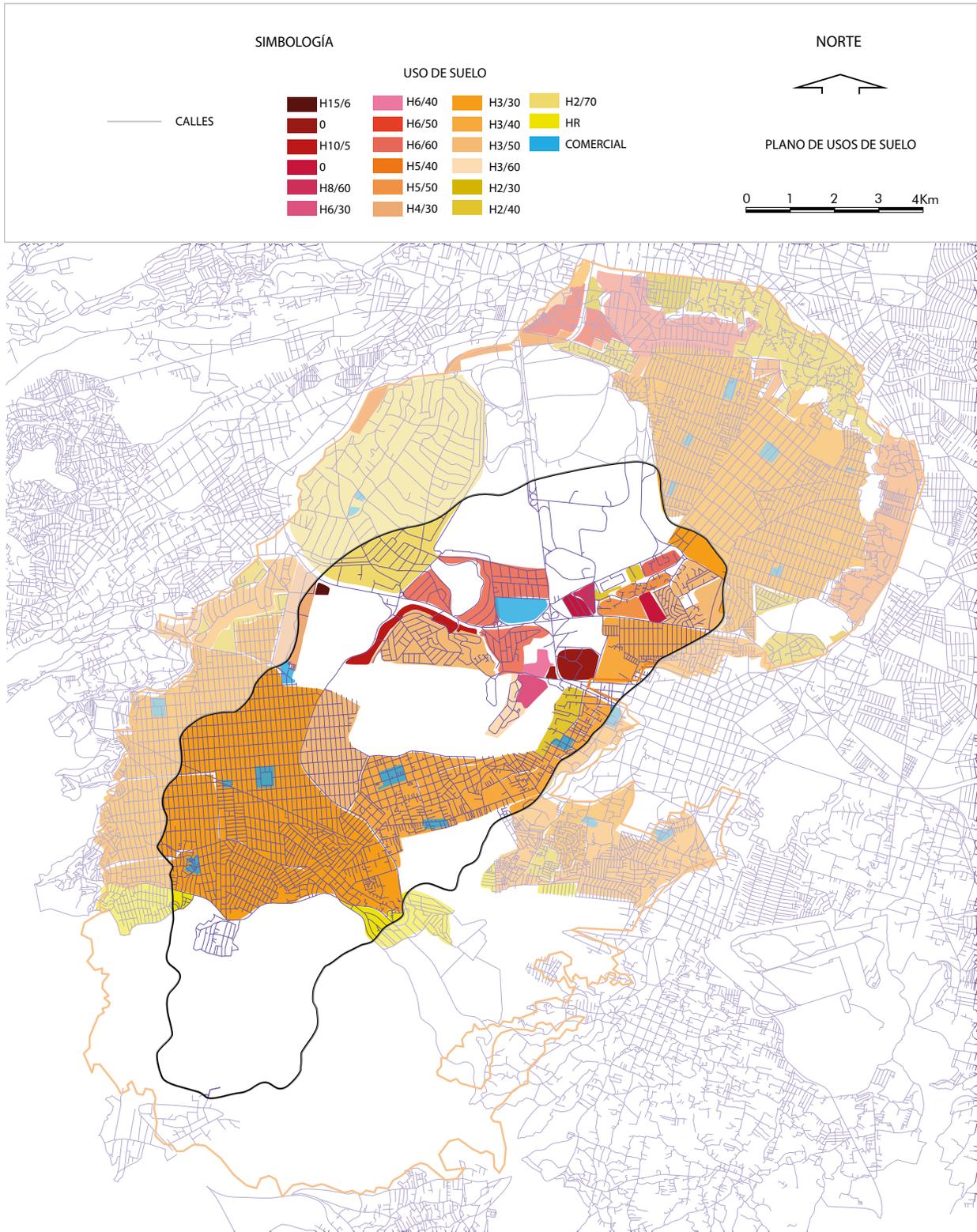


Figura 33. Plano de Usos de Suelo Habitacional y Comercial del polígono de estudio. Elaboración propia a partir de los planes de desarrollo urbano de Tlalpan, Coyoacan y Álvaro Obregón

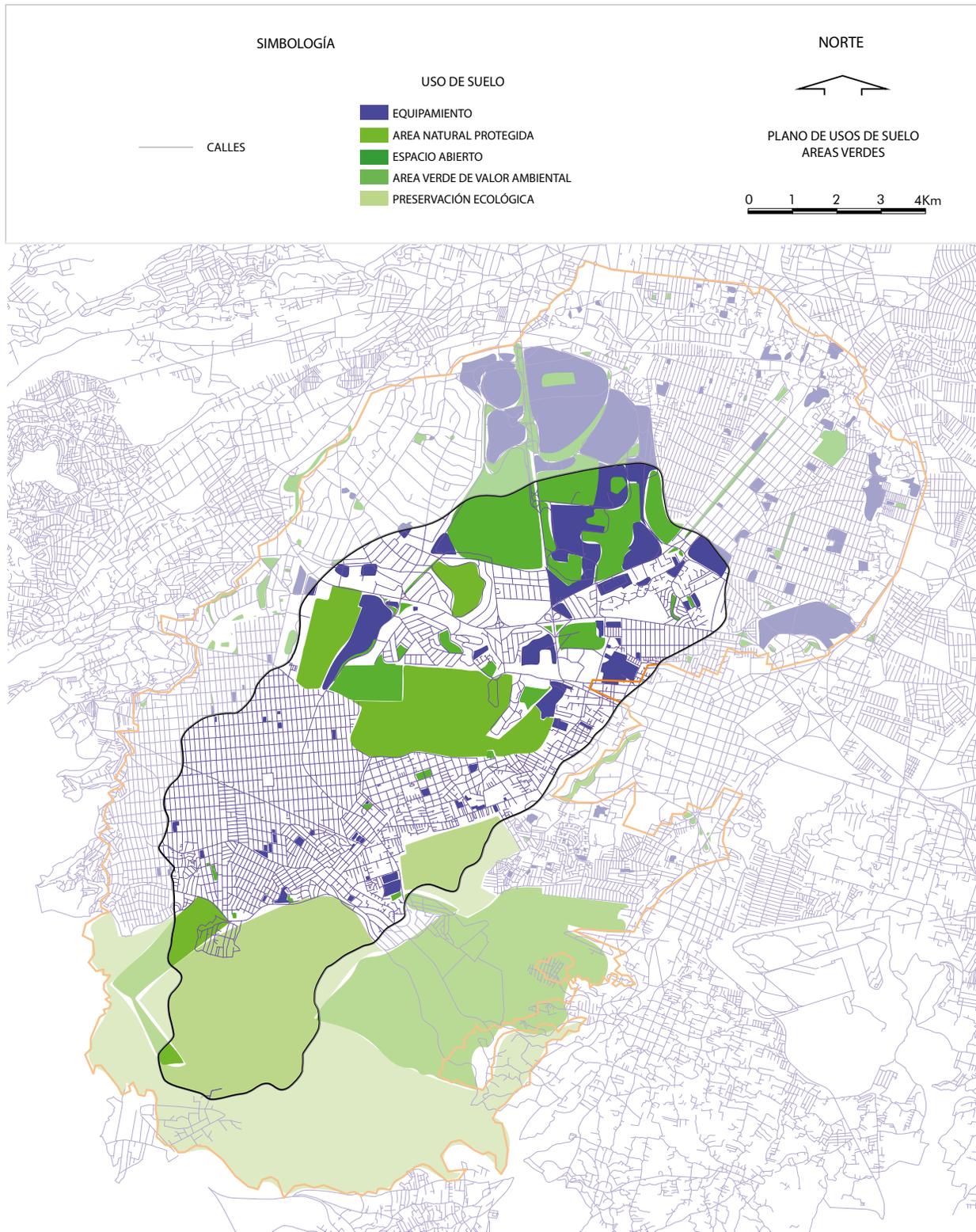


Figura 34. Plano de Usos de Suelo de Áreas Verdes y Equipamiento del polígono de estudio. Elaboración propia a partir de los planes de desarrollo urbano de Tlalpan, Coyoacan y Álvaro Obregón

Aquí [FIGURA 33] se muestran en general el número de niveles permitido y el porcentaje de superficie permeable, lo cual se relaciona directamente con la densidad poblacional y la demanda de servicios y deja entrever que estos planes más que definir el rumbo del desarrollo fueron hechos a partir de lo ya construido.

Por otro lado, al separar en este otro mapa las áreas verdes y el equipamiento [FIGURA 34], se observa la falta de conexión entre estos espacios según el plan, en el que de nuevo no coincide totalmente con las condiciones actuales de esta zona de la ciudad, pero sí da cuenta de la falta de consideraciones ambientales y ecológicas en la planeación de esta zona de la Ciudad de México.

Los contrastes entre la densidad poblacional y las áreas verdes y espacios abiertos disponibles no solo representa un problema ambiental, sino que en el ámbito social provoca diversos problemas.

En las zonas donde esta relación es más pobre se enfatiza la percepción de inseguridad la falta de apego e identidad cuando en la práctica, son estas zonas donde la población tiene más interacción en el espacio público. A diferencia de las partes menos densas y con más espacios de interacción donde la población tiene menos intercambio.

En conjunto, todos estos aspectos describen una problemática compleja que no tiene solo una vía de acción, sino que requiere de diversas perspectivas para llegar a una solución y para lo cual este trabajo solo es un primer acercamiento a las posibilidades que pueden existir desde la perspectiva arquitectónica para la conservación de este ecosistema.

“Lo primero en la vida del ser humano no es la filosofía,
no es la ciencia, no es el alma, no es la sabiduría,
no es la búsqueda de la felicidad, no es el placer,
no es la reflexión sobre Dios; es la vida misma.

Toda libertad, toda filosofía, toda acción,
toda relación con Dios, presupone estar vivo.

Presupone, por tanto, la posibilidad de la
vida, de la vida material, concreta, corpórea.

Y esta posibilidad de la vida presupone el
acceso a los medios para poder vivir.”

Hinkelammert, F. y H. Mora, 2009

Hacia una economía para la vida

CAPITULO 03 / HACIA UNA PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PEDREGAL DEL XITLE

La problemática retratada en este trabajo de investigación tiene diferentes maneras de ser abordado y las variables que intervienen para llegar a una propuesta formal, provienen de más de una disciplina, sin embargo, desde mi área de conocimiento, busco ofrecer un primer acercamiento a la solución.

Teniendo como base el análisis anterior, tanto de las condiciones que llevaron a la ocupación urbana del caso de estudio como las condiciones que se deben cumplir para llegar a la rehabilitación del ecosistema, se establecieron dos vías de acción, desde lo urbano y desde lo arquitectónico que a su vez atacan las dos problemáticas encontradas, lo ecológico y lo ambiental, con el fin de vincular el entendimiento de lo natural con lo humano.

Tal como se explicó anteriormente, el sistema socio ecológico en el que está inserto este caso de estudio es muy complejo, en él interactúan el orden ecosistémico y el orden cultural, con las relaciones económicas, sociales, políticas y la red de símbolos que la definen como ciudad.

El significado de una ciudad desde una perspectiva ambiental generalmente se expresa como un espacio consumidor de energía y productor de desechos, un sistema abierto en el que se extraen recursos ajenos a la ciudad, se les da un uso en ella y los residuos terminan fuera de la urbe generando impactos ambientales tanto en las zonas de explotación como de desecho y en el mismo espacio urbano.

Y, por otro lado, en el significado que se le da al ambiente desde la perspectiva urbana se suele separar al ambiente natural del construido generando contradicciones en la planeación que en lo social busca áreas para desarrollo y para lo cual el sistema ecológico es una limitante.

Sin embargo, al contemplar toda la problemática dentro del mismo socio ecosistema, podemos encontrar puntos en los que los conflictos nos afectan a todos como conjunto, y una solución para la falta de conexión ecológica puede mejorar el ambiente urbano, de la misma manera en que mejorar la imagen urbana a través del uso de vegetación puede servir a distintas especies para encontrar refugio y alimento.

Vincular el entendimiento del ecosistema con la calidad de vida¹ de los habitantes desde el punto de vista físico, psicológico y social, es el punto de partida para la aplicación de una propuesta de rehabilitación en la que una serie de acciones que en principio podrían parecer simples, puedan detonar el interés a todos los niveles por el entorno natural al mismo tiempo que la naturaleza recupera territorios y procesos que en el largo plazo serán un beneficio para todos.

En este capítulo, se detallan las diferentes estrategias y posibilidades de intervención teniendo en consideración que su aplicación requiere de un análisis de cada caso en particular y el desarrollo de proyectos formales.

3.1 INTERVENCIONES URBANAS

A nivel urbano en el caso de estudio, las oportunidades de intervención para la recuperación de las conexiones entre las áreas naturales que ofrece la traza son muy limitadas, sin embargo, existen diferentes estrategias que se utilizan en el diseño ecológico para permitir el intercambio y dar la oportunidad al ecosistema de retomar algunas relaciones que, si bien no son las más adecuadas a nivel ecológico, pueden ser alternativas viables con base en el contexto urbano existente.

La persistencia de mamíferos en la zona de estudio es un buen indicador de que el ecosistema tiene posibilidades de conservación y tomándolos como referencia, las propuestas de intervención deben estar enfocadas a reducir los riesgos que estos animales enfrentan y brindarles un medio seguro para subsistir en armonía con el medio urbano.

Para hablar sobre las intervenciones urbanas necesarias para vincular las áreas naturales, tomo como referencia a la ecología del paisaje mediante la cual se hizo el análisis de la degradación del ecosistema y el diseño ecológico, a través del cual se interpreta el medio urbano desde la perspectiva de la naturaleza.

Al hablar de diseño de espacios abiertos existen dos vertientes, el diseño formal, el cual es controlado, urbano, estético y exótico que provoca sobrecostos de mantenimiento y es apli-

cable solo en áreas pequeñas y el diseño ecológico, un diseño natural, orgánico, silvestre y nativo, aplicable en grandes extensiones y con distintos fines.

El diseño ecológico, según López de Juambelz, es “el diseño de la naturaleza asistido por el hombre, que permite la expresión estética de la estructura de la comunidad vegetal en relación a los factores abióticos imperantes en el sitio, que posibilita la expresión del azar y en el tiempo el enriquecimiento de la diversidad, el cumplimiento de los ciclos y procesos naturales, acelerando la maduración de la comunidad” [LÓPEZ, 2008: 336]² es una transformación del espacio mediante el uso de elementos naturales que pretende restablecer las bases de la fisonomía del ecosistema y ser a la vez una expresión estética en la que participan el ser humano y la naturaleza.

Entre sus objetivos, hay dos que son de especial interés para esta investigación, primero, generar conexiones entre las áreas naturales para posibilitar el flujo de especies y la viabilidad del ecosistema, y segundo, conectar los aspectos físicos del ecosistema con los aspectos culturales de la ciudad y su población; tomando esto como base, a continuación, se presentan las estrategias de intervención urbana referentes a este caso de estudio.

3.1.1 ARBORIZACIÓN URBANA E INFRAESTRUCTURA

Como se muestra en los mapas urbanos del capítulo anterior, la mayoría del caso de estudio se encuentra ocupado por una matriz urbana muy densa en la que parece imposible recuperar algo del sistema ecológico que le precede, sin embargo, de la misma manera, estos espacios son los que más requieren de mejoras ambientales y en los servicios que les brinda la ciudad.

En las zonas más densamente construidas donde no existen áreas verdes se consideran dentro de la propuesta todos los espacios abiertos, parques, plazas y calles que no solo integran la imagen urbana sino también articulan e integran el paisaje y se analizan las coincidencias entre el análisis ambiental y urbano que muestran posibles áreas de inundación con el fin de encontrar soluciones.

2 Op. cit.

Los rasgos que distinguen al espacio público y la percepción que se tiene de este, le asigna una identidad propia a la ciudad, de la cual derivan muchas de las actividades y conductas de la población ante estos espacios y en general frente a las áreas y elementos naturales.

Al definir el orden en que se presentan las propuestas de intervención, se sitúa la arborización urbana en primer puesto debido al impacto real que esta estrategia puede tener no solo en el mejoramiento de la imagen urbana y su percepción, sino también como parte del planteamiento ecológico de reestablecer conexiones entre las áreas naturales y en el aspecto ambiental al proporcionar elementos para reducir los conflictos urbano ambientales presentes en las zonas más densamente construidas como lo son las islas de calor e inundaciones, que a su vez podrían requerir proyectos puntuales para mejorar la infiltración de agua al subsuelo como lo serían los pozos de absorción.

La arborización no significa simplemente llenar de vegetación los espacios disponibles, para que esta sea efectiva se requiere de un análisis de las dimensiones de cada espacio y las posibilidades de diseño además de hacer corresponder la propuesta con las características ambientales de la zona en un análisis similar al hecho con los módulos de plantación.

Así, quedando sobreentendido el uso de vegetación nativa en sus diferentes formas biológicas y la manera de resolver un módulo de plantación utilizando las dimensiones estándar de cada especie de acuerdo con sus requerimientos de suelo, luz solar y agua, para definir la propuesta se procede al diseño de cada caso en particular.

Las zonas de aplicación varían en función de la infraestructura con la que cuenta cada colonia considerando ancho de calles y banquetas, presencia de camellones y glorietas así como de zonas arboladas y con base en esta información se desarrollan las propuestas aplicables a las diferentes zonas variando la vegetación en función de la altitud y las características ambientales dominantes, es importante el manejo consciente de la estructura de la comunidad vegetal que se vuelve a la vez elemento de diseño estético y ecológico.

De este diseño se espera la obtención de beneficios ambientales, ecológicos y sociales como se muestra a continuación [FIGURA 35].

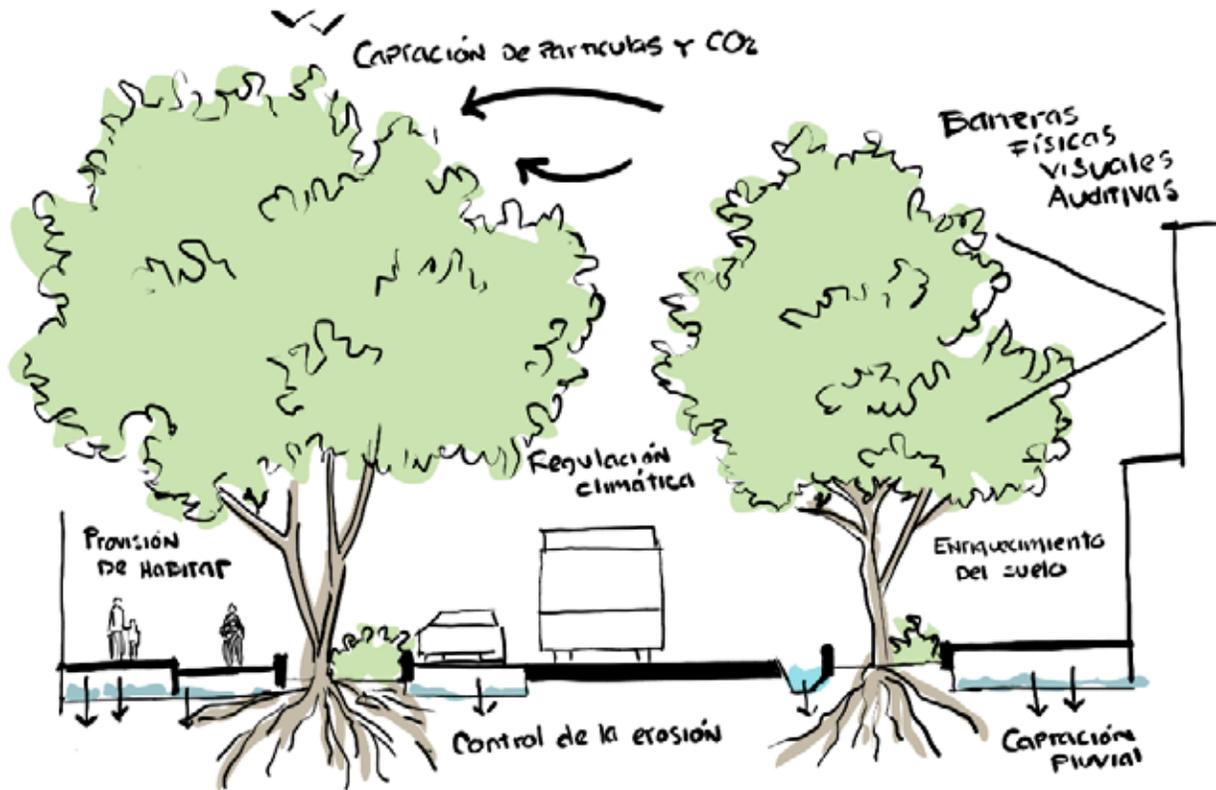


Figura 35. Propuesta de Arborización urbana. Elaboración propia

FUNCIONES AMBIENTALES

- Barreras físicas, visuales, auditivas y contra vientos
- Captación de partículas suspendidas y Dióxido de Carbono
- Infiltración de agua al subsuelo
- Control de la erosión y estabilización de taludes
- Regulación de temperatura y humedad

FUNCIONES ECOLÓGICAS

- Provisión de hábitat y recorridos para la fauna nativa
- Enriquecimiento del suelo
- Protección de cuerpos de agua

FUNCIONES SOCIALES

- Aporte cultural y simbólico / sentido de pertenencia
- Aporte al bienestar físico y psicológico
- Áreas de esparcimiento y recreación

Como ejemplo de esto, en las siguientes imágenes [FIGURA 36, 37 Y 38] se ilustran tres diferentes diseños de calles dependiendo del espacio disponible para intervenir con esta propuesta, la cual se complementaría con la instalación de pozos de absorción para reducir el riesgo de inundación y recuperar la infiltración de agua al subsuelo

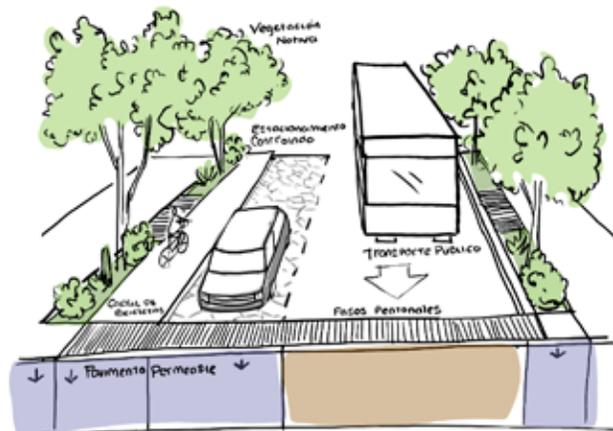


Figura 36. Arborización en calles amplias de 1 solo sentido con transporte público, Elaboración Propia

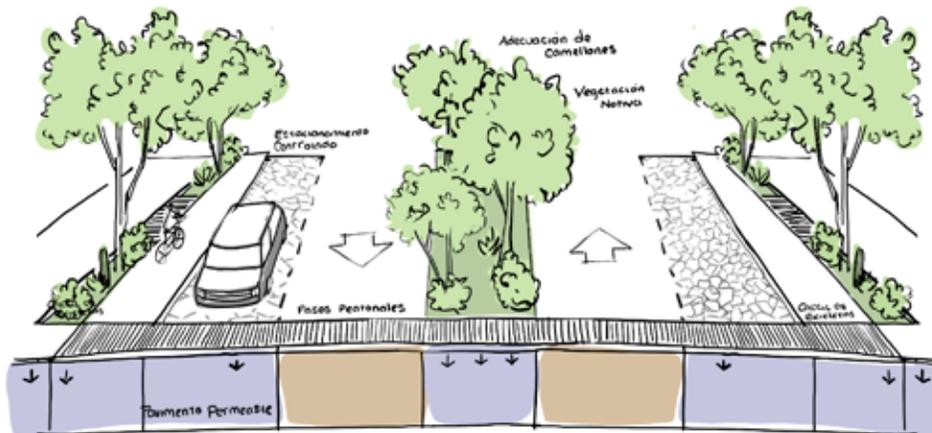


Figura 37. Arborización en calles amplias con camellón. Elaboración Propia

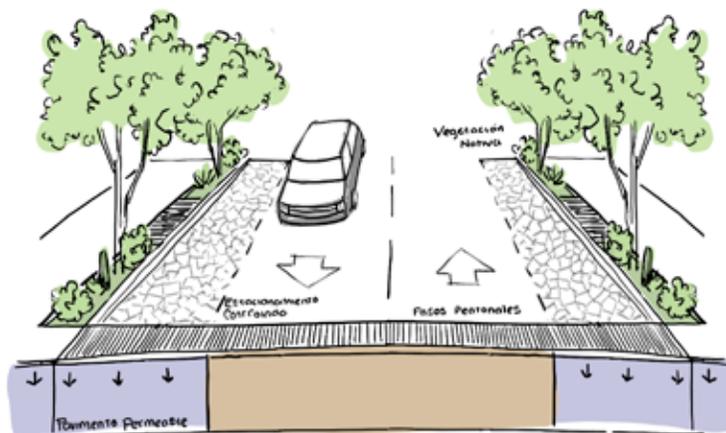


Figura 38. Arborización en calles de 2 sentidos. Elaboración Propia

3.1.2 CORREDORES ECOLÓGICOS

Por definición, los corredores ecológicos son áreas lineales continuas que sirven de conexión entre parches de ecosistema, estos pueden ser ríos, arroyos o barrancas entre otros siempre y cuando cuenten con las condiciones para promover la movilidad de flora y fauna, entre estos los de mayor calidad suelen ser los ríos que atraen a la fauna y distribuyen semillas en su recorrido, y son de menor calidad los corredores discontinuos o con obstáculos infranqueables.

Por otro lado, al hablar en este caso de un matriz urbana, los corredores pueden constituirse por camellones o parques lineales que sirvan de conexión entre áreas naturales y cuenten con las características necesarias para la movilidad ecológica.

Para esto, es necesario considerar las características de la fauna a la que van dirigidos, la cual como vimos anteriormente, es variable dependiendo de las características del área a considerar, sin embargo, aun siendo considerablemente diferentes, siendo algunas más aptas para habitar la ciudad que otras, tienen en común ser de talla pequeña a mediana, por lo que en lo general no se requieren intervenciones mayores.

De estos animales, hay algunos arborícolas, otros que utilizan escondites en la piedra, con hábitos diurnos o nocturnos, con diferente tasa de fertilidad y algunos que sería preferible que no atravesaran zonas urbanas, para cada caso existen pautas de diseño establecidas que se deben retomar para cada caso particular en concordancia con la diversidad y abundancia de fauna de cada espacio y priorizando el uso de vegetación nativa.

Es importante recalcar que los recorridos originales de la fauna local ya han sido obstruidos y modificados prácticamente en su totalidad, obligando a los animales a atravesar zonas pobladas, en este sentido, las intervenciones a realizar responden necesariamente a las características de la traza urbana y las posibilidades reales de conectividad entre las áreas naturales para generar corredores que si bien no son lo ideal a nivel ecológico, en su aplicación brindarían una oportunidad de intercambio donde hace tiempo no ha existido nada orientado al mismo fin.

Del análisis urbano del caso de estudio surgieron algunas áreas de oportunidad para la implementación de conexiones entre las áreas naturales, estas son en su mayoría adecuaciones de calles y camellones para facilitar el tránsito e intercambio de la fauna local.

Para proceder con la propuesta, se utilizó como base el plano de usos de suelo en el que se muestra únicamente el equipamiento urbano, espacios abiertos y áreas naturales para tener una idea general de los espacios que pueden o no ser incluidos en corredores.

En este mapa [FIGURA 39] que se trabajó a partir del estudio de la imagen aérea tomada de Google Earth se subrayan las calles que por sus características no solo formarían parte de la propuesta de arborización, sino que tienen el potencial de ser las principales conexiones entre áreas naturales a través de una intervención mayor.

Para estos casos se definió el uso y carácter más viable, separando la propuesta en calles que por sus características solo se tiene la oportunidad de cambiar el pavimento por roca volcánica que a su vez modere la velocidad vehicular, funcione como superficie permeable y de oportunidad a la fauna de atravesarlas con comodidad, por otro lado, las calles amplias con camellones cuyo tratamiento puede servir tanto para los peatones como para la fauna nativa y por último, las calles que bien podrían alojar únicamente tránsito vehicular local reduciendo los obstáculos para la fauna, considerando pasos exclusivos para peatones y limitando tanto el acceso como la velocidad vehicular.

Sin embargo, hay puntos dentro de la propuesta de corredores en los que una intervención de estas características es insuficiente, ya que imposibilita la conexión entre áreas naturales. Estos puntos corresponden a las vialidades de mayor importancia dentro del caso de estudio y sus intersecciones que, incluso para los peatones, carecen de un diseño efectivo para permitir el tránsito cómodo y seguro para atravesarlas.

Estos puntos se muestran en el mapa [FIGURA 39] y requieren de un acercamiento más exhaustivo para generar una propuesta de corredores efectiva para la conexión del ecosistema con pasos de fauna que libren estos obstáculos.

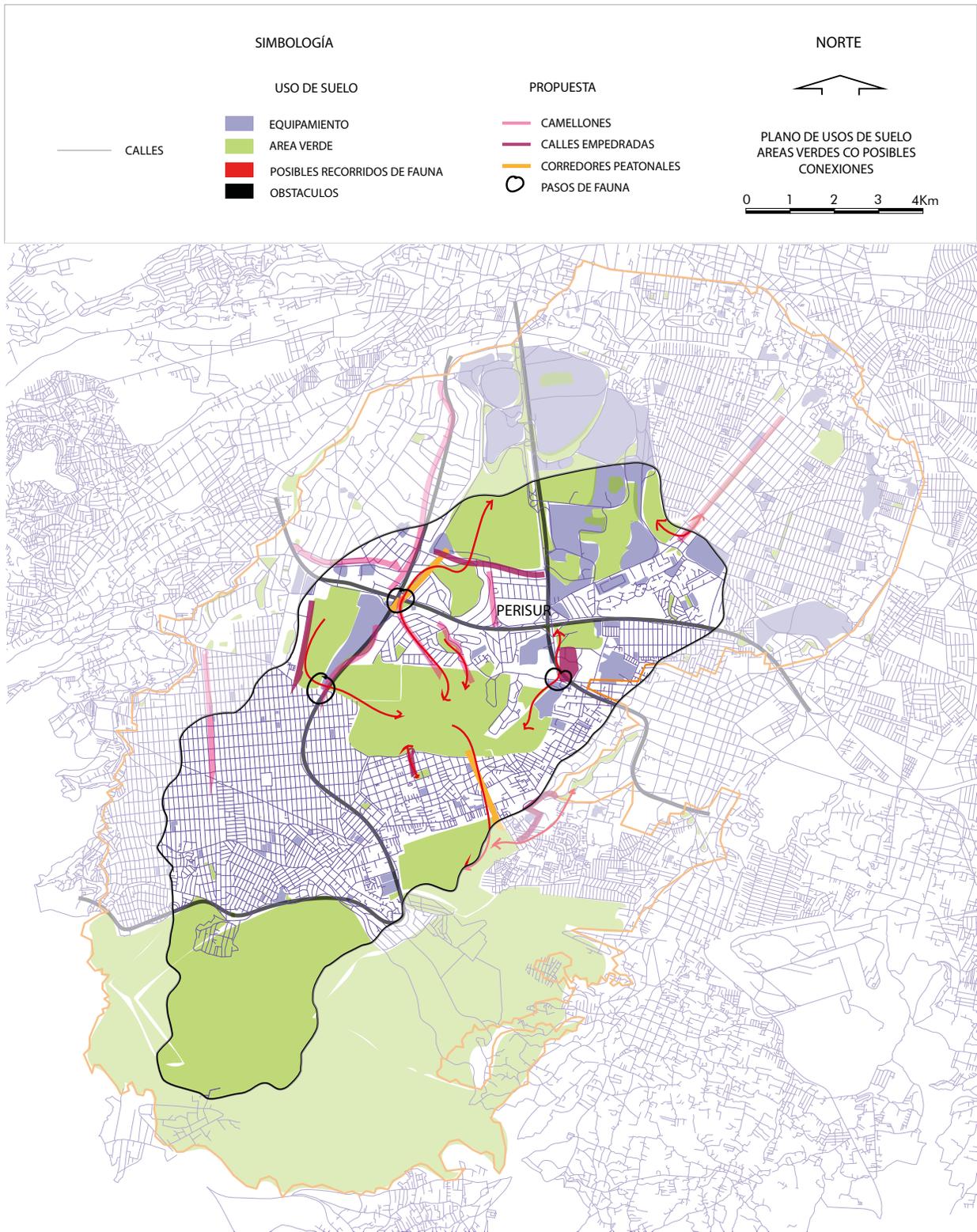


Figura 39. Plano de Posibles conexiones polígono de estudio. Elaboración propia a partir de los planes de desarrollo urbano de Tlalpan, Coyoacan y Álvaro Obregón

3.1.3 PASOS DE FAUNA

Los pasos de fauna son soluciones importantes y necesarias destinadas a la seguridad y viabilidad de las especies nativas de un ecosistema para preservarlas del peligro que supone el tráfico de vehículos, teniendo en cuenta la variedad en la vida silvestre y su distribución, cada paso sirve a diferente fauna, y por tanto tiene también diferentes problemas a resolver.

Para su implementación se deben estudiar rigurosamente ambos lados del trazado vial, tanto para encontrar las posibilidades de intervención como para asegurar que la instalación de estos pasos será efectiva en el largo plazo.

Estas intervenciones requieren la participación de diversos actores para su realización, ya que implican una mayor inversión, sin embargo, las especies nativas y endémicas de este ecosistema y en especial las amenazadas, ameritan que no se escatime ningún medio para garantizar su preservación.

En conjunto, la arborización urbana y la propuesta de corredores crean la posibilidad para la fauna de transitar más fácilmente entre algunas áreas naturales, sin embargo, las disecciones que se muestran en el mapa que corresponden al Anillo Periférico, Avenida Insurgentes Sur y el Blvd. Picacho Ajusco son barreras muy rígidas que segmentan el caso de estudio.

Al reconocer en la traza estos obstáculos, que en la actualidad limitan por completo el tránsito de fauna, se buscaron soluciones análogas que se utilizan en contextos similares a nivel internacional y se encontró que la única solución viable son los pasos de fauna específicos para pequeños mamíferos y de acuerdo al obstáculo a librar, se consideraron diferentes alternativas entre ecoductos, pasos entre árboles y túneles para fauna, los cuales se ilustran y describen más adelante [FIGURA 40, 41 Y 42].

Como se mencionó anteriormente, es necesario un estudio detallado y riguroso de cada caso, en este trabajo se habla de las posibilidades más viables ecológica y ambientalmente, sin embargo, no se especifica un proyecto técnico ni la ubicación exacta ya que en su implementación debe librar los probables conflictos con las propiedades privadas aledañas.



Figura 40. Propuesta urbana Carretera Picacho Ajusco. Elaboración propia a partir de la imagen extraída de Google Earth.



Figura 41. Propuesta urbana Carretera Picacho Ajusco y Periférico. Elaboración propia a partir de la imagen extraída de Google Earth.



Figura 42. Propuesta urbana Avenida de los Insurgentes Sur. Elaboración propia a partir de la imagen extraída de Google Earth.

Como primer caso, en la [FIGURA 40] se muestra un ecoducto, ésta es una solución que comúnmente se utiliza para librar obstáculos como carreteras que se construyen atravesando áreas naturales y que se consideran un peligro para la fauna que no tiene más opción que exponerse al tránsito vehicular para cruzarlas.

En este caso, se propone como la opción más viable debido a que generaría la conexión entre las dos áreas naturales de mayor superficie, las cuales se encuentran aisladas a pesar de estar relativamente cerca. En solo una pequeña sección se encuentran separadas únicamente por la carretera al Ajusco que como se muestra en la imagen cuenta con tres carriles en cada sentido y un camellón de ancho variable que no es ocupado para el tránsito peatonal, en lo que resta de este borde de mayor cercanía entre ellas, se encuentran propiedades abiertas y arboladas que bien podrían incluirse en la propuesta.

Como segundo caso [FIGURA 41], se muestra una posibilidad de paso aprovechando los puentes de periférico en sus intersecciones con la carretera al Ajusco y la Av. Insurgentes, aquí la propuesta es generar túneles para fauna que a su vez requerirían de la delimitación de los senderos peatonales y las áreas que representan peligro para los animales.

El Anillo Periférico en estas zonas tiene el nivel principal, segundo piso y el bajo puente de las intersecciones, por lo que no existe ninguna otra opción viable para generar esta conexión, y a pesar de parecer que no existe una relación posible con las áreas naturales, en conjunto con la propuesta de corredores genera una ventana de oportunidad para recuperar el tránsito de especies entre estas áreas.

Por último, en la [FIGURA 42] la propuesta muestra la posibilidad de implementar pasos entre árboles en todos los casos donde las vialidades no permitan otras opciones, ya sea por su dimensión, por ser vías rápidas o por ser necesaria una solución complementaria a la intervención de calles y camellones planteada anteriormente.

Estos pasos por sus características son de utilidad principalmente a animales arborícolas, sin embargo, no se descarta la posibilidad de que algunos roedores y reptiles puedan verse beneficiados al ser considerados en el diseño e implementación de cada caso.

3.2 ESTRATEGIAS ARQUITECTÓNICAS

Del análisis urbano y ambiental, se pueden sacar diversas conclusiones dependiendo del problema que se busque solucionar y la manera de abordarlo. En el punto anterior, las propuestas estaban encaminadas a la mejora ambiental a nivel urbano y la conexión de las áreas naturales para recuperar el sistema ecológico. Y en este punto al hablar del aspecto arquitectónico de la propuesta me refiero a la búsqueda de soluciones en dos sentidos, primero en cómo se puede adecuar todo lo que ya está construido para ser menos agresivo con el ambiente y segundo, en cómo el diseño de los espacios tanto al interior como al exterior de las áreas naturales puede influir en la manera en que estos se perciben, otorgándoles un nuevo valor y motivando el interés por su conservación.

Dentro de estas estrategias se propone la aplicación de una visión Integral del objeto de estudio mediante la cual se concibe el entorno como una totalidad en la que quedan incluidas las distintas escalas de acción: desde el plan urbano estructurado hasta el diseño particular de vivienda, de manera que se posibilite el planteamiento de vías de conexión alternativas entre las áreas naturales que contribuyan a mejorar la relación socioambiental.

Las características ambientales de la zona en contraste con la ocupación urbana sacan a relucir áreas de acción relacionadas con la permeabilidad del suelo y la presencia de vegetación en las distintas zonas del caso de estudio. En la siguiente página, presento un mapa de permeabilidad del suelo [FIGURA 66] hecho a partir de una imagen aérea en alto contraste donde se evidencian las diferencias en la densidad de construcción y se puede observar también cierta influencia de las áreas naturales en el área urbana que las rodea.

Este mapa, en conjunto con el análisis urbano y ambiental mostrado en el capítulo anterior, se utiliza como base para la generación de propuestas en las que se establece la diferencia entre áreas de aplicación desde el aspecto arquitectónico, que en este caso dependerían de la iniciativa gubernamental, políticas públicas y programas sociales de apoyo para su materialización.

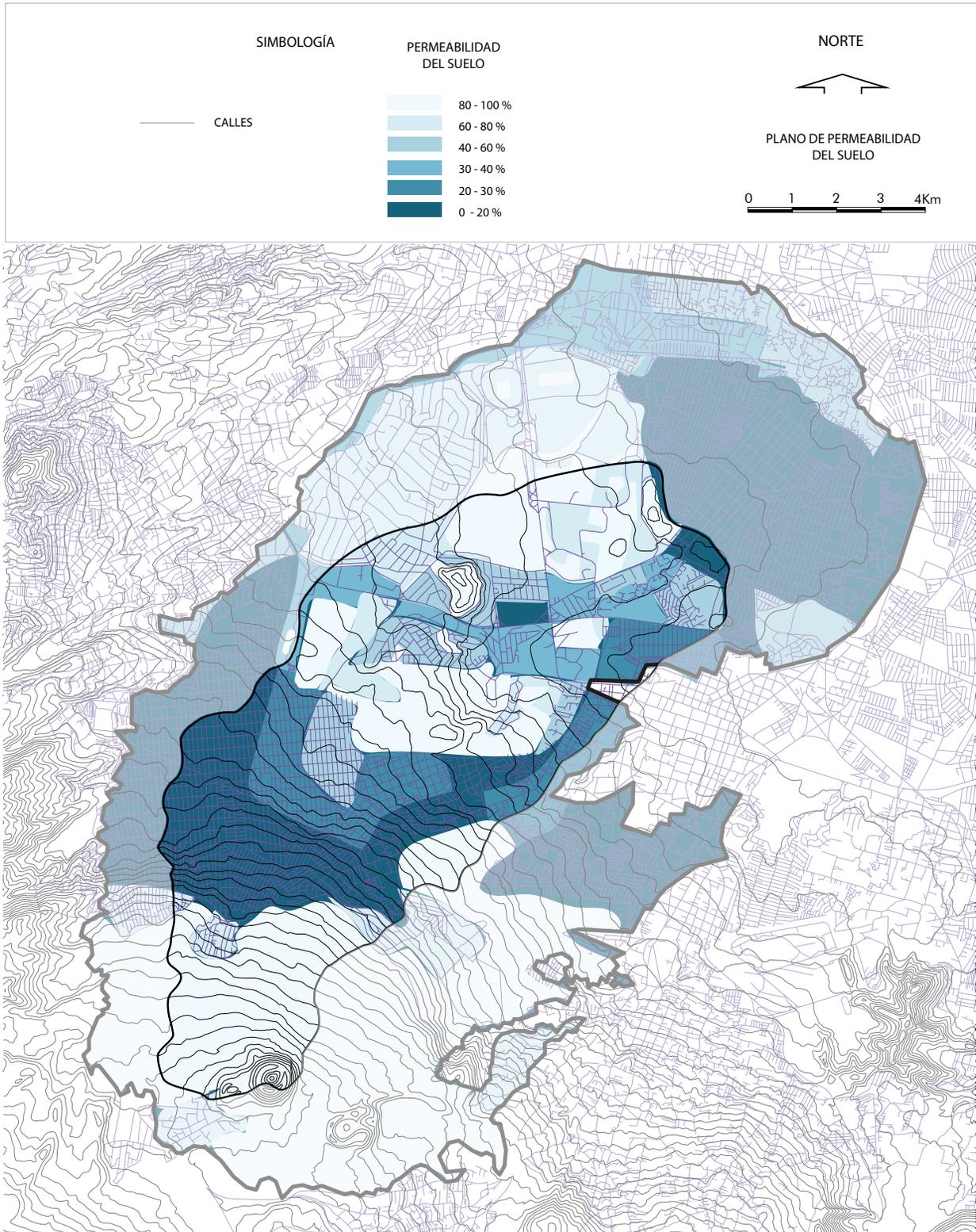


Figura 43. Plano de Permeabilidad del suelo en el polígono de estudio. Elaboración propia a partir de la imagen aérea y el plano topográfico y urbano de INEGI.

3.2.1 RECOMENDACIONES GENERALES PARA VIVIENDA

Para generar estrategias arquitectónicas, se decidió enfocar el análisis exclusivamente a la vivienda que es el uso de suelo dominante en la totalidad de caso de estudio, sin embargo, este es un campo de acción muy heterogéneo, encontrando distribuidas tanto casas unifamiliares, como residencias, condominios y edificios de altura variable ya sea agrupados en conjuntos habitacionales o como desarrollos inmobiliarios puntuales [FIGURA 44].



Figura 44. Vista area de la intersección entre Fuentes del pedregal, Lomas del Pedregal, Popular Santa Teresa y la unidad de Pemex. Imagen tomada de Google Earth.

Por esta razón, se decidió generalizar la tipología de vivienda dentro de tres categorías: Autoconstrucción, Conjuntos Habitacionales y Residencial; según el análisis hecho anteriormente, las cuales se zonifican en el mapa de la pagina siguiente [FIGURA 45]. La zona más densamente construida según los usos de suelo que coincide con el área de menor permeabilidad, recibe el nombre de ZONA 1 en color vino, las áreas donde predominan los conjuntos habitacionales verticales con una permeabilidad intermedia son la ZONA 2 en color rojo y las áreas residenciales con jardines y una proporción mayor de área permeable se denominan ZONA 3 en color naranja.

El tratamiento de cada zona es distinto, por lo que se aborda la problemática siendo consciente de las limitaciones que presenta cada una empezando por la ZONA 1 [FIGURA 45] en la que la relación urbano ambiental es más pobre, y las estrategias buscan la adecuación de la vivienda construida para mitigar el problema de permeabilidad del suelo y falta de vegetación que presentan y si es posible aportar espacios transitables para la fauna local.

Así, la propuesta se enfoca a la reducción del volumen y velocidad de las precipitaciones pluviales, de manera que se involucre a cada vivienda en la solución de la problemática urbana provocada por las inundaciones en distintos puntos del caso de estudio.

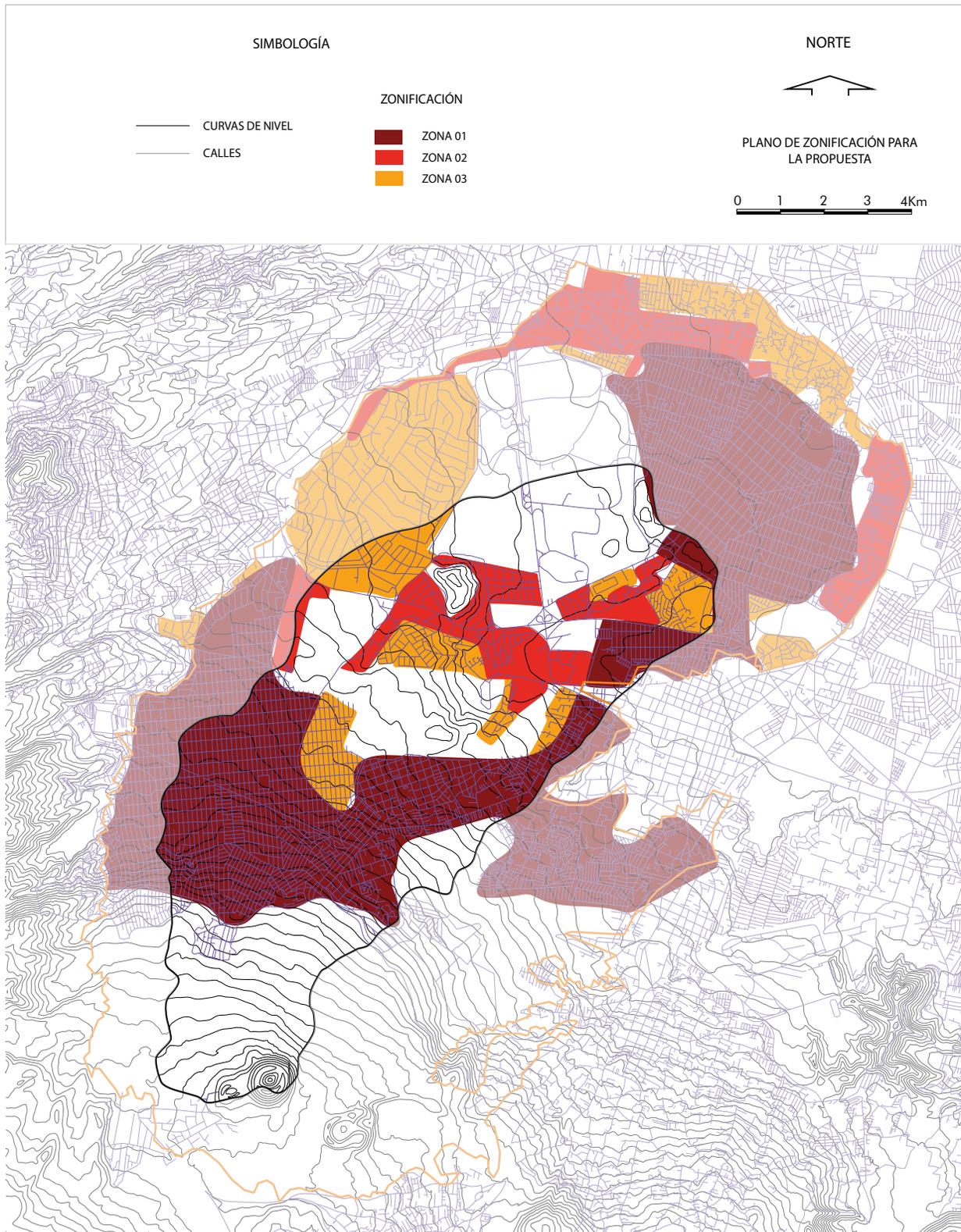


Figura 45. Plano de Zonas Diferenciadas en el polígono de estudio. Elaboración propia a partir de los planes de desarrollo urbano de Tlalpan, Coyoacan y Álvaro Obregón

Las estrategias se centran en la utilización de vegetación en azoteas y áreas libres, huertos urbanos y jardines con plantas nativas resistentes a la sequía que capten dióxido de carbono de manera eficiente y al mismo tiempo retarden y reduzcan el volumen de la escorrentía y en los casos en que sea posible, contar con pozos de absorción, cisternas de agua pluvial o fosas sépticas para aprovecharla, lo que en conjunto con la propuesta urbana se percibiría como una totalidad.

Para esta zona, como se ilustra a continuación [FIGURA 46] se plantean 3 grupos de beneficios que van desde el entorno general hasta el interior de las viviendas. Primero, la reducción de las inundaciones, segundo la posibilidad de ofrecer vías alternativas a la fauna y tercero, el mejoramiento ambiental de cada inmueble donde se apliquen al tener las virtudes de fomentar la evapotranspiración que lleva a la humidificación del aire, reducir las islas de calor y los impactos que genera en lo psicológico la presencia de vegetación.



Figura 46. Beneficios de la adaptación de la vivienda a las condiciones ambientales. Elaboración Propia

En síntesis, en la ZONA 1 de intervención las estrategias de arborización urbana y adaptación de la vivienda tienen como fin mejorar la imagen urbana y con ello a relación urbano ambiental, fortalecer el vínculo de la sociedad con su entorno y así el respeto y las actitudes responsables con el ambiente, reducir en gran medida el problema recurrente de inundaciones y las afectaciones viales que esto genera, y crear un ambiente más amigable tanto para la población como para la biodiversidad que habita estos espacios.

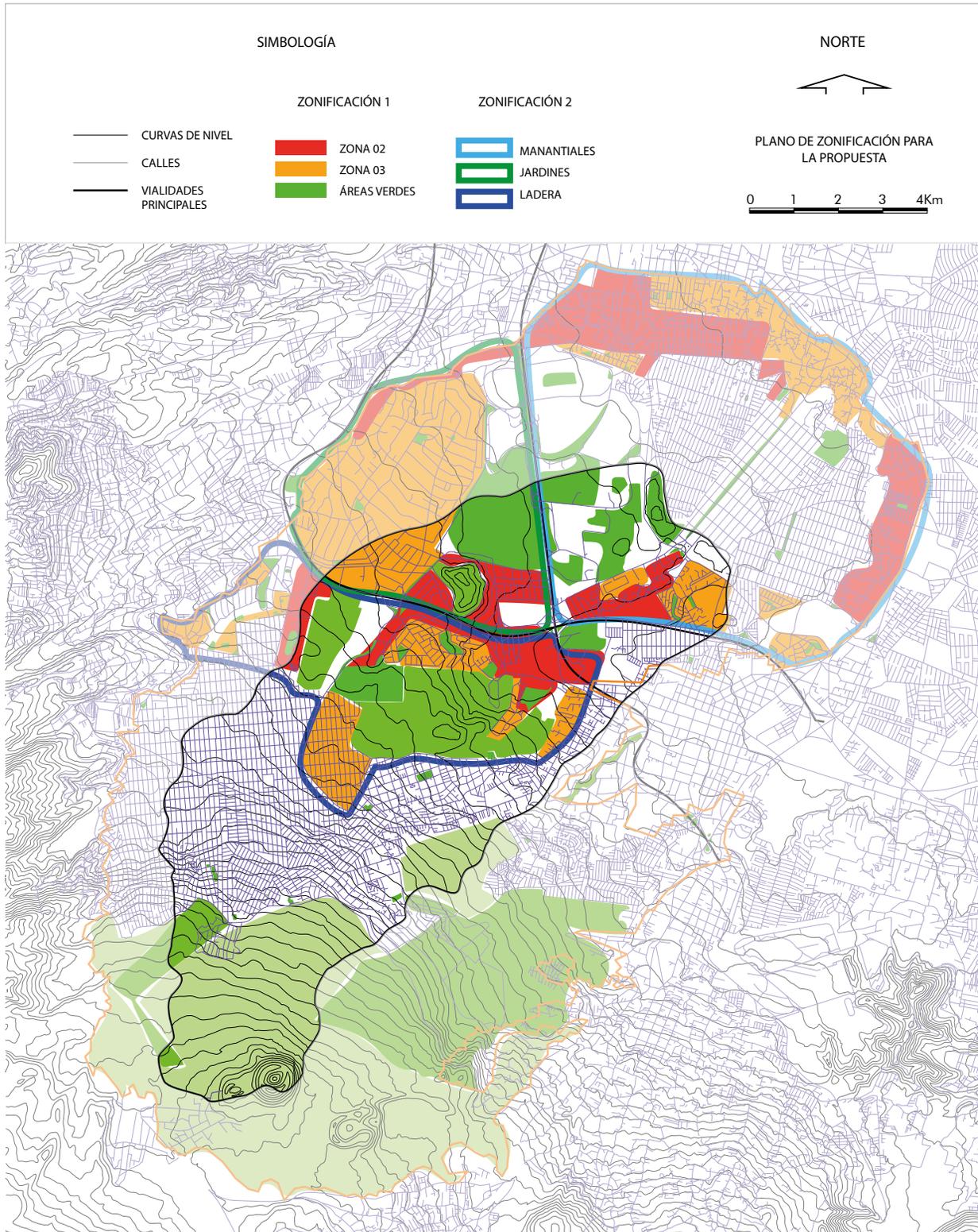


Ilustración 47. Plano de Zonas Diferenciadas en el polígono de estudio. Elaboración propia con referencia al análisis ambiental y urbano

En cuanto a las zonas 2 y 3 y de intervención [FIGURA 45] las cuales cuentan con más área permeable y su relación con áreas verdes es más adecuada, se utilizó el análisis geográfico para dividir el caso de estudio de acuerdo con las cualidades del terreno.

En esta división, se enfatizan las diferencias ambientales manteniendo la zonificación anterior, pero sin limitar la implementación de las estrategias correspondientes a las zonas iluminadas, sino invitando a que en los casos en los que exista la posibilidad, se plantee la intervención de todos los espacios susceptibles a ser incluidos.

En este mapa [FIGURA 47] en relación con el análisis ambiental, se plantea la división del caso de estudio en tres zonas, primero la más baja al norte del plano que recibe el nombre de MANANTIALES por sus características contaba con brotes de agua filtrada por la roca volcánica que en dado caso podrían recuperarse, al ser un área de matorral los árboles son menos frecuentes y la reforestación debe considerar una paleta vegetal distinta a otras áreas, en esta zona, se consideran conjuntos habitacionales de densidad media con un porcentaje de superficie permeable de entre el 40 y 50%, las estrategias que se sugieren son la utilización de vegetación nativa en jardinería lo cual reduciría los costos de mantenimiento y daría espacio a la recuperación de espacios por los animales locales.

Segundo, en la parte media, lo cual corresponde a jardines del pedregal, la tendencia de jardinería dominante guarda poca relación con el ecosistema que le antecedió, por lo que la propuesta de intervención es la implementación de una paleta vegetal ad hoc que de oportunidad a la fauna nativa de reconocer y reestablecer conexiones entre las áreas naturales como una especie de corredores ecológicos que atraviesen la traza urbana, se recomienda la utilización de materiales permeables en pavimentos y la recolección de agua, esa la zona de JARDINES.

Por último, al sur del mapa la altitud tiene una variación mayor por lo que se le denominó LADERA; un problema recurrente es la velocidad y el cauce que se forma en temporada de lluvias sobre las vialidades, además de las inundaciones, por lo que la propuesta va encaminada como en los casos anteriores a la utilización de materiales permeables en áreas

pavimentadas, haciendo énfasis en la reducción del volumen de agua que se acumula en la vía pública, se recomienda la implementación de pozos de absorción y cisternas de agua pluvial y de igual manera, la reforestación y el uso en jardinería de especies en concordancia con las características del suelo.

En la siguiente imagen [FIGURA 48] se ilustra la división del área de estudio según las características ambientales dominantes, la parte más alta, etiquetada como ladera muestra donde sería ideal que el agua pluvial fuera infiltrada por la roca un área densamente construida, al igual que la parte más baja donde el agua proveniente de zonas más altas aflora contaminada.

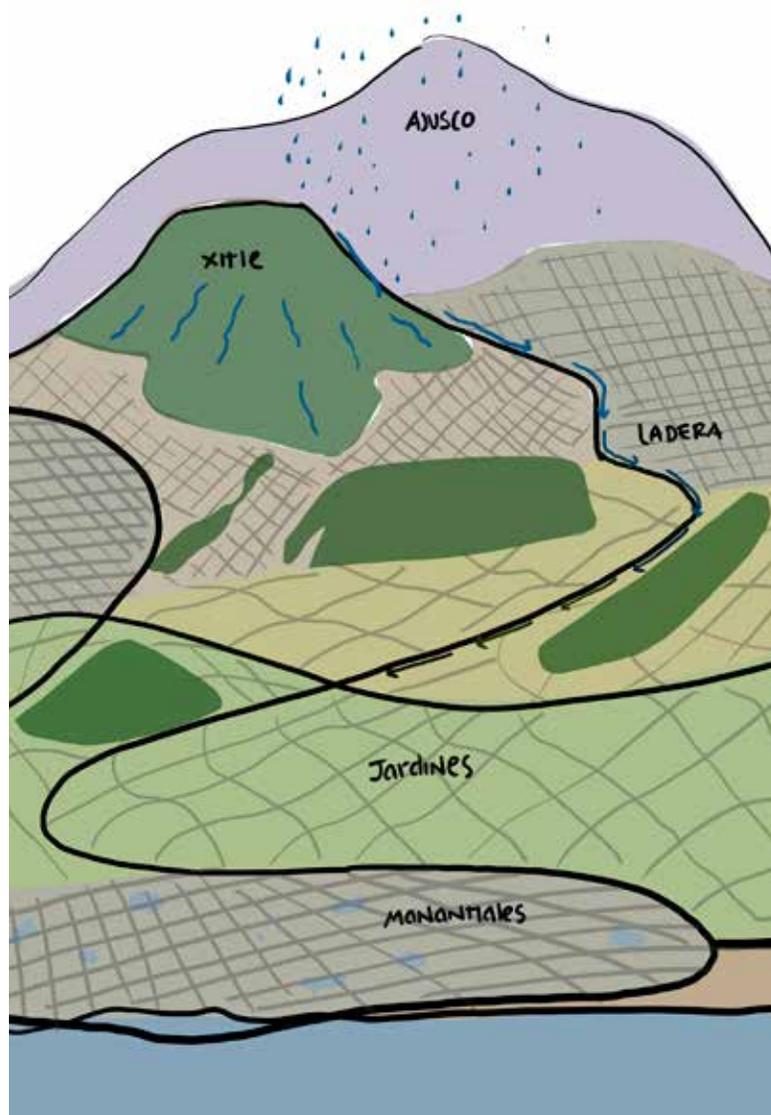


Figura 48. Ilustración de la división del área de estudio. Elaboración Propia

3.2.2 DISEÑO Y PERCEPCIÓN DE LAS ÁREAS NATURALES

Con todo lo anterior se ha abordado la situación que enfrentan las áreas naturales hacia el exterior, sin embargo, no podemos olvidar que, al interior, estos espacios también enfrentan riesgos que en la actualidad los mantienen en un proceso de deterioro gradual a consecuencia de acciones puntuales en las que recaen sus usuarios.

Las áreas naturales en este caso de estudio específico, son en su mayoría, espacios abiertos al público en horarios restringidos en los que se pueden realizar diversas actividades, como caminatas y reuniones al aire libre, las condiciones que enfrenta cada una son particulares y su estado de conservación es variable.

Al incluirlas dentro de la propuesta, lo ideal sería establecer un vínculo entre todas ellas ofreciendo la posibilidad de acceso con las debidas restricciones y garantizar la protección de las zonas núcleo donde se conservan las características y propiedades del ecosistema.

Para reducir las amenazas que enfrentan las áreas naturales la estrategia tiene el enfoque de la psicología ambiental, enfatizando el papel de la señalización, la delimitación de las áreas transitables y los elementos arquitectónicos focalizados para mejorar la legibilidad del espacio.

Para producir un cambio social en la percepción del ambiente natural, también es necesario verlo desde un enfoque psicológico, porque al situar al ser humano en el centro del diseño, las variables del estudio son distintas y el ambiente se entiende como aquellas condiciones físicas (incluyendo las del medio natural y el construido) y sociales en las que el ser humano se comporta y con las que se relaciona.

Atender aspectos psicológicos puede contribuir a involucrar a la población en la conservación ecológica es una prioridad, la naturaleza por sí misma no puede otorgarse un valor, ya que éste nace a partir de lo que como sociedad percibimos de ella y una parte importante es el contenido estético y las sensaciones y emociones que estos espacios provocan.

Y es aquí donde los requerimientos del ecosistema se juntan con las preferencias humanas para promover la conservación ecológica a través de un modelo que involucre a la población en el diseño de ambientes que promuevan la apreciación estética de la naturaleza.

Visto desde la psicología, el estudio de la influencia del diseño ambiental sobre las conductas humanas se aborda desde la postura del probabilismo ambiental, la cual postula que esta relación depende de variables que adquieren valor según la situación. Así, “**dado un individuo A, con atributos constitucionales y genéticos a, b y c, que actúa en un ambiente X, con características d, e y f, y una motivación general M, muy probablemente se comportará de manera Z**” [PORTEOUS, 1977 CITADO EN ROTH]. De tal manera que en ningún momento existe la certidumbre total, sino más bien una probabilidad de que se presente o no una conducta para la cual existe la influencia de variables desde distintas disciplinas ajenas a la psicología, que en este caso incluyen la arquitectura y la ecología entre muchas otras.

De esta manera, llegamos al diseño ambiental, el cual postula que, aunque es imposible determinar la conducta de los individuos al enfrentar estímulos ambientales impuestos, sí es posible supeditar ciertas acciones según condicionantes psicobiológicas así como los parámetros que como sociedad ya tenemos asimilados.

En las áreas naturales, los elementos de diseño corresponden a los alcances de la arquitectura: los cambios en la disposición espacial, iluminación, color, ruido o temperatura pueden provocar diferentes respuestas en los usuarios y generar nuevos patrones de conducta de la misma manera que las experiencias positivas o negativas con el ambiente pueden promover actitudes hacia éste.

Las variables que envuelven esta relación son incontables, el contexto social, económico y cultural influyen activamente en las prioridades humanas, sin embargo, el apego a la ley, la percepción de beneficio personal, el sentimiento de ser benefactor, la búsqueda de mejores condiciones para una nueva generación, entre otras pueden ser el motor para un cambio de paradigma.

Todas las ventajas que conlleva contar con áreas naturales en la ciudad pueden ser un incentivo para generar conductas proambientales siempre y cuando estas sean visibles para su población, el reconocimiento del problema es el primer paso y para lograrlo, la implementación de medidas para rehabilitar el sistema socio ecológico puede ser un ejemplo valioso para dar a conocer las áreas naturales y su importancia.

Por otro lado, para mejorar la legibilidad espacial al interior de las áreas naturales, empezaré por explicar a qué me refiero con este concepto; la legibilidad como al hablar de un texto, se refiere a la facilidad con que se pueden reconocer sus partes para hacer una lectura adecuada, y en qué manera se puede comprender e interpretar la serie de símbolos que lo expresan de la manera en que fue diseñado.

En el caso del espacio, ya sea este un entorno urbano o natural, la lectura que se le da depende en cierta medida de la interpretación personal que a su vez está condicionada socialmente, sin embargo, como se mencionó antes, al diseñar y manipular un ambiente determinado, se observa con un enfoque probabilista desde el cual es posible encontrar patrones de comportamiento que sirven para determinar los objetivos de la comunicación.

La legibilidad espacial nos permite ubicarnos, reconocer y crear caminos y discernir entre ellos según sea el objetivo, y del mismo modo, da herramientas al diseño ambiental para etiquetar ciertas acciones como restringidas o prohibidas así como diferenciar áreas según su uso y capacidad.

De esta manera, todos los elementos del entorno se vuelven parte del diseño ambiental y tienen un papel en la interpretación que se hace del espacio.

Los elementos con los que se puede trabajar en las áreas naturales van de la mano con los vistos anteriormente en el diseño ecológico, la vegetación nativa ofrece diversas posibilidades tanto ecológicas como estéticas y la roca volcánica posee características difíciles de encontrar en otros contextos.

Estos, junto a elementos artificiales que permitan delimitar las áreas transitables, la señalización precisa, la instalación poco invasiva de módulos de información y elementos

arquitectónicos puntuales para contener las actividades de los usuarios, son el primer paso para generar el cambio, el cual solo puede ser duradero al contar con el mantenimiento constante y un programa de educación ambiental que fomente las actitudes proambientales en el largo plazo.

A continuación, se ilustran de manera esquemática [FIGURA 49 Y 50] las diferencias probables entre la condición actual en espacios donde existen algunos problemas de legibilidad y la respuesta esperada de la intervención con estos parámetros. Se toman como referencia imágenes del Bosque de Tlalpan, donde el objetivo es mitigar la introducción de vegetación exótica, la vulnerabilidad de los límites y caminos y la presencia de basura así como brindar información relativa a estos espacios a lo largo de los diferentes recorridos.



Figura 49. Diferencias, condición actual / límites y señalización. Elaboración Propia con imagen tomada de Google Imágenes



Figura 50. Diferencias, condición actual / límites y señalización. Elaboración Propia con imagen tomada de Google Imágenes

3.2.3 RECOMENDACIONES PARA NUEVAS CONSTRUCCIONES

Para terminar, es necesario hacer notar que el desarrollo de la ciudad hacia el pedregal del Xitle no va a terminar próximamente, ésta sigue en expansión hacia la periferia invadiendo tanto áreas naturales protegidas como suelo de conservación que van más allá del cono volcánico y sin el endurecimiento de la ley y la toma de acciones determinantes para mitigarlo, esta situación se mantendrá en el tiempo degradando cada vez más el ecosistema.

Y de la misma manera dentro del área de estudio, donde actualmente aún existen gran cantidad de terrenos baldíos que en algún momento se ocuparán, es necesario delimitar la manera en que estos espacios pueden ser construidos en un plan de desarrollo urbano que establezca el porcentaje mínimo de área permeable y en general el uso de suelo que se permite en cada área que esté hecho para ser respetado y no a partir de lo que ya está construido como el plan actual.

La plusvalía del terreno y la facilidad para cambiar los usos de suelo han generado la diversificación de la vivienda, encontrando en la actualidad la presencia de grupos inmobiliarios que promueven la construcción de edificios de departamentos de hasta cinco niveles donde anteriormente se caracterizaba por contener solo vivienda unifamiliar de entre dos y tres niveles.

En este sentido, el potencial de crecimiento y de redensificación sobre todo de la zona 1 [FIGURA 45] me lleva a considerar dentro de esta propuesta de modelo la integración de recomendaciones para construcciones nuevas de la mano de la arquitectura ecológica.

La arquitectura ecológica es un concepto amplio, que abarca desde el uso de materiales de construcción sostenibles hasta un enfoque bioclimático, una eficiencia en el uso de los recursos o, por ejemplo, el logro de un mínimo impacto paisajístico.

Dentro del concepto de arquitectura ecológica podemos incluir ideas afines, a menudo equivalentes, como la arquitectura sostenible, la bioconstrucción, la arquitectura verde, biofílica o amigable con el medio ambiente.

Es claro que la aplicación de los parámetros que postula la arquitectura en este sentido suele implicar un costo mayor de construcción y requerir una extensión mayor de terreno para generar espacios habitables en comparación con los predios actuales que estando contruidos en su totalidad en muchos casos carecen del espacio para alojar a la cantidad creciente de personas que los habitan y al mismo tiempo cumplir con la normatividad.

Optimizar los recursos es un punto clave para concebir un diseño arquitectónico en concordancia con el entorno en el que se inserta, por lo que, en la concepción de las nuevas construcciones, es necesario contar con especialistas en cada campo, por lo menos un Arquitecto para optimizar todos los espacios y preferiblemente un experto en diseño bioclimático y ecotecnologías para reducir el impacto ambiental de la construcción.

Entre las estrategias que se propone implementar la mayoría son la base de cualquier proyecto arquitectónico y se enumeran en este trabajo al reconocer en la tendencia de construcción actual la ausencia de criterios ambientales no solo en las obras de autoconstrucción sino también en los edificios que priorizan el aprovechamiento comercial del territorio sobre la habitabilidad de los espacios.

Estos criterios son en primer lugar, la orientación y el uso de vegetación en concordancia con el clima local, así como tener en cuenta el aislamiento térmico del edificio con el objetivo de ahorrar energía en el uso regular del inmueble.

Usar fuentes de energía alternativas con calentadores solares, y energía eléctrica con sistemas de cogeneración o paneles fotovoltaicos en los casos en que sea posible.

Hacer uso racional del agua e implementar dispositivos que reducen el consumo y desperdicio y utilizar sistemas de captación, tratamiento y reinserción al terreno del agua de lluvia.

Ser consciente en el uso de materiales utilizando pavimentos exteriores que permitan la infiltración de agua al subsuelo y en la construcción, principalmente materias primas generadas localmente y que idealmente utilicen procesos de elaboración de poca energía o que en su caso sean materiales de construcción reciclables o reutilizables y gestionar ecológicamente los desechos de forma que faciliten la recuperación y el reúso.

CONCLUSIONES

Este trabajo tuvo origen en la observación de un fenómeno que hasta el momento de estudiarlo me parecía ajeno, sin embargo, toda mi vida ha transcurrido dentro del caso de estudio y he podido presenciar muchos de los cambios por los que ha transitado por lo menos en los últimos 20 años, mi interés surgió de la lectura de los testimonios de diversos personajes recopilados en un libro llamado “Historias que brotan de las rocas” el cual se publicó en mi último año de licenciatura y habla de cómo el interés y la participación de un grupo de estudiantes logro el establecimiento de una gran parte de la superficie de Ciudad Universitaria como Reserva Ecológica, lo cual me impulso a conocer más sobre la consolidación de las demás áreas naturales en este ecosistema y la manera de conservarlas.

El resultado principal de esta investigación, fue el hallazgo personal de que el ecosistema en las condiciones que presenta en la actualidad, no tiene posibilidades de subsistir en el largo plazo, estudiar esta problemática desde la óptica ecológica me hizo reflexionar sobre el alcance real de un proyecto de conservación en este contexto y llegar finalmente a reconocer que las posibilidades de intervención desde la arquitectura, van hacia la rehabilitación tanto del sistema ecológico como el ambiental, sin extremar las capacidades de la propuesta en este sentido.

Retomando la hipótesis que dio lugar a esta tesis, la cual sostiene que una aproximación a esta problemática particular desde el punto de vista urbano arquitectónico es necesaria como punto de partida para la rehabilitación ecológica y ambiental del pedregal del Xitle, esta investigación me ha llevado a concluir que hasta cierto punto el planteamiento es cierto, en la actualidad es imposible hablar de las áreas naturales insertas en este contexto como independientes de la ciudad, y es solo a partir del estudio e intervención a nivel urbano que se puede hacer posible este objetivo.

El contexto en que está inmerso este ecosistema está lejos de poder ser recuperable como área natural, la restauración de la movilidad original de las especies de flora y fauna nativas es imposible en la convivencia con el ambiente construido y habitado por el ser humano y esta relación humano-naturaleza unicamente puede modificarse a largo plazo a través de la educación ambiental y el reconocimiento social del problema, independientemente de la

situación que atravesase este espacio. Lo cual va más allá no solo del objeto de estudio de esta investigación y los alcances de la propuesta, sino que conlleva una situación global que debe cumplirse para que exista un cambio de paradigma sobre la sostenibilidad ambiental y el valor real de los sistemas ecológicos.

La problemática surgió de un fenómeno urbano arquitectónico y cualquier propuesta de intervención tiene que lidiar con este contexto y volverlo necesariamente parte de la solución, las estrategias de intervención y adecuación presentadas en este trabajo son solo una primera aproximación que muestra las ubicaciones más viables para cada propuesta, sin embargo, esto no significa que por sí mismas estas intervenciones como se plantean en este documento tengan el efecto esperado en el ecosistema, más allá de esta investigación, es necesario trabajar la propuesta de la mano de otras disciplinas para poder materializarla a través de un proyecto ejecutivo.

Si es factible o no, es una cuestión que depende del interés de los actores políticos y económicos que intervienen en este tema y caso de estudio, sin esto, incluso contando con una participación activa de la población para conservar y rehabilitar las áreas naturales, la implementación se vería limitada..

Esta investigación tiene el potencial de complementarse en muchos aspectos, aquí se tomaron como referencia acercamientos al diseño ecológico, de paisaje, urbano y ambiental vistos desde la disciplina arquitectónica, pero más allá de eso, este fenómeno requiere de un enfoque transdisciplinario, una intersección entre las ciencias sociales y las ciencias naturales que permita ver el panorama como una totalidad.

Haber tenido que investigar sobre temas que no son mi fuerte me ha hecho reflexionar sobre la multidisciplinariedad necesaria para abordar problemas complejos y encontrar el punto en el que mi formación como arquitecta pueda aportar a la solución.

En este sentido, a lo largo del proceso de investigación, existieron algunas limitaciones en cuanto a la recopilación de información, esto en parte por la situación que enfrenta el mundo en este periodo debido a la pandemia por COVID-19 y en parte también porque las

investigaciones que me fue posible consultar, difícilmente abordan la intersección entre el problema ambiental visto desde las ciencias naturales y las consecuencias de la urbanización como fenómeno social.

En varios puntos de este trabajo, encontré la dificultad de apegarme a la línea de investigación que lleva este estudio debido a la gran cantidad de variables que intervienen y su relevancia, y un aspecto que se esboza tanto en el análisis como en la propuesta me dejó la inquietud de seguir mi capacitación al respecto, la psicología ambiental, la percepción y en particular el análisis psicosocial de los usuarios de las áreas naturales requiere el estudio cuantificable de la respuesta de las personas a las propuestas planteadas, lo cual va más allá de mi área de conocimiento y de los alcances de esta investigación.

Las propuestas planteadas pueden parecer lejanas a la realidad actual de nuestro país en la que el medio ambiente no es una prioridad, pero al mismo tiempo, la tendencia internacional y la preocupación general por estos temas crece cada día con el reconocimiento de los problemas ambientales que enfrentamos.

En principio, la propuesta presentada en esta tesis es aplicable para el contexto específico del pedregal del Xitle, sin embargo, al ser un fenómeno que afecta a muchas ciudades, esta investigación puede ser tomada como referencia en la aplicación de estrategias de rehabilitación para otros casos de estudio.

Esto no significa que cada una de las estrategias planteadas tenga que ser implementada al pie de la letra en cualquier contexto para garantizar la conservación de las áreas naturales, cada caso tiene que estudiarse de manera independiente, el cambio es paulatino y toda acción en favor del ambiente es un paso en la dirección correcta.

La convivencia ideal entre la ciudad y el ecosistema resultaría en una imagen utópica como las que son frecuentes al buscar en internet ciudades ecológicas [FIGURA 51]. Llegar a ese punto requiere tiempo, interés político y económico, y posiblemente varias generaciones que evolucionen hacia una concepción más sostenible de un socio ecosistema

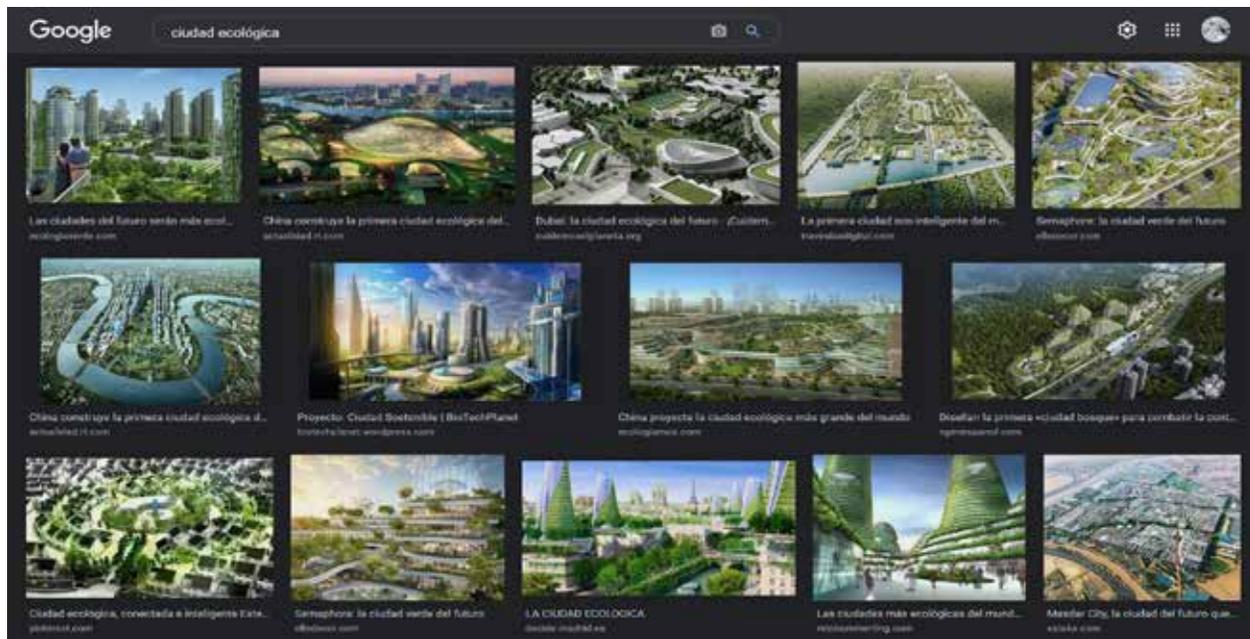


Figura 51. Búsqueda en Google: Ciudad ecológica. Consulta realizada el 10/12/2021

Las utopías son deseables, no obstante poco realistas, sin embargo, en el caso de la relación de lo urbano con lo ecológico la utopía en la que las ciudades coexisten con el entorno natural de manera simbiótica, me parece necesaria, esta es la idea común de las aspiraciones a futuro de diversas sociedades que buscan en un entorno urbano más amigable con la naturaleza a partir de lo ya construido.

El camino es largo, pero no imposible, y esta tesis, así como muchos otros trabajos, acciones y actitudes en este sentido, es solo un paso hacia este futuro deseable, y el siguiente paso es la búsqueda de oportunidades para su implementación y la profundización de esta investigación de la mano de expertos en las diversas áreas de conocimiento en las que se inserta este fenómeno.

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Figura 01. Caso de estudio. 1995	5
Figura 02. Crecimiento de la Ciudad de México sobre el Pedregal del Xitle.	11
Figura 03 Áreas Naturales Protegidas y Reservas Ecológicas del Pedregal del Xitle.	23
Figura 04. Tipos de vegetación que cubrieron el derrame del Xitle.	24
Figura 05. Mapa explicativo del deterioro del ecosistema.	27
Figuras 06 a 08 Mapas explicativos del deterioro del ecosistema.	28
Figura 09. Servicios ambientales del bosque de encino.	30
Figura 10. Ardillón	49
Figura 10. Tlacuache	49
Figura 12. Zorrillo moteado	49
Figura 11. Cacomixtle	49
Figura 13. Conejo castellano	49
Figura 14. Paleta vegetal para modulo de plantación en el ANP “Los Encinos”	52
Figura 15. Paleta vegetal para modulo de plantación en el ANP “Los Encinos”	52
Figura 16. Modulo de plantación con todos los estratos en el ANP “Los Encinos”	53
Figura 17. Paso para anfibios y reptiles	56
Figura 19. Paso entre arboles	56
Figura 18. Puente para fauna	56
Figura 20. Polígono de afectación del Xitle y Plano Base del polígono de estudio.	59
Figura 21. Plano de Altimetría dentro del polígono de estudio.	60
Figura 22. Plano de Clima dentro del polígono de estudio.	62
Figuras 23 y 24. Climogramas de las estaciones climatológicas en el área de estudio.	63
Figura 25. Plano de Escurrimientos dentro del polígono de estudio.	64
Figura 26. Plano Geológico dentro del polígono de estudio.	66
Figura 27. Plano Edafológico dentro del polígono de estudio.	67

Figura 28. Plano Edafológico 2007 dentro del polígono de estudio.	68
Figura 29. Plano de Vegetación dentro del polígono de estudio.	70
Figura 30. Plano Urbano del polígono de estudio.	74
Figura 31. Plano de Densidad dentro del polígono de estudio.	76
Figura 32. Vista aerea del Pedregal de Santo Domingo.	78
Figura 33. Plano de Usos de Suelo Habitacional y Comercial del polígono de estudio.	79
Figura 34. Plano de Usos de Suelo de Áreas Verdes y Equipamiento	80
Figura 35. Propuesta de Arborización urbana.	87
Figura 36. Arborización en calles amplias de 1 solo sentido con transporte público	88
Figura 37. Arborización en calles amplias con camellón	88
Figura 38. Arborización en calles de 2 sentidos	88
Figura 39. Plano de Posibles conexiones polígono de estudio.	91
Figura 40. Propuesta urbana Carretera Picacho Ajusco.	93
Figura 41. Propuesta urbana Carretera Picacho Ajusco y Periférico.	93
Figura 42. Propuesta urbana Avenida de los Insurgentes Sur.	93
Figura 43. Plano de Permeabilidad del suelo en el polígono de estudio.	96
Figura 44. Vista area de la tipología de vivienda.	97
Figura 45. Plano de Zonas Diferenciadas en el polígono de estudio.	98
Figura 46. Beneficios de la adaptación de la vivienda a las condiciones ambientales	99
Figura 47. Plano de Zonas Diferenciadas en el polígono de estudio.	100
Figura 48. Ilustración de la división del área de estudio	102
Figura 49. Diferencias, condición actual / límites y señalización	106
Figura 50. Diferencias, condición actual / límites y señalización	106
Figura 51. Búsqueda en Google: Ciudad ecológica	111

BIBLIOGRAFÍA

ArroyoRodríguez, Victor., Moreno, C. E., & GalánAcedo, C. (2017). La ecología del paisaje en México: logros, desafíos y oportunidades en las ciencias biológicas. *Revista mexicana de biodiversidad*, 88, 4251.

Brenner, Ludwig. (2010). Gobernanza Ambiental, actores sociales y conflictos en las Áreas Naturales Protegidas mexicanas. *Revista Mexicana de Sociología*, 283310.

Brenner, Ludwig. (2019). La gestión participativa de Áreas Naturales Protegidas mexicanas. *Revista Mexicana de Sociología*, 343373.

Bulkeley, Harriet. (2005). Reconfiguring environmental governance: Towards a politics of scales and networks. *Political geography*, 24(8), 875902.

Cano Santana, Zenón y Meave, Jorge. 1996. Sucesión primaria en derrames volcánicos: el caso del Xitle. *Ciencias*, núm. 41, eneromarzo, pp. 5868. [\[EN LÍNEA\]](#).

CanoSantana, Zenon., Pisanty, I., Segura, S., MendozaHernández, P., LeónRico, R., Soberón, J., & Ballesté, A. (2006). *Ecológia, conservación, restauración y manejo de las áreas naturales protegidas den pedregal del Xitle, Manejo, conservación y restauración de recursos naturales en México*. Ciudad de México: UNAM Siglo XXI.

Carabias, Julia, & Rabasa, Alejandra (2017). Cien años de políticas y normatividad ambiental. En F. Ibarra Palafox, & P. Salazar Ugarte, *Cien ensayos para el centenario* (págs. 4967). Ciudad de México: Instituto de Invesigaciones Jurídicas UNAM.

CarrilloTrueba, Cesar (1995). *El Pedregal de San Ángel*. Ciudad de México : UNAM.

FAO (2006). "Global Forest Resources Assessment 2005: Progress towards sustainable forest management", *FAO Forestry Paper*, núm. 147. Roma, Italia: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

García, Enriqueta., 2004, *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen*, México, Instituto de Geografía UNAM

Gibson, James. (1979). *The Ecological Approach to Visual Perception*. Suffolk, UK : Taylor & Francis

INEGI (1977). Carta edafológica del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://www.inegi.org.mx/temas/edafologia/>

INEGI (1978). Carta geológica del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://www.inegi.org.mx/temas/geologia/>

INEGI (2007). Carta edafológica del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://www.inegi.org.mx/temas/edafologia/>

INEGI, (2013). Carta topográfica del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://www.inegi.org.mx/temas/topografia/>

INEGI (2013). Carta de Usos de Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo/>

Informe Brundland. ONU, Nueva York, 1987.

Instituto Nacional de Ecología (1995) “Áreas Naturales: economía e instituciones”, Cuadernos de trabajo. México, Distrito Federal, núm. 3, pp. 2324.

Instituto Nacional de Ecología Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (INESEMARNAP) (1996) “Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente”, Gaceta Ecológica. Distrito Federal, pp. 7283. Disponible en: www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/118/cap8.html.

Leff, Enrique. (2000). Saber ambiental: sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder. México: Siglo xxi Editores.

Lefebvre, Henry. (2013). La producción del espacio. Madrid, España: Capitán swing .

López de Juambelz, Rocío, 2012. Análisis Ambiental. Herramienta de diseño para la intervención del paisaje a escala regional. En: Arquitectura de Paisaje Obras, Proyectos y Reflexiones. México: FA/UNAM, pp. 301 317.

López de Juambelz Rocío (2008), Diseño Ecológico, Aspectos Estéticos Formales y Técnicos

Lot, A., & Camarena, P. (2009). El Pedregal de San Ángel de la Ciudad de México: Reserva Ecológica Urbana de la Universidad Nacional. Biodiversidad del Ecosistema del Pedregal de San Ángel. Ciudad de México: UNAM.

McHarg, Ian (1969). Design with Nature. Garden City, New York: The American Museum of Natural History.

Maya, J. Omar, and María del Carmen Meza Aguilar. Las áreas verdes de la Ciudad de México. Un reto actual. Scripta Nova: revista electrónica de geografía y ciencias sociales (2010).

Melo, Carlos. (2002). Áreas Naturales Protegidas en México en el siglo xx. México: Instituto de Geografía, UNAM.

NorbergSchulz, C. (1996). The phenomenon of place. En K. Nesbitt, Theorizing a new agenda for architecture: an anthology of architectural theory 1965-1995 (págs. 41-44-27). Princeton Architectural Press.

Rossi, Aldo, Ferrer-Ferrer, J., Tarragó, S., Ramió, J., & Güell, X. (1971). La Arquitectura de la Ciudad. Barcelona: Gustavo Gili.

Roth, Eric. (2000). Psicología ambiental: interfase entre conducta y naturaleza. Revista Ciencia y Cultura, (8), 63-78. Recuperado en 31 de enero de 2021, de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S207733232000000200007&lng=es&tlng=es

Schteingart, Martha (2007). "Gobernanza y participación en la gestión local. Algunos ejemplos de municipios mexicanos", en: Juan Antonio Flores Vera, ed., Estado, metrópoli y políticas sociales, México, Plaza y Valdés, pp. 185-193.

Servicio Meteorológico Nacional (2020) Información Climatológica por Estado. <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacionclimatologicaporestado?estado=df>

Stoll Kleemann, Susanne (2006). Linking Governance and Management Perspectives with Conservation Success in Protected Areas and Biosphere Reserves. Berlín: Humboldt University.

Suárez, Antonio, Camarena, P., Herrera, I., & Lot, A. (2011). Infraestructura Verde y Corredores Ecológicos de los Pedregales: Ecología Urbana del Sur de la Ciudad de México. Ciudad de México : UNAM, IC y TDF, REPSA.

Vargas, Orlando (2011). Restauración ecológica: biodiversidad y conservación. Acta biológica colombiana, vol. 16, no 2, p. 221246.

Zambrano, Luis, & CanoSantana, Z. (2016). Historias que Brotan de las Rocas. Ciudad de México: UNAMCONABIO.

Zambrano, Luis, RodríguezPalacios, S., Pérez Escobedo, M., GilAlarcón, G., Camarena, P., & Lot, A. (2016). La reserva ecológica del pedregal de San Ángel: Atlas de Riesgos. 2da edición. Ciudad de México: UNAMSEREPSA.

Este documento fue elaborado por la Arq. Verónica Aurenza Rodríguez Ortega bajo la revisión de la Mtra. Adriana Díaz Caamaño

Se utilizó la tipografía Helvética en tamaño 11 para el cuerpo del texto y variaciones de 9 a 36 en títulos y notas.

El formato y citación se realizó en estilo Chicago en su versión 2017 según el manual de estilo Chicago Deusto Edición 16.

Realizado para ser impreso en papel tamaño carta de 8.5" x 11"

Versión final, enero 2022