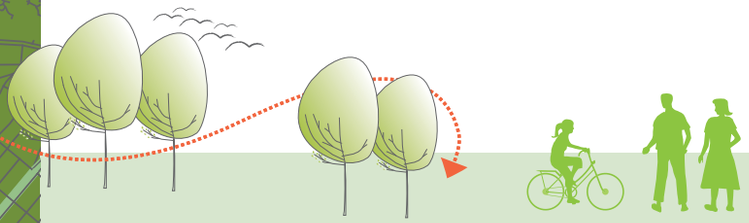
Infraestructura verde y corredores ecológicos de los pedregales:
ecología urbana del sur de la Ciudad de México





Antonio Suárez
Pedro Camarena
Ismael Herrera
Antonio Lot

Universidad Nacional Autónoma de México

Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel **UNAM**

Infraestructura verde y corredores ecológicos de los pedregales:

ecología urbana del sur de la Ciudad de México

Infraestructura verde y corredores ecológicos de los pedregales:
ecología urbana del sur de la Ciudad de México

Libro de estrategia producto del proyecto ICYTDF 329/2009 financiado por el Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal, a través de la iniciativa presentada por el Instituto de Biología y la Secretaría Ejecutiva de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de la UNAM. Se agradece la participación de la Facultad de Arquitectura, UNAM.

Antonio Suárez
Facultad de Arquitectura

Pedro Camarena
Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel

Ismael Herrera
Facultad de Arquitectura

Antonio Lot
Instituto de Biología







Universidad Nacional Autónoma de México

José Narro Robles
Rector
Carlos Arámburo de la Hoz
Coordinador de la Investigación Científica
Víctor Manuel Sánchez-Cordero Dávila
Director del Instituto de Biología
Antonio Lot Helgueras
Secretario Ejecutivo de la Reserva Ecológica

DR* 2011 Universidad Nacional Autónoma de México
Coordinación de la Investigación Científica
Ciudad Universitaria, 04510, México, D.F.

Primera edición, diciembre de 2011

ISBN: 978-607-02-2879-7
Prohibida la reproducción total o parcial
por cualquier medio sin la autorización
escrita de los titulares.

Impreso y hecho en México

Agradecimiento a colaboradores

Cartografía y SIG
Saúl Rodriguez
Carlos Galindo
Diseño de prototipos
Ricardo Valdés
Gerardo Lara
Diseño de portada y mapas
Esmeralda Castellanos

Contenido

PRÓLOGO I

INTRODUCCIÓN III

CAPÍTULO I. INFRAESTRUCTURA VERDE
- Que es la infraestructura verde 1
- Origenes de la infraestructura verde 2
- La megaciudad y la infraestructura verde. Principios para la planeación de la infraestructura verde en entornos urbanos 3
- Accesibilidad y conectividad a la red de espacios verdes y relictos del pedregal 4
  - Equidad 5
  - Cultura 5
  - Comunicación 6
  - Mejoramiento ambiental 6
  - Visión regional 7
  - Planeación multidisciplinaria 7
- Elementos y componentes de la infraestructura verde urbana en los pedregales 8
  - a) Infraestructura verde de naturaleza existente 8
  - b) Infraestructura verde de fabricación humana 9
  - 1. Tecnologías para el uso eficiente e infiltración de aguas pluviales 10
  - 2. Diseños para la movilidad sustentable 10
  - 3. Cultura y diseños para el mejoramiento del espacio público 10
  - 4. Corredores para la biodiversidad 10

CAPÍTULO II. INFRAESTRUCTURA VERDE EN LOS PEDREGALES DEL SUR DE LA CIUDAD DE MEXICO
- Descripción física de los pedregales 15
  - Ubicación y altimetría 15
  - Clima 17
  - El suelo rocoso 18
  - Flora y fauna 19
- El espectro biológico de la Ciudad de México: de las hidrófitas a las xerófitas 21
  - Biodiversidad y escenarios ecológicos de la Cuenca de México 21
  - Hidrófitas y vegetación de humedales 22
  - Xerófitas y matorral de pedregales 23
  - Importancia de las hidrófitas-xerófitas en el conjunto de estrategias de infrestructura verde 23
- Agenda local de Biodiversidad 24
  - Xerojardinería 24
- Sociodemografía y accesibilidad 25
  - Demografía 26
  - Densidad 27
  - Ingresos y escolaridad 28
  - Accesibilidad y espacios abiertos 30
  - ¿Cómo medir la accesibilidad hacia los espacios abiertos en los pedregales? 31
  - Accesibilidad hacia espacios abiertos en los pedregales 32
  - Radios de influencia de los espacios abiertos y accesibilidad 33
  - Isocronas, radios de influencia y accesibilidad 34
  - Mapa conceptual de infraestructura verde 35

CAPITULO III. COMPONENTES DE INFRAESTRUCTURA VERDE EN EL PEDREGAL

Mapa esquemático de tipologías y patrones urbanos 39

Tipologías de barrio y patrones 40
Copilco, Pedregal de San Francisco 40
Jardines del Pedregal 41
Jardines en la Montaña 42
Pedregal de Santa Ursula Xitla 43
Pueblos Viejos 44
Miguel Hidalgo 45
Unidades habitacionales 46
Pedregal Santo Domingo, análisis y propuesta 48
Prototipos Agua 50
Prototipos Movilidad 52
Prototipos Cultura y espacio público 54
Prototipos Biodiversidad 56
Mercados, vida pública y ubicación de infraestructura verde en los pedregales de Coyoacán 58
Ejemplos de fichas técnicas para la construcción de prototipos 60
Trabajo comunitario para el desarrollo de infraestructura verde 64
Pedregal de San Nicolás, análisis y propuesta 66
Prototipos Agua 68
Prototipos Movilidad 70
Prototipos Cultura y espacio público 72
Prototipos Biodiversidad 74
Mercados, infiltración e infraestructura verde en los pedregales de San Nicolás 76
Ejemplos de fichas técnicas para la construcción de prototipos 78
Trabajo comunitario para el desarrollo de infraestructura verde 82

CONCLUSIONES 84

BIBLIOGRAFÍA 85

CD ANEXO (Sistema de Información Geográfica / Mapas)

Prólogo

El libro Infraestructura verde y corredores ecológicos de los pedregales: ecología urbana del sur de la Ciudad de México es una obra que recoge una visión integral para lograr una propuesta armónica, enfocada a la generación de políticas públicas, que ofrece una gama amplia de soluciones a importantes problemas urbanos con el fin de lograr una relación equilibrada entre algunas necesidades de la sociedad y el cuidado del medio ambiente en las grandes ciudades.

El crecimiento acelerado de los centros de población así como de las demandas para satisfacer sus necesidades básicas, han provocado en muchos casos la disminución, el descuido o el manejo ineficiente de las áreas de reserva, sitios tan importantes para el otorgamiento de servicios ambientales a las ciudades. A menudo, esta situación se deriva del propio desconocimiento del valor intrínseco que tienen dichas áreas y de su potencial para generar condiciones de bienestar en las regiones urbanas. En muchas ocasiones, la falta de enfoques adecuados para el manejo sustentable de las zonas de reserva se manifiesta no únicamente en la población abierta sino también en sus autoridades.

Esta obra, realizada por distinguidos universitarios provenientes de las áreas de arquitectura, sociología y biología, contiene una visión holística con un enfoque multidisciplinario (no podría ser de otra manera) que recoge el trabajo meticuloso de investigación realizado durante muchos años y pone a la disposición de la sociedad, incluidos los tomadores de decisiones por supuesto, una serie de propuestas y conclusiones que contribuyen a solucionar una problemática importante en las grandes urbes.

Como un ejemplo de lo que puede hacerse con las áreas de reserva, se toman como referencia las abundantes zonas de pedregales de roca basáltica que existen en el sur de la Ciudad de México, y que fueron generadas por la erupción del volcán Xitle, hace un poco menos de dos milenios. La mayoría de estas zonas, dispersas en barrios, colonias y delegaciones, proporcionan una serie de beneficios a la población, conocidos como servicios ecosistémicos o ambientales, que frecuentemente son desconocidos por sus habitantes. Tienen gran importancia en la recarga de los acuíferos, reduciendo la evaporación del agua y favoreciendo su transporte a capas inferiores del subsuelo; contribuyen a mejorar la calidad del aire a través de su vegetación nativa; permiten un nicho para el cuidado de la biodiversidad de la región; disminuyen la contaminación sónica y promueven el amortiguamiento térmico. Además, proporcionan un espléndido paisaje que agregan valor estético a las zonas colindantes y ofrecen la posibilidad de realizar actividades de recreación y cultura que, necesariamente, inciden en la calidad de vida de sus habitantes.

La Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA), dentro de las inmediaciones de la Universidad Nacional Autónoma de México, constituye seguramente el área natural protegida más estudiada en nuestro país. Ahí se han generado múltiples contribuciones científicas y se han formado, en su estudio, muchos recursos humanos. Se trata de un verdadero laboratorio natural dentro de la Ciudad Universitaria. Los conocimientos generados y el desarrollo de nuevos trabajos de investigación permiten su aplicación sobre el cuidado de la flora y la fauna que ahí se desarrolla, y ofrecen estrategias para su manejo sustentable, para la conservación de su biodiversidad, para el desarrollo de propuestas de transporte, recreación y temas para el manejo de la infiltración del agua, la disminución de las inundaciones y el cuidado ambiental de la Ciudad de México, la tercera megalópolis más poblada del mundo. A través de este libro, que pretende ser el marco conceptual que acompaña a una serie de manuales como herramientas específicas para el desarrollo de soluciones concretas en el manejo de los pedregales, se pone a disposición de la sociedad el capital acumulado de conocimiento generado por años de trabajo en la REPSA.

Parte de dicho conocimiento fue generado, también, como resultado de un proyecto apoyado por el Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal, denominado “El Pedregal de San Ángel de la Ciudad de México: ecología urbana de la UNAM”, que se gestionó a través de la Coordinación de la Investigación Científica por la convicción sobre la gran importancia que tiene el manejo integral de la REPSA.

En esta obra, pues, se recogen conceptos y propuestas que tienen como objetivo el mejoramiento del entorno urbano. A través de diversas medidas y estrategias que toman en cuenta los factores sociales, económicos, administrativos, demográficos y tecnológicos, se promueve la eficiencia ambiental, social y económica que pueden ser propiciadas por la aplicación comprometida de políticas públicas y acciones de gobierno que, a través de adecuaciones paisajísticas arquitectónicas en las zonas urbanas que contienen pedregales puedan impactar notablemente sobre el cuidado y la conservación de la biodiversidad, sobre la movilidad no motorizada de la población, sobre el mejor uso de los espacios públicos de calidad y el acceso hacia áreas verdes, así como sobre el manejo eficiente del agua. La clave de esta serie de propuestas está fundamentada en el concepto de construcción de una red de infraestructura verde deseable para la zona metropolitana de la Ciudad de México, en donde se mejore cualitativamente el acceso de sus habitantes hacia el ecosistema de pedregales y se amortigüen los impactos no deseados de los entornos intensamente urbanizados que colindan con las zonas de reserva.

Se trata, en suma, de una obra de gran importancia que sin duda se convertirá en un referente para el mejoramiento de las condiciones de vida de los habitantes de la Ciudad de México y de aquellos que se encuentran en otras grandes urbes. Constituye, también, una guía que puede contribuir a modular el desarrollo armónico del crecimiento en otras ciudades de menor tamaño, que de esta forma pueden ir generando el manejo adecuado de estos espacios y zonas de reserva con anticipación, evitando con una visión de futuro el congestionamiento urbano y ofreciendo desde ya mejores condiciones de calidad ambiental a sus pobladores, imbuyéndoles criterios de sustentabilidad que promuevan una relación equilibrada con la naturaleza y con el desarrollo.

Finalmente, extiendo una felicitación a los autores de este libro, excelentes académicos comprometidos con su misión como universitarios, por la visión y el entusiasmo con el que acogieron esta empresa, en la cual dan cabal cumplimiento a las tareas que la institución les ha encomendado: formar recursos humanos, generar nuevos conocimientos y difundir ampliamente estos en beneficio de la sociedad contribuyendo así a resolver algunos de los importantes problemas que enfrenta. ¡Enhorabuena!

Dr. Carlos Arámburo de la Hoz

Introducción

La infraestructura verde y corredores ecológicos de los pedregales es una iniciativa orientada hacia la transformación de políticas de gobierno a través de la instalación de componentes urbanos que en su conjunto fomentan una ciudad equitativa, competitiva y sustentable, acorde a los retos de este nuevo siglo.

Esta iniciativa propone un menú de soluciones concretas a problemas urbanos como la movilidad y la carencia de espacios públicos de calidad a la vez que brinda soluciones a problemas ambientales como la infiltración de aguas pluviales, la conexión de corredores biológicos, la captura de carbono, la regulación del clima y la pérdida de la biodiversidad en la ciudad.

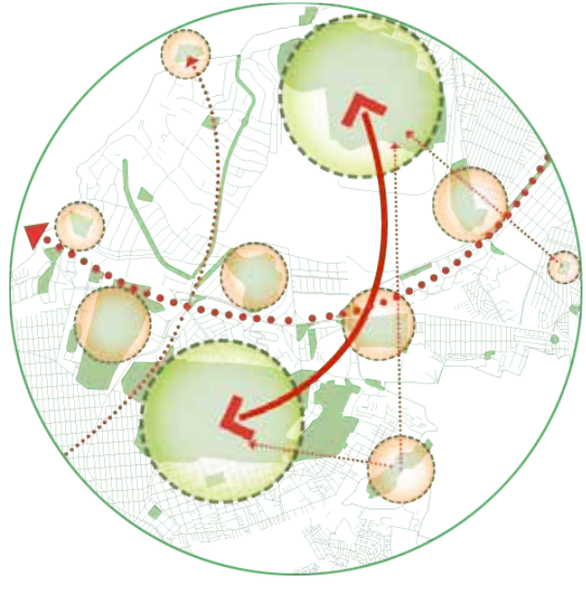
La propuesta se fundamenta en la ubicación estratégica de espacios multifuncionales e interconectados entre sí para crear una red de infraestructuras verdes dirigidas a mejorar la accesibilidad hacia la naturaleza urbana, los espacios abiertos, el transporte no motorizado y en general infraestructuras que ponen en perspectiva la continuidad ambiental deseable para una mega ciudad como la Ciudad de México.

Al ubicar los centros urbanos, los nodos de transporte, las zonas de reserva, los principales centros laborales y habitacionales de los pedregales se construye una propuesta de ciudad basada en la calidad de vida y la equidad, una ciudad en la que se otorga prioridad a los espacios como puntos de encuentro social en ambientes agradables.

-Se debe dejar de pensar en la ciudad y los suburbios, los pueblos y la zona rural como entidades separadas de la metrópoli , realmente debemos considerarlas todas como parte de un ecosistema- Michael Mc Donough (Mau, 2005).

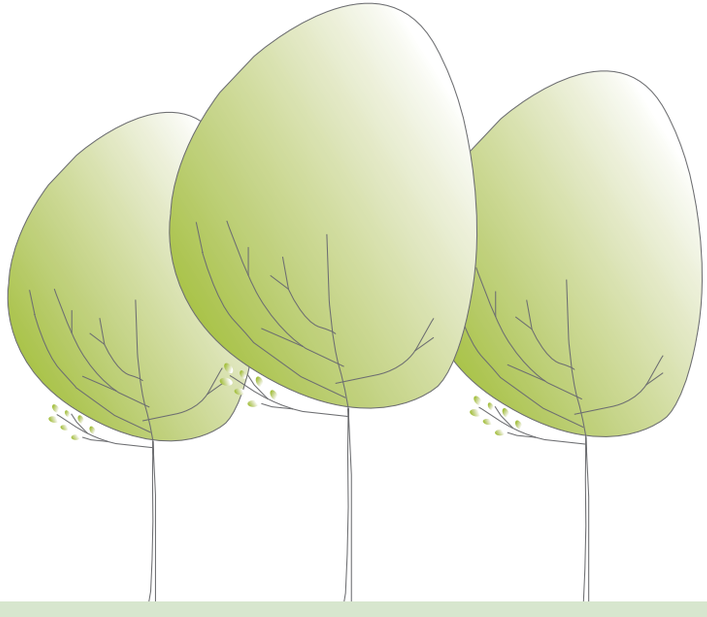
-¿Cómo puede la ciudad convertirse en instrumento del cambio? La ciudad necesita tener voluntad política para cambiar. La ciudad requiere de una estrategia que tome en cuenta sus potenciales, no solo sus necesidades. La ciudad necesita de solidaridad, no de manera retórica sino como un entendimiento de la vida diaria de sus ciudadanos- Jaime Lerner (Mau, 2005).





CAPITULO I

Infraestructura Verde



Que es la infraestructura verde

Las múltiples definiciones sobre infraestructura tienen significados distintos dependiendo del contexto, en muchos casos algunas definiciones son antagónicas a otras, pero todas implican la creación de estructuras, sistemas o redes que soportan las actividades humanas sobre el territorio.

La visión desarrollada en el presente texto parte del conjunto de estructuras ambientales que requieren las ciudades en la actualidad para ofrecer mayores estándares de calidad de vida a los ciudadanos que las habitan, es así que a través de una visión integradora del entorno urbano se propone la instalación y ubicación estratégica de prototipos para un manejo sustentable del agua, la biodiversidad, la movilidad no motorizada y el mejoramiento general del espacio público en una zona de pedregal, al sur de la Ciudad de México.

El conjunto de estos prototipos estratégicamente diseñados, seleccionados y ubicados, conforman una propuesta de integración de conocimientos, tecnologías y herramientas útiles para los administradores públicos, los tomadores de decisiones y en general para la ciudadanía ávida de acciones que mejoren su calidad de vida.

La infraestructura verde en el ámbito urbano es ante todo una forma eficiente de aplicación de los recursos públicos y privados en la búsqueda de soluciones a problemáticas y riesgos ambientales.

El proyecto de Infraestructura verde en los pedregales desarrolla, selecciona y ubica una serie de infraestructuras posibles de instalar en entornos intensamente urbanizados, colindantes y cercanos a una importante zona de reserva de pedregal en la cual se ha desarrollado la mayor parte de la investigación en torno de este ecosistema, por tal razón es un modelo que toma en cuenta factores sociales, económicos, administrativos y demográficos, adicionalmente a las particularidades ambientales ampliamente estudiadas.

El modelo de infraestructura verde propuesto contempla acciones no solamente de protección sino de restauración del ecosistema original y convivencia ciudadana a través de fomentar la conectividad entre espacios abiertos desarrollando múltiples iniciativas y prototipos de permeabilidad “depavimentacion”, mejoramiento del espacio público, sensibilización y adecuación de las infraestructuras convencionales.

A continuación se citan las principales definiciones de infraestructura urbana e infraestructura verde conocidas en el ámbito de la planeación:

Infraestructura Urbana: Conjunto de elementos o servicios que se consideran necesarios para la creación y funcionamiento de una organización urbana.
(Benedict y McMahon, 2006).

Infraestructura Verde: Una red de espacios verdes interconectados que conserva los valores y funciones naturales del ecosistema a la vez que provee de beneficios a las poblaciones humanas. (Benedict y MacMahon, 2006)

Lo esencial en la infraestructura verde es la integración del conocimiento para el mejoramiento del espacio y la conservación de los ecosistemas, a través de tecnologías, nuevas y existentes, tecnologías que en su conjunto brindan la solución a múltiples problemas ambientales; es así que la infraestructura verde es mas un quehacer de eficacia ambiental, en donde la integración del conocimiento científico y el diseño conforman las nuevas tecnologías.



GRIS

VERDE

SUPERFICIES IMPERMEABLES
PAVIMENTO
ZONA DE INUNDACIÓN
SISTEMA DE DRENAJE

SUPERFICIES PERMEABLES
ÁREA VERDE PERMEABLE
ZONA DE INFILTRACIÓN
RECARGA DE ACUÍFERO

“Es la infraestructura adecuada que en el lugar preciso brinda múltiples soluciones a problemas ambientales comunes”



Origenes de la infraestructura verde

La Infraestructura verde no es un término nuevo, tiene sus orígenes en la teoría de la planeación de finales del siglo XIX, cuando los principales conceptos buscaban alcanzar los siguientes objetivos:

1. Brindar espacios verdes a las crecientes poblaciones urbanas.
2. Conectar estos espacios verdes para fomentar los beneficios ambientales de la biodiversidad.

En 1903 el Arquitecto paisajista Frederick Law Olmsted afirmaba:

"Sin importar el tamaño o el diseño de un parque, este, por si mismo no podrá proveer a la población de los beneficios que brinda la naturaleza en su conjunto, por tal razón se deberá pensar en un sistema de parques interconectados alrededor de los barrios"
(Benedict y McMahon, 2006).

Adicionalmente y complementario a esta visión, tanto la ecología como la biología han reconocido por largo tiempo que la mejor forma de conservación de la diversidad biológica y los procesos ecológicos es evitar y contrarrestar la fragmentación de los hábitats, creando y restaurando las conexiones y corredores biológicos.

Las estrategias de Infraestructura verde buscan un entendimiento entre las funciones ecológicas, sociales y económicas que brindan los sistemas naturales, esto con la finalidad de lograr un uso más eficiente y sustentable del territorio en la escala local, urbana y regional.

1. La infraestructura verde enfatiza la conservación de los recursos naturales dentro del ecosistema urbano
2. La infraestructura verde trabaja en pequeñas y grandes escalas integrando diferentes disciplinas.
3. La Infraestructura verde es útil en la planeación urbana y contextualiza el crecimiento sustentable de las ciudades.



Una infraestructura urbana que a la vez que disminuye el riesgo de inundaciones también brinda una posibilidad de movilidad no contaminante, incrementa el área disponible de espació público y articula las diferentes áreas verdes de la ciudad.

La infraestructura verde aborda desde una misma visión integradora las problemáticas que originalmente se tratan de forma aislada, tanto en lo técnico como en lo administrativo.

La infraestructura verde implica detectar relaciones para analizar el territorio desde una visión integradora y holística, y en consecuencia proponer acciones de múltiples beneficios ambientales, sociales y de óptima inversión pública.

Ejemplo:

Movilidad, Asfalto y Biodiversidad





La relación entre biodiversidad y movilidad es evidente desde la perspectiva de la infraestructura verde cuando se buscan soluciones a problemas aparentemente diferentes, tal como sucede en el caso del Pedregal de la Ciudad de México, en donde el ecosistema original ha sido cubierto por capas de asfalto para mejorar la movilidad y conectividad motorizada, cubriendo con esto uno de los mejores sustratos permeables de la ciudad.

Una solución integral, característica de la infraestructura verde, implica el desarrollo no solo de modelos de permeabilidad o reforestación sino de movilidad no motorizada para disminuir las áreas de asfalto. Implica la creación de corredores de biodiversidad, parques lineales, nuevas áreas de espacio público y encuentro social, es decir, una estrategia para la inducción de una cultura de aprecio a la funcionalidad y estética del paisaje original del pedregal.

A diferencia de otros acercamientos a la conservación y manejo de los recursos naturales, la infraestructura verde se interrelaciona con la infraestructura planeada y hecha por el hombre, como las áreas urbanizadas y los futuros asentamientos humanos.

Utilizar la infraestructura verde como herramienta de planeación conlleva ventajas conceptuales y otras de gran importancia a lo largo de los procesos de construcción de infraestructura. Desde el punto de vista conceptual, la planeación y el manejo de redes de infraestructura verde puede convertirse en la guía hacia la creación de nuevos espacios abiertos, relacionados a la conservación, la recreación y otros futuros usos humanos que fomenten y tomen en cuenta la sustentabilidad territorial, identificando prioridades al corto, mediano y largo plazo. (Benedict y McMahon, 2006).

La siguiente tabla esquematiza la historia de las soluciones en materia de infraestructuras implementadas en el modelo capitalista norteamericano a lo largo de tres siglos, mismo modelo que se ha esparcido en el resto del mundo. (Tabla 1.1)

Un aspecto importante de notar es la desconexión entre ecosistemas y las diferentes infraestructuras que hasta finales del siglo pasado imperaron en los modelos de desarrollo económico e industrial, trayendo como consecuencia la fragmentación del paisaje y daños en el ecosistema.

Es solo hasta tiempos recientes que emerge la idea de la infraestructura verde como un paraguas y una forma capaz de prevenir la fragmentación de ecosistemas derivados de la instalación de infraestructuras humanas.

La megaciudad y la infraestructura verde. Principios para la planeación de la infraestructura verde en entornos urbanos.

Usualmente el concepto de infraestructura verde se ha utilizado como un marco conceptual de planeación previa o paralela a la urbanización organizada, concretamente para mitigar y prevenir los efectos derivados de nuevos asentamientos humanos, la creación de suburbios y zonas periféricas, asegurando la interconexión de las áreas verdes urbanas.

Para el caso de los grandes centros urbanos cuyo crecimiento se ha dado de forma desorganizada, en especifico en las llamadas megaciudades como es el caso de la Ciudad de México, se requiere de una visión que integre fenómenos existentes como la movilidad, el acceso a los servicios ambientales, a las áreas naturales y a los servicios urbanos como el suministro de agua, el drenaje, la comunicación, las adaptaciones tecnológicas y sobre todo iniciativas puntuales que activen el cambio cultural de hábitos, dentro de un intrincado y complejo sistema urbano ya establecido.

Del cambio de hábitos depende un nuevo tipo de relación con entornos totalmente urbanizados, es aquí precisamente donde recae el reto principal del actual proyecto por crear infraestructuras verdes en ambientes totalmente antropizados y fragmentados, no por eso menos importantes.

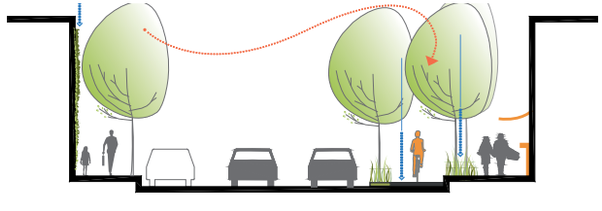
En el contexto mundial, las actuales megaciudades constituyen el laboratorio ideal para iniciar una *"deconstrucción controlada"* entendida esta como la reconversión de infraestructuras convencionales hacia otras que cumplan múltiples funciones esenciales como reforzar la relación entre ambiente y sociedad.

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

Tabla 1.1

Epoca	Campo de crecimiento o avance	Solución de Infraestructura
Mediados y finales del siglo XIX	Salud pública	Hospitales, Parques y escuelas
	Comunicación	Telégrafo
	Industrialización	Comunidades planeadas, ciudades industriales
	Energía	Carbón, petróleo, gas, electricidad,
	Transportación	Canales y vías de tren
Principios del Siglo XX	Automóbiles	Caminos
	Producción de alimentos	Rotación de cultivos y prácticas agrícolas
	Comunicación	Radio, teléfono
Mediados del Siglo XX	Energía	Presas y energía nuclear
	Desorden	Zonificación
	Contaminación	Plantas de tratamiento de agua
	Transportación	Redes carreteras y aeropuertos
	Comunicación masiva	Televisión
Finales del siglo XX	Desechos	Reciclage
	Congestión del tráfico	Alternativas de transportación masiva
	Inundaciones	Manejo de aguas pluviales, depavimentación
	Información	Internet
Principio del siglo XXI	Desbordamiento urbano	Usos de suelo y crecimiento controlado
	Sustentabilidad e integración territorial	Infraestructura verde

Fuente: Karen S. Williamson, Growing with Green Infrastructure, Heritage conservancy, 2003,1.



"Un nuevo modelo de calle con integración social y ambiental"

Accesibilidad y conectividad a la red de espacios verdes y relictos del pedregal

Para lograr la accesibilidad se han tomado en cuenta seis principios básicos:

1. Equidad
2. Cultura
3. Comunicación
4. Mejoramiento ambiental
5. Visión regional
6. Planeación multidisciplinaria

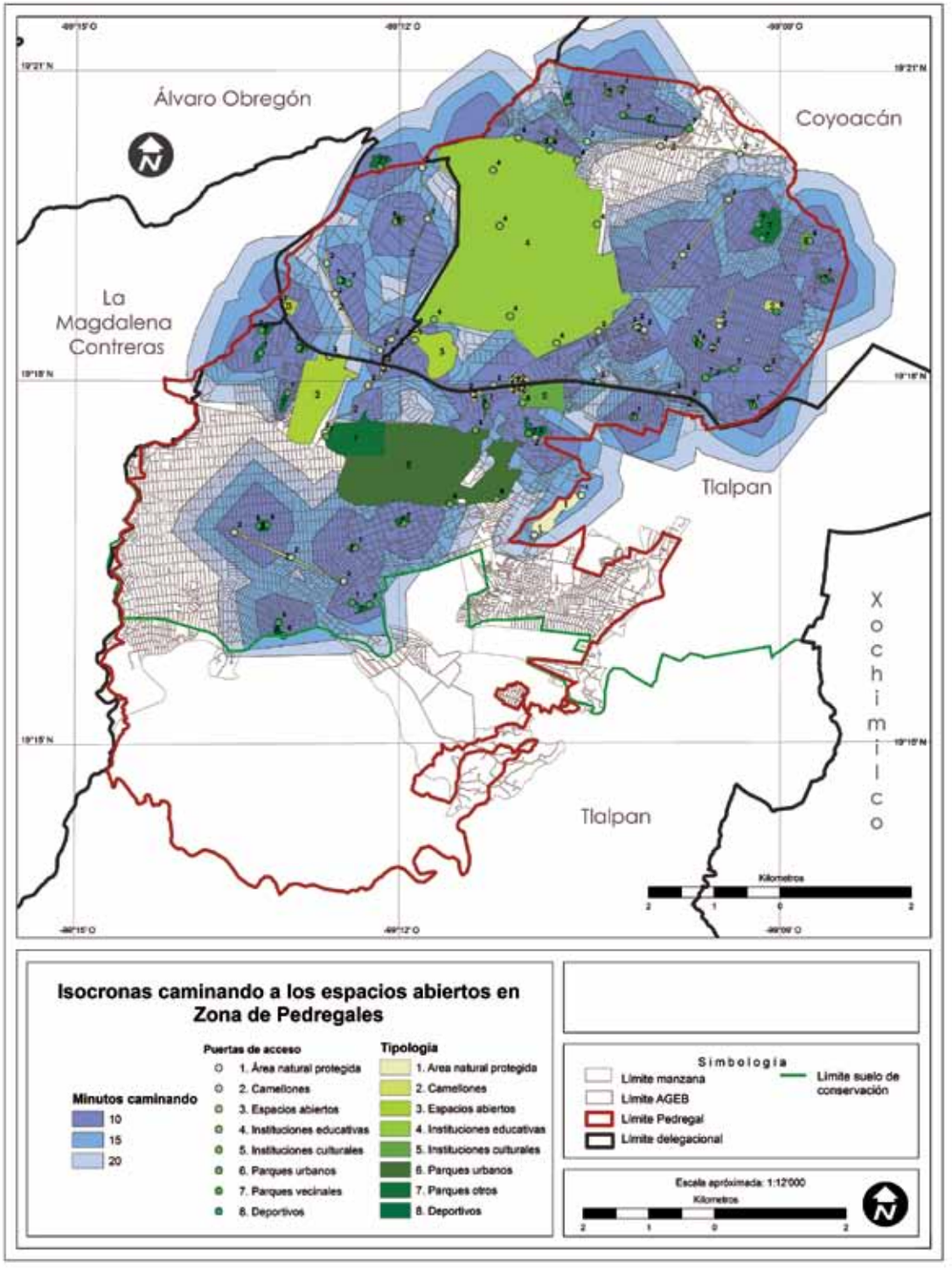
Medir, proteger e incrementar la accesibilidad a las zonas de pedregales. Se entiende como accesibilidad al grado en que la población residente puede utilizar, visitar o acceder al conjunto de espacios abiertos, áreas verdes urbanas, parques, áreas naturales protegidas, etc.

A través de un modelo geo demográfico se ha recabado la información necesaria para determinar los radios de influencia, accesibilidad, barreras entre las zonas habitacionales y los espacios abiertos, los ecosistemas de pedregal, las áreas verdes disponibles y aquellos otros espacios que con adecuaciones estratégicas pudieran dar funcionalidad al ecosistema a la vez de conectar relictos entre sí para formar una verdadera red de infraestructura verde.

"Las áreas verdes de la ciudad de México incluyen diferentes tipos de zonas:

1. *Reservas naturales y áreas naturales protegidas;*
2. *Campos de cultivo y pastoreo;*
3. *Parques urbanos y jardines;*
4. *Jardineras en aceras, avenidas y camellones de bulevares, y*
5. *Terrenos baldíos.*

Cada una de estas categorías tiene sus propios problemas de manejo y vulnerabilidad" (Ezcurra, *et al.* 2006).







Equidad

Es parte del principio de equidad en el entorno urbano, entendido como el acceso a bienes y servicios urbanos de la misma calidad y cantidad: drenaje, agua potable, espacios abiertos, transporte, parques, etc.

La principal característica de la megaciudad es la extrema desigualdad, reflejada en los espacios y calidad de servicios que brinda la misma ciudad. Las diferencias en el pedregal son de tal magnitud que en un mismo territorio encontramos diferentes ciudades, esto se aprecia desde el ancho de la banqueta, la regularidad en el abasto de agua potable, los puntos de encuentro social, los metros cuadrados de área verde por habitantes y el resto de los servicios que determinan las diferentes percepciones sobre un mismo ecosistema; la instalación de infraestructura verde se debe encaminar hacia disminuir estas diferencias.



Pedregal de Santo Domingo



Jardines del Pedregal

Cultura

Restaurar las condiciones ecológicas del entorno original del pedregal es también un asunto de formación e infraestructura cultural; el objetivo es el inducir el gusto, el respeto y la utilidad por el ecosistema original con base en prácticas sustentables en la vida cotidiana.

La apropiación, aceptación y uso responsable del ecosistema de pedregal debe estar sustentada en la cultura, de forma que la intensa vida pública con que cuentan algunas colonias logre convertirse en una ventaja para afianzar el gusto, convivencia y respeto por el ecosistema en el que sucede la vida diaria.

-El usuario no institucional del tercer paisaje (paisaje natural) adquiere un estatuto compartido por todos los seres que forman este territorio. Se convierte en parte integrante del sistema evolutivo.- (Clément, 2004).



Jardines del Pedregal



Pedregal de Santo Domingo

Comunicación

Todo esfuerzo, estrategia y medida encaminada al cambio de hábitos, adquisición de habilidades y aplicación de nuevas infraestructuras tiene que ir acompañada de un gran movimiento comunicativo que se pueda transmitir a través de las mismas infraestructuras y su emplazamiento en el espacio. El presente texto es el eje principal para la difusión e implantación de estas infraestructuras.

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



Pedregal de Santo Domingo



Pedregal de Santo Domingo

Mejoramiento ambiental

El diseño e instalación de infraestructuras urbanas se debe orientar hacia la prevención de problemas ambientales y el mejoramiento del entorno existente, el reto en ambientes totalmente urbanizados como los pedregales es mayor ya que implica una restauración y en muchos casos una inducción del ecosistema original en lo que se puede catalogar como una "deconstruccion controlada".

Los objetivos de la infraestructura verde en el pedregal deben ser múltiples, como prevenir inundaciones, incrementar las áreas para la infiltración de aguas pluviales, reintroducción de la vegetación de pedregal para inducir la migración de especies y la continuidad ecológica, evitar las islas de calor y los efectos del calentamiento global y proveer de espacios para la movilidad sustentable.



Pedregal de Santo Domingo



Pedregal de San Francisco

-Es evidente que la protección de las áreas naturales que quedan, así como la restauración de la mayor cantidad posible de aquellas a las que ha afectado el desarrollo urbano, deben ser prioritarias en cualquier programa tendiente a rescatar la cuenca de México de la crisis ecológica que enfrenta- (Ezcurra, *et al.* 2006)



Visión regional

Para lograr una planeación sustentable en el contexto de la infraestructura verde se requiere generar redes y conexiones que den sentido al territorio y al resto de las infraestructuras ambientales.

No basta con tomar en cuenta las variables locales en polígonos definidos, se requiere de conectarlas entre si.

-La contigüidad entre los conjuntos primarios y los residuos ofrece una continuidad territorial para la diversidad- (Clément, 2004).



Pedregal de Santo Domingo



Pedregal de San Francisco

Planeación multidisciplinaria

La infraestructura verde en contextos urbanos requiere de planeación multidisciplinaria y la integración de diferentes campos del conocimiento: sociología, paisajismo, urbanismo, ingeniería, arquitectura, biología, administración pública y el conocimiento común proveniente de los ciudadanos principalmente.

Se requiere de la interacción y trabajo conjunto entre múltiples especialistas dispuestos a diseñar soluciones sencillas, probablemente antes no aplicadas por su obviedad.



Taller delegacion Tlalpan



Integración con personal de Tlalpan





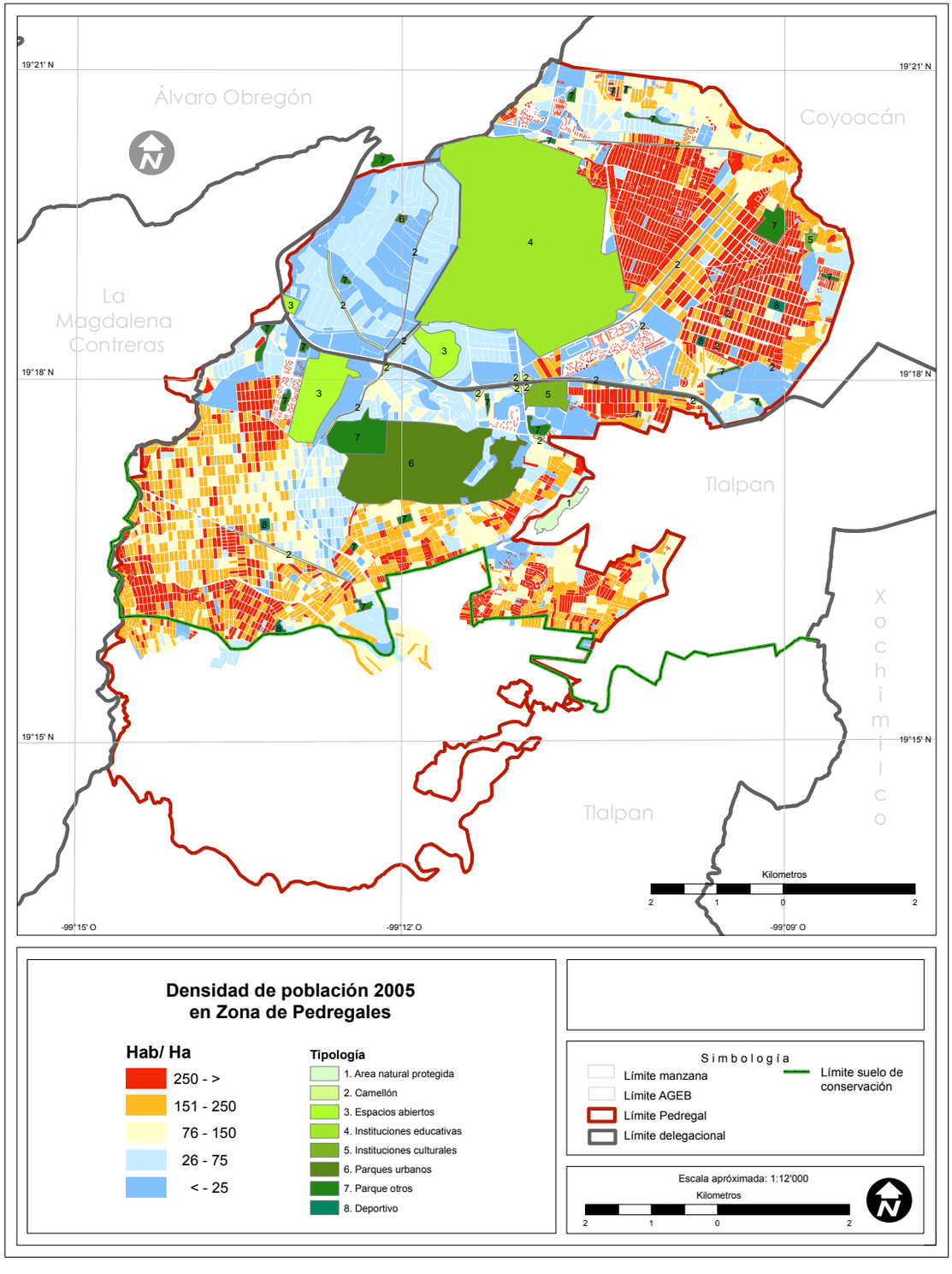
Elementos y componentes de la infraestructura verde urbana en los pedregales

Los componentes de la infraestructura verde tienden a relacionarse con el objetivo de conservar el ecosistema y elevar la calidad de vida de los habitantes de la ciudad.

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

a) Infraestructura verde de naturaleza existente

Se consideran como elementos de infraestructura verde a los ecosistemas, paisajes o fenómenos naturales que anteceden o son independientes de la actividad humana. Los grandes parques, reservas o aquellos relictos de vegetación representativos por su especificidad, belleza escénica, importancia ecológica y servicios ambientales. Dentro de estos últimos, destaca el ecosistema del Pedregal de San Angel en la Ciudad de México, por ser un relicto de matorral xerófilo al interior de una megaciudad que por sus características y actuales condiciones geodemográficas mantiene una importante influencia en el territorio urbano y sobre una gran cantidad de población que habita en el sur de la Ciudad de México (625,000 hab). El área de trabajo también destaca por su condición geológica única, que en la actualidad lo mantiene como un ecosistema cubierto, característica que lo hace permanecer como una opción tentativa, "latente" para su rescate y restauración en algunos puntos, considerando que una porción significativa se encuentra cubierta por capas de tan solo algunos cuantos centímetros de asfalto, y



b) Infraestructura verde de construcción humana

Se consideran todas aquellas iniciativas de manufactura o inducción que sin la presencia del ser humano no existirían; puntos de encuentro social, plazas, áreas de propagación de planta local, viveros, vegetación inducida, zonas de recarga, sistemas de infiltración, tecnologías de captación y manejo del agua, muros verdes, estanques, cisternas, camellones, jardinería urbana, aceras, zonas de tráfico lento, ciclovías, espacios peatonales, etc.

Componentes clave del sistema

Nodos: son espacios en los que confluyen elementos de la naturaleza y la actividad humana

Ligas: franjas vegetadas, parques lineales, calles, corredores peatonales y vialidades susceptibles de modificaciones que incentiven la movilidad sustentable y la continuidad de ecosistemas.

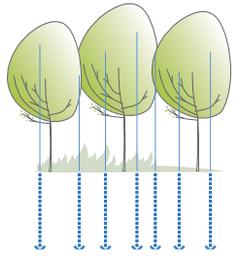
Redes: el conjunto de ligas y nodos que conforman una continuidad para el tránsito humano y de otras especies

Para el caso de los pedregales estas subestructuras las hemos dividido en 4 ejes temáticos, en los cuales se pueden enmarcar algunas de las problemáticas, actores y tipos de tecnologías a desarrollar:

1. Tecnologías (agua)
2. Diseños (movilidad)
3. Cultura (espacio público)
4. Corredores (biodiversidad)

1. Agua

- Infiltración
- Captación
- Tratamiento
- Distribución



2. Movilidad

- Escolares
- Caminantes
- Bicicletas
- Carga



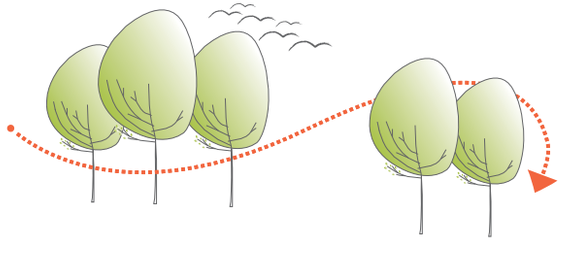
3. Espacio público

- Hábitos
- Puntos de encuentro social
- Diseño urbano
- Paisaje urbano



4. Biodiversidad

- Corredores y paisajes lineales
- Áreas de pedregal
- Especies vegetales
- Especies animales



1. Tecnologías para el uso eficiente e infiltración de aguas pluviales

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 ecosistemas de la ciudad, no en el pedregal, ecosistema considerado como el estrato ideal para la filtración natural hacia el acuífero.

El diseño de los modelos propuestos implica también al tratamiento, la captación, la distribución, la evaporación y la disminución de la velocidad de conducción tanto en escalas familiares como otras de organización comunitaria, principalmente en cruces, calles y áreas verdes estratégicamente ubicadas.

2. Diseños para la movilidad sustentable

Dentro de los elementos urbanos destinados a la infraestructura motorizada ninguno cubre tanta área como el asfalto, no solamente para el rodamiento sino para el estacionamiento. Las áreas de pedregal históricamente han sido cubiertas por extensas capas de asfalto para justificar una movilidad motorizada y excesiva que en muchos casos puede ser sustituida por una movilidad peatonal o ciclista.

En el pedregal el asfalto se ha convertido en el principal indicador de urbanización y elemento para el cambio de uso de suelo.

La proporción de metros cuadrados de asfalto en zonas de pedregal es inversamente proporcional a la cantidad de agua disponible para infiltración: por cada m^2 de asfalto en área de pedregal se pierde la posibilidad de infiltrar entre 700 y 900 mm al año. Es decir, se pierde la oportunidad de infiltrar entre 70 y 90 lt. por cada m^2 de superficie de pedregal al año.

Se plantea como alternativa para disminuir los metros cuadrados de asfalto una promoción de la movilidad no motorizada y la inducción de sistemas peatonales y ciclistas asociados al paisaje vegetal del pedregal para formar corredores de infraestructura verde, no únicamente por su función ambiental sino por su impacto cultural entre los principales orígenes y destinos.

3. Cultura y diseños para el mejoramiento del espacio público

La inequidad en la accesibilidad y calidad del espacio público en los pedregales involucra a todos los estratos socioeconómicos en la ciudad, generando una complicada convivencia urbana, fragmentada espacial y socialmente, en muchos casos por exceso de urbanización y en otros por la carencia tan solo de puntos de encuentro social. Mientras en unas áreas de pedregal la densidad poblacional supera los 251 Hab/ Ha en otras esta cifra es de menos de 75 Hab/ Ha o el porcentaje de metros cuadrados de área verde, que en promedio para cada habitante del pedregal es de 20 m2 porcentaje bastante alto pero con accesibilidades muy relativas.

Se plantea como solución a este problema un conjunto de diseños adecuados a cada una de los 9 patrones de estructuras urbanas y sociales existentes en el pedregal enfocados a incrementar la accesibilidad e interconexión entre estos espacios.

La intensa vida pública con que cuentan los pedregales es sin duda la principal ventaja y herramienta para lograr una mejor y mayor comprensión de la relación hombre ambiente, las escuelas, los mercados, las calles, tianguis, áreas comerciales y el conjunto de espacios reconocidos y visitados por los habitantes del pedregal conforman un mapa clave sobre las intervenciones potenciales y prioritarias a implementar.

4. Corredores para la biodiversidad

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

Se requiere de ingeniosas formas para un nuevo uso y disfrute del paisaje que sobre todo mantenga las funciones ecológicas originales.

-Se debe establecer una política territorial que no disminuya las partes existentes del paisaje natural, e incluso las incremente- (Clément, 2004).

Los prototipos diseñados se basan en la rehabilitación y restauración del ecosistema a través de especies vegetales que estratégicamente ubicadas conforman corredores de biodiversidad, ligando relictos, manchones, zonas de reserva, parques urbanos y calles donde la biodiversidad cuenta con espacios.

1

Diseño y ubicación estratégica de las tecnologías que presten una mejor utilidad para el manejo del agua en los entornos urbanos de pedregal:

- Captación
- Infiltración
- Tratamiento
- Distribución

2

Diseñar los corredores de movilidad no motorizada que permitan la mayor accesibilidad al espacio público:

- Escuelas
- Caminantes
- Bicicletas
- Autos

3

Diseño y ubicación estratégica de las tecnologías que presten una mejor utilidad para la promoción de la cultura y el espacio público en los pedregales:

- Hábitos
- Diseño urbano
- Encuentro
- Paisaje urbano

4

Ligar los principales relictos de pedregal interconectando, reservas, parques y áreas verdes en el núcleo urbano:

- Corredores
- Flora nativa
- Fauna nativa *(especialmente insectos y aves)*
- Paisaje de pedregales

Prototipos



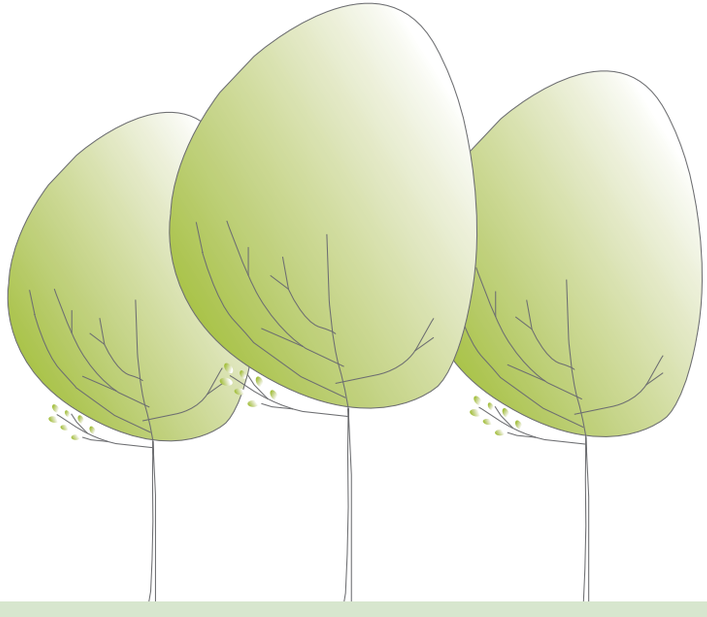






CAPITULO II

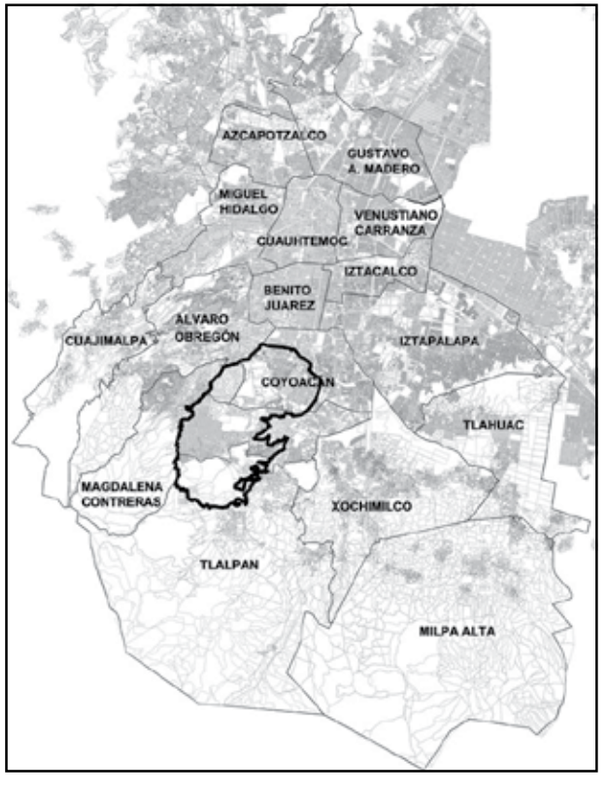
Infraestructura Verde en los Pedregales del Sur de la Ciudad de México



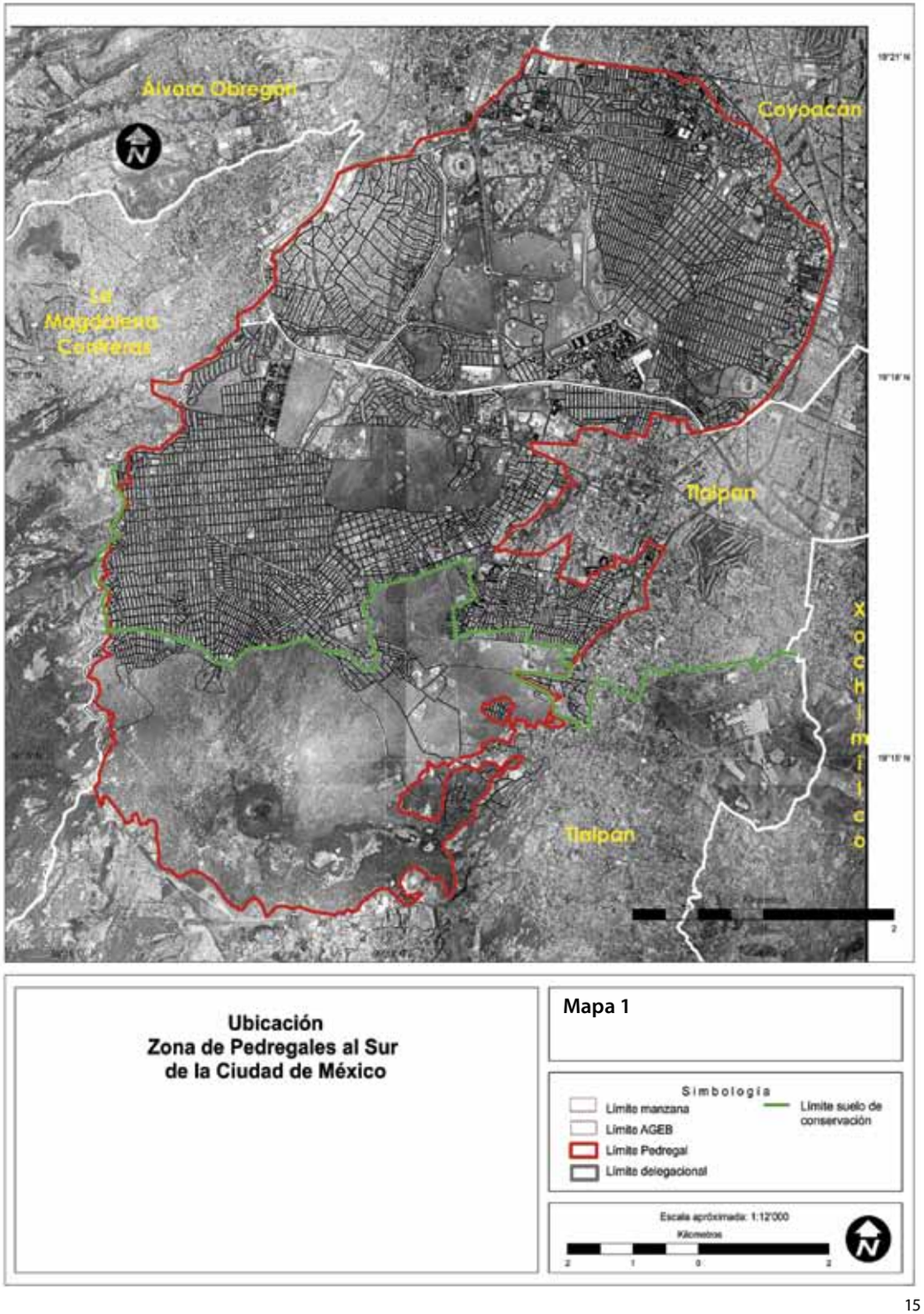
Descripción física de los pedregales

Ubicación y altimetría

El pedregal de San Ángel es una vasta extensión de lava volcánica que cubrió un total de 70 km2 al sur poniente de la cuenca de México. El derrame se originó a partir de las lavas emitidas por el volcán Xitle, hace aproximadamente 1670 años. En la actualidad el Pedregal de San Ángel es probablemente el flujo de lava joven más poblado del orbe. (Siebe, 2009).
(Mapa 1)

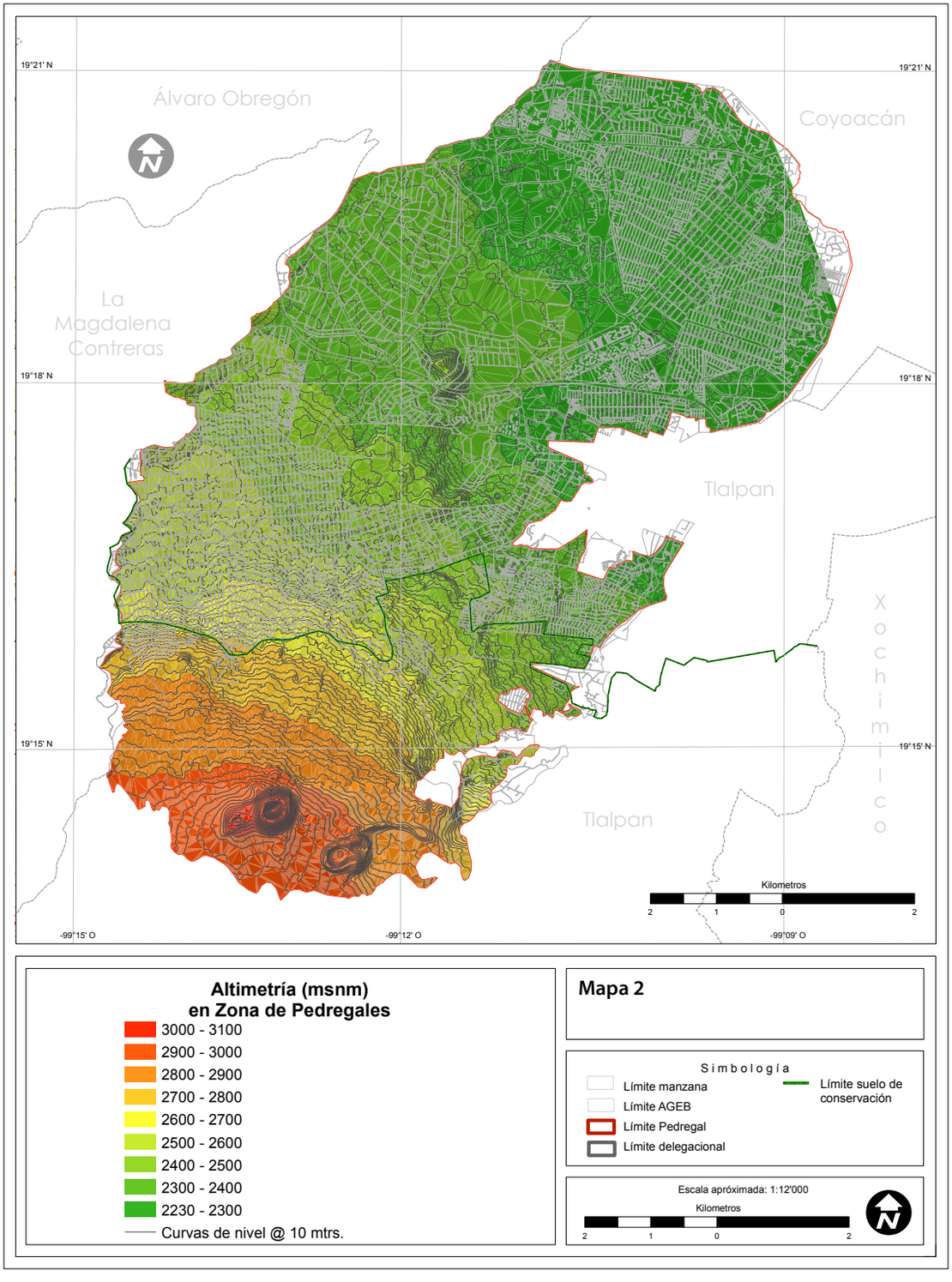


Localización del polígono del pedregal dentro de la zona metropolitana de la Ciudad de México



Este particular derrame abarca un área que se podría definir de la siguiente manera: al sur, el origen del derrame en las faldas del Ajusco a 3000 msnm; al norte limita con los antiguos asentamientos de San Ángel, Chimalistac y Coyoacán, que son las partes más bajas a una altitud de 2240 msnm. En el oriente limita con el Ejido de Huipulco, San Antonio Tomatlán y Coapa; la conurbación del centro de Tlalpan y Sta. Úrsula que sube hacia los poblados de San Pedro Mártir y San Andrés Totoltepec. Hacia el poniente limita con el poblado de San Nicolás Totolapan, Contreras, Sta. Teresa y los ríos Eslava, Viborillas y Magdalena, en las conurbaciones que se dan en las delegaciones de Tlalpan, Magdalena Contreras, San Ángel y Tizapán en Álvaro Obregón. Si se observa una imagen satelital se puede apreciar el derrame en forma de riñón, donde en su parte norte (lóbulo superior) a una altura promedio de 2,270 msnm y relativamente plana, se dio lugar al establecimiento de un matorral xerófilo único por su belleza y alto valor ecológico. La parte sur del derrame (lóbulo inferior) presenta una pendiente continua que va modificando la composición florística debido al cambio altitudinal, y termina donde aparecen los bosques de encino-pino y oyamel. Este gradiente presenta un rango de variación de 760 m., entre las partes más bajas y más altas del derrame volcánico. (Mapa 2)

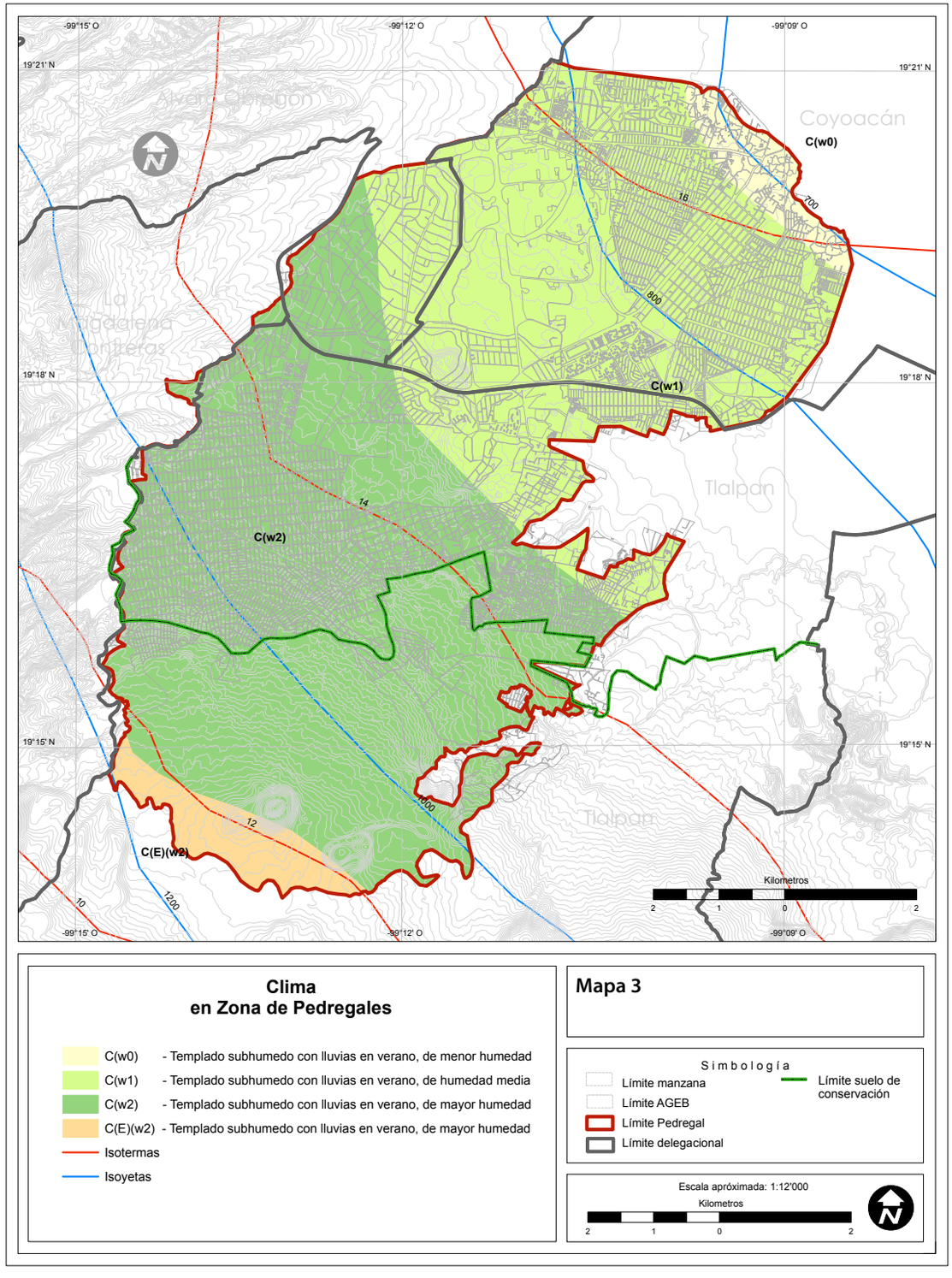
-Dicen que en un futuro, México-Tenochtitlan crecerá a tal grado que el lago de Texcoco desaparecerá y tanto Coyohuacan como Tenanitla serán parte de una gran ciudad. Dicen que tendrá millones de habitantes. Dicen que ya no habrá ríos. Dicen que habrá una nueva religión. Dice que Tenanitla se llamará San Ángel Dicen que el pedregal podrá ser habitado. Dicen. Pero siempre se dicen muchas cosas- (García, *et al.*, 2007).



Clima

Con un clima templado húmedo y régimen de lluvias en verano (favorecedor de los bosques típicos del altiplano) y con precipitaciones que van desde los 700 a 900 mm anuales, el pedregal juega un papel esencial en la regulación del clima y el control de inundaciones. Resulta muy interesante que a pesar de la presencia de fuertes aguaceros en el verano y debido a la porosidad de la piedra, el manto rocoso facilita la desaparición del agua (Carrillo, 1995) convirtiéndose en un sustrato seco más parecido a un desierto en medio de altas montañas y que antiguamente colindaba con un gigantesco lago. La temperatura media anual es de 15.5 ˚C y con vientos dominantes provenientes del noreste. Este paisaje debió sorprender a varios naturalistas que tuvieron la oportunidad de conocerlo y estudiarlo. Se puede afirmar que la cantidad de agua captada por esta serranía de volcanes aportaba y daba origen al extenso lago que cubrió lo que ahora es una de las megalópolis mas pobladas del planeta. Aunado a esto, los pedregales disipan el calor durante la época seca y son fuente de humedad durante el verano, en sentido contrario sucede cuando el clima se torna frío en el invierno (Nava-López *et al*., 2009).

Otra característica que resalta en los pedregales es la notoria modificación del paisaje durante las épocas de lluvias y secas. Las especies vegetales que habitan aquí, han desarrollado estrategias que les permiten adaptarse a esta condición: por ejemplo las plantas crasas mantienen dentro de sus estructuras foliares el agua necesaria para sobrevivir durante el estiaje. La flora adaptada a estos cambios es sumamente útil para el diseño de los espacios abiertos que se proponen y de lo cual vamos a hablar mas adelante. (Mapa 3).



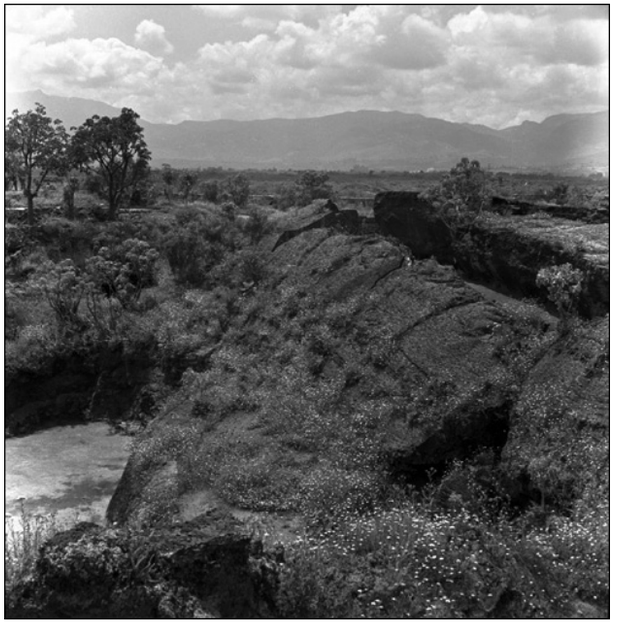
El suelo rocoso

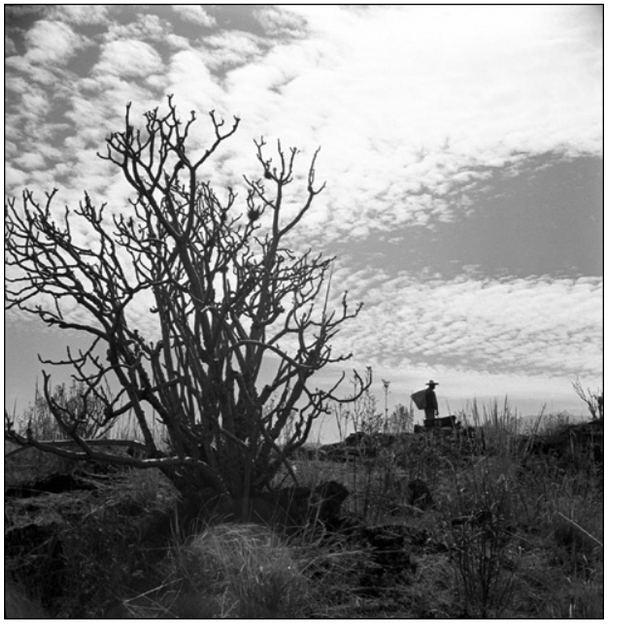
El aspecto mas relevante y por el cual obtienen su nombre los pedregales es precisamente la roca, piedra negra o lava volcánica. Este paisaje de roca dura y estéril, conocida antiguamente como malpaís, (Siebe, 2009), que al inicio fue un mar de material incandescente, es ahora un sustrato de color negro, quebradizo y poroso. Ha acumulado poco suelo fértil, dificultando el establecimiento de muchas plantas y es sumamente filtrante y permeable. Además es un material de excelentes características para la construcción: es muy resistente, a la vez que se le puede dar forma, es bastante térmico debido a la porosidad, no se degrada fácilmente en la intemperie y es el material con el cual se ha construido gran parte del sur de la ciudad. En el siguiente fragmento del maestro Miguel León Portilla es posible entender muchas de las características de este paisaje.

"Los mexicas conocían bien el extenso peñascal con quebradas y cuevas en el que, ya en su tiempo, crecían matorrales y arbustos que hundían sus raíces en las grietas de las rocas. Allí se habían refugiado algún tiempo, obligados por los culhuacanos, cuando venían en busca del lugar que su dios Huitzilopochtli les había anunciado. Inhóspito como era ese pedregal, pudieron sin embargo percatarse que en él pululaba la vida. Además de una gran variedad de yerbas y arbustos, había muchos animales: coyotes, tlacuaches, cacomixtles, zorrillos, serpientes de cascabel, musarañas, infinidad de mariposas y otros insectos, así como aves, desde el pequeño colibrí y los tordos hasta los halcones y águilas" (Carrillo, 1995).









Imagenes tomadas del libro "Morada de lava" de Armando Salas Portugal, UNAM 2006.

Flora y fauna

Las plantas y animales del pedregal, forman una trama muy compleja de vida. Las interacciones de unos y otros se dan en un ambiente extremadamente seco pero con una grán diversidad de microambientes húmedos. Esta característica modifica el paisaje creando una gama de colores y texturas muy cambiantes durante todo el año. Cuando aparecen las lluvias comienza también la aparición de la mayoría de las flores y con ello una verdadera explosión de insectos. Previo al verano, la sequía es tal que hace imposible pensar en la floración, sin embargo existe una especie, el palo loco que presenta inflorescencias amarrillas en forma de racimos muy vistosos, apareciendo después los mayitos; estas plantas revelan un paisaje colorido en medio de hojarasca seca y la piedra prácticamente desnuda. Sin embargo al caer las primeras lluvias, notamos la aparición casi inmediata de los tallos de dalias que empezarán a florecer a finales de julio, cuando el paisaje se ha tornado en una gama de colores verdes que cubren y ocultan la piedra. En esta época también se pueden observar brotes y renuevos de muchas plantas. Todos estos renuevos significan alimento para muchos animales, principalmente aves e insectos, aunque también algunos pequeños mamíferos: es posible ver tlacuaches, ardillas y conejos en las cercanías de la reserva. En ocasiones también es posible observar cacomixtles pero la fauna nociva (ratas, perros y gatos) están amenazando la conservación de estas especies de animales silvestres.

-La fauna de la cuenca de México ha sufrido graves transformaciones debido al cambio ambiental provocado por los humanos, que posiblemente son mas profundas que las experimentadas por la vegetación- (Halffter y Reyes Castillo en Ezcurra, et al. 2006).



Calandria
Icterus abeillei



Lagartija de árbol
Sceloporus grammicus



Culebra de agua
Thamnoophis scalinger



Cantera Oriente
Cuerpo de agua y vegetación



Palo loco
Senecio praecox



Biznaga de chilito
Mammillaria magnimamma



Serpiente de cascabel
Crotalus molossus nigrescens



Retama
Senna multiglandulosa



Oceloxóchitl
Tigridia pavonia

El conocimiento de la biota del pedregal es de gran relevancia para su conservación, la UNAM ha publicado una vasta cantidad de investigaciones que permitirán un acercamiento con la población que rodea estos relictos.

Se recomienda consultar las siguientes publicaciones:



Biodiversidad del ecosistema del Pedregal de San Ángel, (Lot y Cano-Santana, 2009)



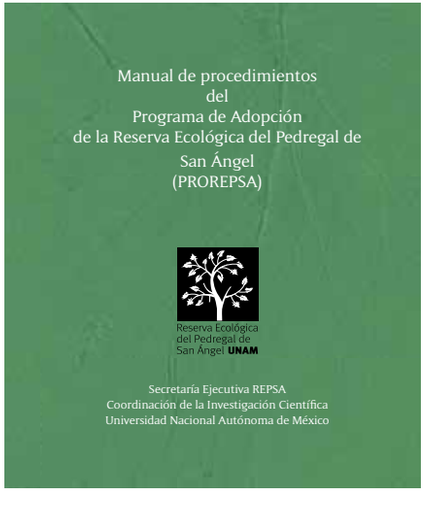
Bitácora del Jardinero del Pedregal, (UNAM-SEREPSA, 2009)



La Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel: aspectos florísticos y ecológicos, (Castillo-Argüero, 2007)



Xerojardinería, guía para el diseño de los jardines de Ciudad Universitaria, (Camarena, 2010)



Manual de procedimientos del Programa de Adopción de la REPSA, (UNAM-SEREPSA, 2008)

El espectro biológico de la Ciudad de México: de las hidrófitas a las xerófitas

El valor adaptativo de una especie vegetal a su hábitat, constituye un elemento esencial en el significado que tienen las formas o espectros biológicos y su relación con la dinámica y el funcionamiento ecológico de una comunidad biótica.

La diversidad de morfologías de las plantas se conoce como biotipos o formas biológicas, las cuales tienen su propia nomenclatura. Los términos básicos de dicha clasificación se relacionan con el aspecto general de la planta (árbol, arbusto, hierba, trepadora, epífita, etc) y, los términos especializados (fanerófita, geófita, hemicriptófita, etc) nos explican en detalle su forma de crecimiento; esta tipificación más técnica tiende a caer en desuso en los estudios descriptivos sobre vegetación.

En los estudios florísticos regionales es muy valioso conocer la participación proporcional de los tipos encontrados del espectro biológico, ya que nos habla, entre otras cosas, de la naturaleza adaptativa de los caracteres morfológicos de los organismos (Rzedowski, 1978).

Biodiversidad y escenarios ecológicos de la Cuenca de México

La Cuenca del Valle de México ha sido el espacio de vida para grupos humanos durante 25 mil años y en consecuencia, sus pobladores, como señala Serra (1990), seguramente, lo modificaron, abandonaron y repoblaron a lo largo del tiempo. El desarrollo de la cultura mexica estuvo marcado por el paisaje lacustre y palustre, antes de la conquista y desde luego anterior a la erupción del volcán Xitle hace menos de dos mil años. El contraste de ambientes ecológicos a los que se enfrentaron los antiguos mexicanos, en lo que hoy es la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, relacionó, en una etapa temprana, a sus habitantes con los recursos acuáticos y con los principios de la agricultura hidráulica y, posteriormente con el extraordinario evento del derrame de lava que cubrió una superficie cercana a los 80 km 2, a un paisaje inhóspito con la desaparición y modificación de bosques, cuerpos de agua y zonas agrícolas, conocido en la actualidad como el Pedregal de San Ángel.

Siebe (2009) menciona que el Pedregal de San Ángel es probablemente el flujo de lava joven más poblado del orbe, lo que pone de manifiesto, por un lado, el crecimiento explosivo de la población al paralelo de una urbanización masiva que selló con asfalto una importante superficie, pero por otro lado, es notable la evolución y diversificación biológica, medida en la riqueza de flora y fauna que aún sobrevive en la ciudad de México y sus alrededores. También es indudable el rápido aprendizaje de sus pobladores, a lo largo del tiempo, en el conocimiento de plantas y animales en tan diversos hábitat y con relación a su manejo, aprovechamiento y conservación.

La herbolaria mexicana constituye un claro ejemplo de un conocimiento tradicional del amplio espectro botánico que va de las hidrófitas (plantas de ambientes acuáticos) a las xerófitas (plantas de clima seco) y en su valor de uso, al seleccionar y cultivar elementos de la flora propia de humedales, en contraste con los característicos de un matorral xerófito.



Hidrófitas y xerófitas que conviven en las colecciones del Jardín Botánico del Instituto de Biología, UNAM.



Hidrófitas que habitan los cuerpos de agua formados en la Cuenca de México.



Xerófitas en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de la UNAM.

Las plantas acuáticas al formar agrupaciones vegetales desde pequeñas charcas hasta comunidades relativamente importantes por su cobertura, favorecen la conectividad de otras formas de vida (fauna acuática y anfibia), y reducen el efecto de la fragmentación de los escasos ambientes lacustres y palustres del Distrito Federal (Lot *et al.* 2004). Las chinampas de Mixquic y Xochimilco, a pesar de su creciente deterioro, aún mantienen una posibilidad de desarrollo en actividades productivas y socioculturales y, su replanteamiento en términos de restauración ecológica, pudiera constituir localmente el reinicio de la cultura lacustre y de una economía de sustento, como ocurre en otros centros de población humana ligados históricamente con el paisaje palustre (Lot y Zepeda, 2009).

En el caso de los ambientes acuáticos restringidos a las grandes ciudades, como la zona metropolitana de la Ciudad de México, su valor es aún mayor, por lo que representan en el bienestar de los habitantes de la segunda ciudad más poblada del mundo, en cuanto a su papel en la calidad del aire, en el mantenimiento de la humedad ambiental y en la producción de oxígeno. La salud de los hábitats acuáticos está íntimamente relacionada con la calidad del recurso agua y, de ello depende en gran medida el grado de conservación de la vegetación palustre y lacustre y de la biodiversidad de la Cuenca de México. En este sentido existen contribuciones que aportan conocimiento sobre la contaminación y efectos de toxicidad de algunos elementos como el cadmio y el plomo en la vegetación flotante de Xochimilco (Miranda y LLangovan, 1996; Miranda *et al.*, 2000) y sobre el aporte de fósforo y nitrógeno de algunas especies de hidrófitas en el sedimentos de los canales de las chinampas (Quiroz, 1981; Quiroz *et al.*, 1982; Quiroz *et al.*, 2008; Quiroz y Miranda, 1984).

La fragmentación, contaminación y abastecimiento del recurso agua por la demanda creciente de la Ciudad de México, ha propiciado una degradación en espiral progresiva que nos enfrenta a una situación sumamente crítica. Las amenazas a largo plazo conllevan la pérdida de la superficie orientada a la producción agrícola, en el caso de las chinampas y, a la degradación del suelo de conservación de las reservas ecológicas; a esto se suma la sobreexplotación de mantos acuíferos, la pérdida creciente de manantiales, de ríos y sus afluentes y, a la paulatina entrada de aguas residuales a los sistemas acuáticos en general.



Hidrófita enraizada de hojas flotantes. *Nymphaea gracilis* (Foto de Carmen Zepeda).

Entre el conjunto de recomendaciones y soluciones particularmente para el caso de los sistemas agrícolas de cultivo de ciénega o chinampa, se encontrarían las siguientes propuestas: captar y tratar las aguas residuales de establos y barrios, cancelar las descargas domiciliares, industriales y artesanales conectadas a las redes primarias y secundarias del drenaje, rescatar los suelos salinos y alcalinos mediante la remoción y uso de mejoradores químicos y establecimiento de cultivos forrajeros que ayuden a recuperar el suelo y, finalmente conservar la flora y fauna nativa de áreas naturales inundables. El rescate, cultivo y propagación de hidrófilas nativas de la Cuenca de México, es una realidad, gracias al mantenimiento de colecciones vivas (germoplasma genético) en los jardines botánicos de la ciudad y de sus alrededores (Lot, 2000; 2006). Se calcula que la flora acuática de lo que hoy comprende el Distrito Federal, debió tener hace cerca de medio siglo, alrededor de 70 especies de hidrófitas o plantas vasculares acuáticas estrictas (Lot *et al.*, 2004).El mapa hidrográfico de la zona metropolitana nos muestra una red compleja de corrientes de agua conectada a los sistemas artificiales modificados para el manejo del Distrito Federal y áreas conurbadas de la zona metropolitana de la capital. Se distinguen también una serie de cuerpos de agua, con posibilidades de recuperación en su conjunto, de la recarga de los mantos freáticos y de la infiltración fluvial. Sin embargo, se requiere de una evaluación ambiental detallada del sistema de humedales que procure un plan realista de manejo del caudal ecológico, fundamentado en la ingeniería hidráulica y en el conocimiento del funcionamiento de los ecosistemas acuáticos (papel de las hidrófitas), pero sin perder de vista el desarrollo armónico del tejido social.

-No solo en México la revitalización acuática del paisaje urbano deberá comprometerse con una orientación social, que busque equilibrios en lugar de extremos. El agua en la ciudad debe vincular y no separar.- (Krieger, 2007).

Xerófitas y matorral de pedregales

En contraste con las hidrófitas, las plantas xerófitas presentan adaptaciones fisiológicas y características morfológicas vinculadas a los ecosistemas más secos, en el extremo opuesto al de los humedales. Lo asombroso del caso es la convivencia de los dos ecosistemas, el acuático y el árido en la zona templada subhúmeda de alta elevación de la Ciudad de México. La explicación se basa en el tipo de sustrato de cada uno. Los elementos florísticos y formas biológicas del matorral xerófito se desarrollan primordialmente sobre la roca basáltica, con suelo escaso y poco profundo, condiciones que benefician la infiltración rápida del agua de lluvia, favoreciendo un ambiente microclimático afín más a los desiertos y a las plantas adaptadas a la sequía.

Los trabajos de Castillo-Argüero y colaboradores (2007 y 2009) constituyen una fuente de información actualizada sobre la flora de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, y en consecuencia son una referencia fundamental. Entre sus datos se destaca la función de las formas de vida dominadas por plantas herbáceas erectas y anuales, con 229 especies de un total de 337, con relación al número menor de arbustos (48 especies) y de árboles (10 especies). La distribución y abundancia de dichos elementos nos ayudan a entender la fisonomía característica del matorral xerófito como el paisaje del Pedregal de San Ángel.









Imagenes tomadas en la ofrenda del día de muertos conmemorando a la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel en su 28 aniversario. Afloramiento basáltico del vestíbulo del Instituto de Biología,UNAM.
(Fotos de Guillermo Gil).

La presente obra contiene en sus diferentes apartados información referente a la importancia de la flora nativa de los pedregales en la Ciudad de México.

Importancia de las hidrófitas-xerófitas en el conjunto de estrategias de infrestructura verde

Se cuenta con información suficiente y de calidad sobre los elementos de la flora acuática y de los pedregales, pero no se cuenta con mapas que integren la distribución de la vegetación acuática y del matorral xerófito en el contexto urbano, a un nivel fino en cuanto a la escala, que nos permita elaborar un atlas de zonas suceptibles del rescate de humedales y afloramientos basálticos, en un programa de rehabilitación ecológica con la reintroducción de especies de hidrófitas y xerófitas, dependiendo del tipo de sustrato aplicable a las necesidades y características de cada barrio y delegación del sur de la ciudad. El manejo diferenciado de cada caso en cuanto a los elementos de la flora seleccionada, permitirá una serie de acciones en el diseño de prototipos orientados a la regulación del agua, tanto en la época de estiaje como en la de lluvias, además de la incorporación del diseño de paisaje en pequeñas áreas naturales en toda la zona metropolitana.









Jardín Demostrativo de la Flora Nativa del Pedregal, en los límites de la Zona Núcleo Poniente de la REPSA.

Agenda local de biodiversidad
Xereojardinería

La biodiversidad tan peculiar que habitaba el ecosistema de matorral xerófilo de los pedregales ha sido fragmentada por el acelerado crecimiento urbano que comenzó en los años cincuenta y que continúa hasta nuestros días. De los 40 km^2 que existían de matorral xerófilo debajo de la cota 2300 msnm, solo algunos relictos conservan elementos de la flora y fauna original. De estos espacios podemos mencionar los que aún conservan áreas con el paisaje típico del senecietum praecosis: encontramos en primer lugar por su extensión, la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA), en el *campus* de la Ciudad Universitaria (237 ha.), en segundo lugar, el Predio denominado "los Encinos" sobre Av. Periférico a un lado de TV Azteca (70 ha.), estos representan las mayores extensiones de pedregal mejor conservadas dentro del entorno urbano. El siguiente espacio, con buen grado de conservación, es el que se encuentra en la zona eco-arqueológica de Cuicuilco, cercana al trébol que forman Av. Insurgentes y Anillo Periférico; Todos estos espacios se pueden incorporar mediante un adecuado manejo a un "corredor biológico" que uniría todas las áreas arriba mencionadas. Por último y no menos importantes son las áreas que resguardan el Museo Anahuacalli y el Parque Huayamilpas, los dos dentro de la demarcación Coyoacan, en las colonias de San Pablo Tepetlapa y de Sto. Domingo, respectivamente, estas zonas además de preservar un buen número de especies nativas, son utilizadas para el disfrute de la población urbana.



Estas áreas (islas) unidas por amplios camellones y banquetas (corredores) pueden formar una trama de infraestructura verde que se propone en este libro. Para ello es necesario utilizar algunos de los criterios de diseño de paisaje propuestos en la Guía de Xerojardinería, diseño para los jardines de Ciudad Universitaria (Camarena, 2010). Esta publicación puede servir como agenda local de biodiversidad ya que incorpora elementos de restauración del paisaje. El *campus* universitario cuenta ya con algunos ejemplos de reconversión de áreas con "xerojardinería". Esta guía ha sido una herramienta fundamental para el diseño de áreas verdes que se encuentren en zonas de matorrales xerófilos. Fue diseñada para promover la restauración ambiental a través del diseño de jardines y también de las áreas verdes urbanas. Incorpora elementos de la flora nativa que tienen potencial de ornato y que además juegan un papel importante en el complejo engranaje del ecosistema. Estas especies además suelen utilizar solo el agua de lluvia que cae en la época de verano y son capaces de sobrevivir durante el estiaje hasta el año siguiente, lo que las convierte en importantes ahorradoras de agua.

En síntesis lo que se propone es utilizar esta guía de diseño de paisaje para promover y llevar a cabo acciones de reconversión de áreas verdes urbanas en lugares como los camellones, en las grandes avenidas y ejes viales, así como intervenciones dentro de los espacios abiertos urbanos: pequeños parques, incluso áreas verdes vecinales o jardines particulares. Se trata de promover acciones locales que permitan un trabajo colectivo entre los pobladores y las instancias de gobierno.

-Se requiere aprovechar y restaurar la naturaleza lacustre que nos rodea; basta simplemente, que se construyan las instalaciones adecuadas para su almacenamiento, su tratamiento y su canalización para diversos usos.- (Jorge Legorreta en Barkin, 2006).

Sociodemografía y accesibilidad

Los pedregales del sur de la ciudad presentan un patrón de diversidad y desigualdad, tanto espacial como poblacionalmente, esto se refleja en el grado de acceso y calidad del espacio público, los servicios urbanos y ambientales con que puede contar o no la población: agua, drenaje, parques, escuelas y biodiversidad entre otros.

Dependiendo de la colonia, el fraccionamiento, la unidad habitacional, el barrio o el sector de pedregales que se habite, el acceso y calidad de los servicios varía enormemente y con esto la calidad de vida de unos y otros pobladores de un mismo territorio.

Dos son los principales factores que llaman la atención:

1. La diversidad social entre una colonia y otra.
2. La correlación entre niveles educativos y de ingreso.

Mientras la accesibilidad y cercanía hacia espacios abiertos se mantiene con buenos estándares principalmente para los barrios de altos ingresos estos mismos barrios no necesariamente cuentan con las mejores condiciones para incentivar la vida pública.

Desde la óptica urbana pareciera que la condición deseable para los pedregales es una mezcla equilibrada entre las circunstancias sociales y ambientales prevalecientes, mezcla que por un lado permita la riqueza de la vida pública que actualmente existe en las colonias populares con la cercanía y continuidad entre espacios verdes, que para el caso de los pedregales se da en las zonas de altos ingresos.

Es decir, 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.

En otras palabras: la vida pública es la principal riqueza de los barrios populares de los pedregales mientras que la cercanía hacia los espacios naturales es su principal carencia y de forma inversa para las zonas de altos ingresos donde la población desea habitar principalmente cerca a los espacios verdes.

-La creciente embriaguez de modernización de la ciudad de México, que a lo largo del siglo XX le arrebato gran cantidad de espacios humanos y ecológicos, en los años cincuenta y sesenta alcanzo su cumbre- (Krieger, 2006).





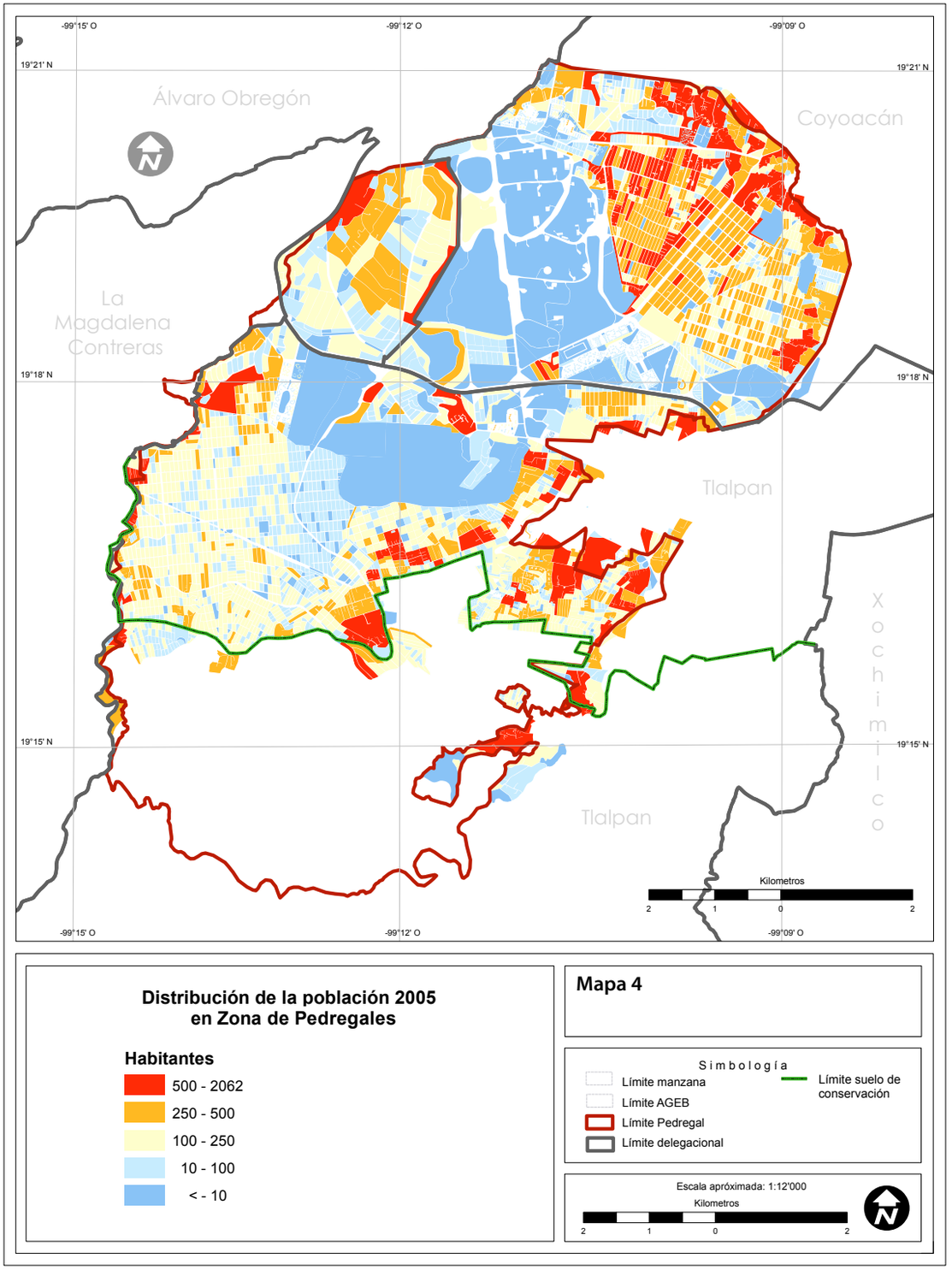
Demografía

Acorde al censo de 2005 el polígono de los Pedregales del Sur de la Ciudad de México registra
640’047 habitantes en una superficie de 8’093.2 hectáreas repartidas en tres delegaciones: Álvaro Obregón, Coyoacán y Tlalpan .

La distribución de la población al interior de los pedregales se diferencia principalmente entre los lados este y oeste.

Tomando como eje norte-sur a la avenida de los insurgentes las mayores aglomeraciones de población se localizan en el lado este. La parte oeste, salvo algunas pequeñas zonas, registra, en comparación, un poblamiento menor. En comparación la zona central de los pedregales, que comprende el perímetro de la Ciudad Universitaria y el Bosque de Tlalpan, es la que menor concentración demográfica registra.

En los pedregales las mayores densidades de población registran los más bajos niveles de ingreso y escolaridad, las áreas menos densas reportan mayor ingreso y mayor escolaridad promedio. (Mapa 4).



Densidad

La densidad de población promedio de los pedregales es de 79 hab/ha, misma que puede considerarse, para el conjunto del Distrito Federal como una densidad media o media-baja, ya que en algunas zonas de las delegaciones Iztapalapa o Gustavo A. Madero, se registran densidades superiores a los 200 hab/ha (Cuadro 1).

Cuadro 1.

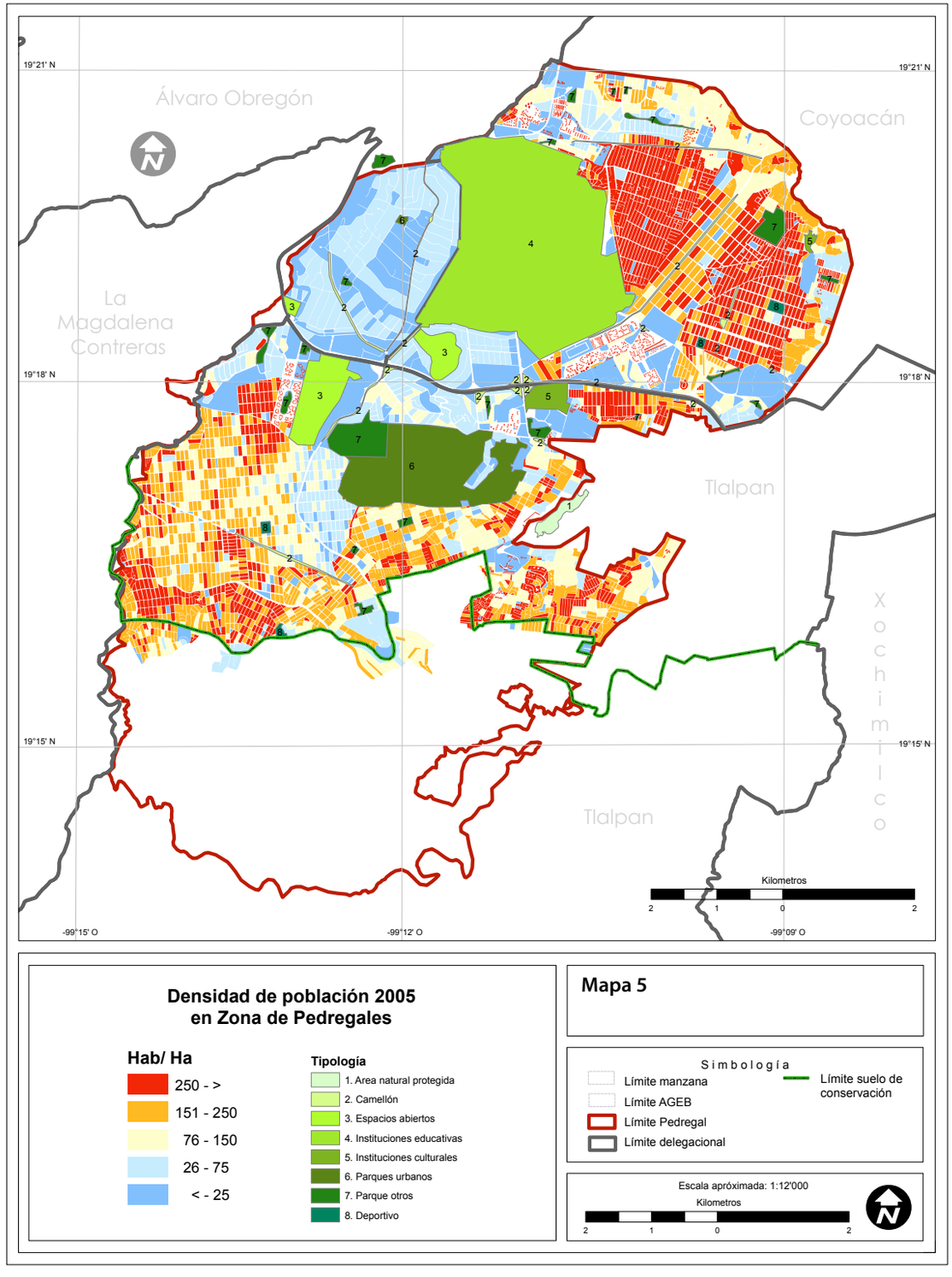
Delegaciones	Población, 2005		Superficie		Densidad de población (Hab/Ha)
	En los pedregales	%	De los pedregales -Hectáreas-	%	
Álvaro Obregón	13,293	2.1	578.5	7.3	23.1
Coyoacán	306,831	47.9	2,630.8	32.4	117.1
Tlalpan	319,923	50.0	4,884.8	60.3	65.8
Total	640,047	100.0	8,093.2	100.0	79.1

Fuente: Cálculos propios sobre la base de: INEGI, 2005.

La distribución habitacional en los pedregales no corresponde con el área de cada una de las delegaciones, dando lugar a densidades muy variadas, mientras Tlalpan cuenta con el 60.3% del territorio de pedregales, Coyoacán solamente tiene el 32.4% y esta delegación a su vez cuenta con prácticamente el mismo número de habitantes, en consecuencia también con el doble de densidad.

La densidad por colonias es aun más variada, dentro del mismo Coyoacán algunas colonias como el Pedregal de Santo Domingo en el este presentan muy altas densidades, mayores a 250 hab/ha en comparación con sectores de Romero de Terreros y Chimalcoyotl donde la densidad habitacional es menor a los 75 hab/ha. (Mapa 5)

-La región metropolitana de la ciudad de México es la mas densamente poblada del mundo con 2474 hab/km2- (Juliá, 2005).

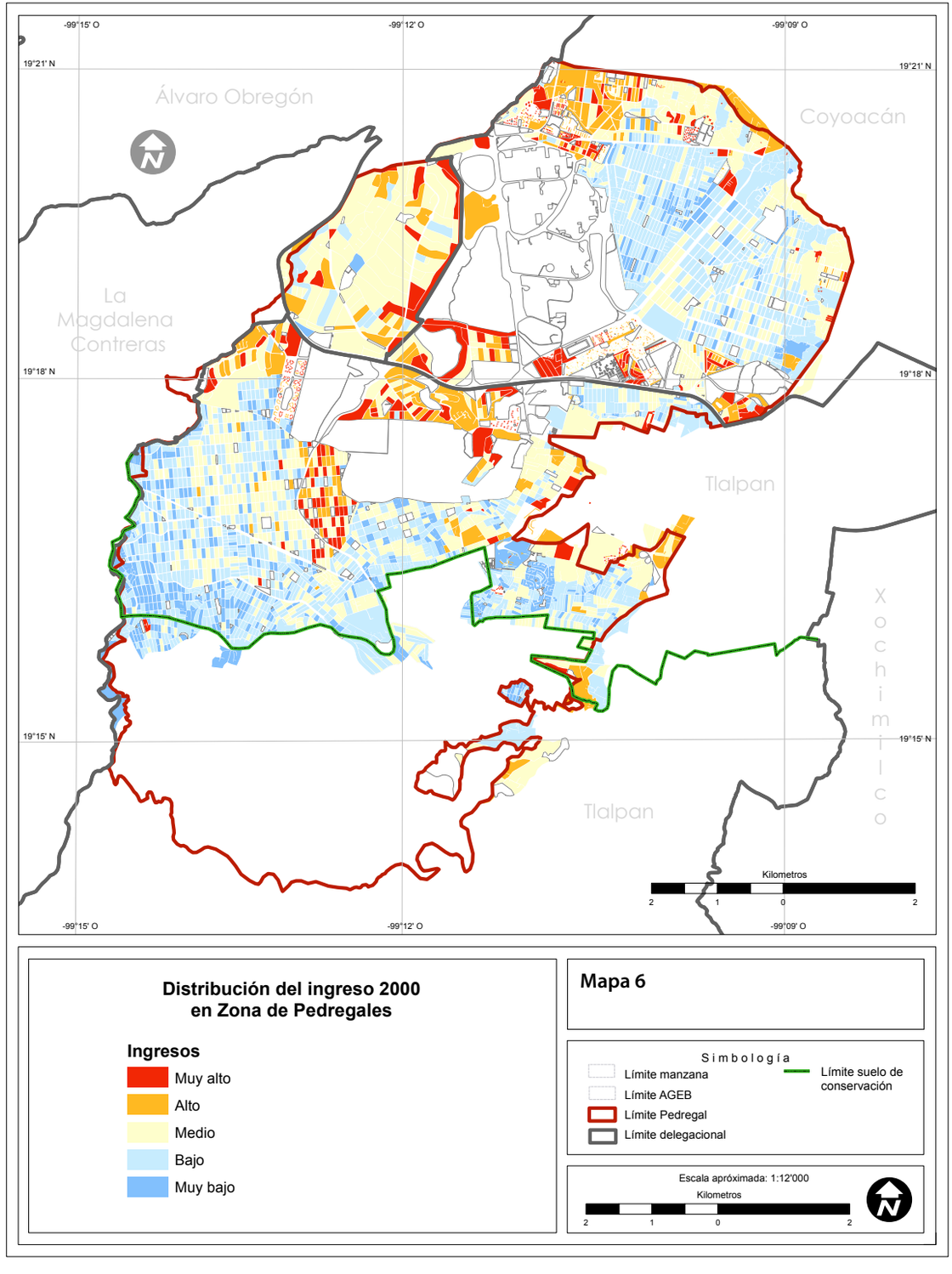


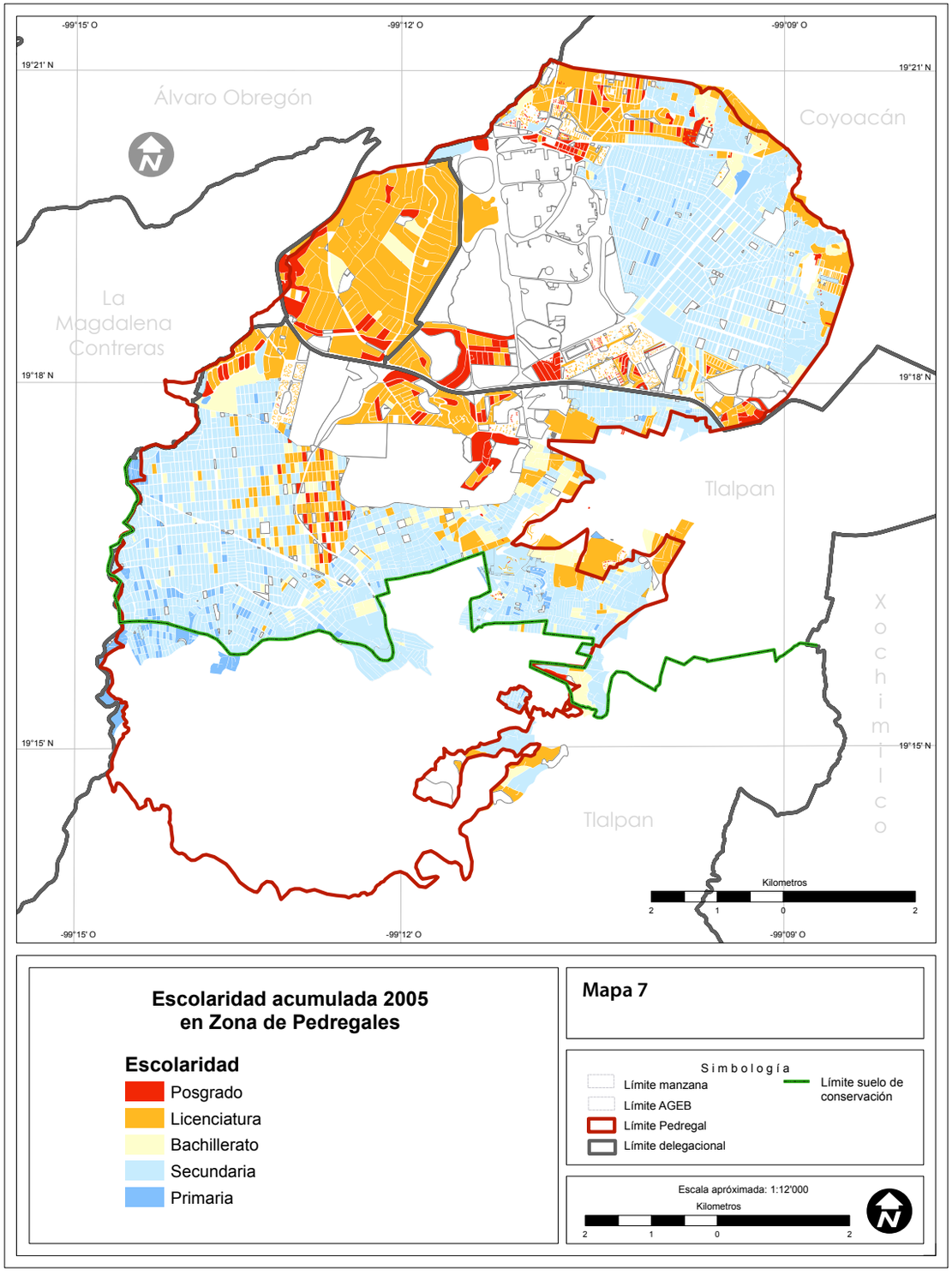
Ingresos y escolaridad

La distribución del Ingreso en la zona de los pedregales se caracteriza por una división geográfica principal entre poniente y oriente. Las categorías media-alta del ingreso se localizan principalmente al poniente, el ejemplo más evidente es Jardines del Pedregal, mientras que las zonas de menores ingresos, mayor densidad habitacional y menor nivel educativo están al oriente y sur, y llama la atención que es la zona de Ciudad Universitaria la división o punto de encuentro entre los diferentes estratos.

Otras zonas de ingresos medio-altos se localizan al norte de Ciudad Universitaria, a lo largo del Eje 10 Sur. Al igual que algunos fraccionamientos colindantes con el Bosque de Tlalpan. (Mapa 6)







El resto de la zona de los pedregales registra una mediana de ingresos baja y muy baja. La primera relación que se identifica es que las áreas de mayor densidad de población son coincidentes espacialmente con las áreas de ingreso más bajas

En cuanto a la escolaridad se representa la mediana de la escolaridad acumulada en la zona de los pedregales. Las zonas de mayor escolaridad acumulada coinciden espacialmente con las zonas de más altos ingresos.

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 al interior de la zona de pedregales. (mapa 7).



Accesibilidad y espacios abiertos *

Se define como accesibilidad al grado en que la población residente puede utilizar, visitar o acceder al conjunto de espacios abiertos.

Las tres principales condicionantes que incrementan o reducen la accesibilidad a áreas verdes son:

1) La provisión de área verde.
2) La eliminación o reducción de los obstáculos que dificultan la conexión entre población y espacios abiertos y
3) La movilidad entre ambos.

La zona de pedregales cuenta con 54 espacios abiertos (espacios verdes urbanos) divididos en 8 tipologías principales: (Cuadro 2).

Cuadro 2

Tipo	Superficie (Ha)	
	Total	%
Área Natural Protegida	15.7	1.2
Camellones	44.5	3.5
Espacios abiertos	112.4	8.8
Instituciones educativas	712.5	55.6
Instituciones culturales	27.1	2.1
Parques urbanos	257.2	20.1
Parques vecinales	102.9	8.0
Deportivos	10.4	0.8
Total	1'282.6	100.0

NOTA: el área de estudio no contempla la zona de pedregales en el suelo de conservación. (Zona rural de la Delegación Tlalpan).

Los metros cuadrados de área verde por habitante que registra la zona de pedregales son el resultante del total de metros divididos entre el total de población.

12.8 millones de m^2 divididos entre los 640'047 habitantes dan como resultado 20 m^2 de área verde por habitante, cuando la recomendación de la Organización Mundial de la Salud es de 9 a 12 m^2 por habitante.

Si se cuantifican los diferentes tipos de espacios abiertos, se analizan las barreras urbanas y la proporción de metros cuadrados en relación a la población existente, se evidencia que la problemática que afecta a la zona de pedregales no es la oferta de área verde, sino el acceso a la misma, esto varía enormemente dependiendo del barrio y colonia en la que se habita.

El acceder al servicio que ofrecen las áreas verdes representa un costo para los usuarios, que en este caso es la distancia a recorrer y los obstáculos a librar para llegar a dicho servicio. Mosley (1979)

En el Pedregal de San Ángel la población presenta un nivel de accesibilidad diferenciado a los servicios que ofrecen las áreas verdes, altamente correlacionado con su distribución geográfica y la distancia física. Además, el nivel de accesibilidad también presenta una fuerte correlación con las características socioeconómicas de la población, es decir, conforme el nivel de escolaridad y el nivel de ingreso aumenta, el uso de áreas verdes disminuye.

Si se afronta a pie, la metrópoli se convierte en un mundo inexplorado en muchas de sus partes, un mundo hecho de territorios caóticos, en el cual los asentamientos abusivos se sitúan junto a los yacimientos arqueológicos; las líneas de alta tensión y las autopistas se intersectan con los acueductos; y las modernas ruinas industriales acogen una fauna y una flora que jamás hasta ahora habían habitado la ciudad- (Careri, 2004).



Las zonas que se inundan no permiten la accesibilidad.



Barreras urbanas (fronteras) conformadas por avenidas principales. Av. Insurgentes Sur.



Obstáculo que dificulta la accesibilidad peatonal.

¿Cómo medir la accesibilidad hacia los espacios abiertos en los pedregales?

La accesibilidad es posible medirla en función de la distancia, para así obtener una accesibilidad relativa; y también es posible estimar la accesibilidad en función de la oportunidad de acceso (cantidad y calidad del servicio), de lo que se obtendría una accesibilidad integral (Ingram, 1971).

Para el presente trabajo, se elaboró un índice de accesibilidad integral, ya que no sólo se tomó en cuenta la distancia, sino también la oportunidad de acceso, representada por la cantidad de metros cuadrados que oferta (como servicio) cada una de las áreas verdes.

A través de un modelo geo demográfico se ha recabado la información necesaria para determinar los radios de influencia, accesibilidad, barreras entre las zonas habitacionales y los espacios abiertos, los ecosistemas de pedregal, las áreas verdes disponibles y aquellos otros espacios que con adecuaciones estratégicas pudieran brindar funcionalidad al ecosistema a la vez de conectar relictos entre sí para formar una verdadera red de infraestructura verde.

Algunos de los componentes tomados en cuenta son:

1) Cartografía poligonal de los espacios abiertos del pedregal.
2) Ubicación georrefenciada de las puertas de acceso o ingreso de cada uno de los 54 espacios abiertos.
3) Datos de superficies en metros cuadrados de cada uno de los 54 espacios abiertos.
4) Red vial (redes primaria, secundaria, terciaria y traza vecinal).
5) Pasos a desnivel (puentes) peatonales o vehiculares; y
6) Cartografía por manzana al interior del pedregal.

Una vez obtenidos los insumos, se procedió a calcular por red vial, la distancia desde el centroide de cada una de las 4'420 manzanas registradas en el pedregal, hacia cada una de las 92 puertas de acceso de los 54 espacios abiertos definidos (Figura 1).

Del cálculo de las distancias, lo que se obtuvo fue una tabla de datos tipo panel de 4'420 filas (manzanas) por 92 columnas (puertas de acceso), lo que multiplicado da un total de 406'640 celdas (intersección fila-columna), que registran la distancia de cada manzana a cada una de las puertas de acceso.

Figura 1. Cálculo de distancia por red vial desde los centroides de manzana a las puertas de acceso de los espacios abiertos



La siguiente labor fue hacer una discriminación de las puertas de acceso y finalmente aplicar el índice de accesibilidad considerando la distancia (por red vial) que separa a la manzana de la puerta de acceso al espacio abierto y ponderarla por los metros cuadrados de espacio abierto.

La ecuación aplicada fue la siguiente:

$$A_i = \sum EA_j \cdot D_{ij}^{-\lambda}$$

Donde:

EA_j = Número de metros cuadros (m^2) del espacio abierto j.

D_{ij} = Distancia por red vial desde la manzana i a la puerta de acceso j.

λ = Coeficiente de impedancia designado teóricamente en -1.

Con las variantes del índice de accesibilidad hasta aquí presentado, se postula la hipótesis acerca de un desequilibrio espacial de la accesibilidad hacia los espacios abiertos en los pedregales.

Un dato que contribuye a ratificar esta hipótesis, ha sido el representar los radios de influencia de 500, 1'000 y 1'500 metros alrededor de la puertas de acceso a los espacios abiertos y calcular cuánta población se localiza en estos radios.

El resultado obtenido se observa en el Cuadro 3. El dato que más llama la atención, es que poco más del 80% de la población del Pedregal de San Ángel se localiza a una distancia de hasta un kilómetro (lineal). Sin embargo, hay que tener en consideración que ese kilómetro lineal, no toma en cuenta el arreglo de la estructura urbana, es decir, la traza urbana y las vialidades, así como los pasos a desnivel.

Cuadro 3.

Radio	Población, 2005	
	Total	%
500 metros	348'512	54.5
1'000 metros	181'129	28.3
1'500 metros	65'882	10.3
Más de 1'500 metros	44'524	7.0
Total	640'047	100.0

Fuente: Cálculos propios sobre la base de: INEGI, 2005.

Por lo tanto, para reducir el desequilibrio espacial y mejorar la accesibilidad hacia los espacios abiertos en los pedregales no basta con tener más áreas verdes y espacios públicos, es necesario minimizar los obstáculos que evitan la continuidad, eliminar las barreras de accesibilidad, construir y mejorar los accesos físicos, e incentivar el uso público, tomando en cuenta la infraestructura urbana existente como mercados, plazas públicas, centros escolares, etc.

** Síntesis tomada del trabajo realizado por el Geógrafo Carlos Galindo Pérez. Accesibilidad a Espacios Abiertos en la Zona de Pedregales al Sur de la Ciudad de México. 2010 (documento inédito).*

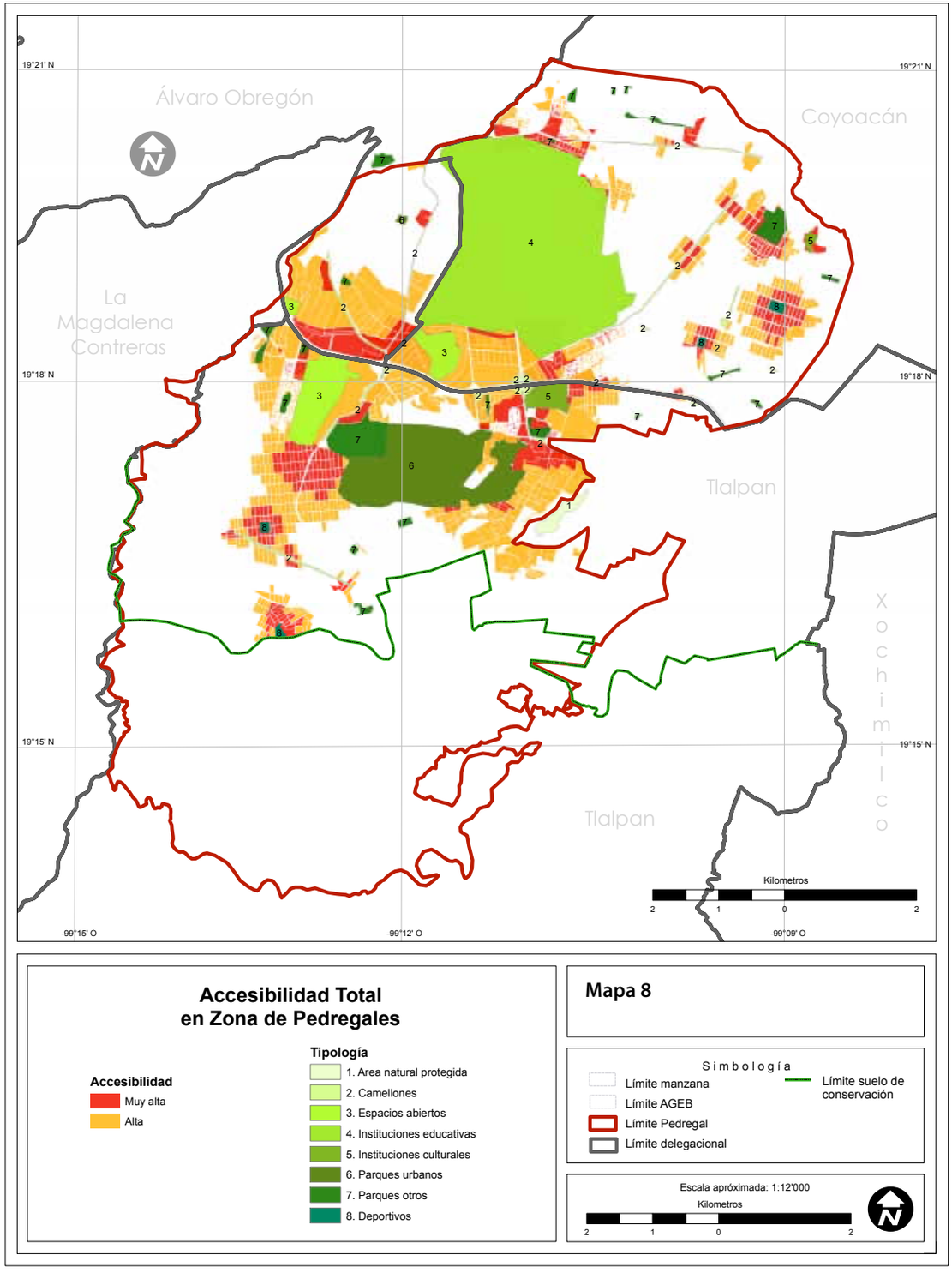
Accesibilidad hacia espacios abiertos en los pedregales

El mapa 8 representa la accesibilidad de todas las manzanas de los pedregales hacia el total de los espacios abiertos.

En colores obscuros aparecen las manzanas habitacionales que cuentan con mayor accesibilidad hacia espacios abiertos: parques, plazas y áreas verdes en general. En colores claros se representan las manzanas que carecen de áreas verdes y espacios públicos, en consecuencia son las manzanas en colores claros y blancos las que mantienen un índice de accesibilidad muy bajo y requieren inversión para el establecimiento de corredores de biodiversidad, espacio público y movilidad.

Con la información existente las delegaciones, vecinos y gobierno local cuentan con una herramienta para planear al detalle y con base a la prioridad ambiental la instalación de la futura infraestructura verde de tendiente a interconectar el resto de los espacios abiertos existentes con otros nuevos que puedan surgir.

Esta herramienta ayuda a vislumbrar los grandes corredores que generan una mejor distribución de los usuarios del espacio abierto y los servicios ambientales a la vez que clarifica los criterios técnicos para la toma de decisiones al optimizar la inversión pública de las áreas prioritarias a interconectar.

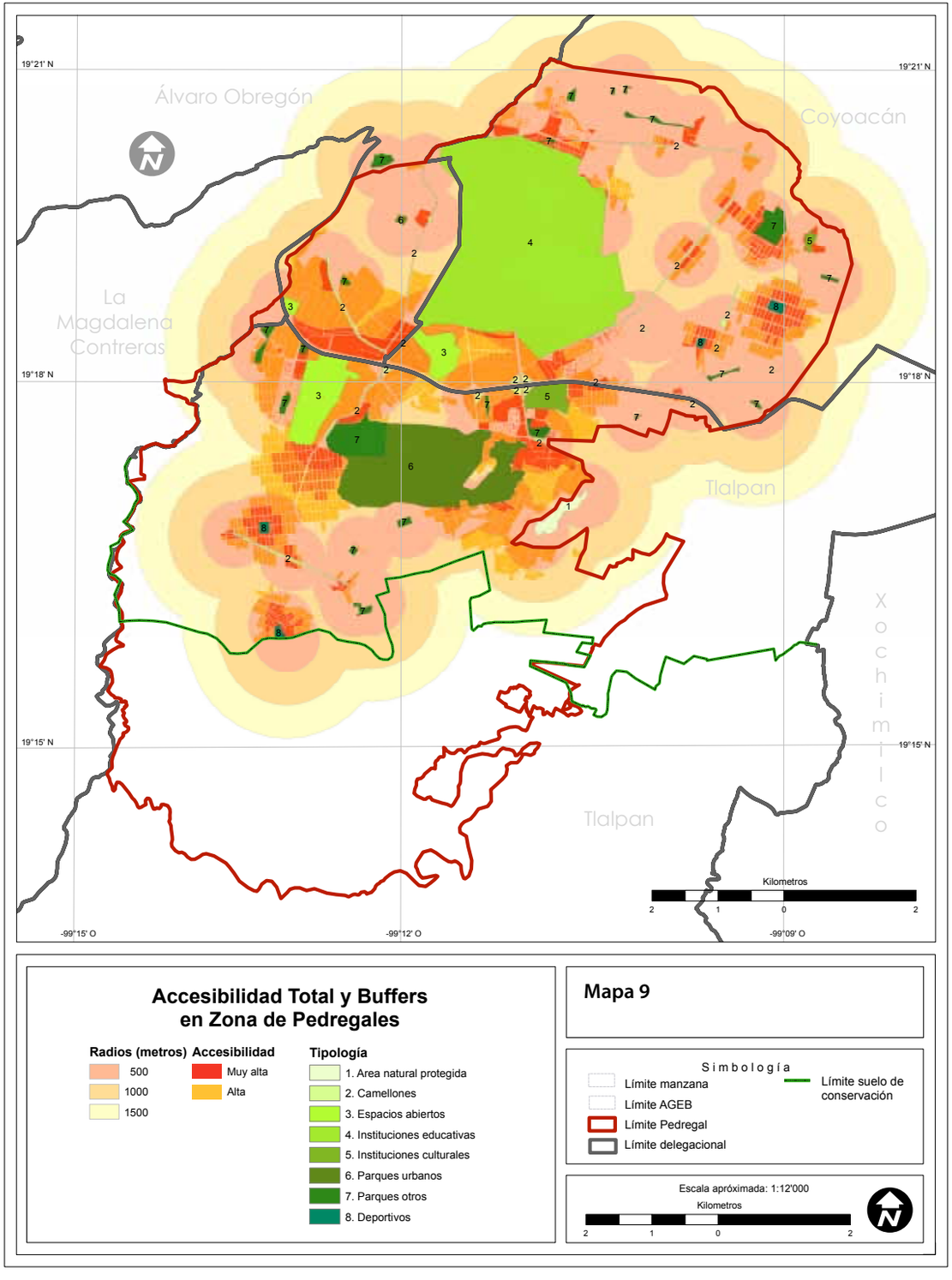


Radios de influencia de los espacios abiertos y accesibilidad

El mapa 9 confirma que la población que se encuentra fuera de los radios de influencia a más de 1500 metros de los espacios abiertos, tiene una accesibilidad muy limitada hacia estos, evidenciando que fuera del área de influencia es donde existe el mayor potencial para la creación de nuevos espacios abiertos y representa a las áreas prioritarias para la implementación de las estrategias propuestas.

Como herramienta sirve para planear intervenciones lineales como nuevos parques, corredores verdes y también otras acciones puntuales; esquinas ajardinadas, ampliaciones de banquetas, zonas de infiltración y tráfico lento, el mapa en cuestión resalta las zonas prioritarias para realizar adecuaciones e instalar prototipos entre uno y otro radio de influencia.





Accesibilidad Total y Buffers en Zona de Pedregales

Radios (metros) Accesibilidad

500	Muy alta
1000	Alta
1500	

Tipología

1. Area natural protegida
2. Camellones
3. Espacios abiertos
4. Instituciones educativas
5. Instituciones culturales
6. Parques urbanos
7. Parques otros
8. Deportivos

Mapa 9

Simbología

- Límite manzana
- Límite AGEB
- Límite Pedregal
- Límite delegacional
- Límite suelo de conservación

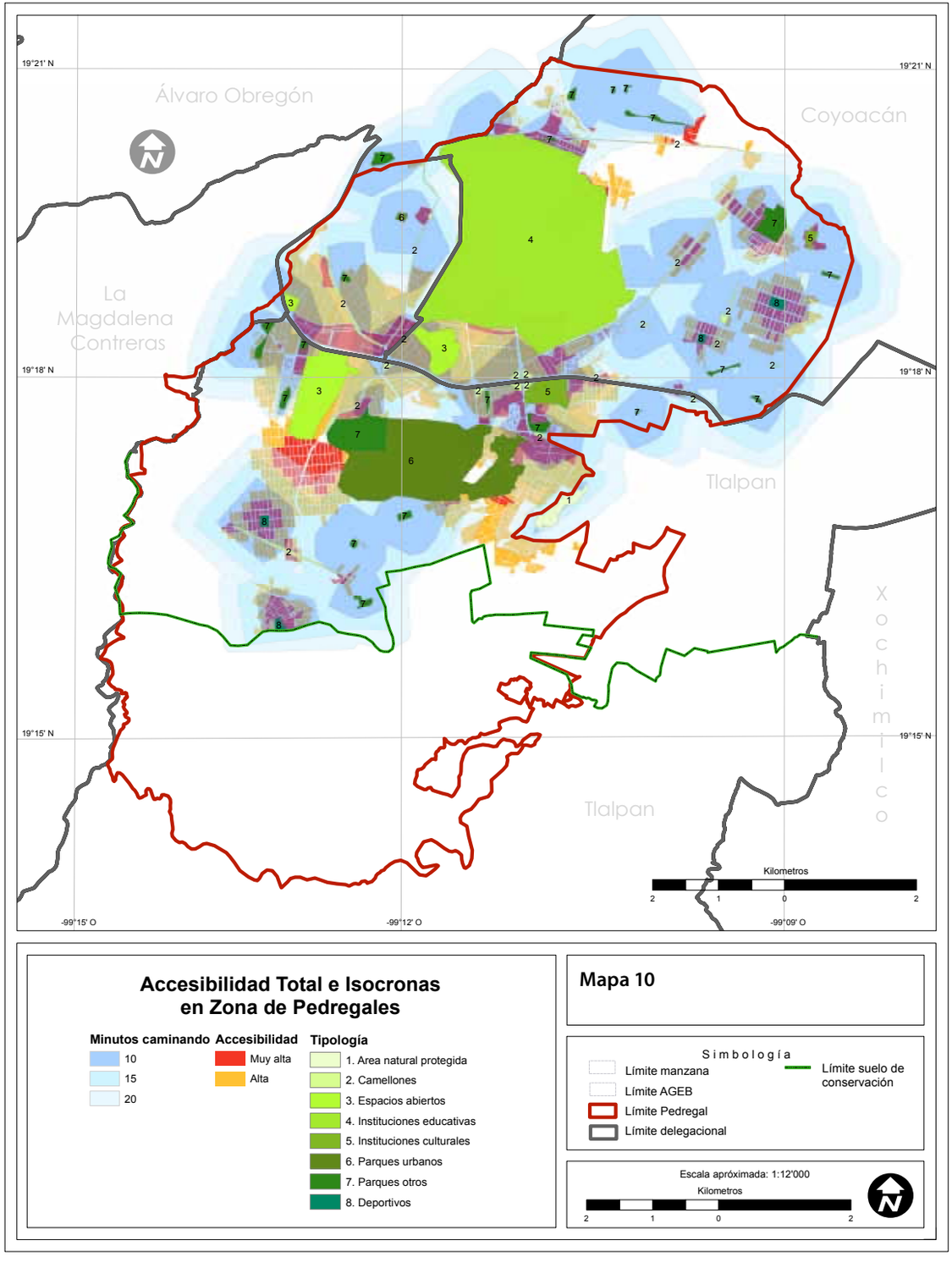
Escala apróximada: 1:12'000

Kilometros

2 1 0 2

Con mayor detalle este mapa 10 muestra que las zonas habitacionales y manzanas que se encuentran a más de 20 minutos caminando de algún espacio abierto, independientemente de su distancia lineal o cercanía, tienen menor accesibilidad y por tanto requieren de intervenciones mucho mas puntuales para incrementar el acceso a espacios abiertos; el mapa evidencia que aún poblaciones colindantes a parques y reservas cuentan con accesibilidades muy bajas; un caso común es que el espacio abierto mas cercano no cuenta con una puerta de acceso.

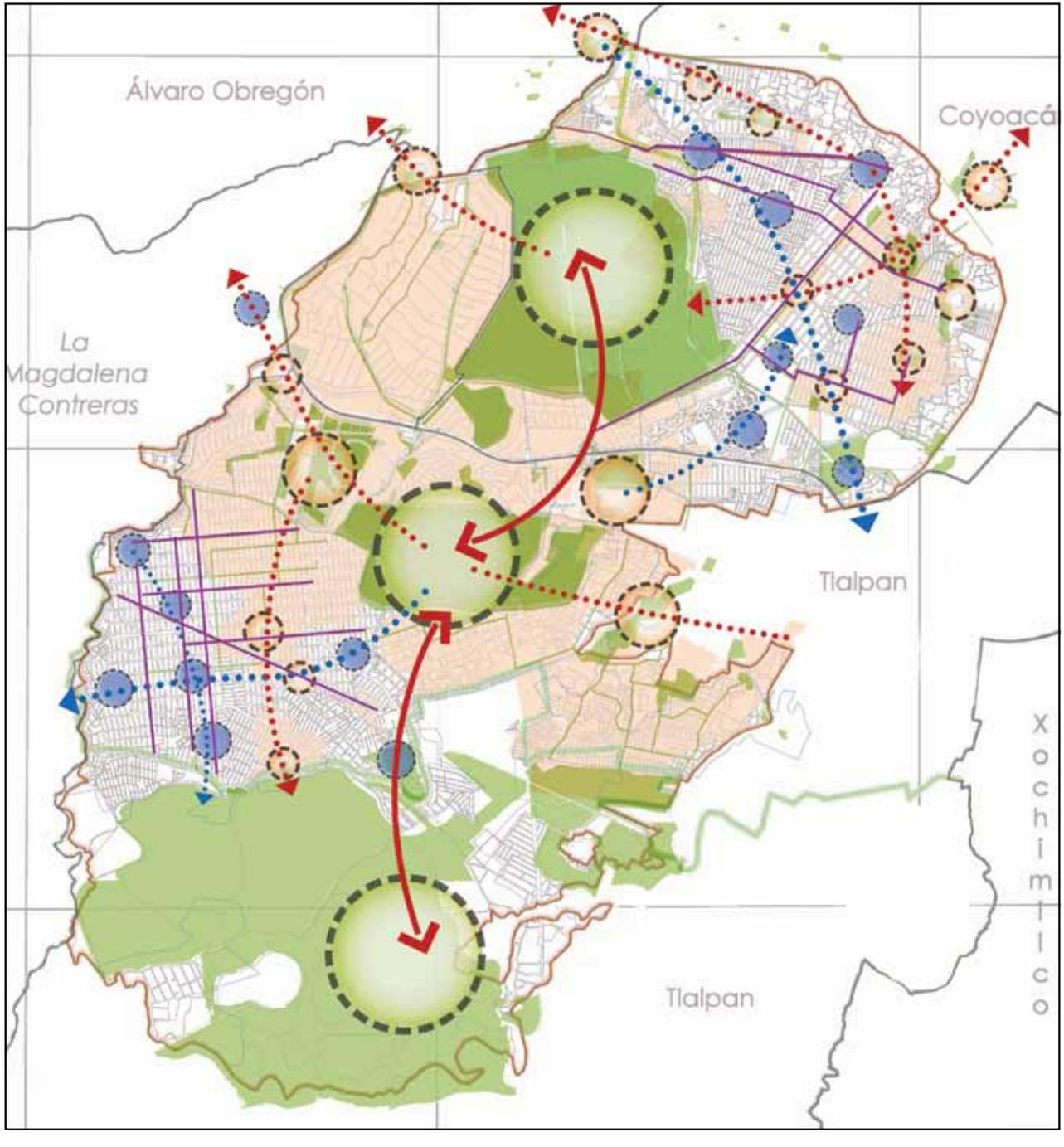
La herramienta sirve para planear el conjunto de intervenciones puntuales como iniciativas para la instalación de jardines vecinales, infiltración, reforestación de calles, adecuaciones de tránsito lento, esquinas seguras, etc.



Mapa conceptual de infraestructura verde

Una vez identificadas las zonas prioritarias donde se implementarán las estrategias, se jerarquizaron las áreas verdes de mayor influencia en la poligonal. Estas funcionan como nodos de influencia distrital y representan los polos de atracción. Las zonas con menor disponibilidad de áreas verdes son justo donde deberán plantearse en mayor número las ligas que unirán los espacios abiertos locales existentes y los corredores que integren nuevos espacios abiertos.

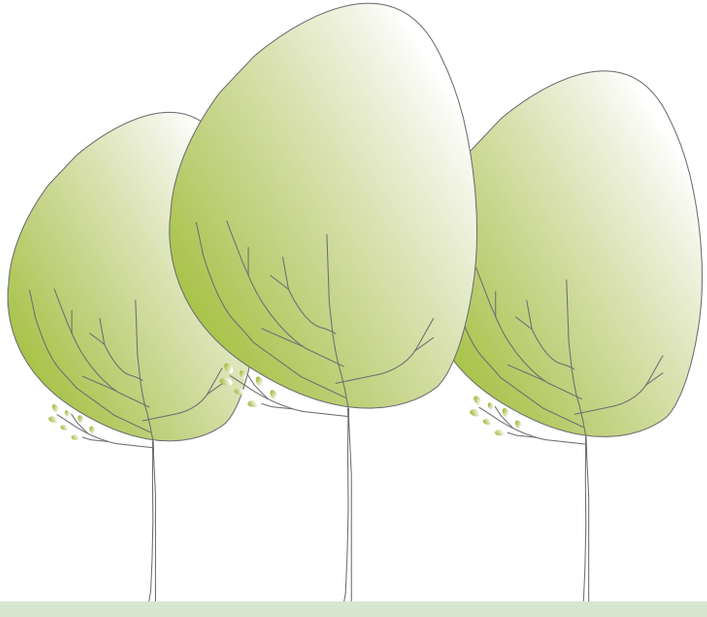
En el mapa 11 podemos identificar los posibles corredores que podrían interconectar las áreas verdes urbanas. Esta trama es la base para la construcción de la infraestructura verde en los pedregales.



Mapa 11

CAPITULO III

Componentes de Infraestructura Verde en el Pedregal



Mapa esquemático de tipologias y patrones urbanos

Para determinar las tipologias existentes en la zona de pedregales se tomaron en cuenta 4 principales factores:

1. Geografía y pendiente
2. Altura
3. Traza urbana y
4. Densidad de población

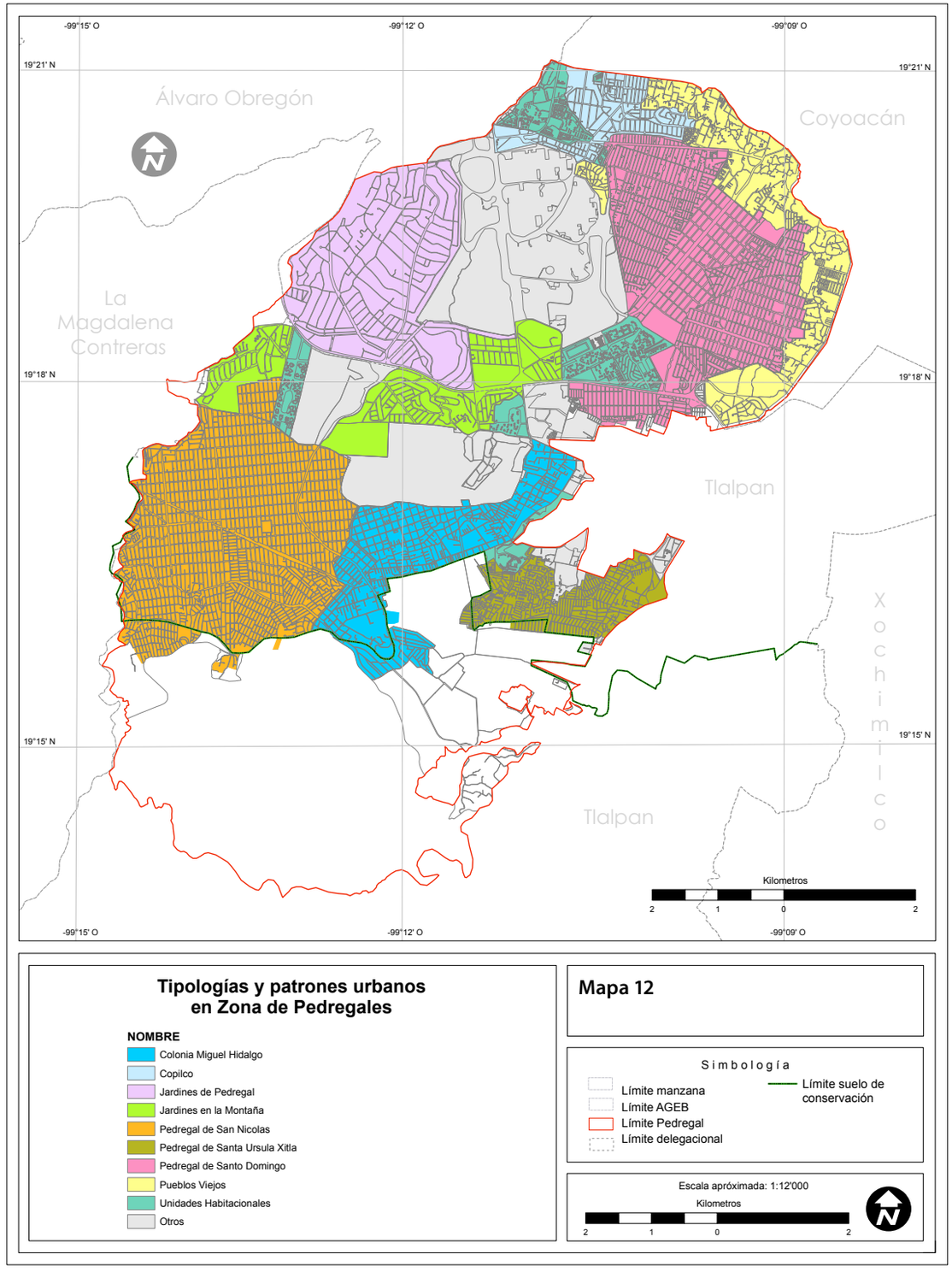
Una vez analizada y recopilada la información de los cuatro factores principales se procedió a comparar las características existentes que dan forma entre si y distinguen al territorio de los pedregales del sur de la ciudad.

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

Por sus características propias cada uno de los patrones corresponde a un conjunto de circunstancias, tanto de natualeza existente como de construcción humana. Dentro de estos patrones destacan las diferencias entre barrios históricos, los que originalmente fuerón asentamientos irregulares y otros que se planearon en su origen como fraccionamientos.

Las diferencias entre un patron y otro no son menores y se reflejan principalmente en la cantidad y calidad de la vida pública, las formas de movilidad, el espacio público, la biodiversidad existene y los retos socio ambientales que afloran principalmente a lo largo y ancho de sus calles.

La detección de patrones representa una interesante forma de análisis espacial sobre el entorno ecológico y social de un ecosistema complejo, ya que se se pueden observar tendencias y formas de vida; tal complejidad hace evidente la relación entre socioforma y ecoforma que en su interactuar modifican intensamente el paisaje del pedregal (mapa 12).



Tipologías de barrio y patrones

Copilco, Pedregal de San Francisco

El Pedregal de San Francisco corresponde a una colonia habitacional de estrato socioeconómico medio alto, colindante con sitios históricos de gran valor comercial y con otros como el Pedregal de San Domingo.
Una de las características principales del Pedregal de San Francisco es que muchas de sus calles se han ido cerrando para convertirlo en una especie de *"fraccionamiento aislado"*.
La densidad habitacional es de las más bajas del pedregal, con escasa vida pública.
Colinda al norte con la avenida Miguel Ángel de Quevedo, al sur con el eje 10, Copilco y Santo Domingo.

Área: 177.03 Ha.

Área verde: 4.36 Ha.
(2.46 % del total del area del patrón descrito)

Altimetría y pendiente: el terreno presenta ligeras pendientes muy poco pronunciadas de sur a norte con diferencias no mayores al 10% con una altura que va desde los 2240 msnm en su parte mas baja hasta los 2270 msnm en la parte mas alta.

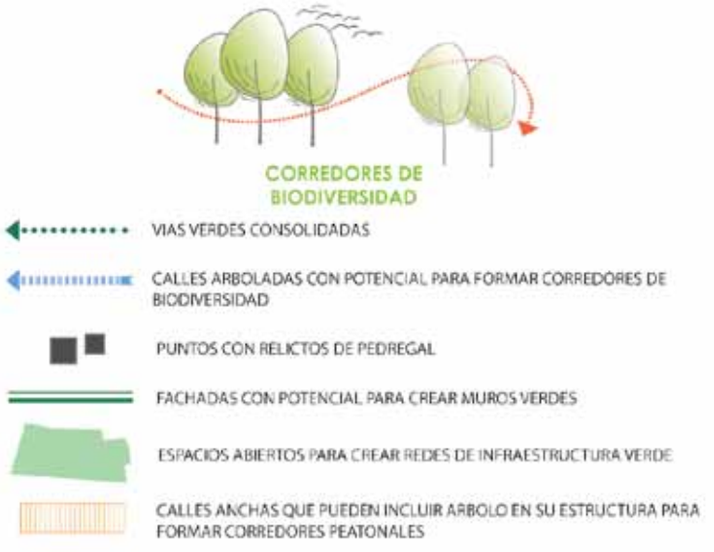
Traza: la traza corresponde a una forma ortogonal con calles muy arboladas.

Usos de suelo: mantiene un uso de suelo totalmente habitacional con pequeños comercios y casas unifamiliares.

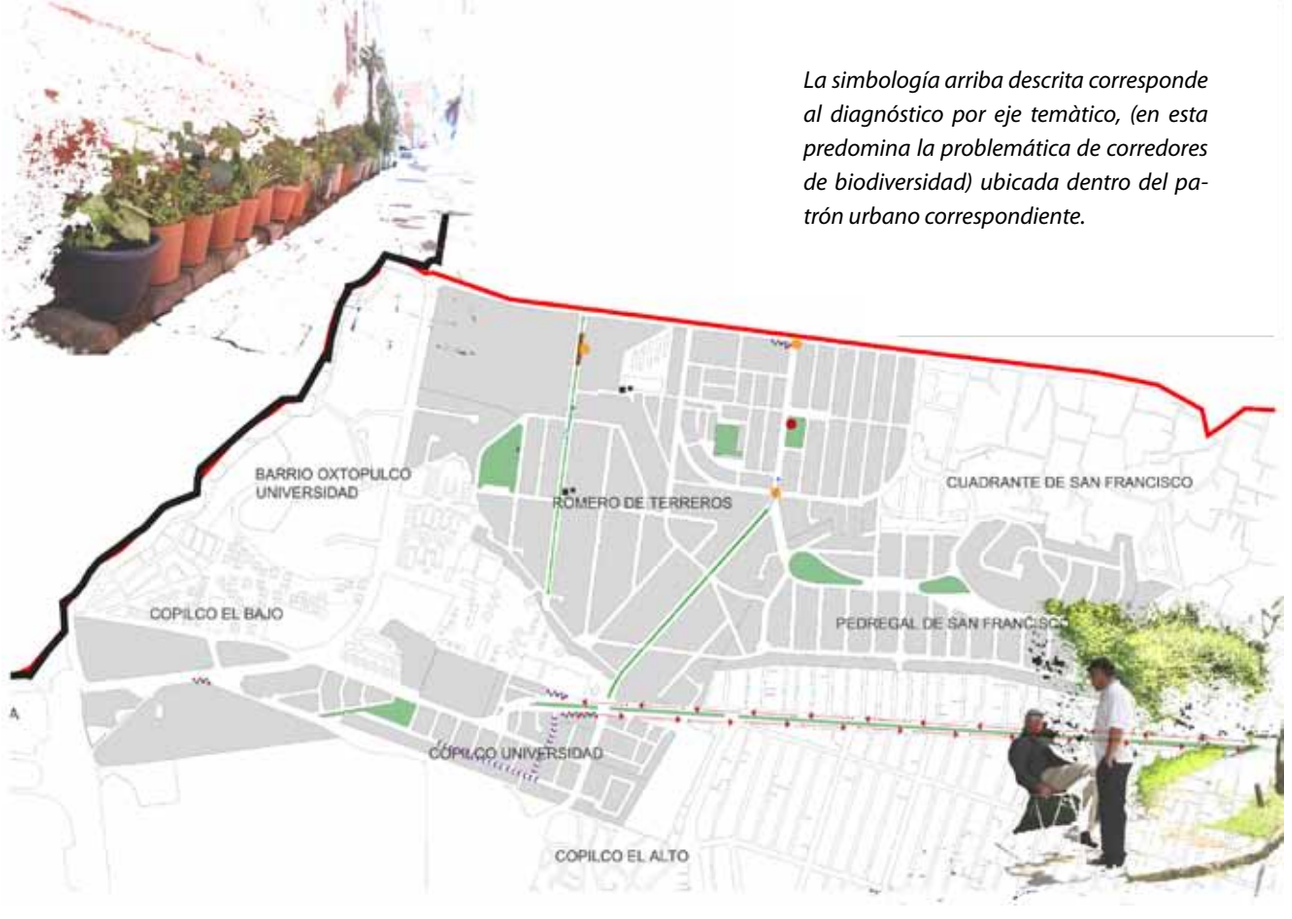
Equipamiento e infraestructura: cuenta con equipamiento e infraestructura de gran calidad y cantidad, destaca su cercanía con el metro de Ciudad Universitaria y la infraestructura cultural del sur de la Ciudad de México.
Las vías de comunicación son amplias con altos grados de saturación en horarios laborales.



Calles adoquinadas en la colonia Chimalistac, límites del polígono del pedregal



La simbología arriba descrita corresponde al diagnóstico por eje temàtico, (en esta predomina la problemática de corredores de biodiversidad) ubicada dentro del patrón urbano correspondiente.



Jardines del Pedregal

Se constituyo originalmente en el año de 1952 como un desarrollo habitacional exclusivo colindante a San Ángel que históricamente fué el sitio de asentamiento de dos importantes ordenes religiosas; Dominicos y Carmelitas en el siglo XVIII. (García *et. al.*, 2007) Actualmente colinda al oriente con la Ciudad Universitaria y al sur y poniente con el periférico.

Área: 685.21 Ha.

Área verde: 41.15 Ha.
(1.36% del total del area del patrón descrito)

Altimetría y pendiente: el terreno presenta una pendiente irregular de poniente a oriente con diferencias no mayores al 20%, con una altura que va desde los 2300 msnm en su parte mas baja hasta los 2390 msnm en la parte mas alta

Traza: la traza corresponde a una forma irregular y orgánica propia de una lotificación habitacional de muy baja densidad.

Usos de suelo: a pesar de los cambios recientes actualmente se mantiene como un sitio predominante habitacional con la también nueva aparición de condominios horizontales y la existencia de algunas plazas y centros comerciales.

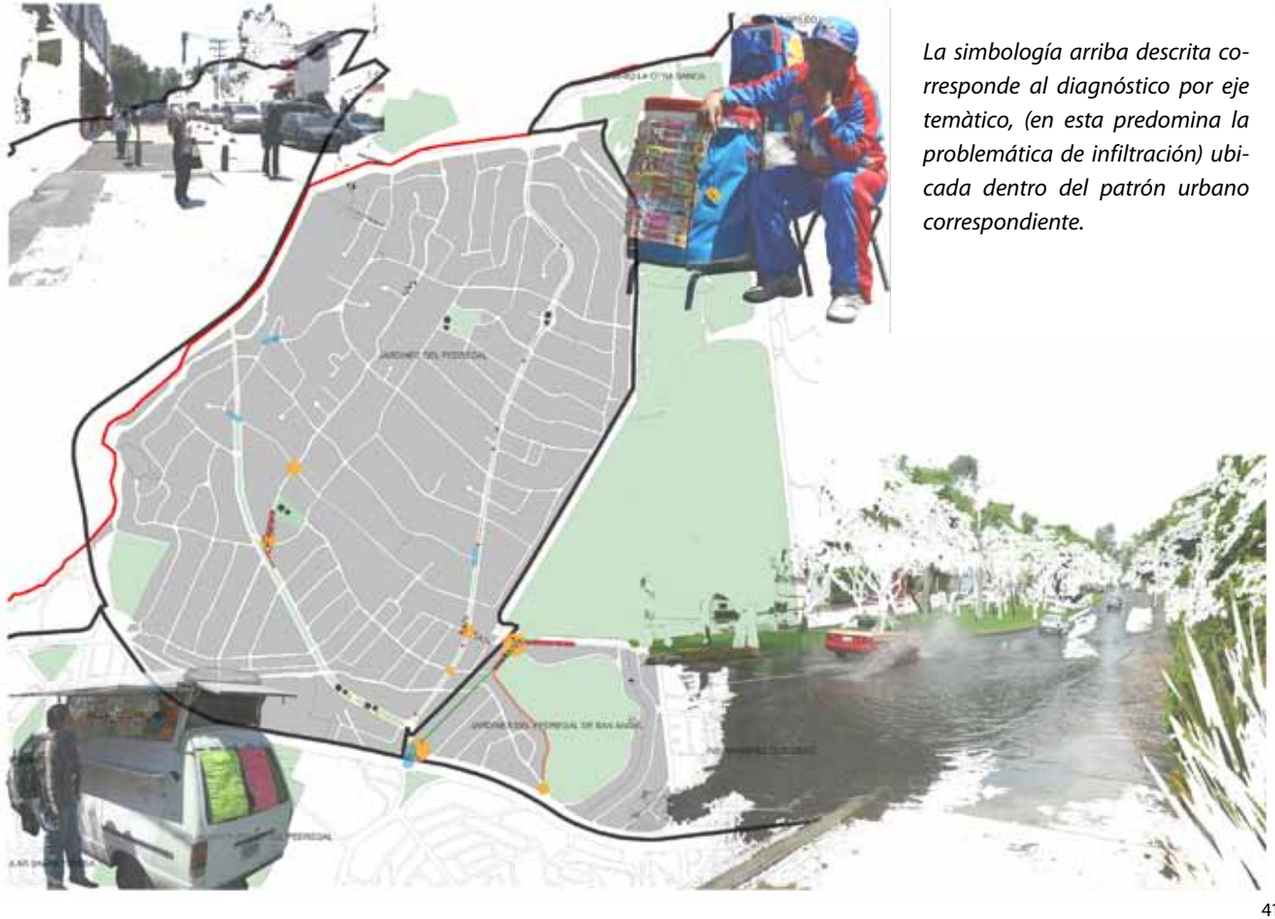
Equipamiento e infraestructura: cuenta con poco equipamiento a excepción de algunos centros escolares y una iglesia, el comercio es bajo excepto en avenidas principales. A pesar de contar con infraestructuras planeadas carece de buenos sistemas de drenaje lo que origina frecuentes inundaciones y encharcamientos en una de las zonas más permeables de la ciudad.

Transporte: la mayor parte de los desplazamientos en esta área se realizan en automóvil particular, lo que causa importantes zonas de saturación y tráfico, pocas son las rutas de transporte concesionado. Cuenta con una baja accesibilidad a los sistemas de transporte masivo.
La movilidad no motorizada es muy baja.



Vialidades con movilidad predominantemente para el automovil





La simbología arriba descrita corresponde al diagnóstico por eje temàtico, (en esta predomina la problemática de infiltración) ubicada dentro del patrón urbano correspondiente.

Jardines en la Montaña

Corresponde a un tipo de fraccionamiento de uso totalmente habitacional que combina casas unifamiliares con la existencia de algunas torres de departamentos, todos ellos destinados a estratos socieconómicos altos, mantiene grandes flujos vehiculares, amplias zonas verdes y una baja vida pública.

Colindan al norte con el periférico y al sur con el Pedregal de San Nicolás.

Área: 405.49 Ha.

Área verde: 21.42 Ha.
(5.28 % ***del total del area del patrón descrito)***

Altimetría y pendiente: el terreno presenta una pendiente continua de sur a norte con porcentajes entre el 10 y 15 % con una altura que va desde los 2310 msnm en su parte mas baja hasta los 2460 msnm en la parte mas alta

Traza: la traza corresponde a una forma orgánica y ortogonal característica de una lotificación unifamiliar en un terreno con pendientes pronunciadas diseñada para el transporte en vehiculo privado, suele tener graves problemas de inundación y muy poco transporte público.

Usos de suelo: habitacional unifamiliar de baja densidad orientada a un alto estrato socioeconómico.

Equipamiento e infraestructura: cuenta con el equipamiento característico de un fraccionamiento. La diversidad de servicios es muy baja al igual que la vida pública.



Puesto ambulante de frutas en espacios residuales



ESPACIO PÚBLICO

CONCENTRACIÓN DE SERVICIOS Y ACTIVIDADES (PUNTOS DE ENCUENTRO)

NODOS (CRUCEROS) CON ALTO GRADO DE ACTIVIDAD PÚBLICA

CONFLICTO DE MOVILIDAD VIAL Y PEATONAL POR ESTACIONAMIENTO DE AUTOS

CORREDOR COMERCIAL Y DE SERVICIOS CONSOLIDADO

CALLES CERRADAS Y RESCATE DE ESPACIO PÚBLICO

CALLES ANCHAS QUE PUEDEN GANAR ESPACIO PEATONAL

CAMELLONES

La simbología arriba descrita corresponde al diagnóstico por eje temàtico, (en esta predomina la problemática de espacio público) ubicada dentro del patrón urbano correspondiente.



Pedregal de Santa Ursula Xitla

Es una de las colonias con mayor diversidad de estratos en lo que a pedregales se trata. Corresponde a un tipo de asentamiento en el que se combinan urbanizaciones antiguas de carácter histórico con un par de fraccionamientos exclusivos, instalaciones deportivas, el mayor estadio del país, algunos hospitales y centros comerciales.
La diversidad y abundancia de comercios, servicios e infraestructuras hacen de esta una colonia típica con gran potencial para la densificación y aparición de nuevas construcciones, principalmente de torres y edificios que en el mediano plazo podrían conformar los futuros subcentros urbanos.
Colindan al sur con el periférico y al norte con el Pedregal de Santo Domingo

Área: 282.44 Ha.

Área verde: 2.87 Ha.
(1.02 % ***del total del area del patrón descrito)***

Altimetría y pendiente: por ser originalmente un amplio depósito de lava el terreno presenta una pendiente irregular de poniente a oriente con diferencias no mayores al 15% con una altura que va desde los 2270 msnm en su parte mas baja hasta los 2490 msnm en la parte mas alta.

Traza: la traza corresponde a una forma ortogonal con grandes lotes unifamiliares, principalmente de estratos socioeconómicos medios y bajos con gran accesibilidad al transporte público y amplias zonas de tránsito peatonal hacia mercados y comercios; es en general una zona en la que habitan poblaciones jóvenes y habitantes con oficios insertos en la actividad económica que utilizan la vía pública como áreas de trabajo.

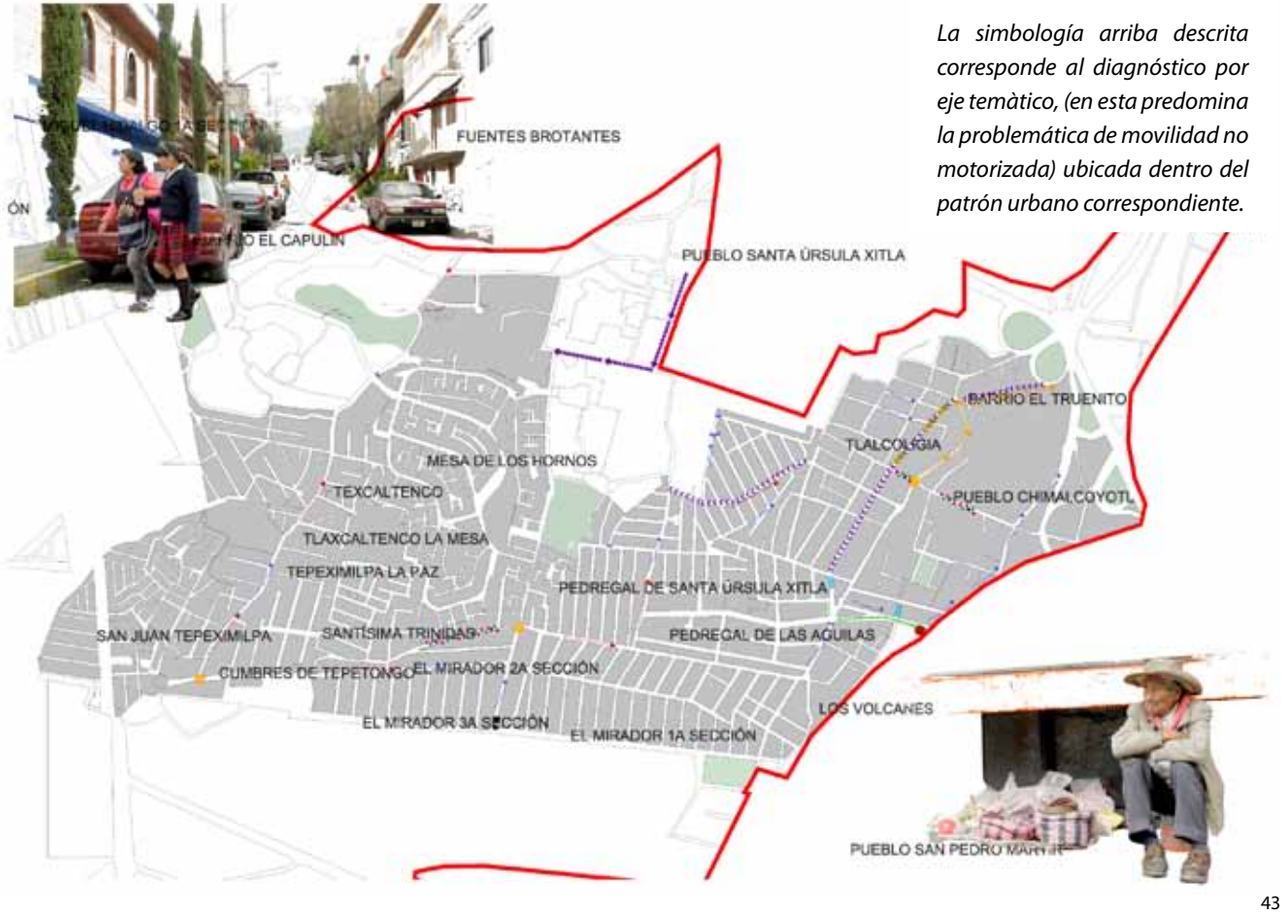
Usos de suelo: mixto, de media densidad con actividades económicas diversas.

Equipamiento e infraestructura: cuenta con gran diversidad y calidad de equipamiento y servicios lo que lo convierte en un sitio atractivo para el futuro crecimiento de la ciudad.



Calles con pendiente y areas vegetadas en espacios residuales





La simbología arriba descrita corresponde al diagnóstico por eje temàtico, (en esta predomina la problemática de movilidad no motorizada) ubicada dentro del patrón urbano correspondiente.

Pueblos Viejos

Se constituye por las poblaciones más antiguas del sur de la ciudad, algunas de ellas de origen prehispánico.
La riqueza cultural, el arraigo de tradiciones y su ubicación geográfica es lo que da el carácter principal a la región. Su intensa vida pública y continua presencia en la vida cotidiana los constituye como el principal emblema característico de lo que hoy se conoce como los Pedregales del Sur de la Ciudad de México.
Su ubicación geográfica es la huella presente que delinea la frontera entre el derrame original de lava y los asentamientos de mayor antigüedad en la región.
Colindan al norte con el Centro histórico de Coyoacán al sur con el Pedregal de Santo Domingo y al poniente con el viaducto tlalpan.

Área: 465.57 Ha.

Área verde: 22.89 Ha.
(4.91 % ***del total del area del patrón descrito)***

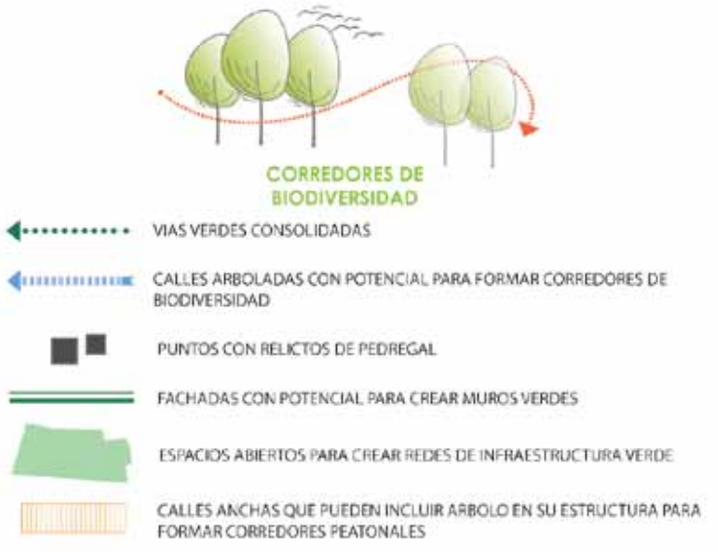
Altimetría y pendiente: el terreno presenta una planicie sin pendientes con una altura media de 2250 msnm
Traza: la traza corresponde a una forma de "plato roto" tradicional y representativa de los pueblos originalmente asentados en el perímetro del lago, cuenta con un gran número de callejones y recovecos ideales para la movilidad peatonal y ciclista. Una de las principales problemáticas es también su principal virtud, la dificultad vial para su acceso en automóvil.

Usos de suelo: por la diversidad de estratos socioeconómicos se ha ido conformando un uso de suelo mixto con gran potencial y problemas derivados del tráfico vehicular.

Equipamiento e infraestructura: cuenta con gran diversidad y calidad de equipamiento, orientado hacia todos los tipos de servicios, salud, educación, transporte y en general de vida pública que ofrece la ciudad.



Manantiales existentes que no se aprovechan







La simbología arriba descrita corresponde al diagnóstico por eje temàtico, (en esta predomina la problemática de corredores de biodiversidad) ubicada dentro del patrón urbano correspondiente.



Miguel Hidalgo

El Pedregal de la colonia Miguel Hidalgo corresponde a una mezcla urbana en donde conviven colonias populares en asentamientos de ladera poco planeados y reminiscencias de antiguas rancherías, fincas, conventos y casas de campo originalmente colindantes al antiguo centro de Tlalpan. Es un conglomerado de colonias con asentamientos de población joven de estratos bajos y medios con baja accesibilidad hacia el espacio público y las áreas verdes. Paradójicamente está rodeada por el Parque Ecológico y el Bosque de Tlalpan. Colinda al norte con el bosque de Tlalpan y la avenida de los insurgentes, al sur limita con el Parque Ecológico de la Ciudad de México.

Area: 459.43 Ha.

Area verde: 4.38
(0.95 % ***del total del area del patrón descrito)***

Altimetría y pendiente: el terreno presenta una pendiente continua de sur a norte con porcentajes entre el 15 y 20 % con una altura que va desde los 2280 msnm en su parte más baja hasta los 2680 msnm en la parte más alta.

Traza: la traza es mixta con áreas ortogonales y secciones no definidas. La colonia suele tener graves problemas de transporte público y congestión asociada a la avenida de los insurgentes.

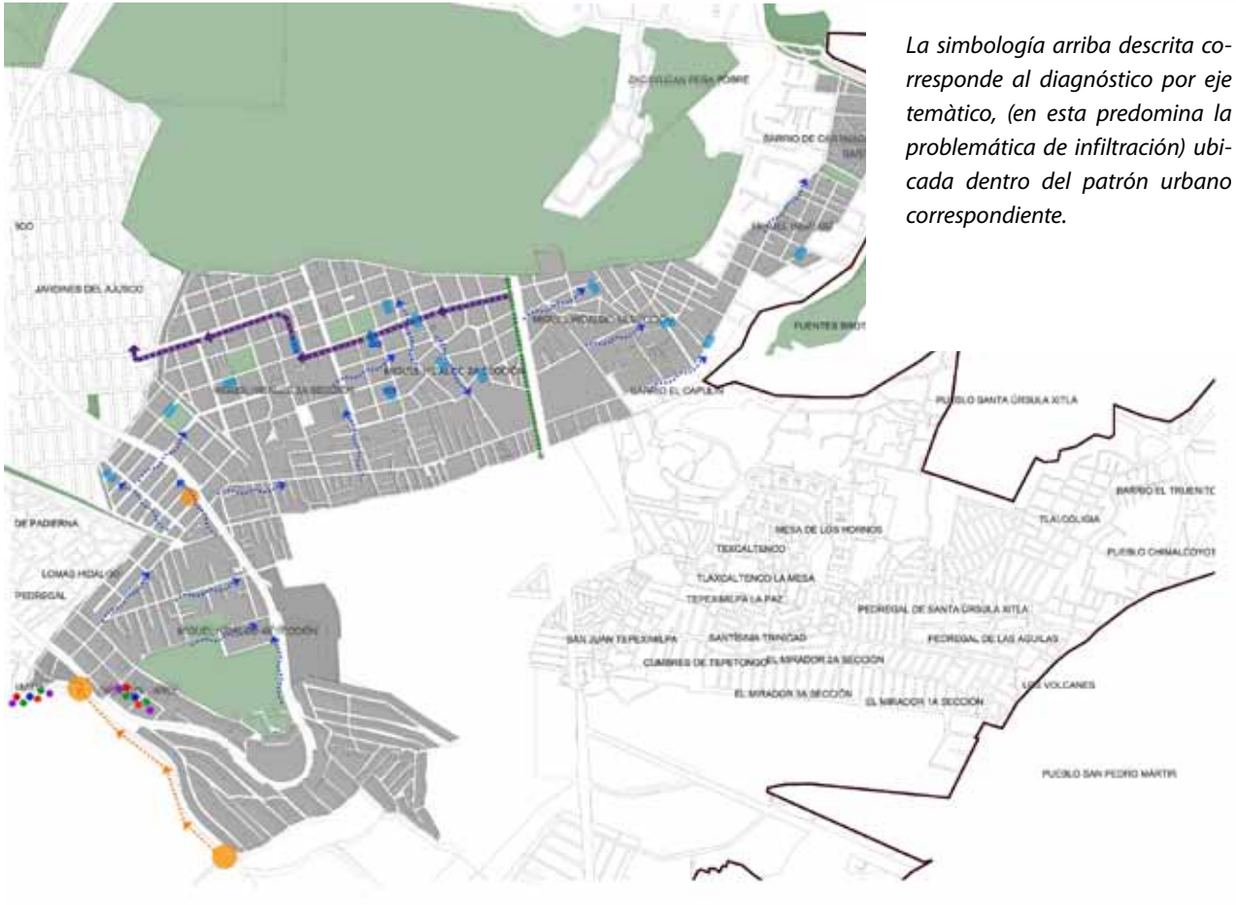
Usos de suelo: el uso de suelo es mixto con vivienda unifamiliar, destaca la reciente aparición de edificios y condominios cercanos a la avenida de los insurgentes.

Equipamiento e infraestructura: cuenta con amplias vialidades, pequeños mercados, centros de salud, escuelas primarias y secundarias, las banquetas son muy angostas o inexistentes.



Calles con pendientes y banquetas peatonalmente intransitables

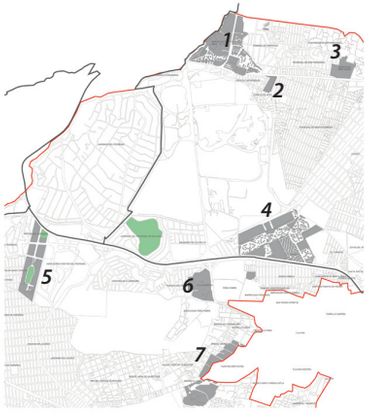




La simbología arriba descrita corresponde al diagnóstico por eje temàtico, (en esta predomina la problemática de infiltración) ubicada dentro del patrón urbano correspondiente.

Unidades habitacionales

Por su densidad habitacional y ubicación, las unidades representan el patrón donde más gente habita y menos metros de impermeabilización por habitante hay en la región, es decir el patrón de ocupación menos dañino para el ecosistema de pedregal.
Es de destacar que la unidad habitacional de mayor extensión y densidad "Pemex", representa el modelo ideal en el que se conjunta una de las mayores accesibilidades a áreas verdes, servicios, infraestructura y vida pública, desafortunadamente este caso no se repite en el resto de las unidades habitacionales que conforman este patrón.



Ubicación de las Unidades Habitacionales

Área: 340.46 Ha.

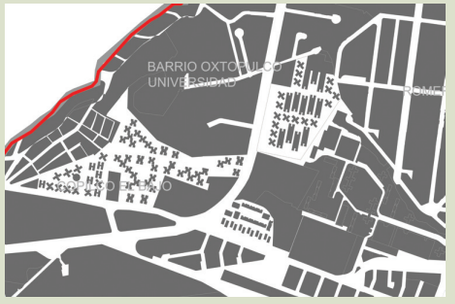
Área verde: 14.06 Ha.
(4.13% ***del total del area del patrón descrito)***

Altimetría y pendiente: por ubicarse en diferentes areas estas presentan condiciones distintas.

Traza: si bien no se puede hablar de una traza específica si se pueden ubicar servicios principales, formas de operación y administración que influyen de manera positiva en el ecosistema.

Usos de suelo: aunque su diseño esta planteado para funcionar únicamente como centros habitacionales, las administraciones y su ubicación pueden influir de manera positiva en un uso de suelo mixto.

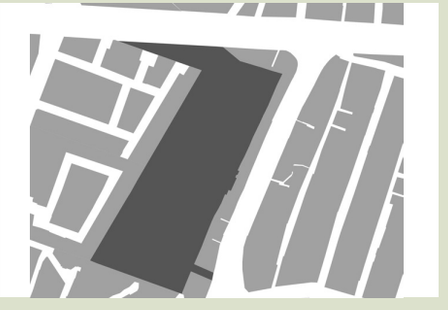
Equipamiento e infraestructura: la mayor parte de estas cuentan con servicios que cubren las necesidades habitacionales y transporte, el resto de los servicios depende en gran medida de su ubicación.



1. *Copilco - Universidad*



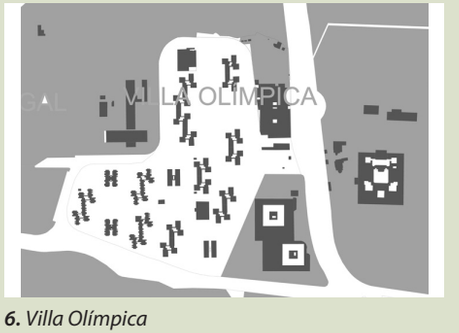
4. *Villa Panamericana*


2. *La Cantera*


5. *Pemex*



3. *Pedregal de Coyoacán*



6. *Villa Olímpica*



7. *Fuentes Brotantes*





En muchas de las unidades habitacionales se observa un creciente interés por el mejoramiento de los espacios abiertos, la peatonización y el rescate de parques.





Una de las problemáticas comunes en las unidades habitacionales es la cantidad de espacios dedicados al estacionamiento de automóviles particulares así como la poca conectividad con el transporte público.

Pedregal de Santo Domingo, análisis y propuesta

Tiene como principal característicastica el ser una colonia relativamente joven, de 40 años de ocupación. En un principio se constituyo a partir de un asentamiento irregular de gran dimensión sobre el suelo rocoso en el límite oriente de la Ciudad Universitaria.
Hoy en día el Pedregal de Santo Domingo constituye uno de los principales centros de habitación del sur de la Ciudad de México donde conviven poblaciones jóvenes en edad laboral y un gran número de estudiantes, este y otros factores dan lugar a una intensa vida pública.
Por la diversidad de servicios, la densidad de población y los usos de suelo mixtos el Pedregal de Santo Domingo representa un modelo de ciudad en si mismo.

Área: 910.58 Ha.

Área verde: 32.86 Ha.
3.61 %

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

Traza: la traza corresponde a una forma ortogonal con secciones amplias en general y la existencia de algunos callejones.

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

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

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

Al interior de esta tipología destacan también la gran cantidad de viajes peatonales y ciclistas.





La simbología arriba descrita corresponde al diagnóstico por eje temàtico, (donde predomina la problemática de espacio público) ubicada dentro del patrón urbano correspondiente.





Agua: aumentar las áreas de infiltración





Biodiversidad: lograr mayor accesibilidad hacia los espacios verdes





Espacio público: dignificar los puntos de encuentro

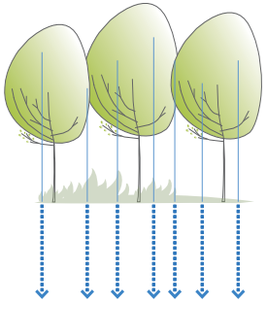
Agua

El Pedregal de Santo Domingo tiene una gran proporción de su territorio cubierto de asfalto lo que impide la recarga de aguas hacia el sustrato original, por tal razón precisa de grandes y constantes inversiones para la creación de pozos de absorción.

Buena parte del espacio en las calles del Pedregal de Santo Domingo se encuentra subutilizado, razón por la cual existe un enorme potencial para revegetar con especies de pedregal y prototipos que puedan captar agua pluvial, inclusive conducirla para usos secundarios.

-La nueva cultura del agua (NCA) reconoce que el derecho humano al agua no implica regalarla, pero si establecer un "piso de dignidad" debajo del cual no se puede negar agua ningún ciudadano, y arriba del cual se pueden definir responsabilidades de los consumidores para usar el agua responsable y pagarla de acuerdo con los costos que implican su administración y la solidaridad social-

-En los últimos años, los movimientos sociales en México han dado un nuevo sentido a la NCA, exigiendo al agua como un derecho social en vez de un privilegio político, cuestionando las grandes obras hidráulicas y proponiendo nuevos modelos de gestión que garanticen un respeto a las comunidades y sus entornos- (Barkin, 2006).



INFILTRACIÓN DE AGUA PLUVIAL



Observar para encontrar los cauces originales.

Prototipo 1



Disminuir la velocidad y el volumen de agua

En vialidades con pendientes pronunciadas y topografía irregular, la disminución de la velocidad del agua pluvial es una opción para encauzar altos volúmenes de agua en poco tiempo y así evitar la inundación inmediata a la tormenta, condición muy común en las zona altas de pedregal. Puede funcionar como una adaptación en drenajes, rejillas y bocas de tormentas que actualmente están conectadas al drenaje.

Deconstrucción para la nueva ciudad.

Prototipo 2



Infiltración prolongada

La inundación controlada funciona bajo dos condiciones principales: en vialidades de baja pendiente y precipitaciones menores; es en estas condiciones cuando se presenta una óptima eficiencia de infiltración de agua de lluvia. Una de las principales ventajas de este prototipo consiste en la posibilidad de revegetación e instalación de jardinería de bajo mantenimiento. En la actualidad es un modelo muy utilizado en zonas con precipitación constantes.

El futuro del espacio público es optimizar.

Prototipo 3



Utilización óptima de espacios

El guardado de agua y el establecimiento de cisternas en espacios públicos representa un mejor uso del espacio, en particular de las vialidades que generalmente solo son utilizadas como espacio de rodamiento. En la práctica pueden ser espacios de cosecha, infiltración y guardado de importantes volúmenes y sirve para disminuir costos cuando se realizan grandes obras en particular aquellas que incluyen la sustitución de asfaltos por concretos.

Movilidad no motorizada

Por las amplitud del ancho de las calles, son utilizadas como estacionamientos de vehículos fuera de uso, abandonados o en reparación, paradójicamente el Pedregal de Santo Domingo es una de las principales zonas peatonales del sur de la ciudad.

Por la diversidad de actividades económicas y el abundante comercio existe una cultura de tránsito peatonal tendiente a crear aceras amplias y seguras, espacios con vegetación que brinde confort y en general zonas de tránsito calmado que incidan en el uso de la bicicleta como medio de transporte hacia escuelas y metro.

-La promoción del automovil a lo largo de decadas incentivo la construcción de grandes barreras urbanas, trayendo consigo la fragmentación espacial y social de la ciudad.- (Suárez, 2009).



MOVILIDAD NO MOTORIZADA



Prototipo 7

Una calle más equitativa.



Algo más que calles

El mejoramiento de la calle es de ahora en adelante una ecuación entre biodiversidad, espacio público, usuarios y menor velocidad motorizada, la resultante: una movilidad sustentable para conformar corredores en un nuevo paisaje donde todos tienen un espacio seguro para el encuentro social en armonía urbana.

Prototipo 8

Menos automoviles, más vida.



Menor velocidad vehicular, mayor infiltración del agua

La visión antigua: a mayor área de asfalto mayor velocidad automotriz y menor permeabilidad.
La nueva visión: a menor área de asfalto y menor velocidad motorizada, mayores los volúmenes de infiltración y retención de agua, mas vida pública y nuevas oportunidades de socialización.

Prototipo 9

El valor de la sombra de un arbol



Calles con espacios y agradables climas para todos

La ampliación de los espacios peatonales en aceras cumple múltiples funciones, entre ellas aumentar la vegetación para devolver el sentido de uso público y encuentro social, que en su origen tuvieron las calles. La consecuencia directa es la atracción de mas gente y comunidades más dinámicas en lo ambiental, social y económico.

Espacio público

A pesar de la intensa vida pública existente en el Pedregal de Santo Domingo, la calidad de los espacios es muy pobre, falta mas diseño e integración para promover las actividades cotidianas.

El conjunto de actividades asociadas al mejoramiento del espacio público y al paisaje urbano pueden hacer de Santo Domingo un barrio modelo a nivel mundial si se logran integrar diseño y funcionalidad ambiental.



ESPACIO PÚBLICO



Islas de servicios ambientales

Prototipo 13



Camellones

El paisaje vial de las grandes ciudades requiere de continuidad vegetal; generalmente los camellones son inaccesibles "islas" rodeadas de vialidades motorizas, mejorarlas incluye garantizar áreas de infiltración, sombra, recreo y cualidad estética. Con adecuaciones menores los camellones se convierten en excelentes áreas de infiltración e interconexión.

Caminar en la ciudad

Prototipo 14



Calles peatonales

La aparición de calles peatonales suele ser el punto de partida para el mejoramiento y regeneración del tejido urbano social. Cuando las condiciones ambientales mejoran en una calle, lo mismo sucede en la totalidad del barrio.

Arte y espacio público

Prototipo 15



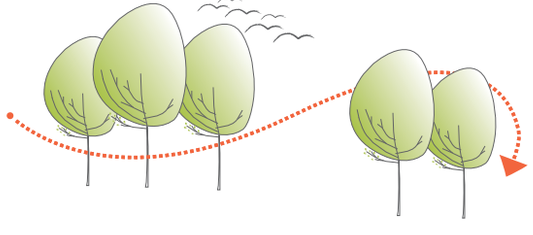
Glorietas

En algunos elementos de la estructura vial urbana (camellones, glorietas, etc.) se pueden incorporar elementos de artísticos para mejorar la calidad del espacio público.

Biodiversidad

Santo Domingo es contradictoriamente la zona de pedregales con menor accesibilidad a espacios verdes, esto a pesar de colindar con la Ciudad Universitaria, la Reserva Ecológica del Pedregal y el parque Huayamilpas.

La integración de diferentes componentes orientados al mejoramiento del espacio público, las zonas de tránsito calmado, la movilidad no motorizada, la instalación de prototipos para la captación de agua y la inducción de especies vegetales de pedregal apuntan directamente a la creación de corredores de biodiversidad.



CORREDORES DE BIODIVERSIDAD



Uso de especies locales

Prototipo 19



Autos vs. vegetación

Equilibrar la proporción de elementos vegetales en espacios de estacionamiento vehicular, generar un mensaje contundente para reconvertir espacios subutilizados; estos espacios suelen contar con una baja proporción de plantas, arboles y zonas de recarga; a través de diseños y "depavimentación" se busca lograr un aumento de biodiversidad.

Barreras vegetales

Prototipo 20



Muros verdes entre vialidades

Se promueve la instalación de elementos de diseño de paisaje para la delimitación de la vialidad; la instalación de plantas trepadoras que además de dividir, disminuyen el ruido y aumentan la infiltración del agua.

Presencia de la biodiversidad

Prototipo 21



Fachadas verdes

Regulación climática, mejoramiento de imagen urbana, disminución del ruido y disminución de escurrimientos son algunas de las principales ventajas de la instalación de muros verdes.

Mercados, vida pública y ubicación de infraestructura verde en los pedregales de Coyoacán

Los estudios de accesibilidad realizados en los pedregales de Coyoacán evidencian que los mercados conforman ejes prioritarios que deberán de tomarse en cuenta para la futura instalación de infraestructura verde.

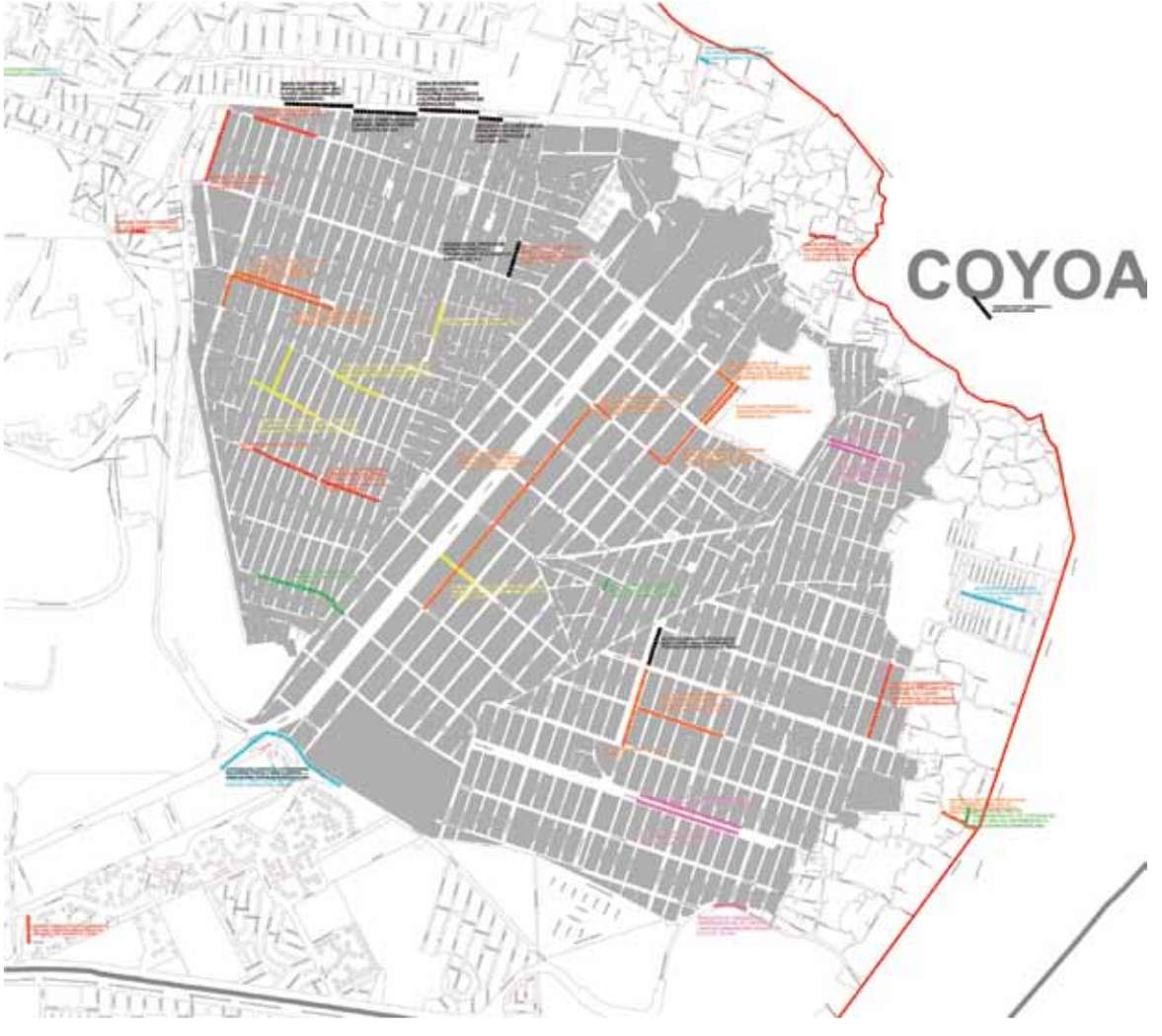
Por su localización estratégica, el conjunto de mercados ambulantes forman una red de espacios susceptibles a la renovación urbana, la integración social y los mejoramientos ambientales.

El conjunto de estas infraestructuras específicamente ubicadas, se orientan a crear corredores de servicios ambientales, barrios mas equitativos, viviendas y comercios con mejor accesibilidad hacia las áreas verdes y en general hacia una ciudad con mayor calidad de vida.



Total de kilómetros de calles peatonales a la semana : 7.6 Kms. aproximadamente.

El mismo análisis debe aplicarse para el mejoramiento urbano en torno de los sistemas de transporte, las escuelas, parques y centros comunitarios.









La oferta de bienes y servicios que brindan los tianguis ambulantes conforma parte esencial del carácter urbano que distingue a los pedregales de Coyoacán, la amplitud de sus calles atrae por igual a comerciantes y consumidores en busca de espacio, diversidad y precio.







Estos tianguis son importantes atractores de viajes no motorizados conformando una red de calles peatonales aptas para la instalación de infraestructuras verdes y con gran potencial para el desarrollo del comercio local y el encuentro social a lo largo de toda la semana.

Ficha técnica No. 1

TEMA:	INFILTRACIÓN	
MODELO:	DISMINUIR LA VELOCIDAD Y EL VOLUMEN DEL AGUA	*Observar para encontrar los cauces originales*

USOS	CAPACIDAD Y DIMENSIONES		
+ Camellones + Avenida Aztecas + Calle Maní, Chicoasén + Calles anchas y camellón + Paseo del pedregal y periférico	Capacidad en m^3	variable	
	Largo X Ancho en m	variable	0.25 – 3
	Alto en m	Nivel de piso	

Vista General



CARACTERÍSTICAS:

+ Conducción de agua hasta el punto de infiltración.
+ Pedregal aparente
+ Vegetación nativa del pedregal
+ Aberturas para pasos peatonales
+ Abertura de guarnición para permitir la libre circulación del agua

Corte esquemático



BENEFICIOS	COSTO
AHORRO EN EL CONSUMO DE ENERGIA LIBRE DE INUNDACION BAJO MANTENIMIENTO AHORRO EN EL RIEGO BUENA APARIENCIA	BAJO — ALTO

Posibles dimensiones



NOTA: el área sombreada indica las ubicaciones y los posibles usos de cada prototipo; detallando si se trata de una calle, una esquina, un camellon u otro.

Ficha técnica No. 11

TEMA:	MOVILIDAD NO MOTORIZADA	
MODELO:	CONFINAMIENTO	**MODELO 11**

USOS	CAPACIDAD Y DIMENSIONES		
+ Camellones anchos + Avenida Aztecas + Calle Maní, Chicoasén + Calles anchas + Espacios públicos amplios	Capacidad en m^3	variable	
	Largo X Ancho en m	variable	1.2 a 3.00
	Alto en m	Nivel de piso	

Vista General



CARACTERÍSTICAS:

+ Conducción de agua hasta el punto de infiltración.
+ Pedregal aparente
+ Vegetación nativa del pedregal
+ Aberturas para pasos peatonales
+ Abertura de guarnición para permitir la libre circulación del agua

Corte esquemático en lugares públicos



BENEFICIOS	COSTO
AHORRO EN EL CONSUMO DE ENERGIA LIBRE DE INUNDACION BAJO MANTENIMIENTO AHORRO EN EL RIEGO BUENA APARIENCIA	BAJO — ALTO

Corte esquemático para calles menos amplias



NOTA: el área sombreada indica la cuantificación de los modelos dependediendo de las características particulares de la calle a intervenir, para lo cual se tendrá que hacer un levantamiento a detalle así como una evaluación de materiales a utilizar.

Ficha técnica No. 13

TEMA:	ESPACIO PÚBLICO	
MODELO:	INTERVENCIÓN EN CAMELLONES	**MODELO 13**

USOS
+ Camellones + Avenida Aztecas + Calle Maní, Chicoasén + Calles anchas y camellón + Paseo del pedregal y periférico

CAPACIDAD Y DIMENSIONES		
Capacidad en m^3	variable	
Largo X Ancho en m	variable	0.25 – 3
Alto en m	-0.15	

Vista General



CARACTERÍSTICAS:

+ Infiltración natural del agua
+ Pedregal aparente
+ Vegetación nativa del pedregal
+
+

Corte esquemático





BENEFICIOS	COSTO
AHORRO EN EL CONSUMO DE ENERGIA LIBRE DE INUNDACION BAJO MANTENIMIENTO AHORRO EN EL RIEGO BUENA APARIENCIA	BAJO — ALTO

Nota: el area sombreada indica los beneficios potenciales con base en la detección de la problemática detectada en campo, así como la información sociodemográfica.

Ficha técnica No. 20

TEMA:	BIODIVERSIDAD	
MODELO:	MUROS VERDES EN CAMELLONES	**MODELO 17**

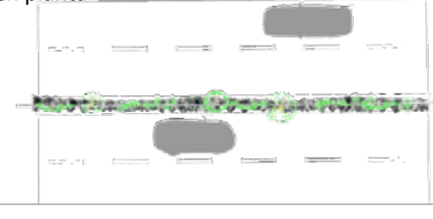
USOS
+ Camellones + Avenida Aztecas + Calle Maní, Chicoasén + Calles anchas y camellón + Paseo del pedregal y periférico

CAPACIDAD Y DIMENSIONES		
Capacidad en m^3	variable	
Largo X Ancho en m	variable	0.25 – 3
Alto en m	2	

Vista General



Vista en planta



Corte esquemático



CARACTERÍSTICAS:

+ Conducción de agua hasta el punto de infiltración.
+ Pedregal aparente
+ Vegetación nativa del pedregal
+ Aberturas para pasos peatonales
+ Abertura de guarnición para permitir la libre circulación del agua

BENEFICIOS	COSTO
AHORRO EN EL CONSUMO DE ENERGIA LIBRE DE INUNDACION BAJO MANTENIMIENTO AHORRO EN EL RIEGO BUENA APARIENCIA	BAJO — ALTO

NOTA: el área sombreada muestra las características generales de los prototipos diseñados para brindar soluciones múltiples.

Trabajo comunitario para el desarrollo de infraestructura verde



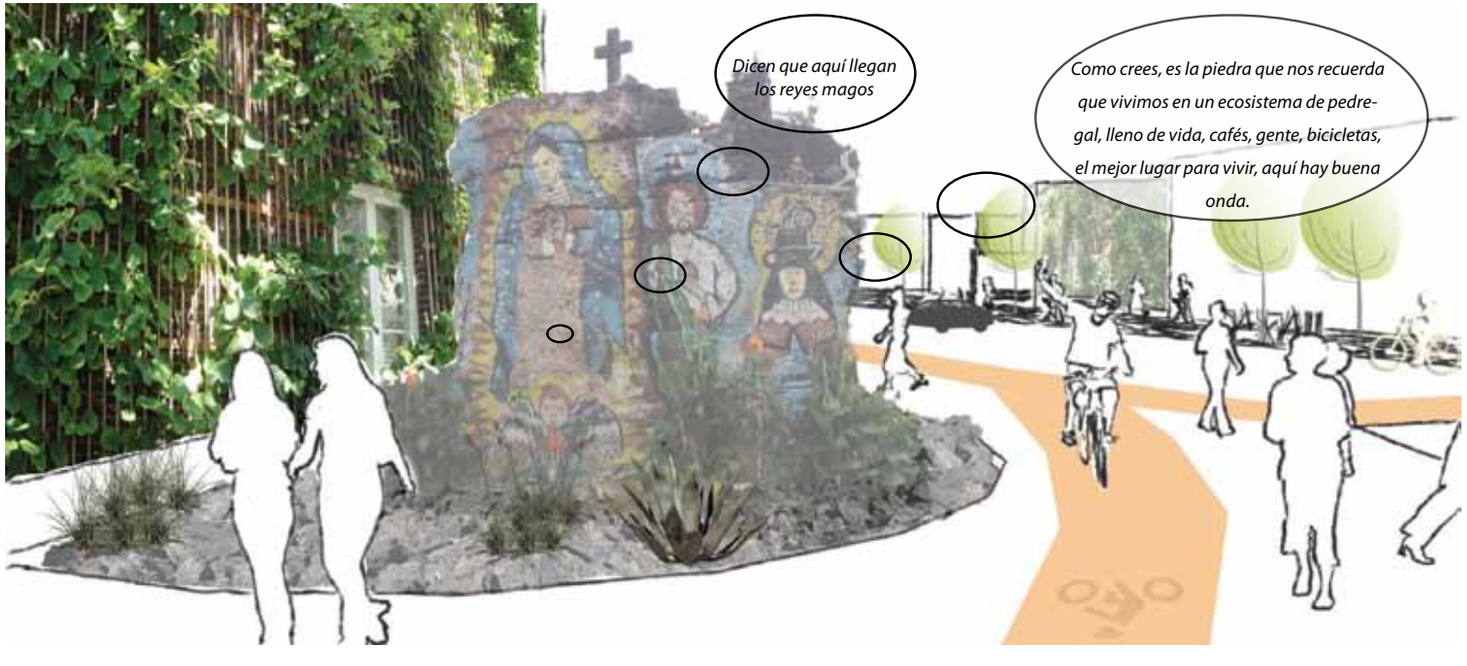
La diversificación de las actividades humanas en el entorno urbano se reflejan a través de intervenciones en el barrio (Kastner, 2005)



Propuesta para intervenciones urbanas que deberán realizarce entre autoridades de gobierno y la población local.



Los movimientos sociales de base han demostrado el potencial de transformación urbana, a través de acciones concretas reflejadas en el mundo del arte. (Kastner, 2005).



Los cambios sociales ocurridos mediante la transformación del espacio público

Pedregal de San Nicolas, análisis y propuesta

Se constituyo a partir del año de 1970, corresponde a una mezcla de asentamientos irregulares en lo que fue el territorio original del Ejido de San Nicolás Totolapan, por su extensión y compleja topografía continua siendo un sitio de constante urbanización sobre el que la ciudad se expande hasta los límites con suelos agrícolas y un valioso ecosistema de montaña.
En este gran territorio conviven diferentes estratos socioeconómicos entre los que destacan grupos socialmente vulnerables, poblaciones originalmente rurales y recientes pobladores de estratos medios.
Por su ubicación de periferia y compleja comunicación cuenta con una población flotante en horarios laborales.
Colinda al norte con el periférico al sur con el suelo de conservación y al poniente con la carretera panorámica Picacho - Ajusco.

Área: 1115.59 Ha.

Área verde: 7.64 Ha.
0.68 %

Altimetría y Pendiente: el terreno presenta una pendiente constante y muy pronunciada de sur a norte con diferencias mayores al 30% con una altura que va desde los 2410 msnm en su parte mas baja hasta los 2800 msnm en la parte mas alta.

Traza: la traza corresponde a una forma ortogonal a contrapendiente con secciones de calles muy anchas propia de una lotificación de periferia que facilita la baja densidad.

Usos de suelo: por la diversidad de estratos se ha ido conformando un uso de suelo habitacional con pequeños comercios, es notoria la aparición reciente de pequeños fraccionamientos cerrados de casas unifamiliares destinadas a los estratos medios y altos en las areas cercanas al periférico.

Equipamiento e infraestructura: cuenta con equipamiento orientado hacia los servicios escolares, de salud y recreación, característicos de los asentamientos en proceso de regularización.

Las vías de comunicación registran altos grados de saturación en horarios laborales.



La simbología arriba descrita corresponde al diagnóstico por eje temàtico, (donde predomina la problemática de infiltración) ubicada dentro del patrón urbano correspondiente.

Principales retos en el pedregal de San Nicolás

Agua: *disminuir la velocidad y el volumen*







Biodiversidad: *lograr mayor accesibilidad hacia los espacios verdes*







Movilidad: *ampliación de banquetas y corredores de movilidad no motorizada*







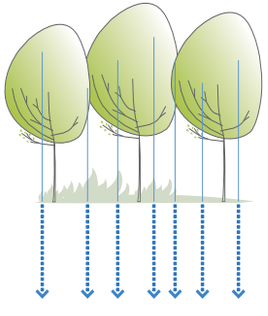
Agua

Conducir el agua hacia puntos de infiltración y recarga es una prioridad que evitaría los principales encharcamientos en la zona de periférico.

El asfalto contituye el 100% de las superficies de calles, cubriendo y sellando enormes cantidades de estrato rocoso permeable, como elemento adicional contribuye sustancialmente a generar islas de calor.

La zona de los pedregales cuenta con un enorme potencial para conducir y captar grandes cantidades de agua de lluvia.

-La escasez de agua no consiste precisamente en no contar con agua suficiente, sino que es un problema que la comunidad mundial ha creado y en realidad continúa recreando a diario. La falta de acceso a agua limpia es una historia de pobreza, represión, negligencia e irresponsabilidad; se trata de un desastre colosal pero silencioso.- (Lanz *et al.*, 2008).



INFILTRACIÓN DE AGUA PLUVIAL



Aprovechar el agua

Prototipo 4



Cosecha de agua

La captación de agua para riego, lavado y otros usos secundarios es una alternativa para incrementar la recarga de los mantos acuíferos. La instalación de grandes colectores en áreas públicas como parques, camellones y espacios abiertos ayuda directamente al ahorro energético, por su funcionalidad y diseño el prototipo aparece como parte del contexto urbano.

Tecnologías del agua

Prototipo 5



Iniciativas a nivel familiar

Los techos de la Ciudad de México son amplias losas de concreto con ligeras pendientes y desagües que permiten un lento flujo de agua hacia el drenaje público. La instalación de sistemas familiares para cosecha e infiltración de aguas pluviales toma en cuenta las actuales características urbanas y constructivas de la ciudad, representando un enorme alivio para la infraestructura urbana.

Agua para todos

Prototipo 6



Almacenaje doméstico

El paisaje urbano de la Ciudad de México se caracteriza por un gran número de tinacos en las azoteas; en el caso de cisternas convencionales estas empiezan a ser sustituidas por reservorios verticales, fabricados en materiales ligeros libres de excavación y fáciles de instalar en viviendas ya cosntruidas.

Movilidad no motorizada

La gente que camina y se desplaza en bicicleta lo prefiere hacer en las calles que cruzan en dirección oriente -poniente, principalmente para evitar la pendiente.

La ciclovia de la Ciudad de México, las torres y otras grandes avenidas cuentan con un gran potencial para conectar escuelas con parques lineales que promuevan la movilidad no motorizada.



MOVILIDAD NO MOTORIZADA



La bicicleta en la ciudad

Prototipo 10



Cicloestacionamientos

Incentivar otros tipos de movilidad, trae como consecuencia un uso eficiente del espacio, donde antes cabía un automóvil ahora caben 12 o 20 bicicletas, donde antes se requería de asfalto ahora basta con una superficie permeable para infiltrar miles de litros de agua lluvia.

Una invitación al cambio

Prototipo 11

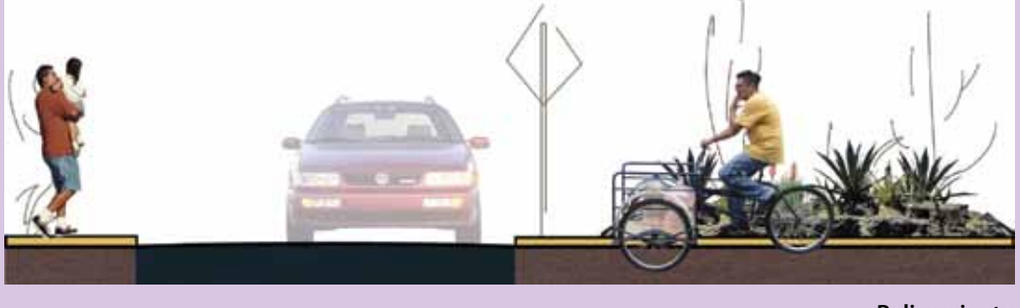


Una ciclovía

Uno de los principales actores en la planeación de la ciudad moderna es la bicicleta, no únicamente como medio de transporte. La bicicleta urbana es ícono de la salud, versatilidad y la eficiencia para desplazamientos menores. Las ciclovias además de mejorar el espacio publico y la movilidad, cambian las condiciones de seguridad vial y la percepción del entorno urbano.

Seguridad vial

Prototipo 12



Balizamiento

El uso del espacio publico consiste mas en el reconocimiento y respeto hacia los peatones y ciclistas que en la segregación. Para las vialidades secundarias en colonias y barrios el balizamiento es la principal accion que brinda seguridad vial, es útil cuando existen otras medidas orientadas a disminuir la velocidad y el flujo de automóviles.

Espacio público

La baja conectividad con los sistemas de transporte masivo hacen de esta zona una típica periferia con población flotante, factor que inhibe la convivencia a lo largo del día.

El ancho de las avenidas presenta enormes posibilidades para mejorar la accesibilidad peatonal hacia escuelas, centros deportivos y clínicas, a la vez que se crean nuevos puntos de encuentro social.



ESPACIO PÚBLICO



Arte urbano

Prototipo 16



Diseño de pavimentos

La instalación y diseño de nuevas superficies tiene por objeto mejorar las condiciones estéticas y climáticas a nivel barrial, aumentar el área de infiltración y disminuir la velocidad del automóvil.

Confort y diseño urbano

Prototipo 17



Transporte público

El establecimiento de áreas de espera y abordaje del transporte público tiene por objeto facilitar y promover la intermodalidad, al igual que el mejoramiento del espacio público. Tales condiciones son repetitivas a lo largo de las calles en la ciudad y en su conjunto forman infraestructuras de confort y corredores de servicios urbanos.

Mejor paisaje urbano

Prototipo 18



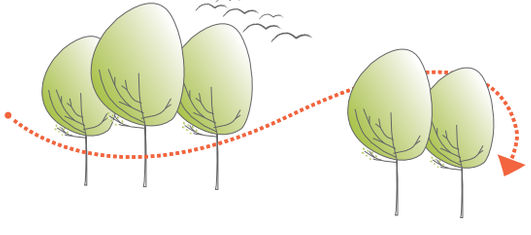
Torre multifuncional

Diseño para convertir torres de agua, bodegas y otras construcciones en áreas multifuncionales, útiles a los servicios urbanos. Esta propuesta es una posible solución para el mejoramiento estético de elementos que actualmente forman parte de la contaminación visual de la ciudad.

Biodiversidad

Interconectar el ecosistema urbano, representa un importante reto, clave para lograr la continuidad biológica en el ecosistema del pedregal.

La reciente urbanización en el pedregal de San Nicolás ofrece un gran número de espacios disponibles para la reforestación con especies de vegetación local.



CORREDORES DE BIODIVERSIDAD



Menos inundaciones

Prototipo 22



Jardines de infiltración en banquetas

Adecuación de jardineras a lo largo de calles y banquetas con especies seleccionadas para canalizar el flujo de agua e inducir infiltraciones controladas. El diseño adecuado implica un cambio de sustratos, plantas y niveles para contar con zonas que detengan momentáneamente el flujo de agua mientras esta se infiltra.

Más áreas verdes para mis ojos y salud

Prototipo 23



Vegetación de elementos verticales

Muchas son las estructuras y paredes urbanas en las que se pueden adecuar revegetaciones temporales y permanentes; balcones, sombras de comercios, estacionamientos, parabuses, instalaciones artísticas e incluso estructuras de anuncios publicitarios entre otras.

Una vieja opción con nueva tecnología

Prototipo 24



Azoteas verdes

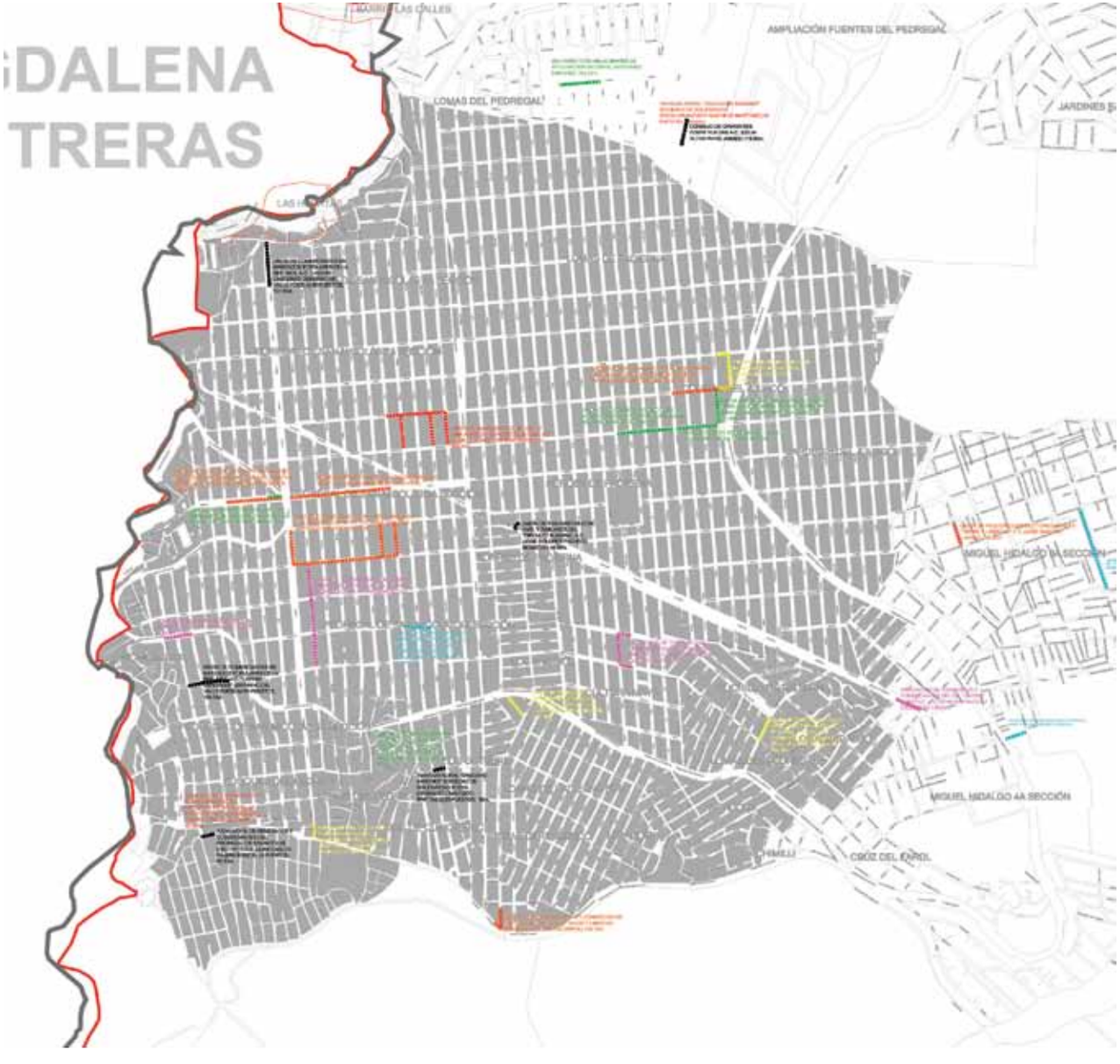
El establecimiento de jardines en techumbres y azoteas es considerado una de las tecnologías verdes mas aceptadas y de mayor crecimiento en ciudades, una buena parte de las azoteas de la Ciudad de México son espacios susceptibles de intervenciones para revegetar siempre y cuando se tomen en cuenta las condiciones locales: bajo costo, especies de poco mantenimiento, sustratos, contenedores de reciclado, etc.

Mercados, infiltración e infraestructura verde en los pedregales de San Nicolás

La instalación de infraestructuras verdes en áreas con pendientes pronunciadas tiene como reto principal la generación de prototipos que ayuden a un correcto manejo del agua, infraestructuras que faciliten la movilidad peatonal y mejoren a la vez los espacios existentes para el encuentro comunitario.

La accesibilidad hacia los espacios abiertos en los pedregales de San Nicolás no esta únicamente determinada por la existencia de parques y cercanía con áreas naturales, la accesibilidad está también acotada a la existencia de calles y camellones transversales ya que estos trazos cortan las pendientes haciendo un trazo mas accesible.

Con la correcta instalación de prototipos estos espacios se pueden convertir en áreas de infiltración, comercio y zonas peatonales a la vez.



Total de kilómetros de calles peatonales a la semana : 5.4 Kms. aproximadamente.





La disponibilidad de mercados ambulantes en los pedregales es un factor clave de la proximidad social



Ejemplos de fichas técnicas para la construcción de prototipos

(para consultar la totalidad de las fichas, revisar el anexo en formato digital)

Ficha técnica No. 2

TEMA:	INFILTRACIÓN	
MODELO:	APERTURA DE GUARNICIONES	**MODELO 2**

USOS	CAPACIDAD Y DIMENSIONES		
+ Camellones + Avenida Aztecas + Calle Maní, Chicoasén + Calles anchas y camellón + Paseo del pedregal y periférico	Capacidad en m^3	variable	
	Largo X Ancho en m	1.00	variable
	Alto en m	Nivel del piso	

Vista General





CARACTERÍSTICAS:

+ Se abren espacios en la banqueta para que exista infiltración a jardineras.
+ Vegetación nativa del pedregal
+ Fluirá el agua a través de ese espacio
+ Material pétreo
+ Abertura de guarnición para permitir la libre circulación del agua

BENEFICIOS	COSTO
AHORRO EN EL CONSUMO DE ENERGIA LIBRE DE BASURA BAJO MANTENIMIENTO AHORRO DE AGUA	BAJO — ALTO

Corte esquemático



Nota: En la imagen sombreada se muestran los beneficios que se ubican con base en la detección de problemáticas y potenciales detectados en campo así como en la Información sociodemográfica.

Ficha técnica No. 8

TEMA:	MOVILIDAD NO MOTORIZADA	
MODELO:	INTERVENCIÓN EN ESQUINAS. OREJAS Y PASOS PEATONALES	**MODELO 8**

USOS

+ Todas las esquinas
+ Avenida Aztecas y Av. Iman
+ Calle Maní, Chicoasén
+ Calles anchas con camellón

CAPACIDAD Y DIMENSIONES

Capacidad en m^3	variable	
Largo X Ancho en m	esquina	esquina
Alto en m	0.20	

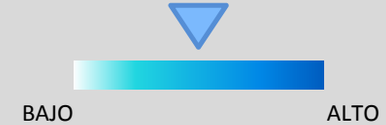
CARACTERÍSTICAS:

+ Construido con piedra
+ Pedregal aparente
+ Vegetación nativa del pedregal
+ Aberturas para pasos peatonales
+ Abertura de guarnición para permitir la libre circulación del agua
+ Reductor de velocidad de automoviles

BENEFICIOS

COMODIDAD PEATONAL
LIBRE DE INUNDACION
BAJO MANTENIMIENTO
AHORRO EN EL RIEGO
BUENA APARIENCIA

COSTO



Vista General



Vista con paso peatonal de pierda



Corte esquemático



Nota: En la imagen se muestra sombreado el costo de producción e instalación de cada uno de los prototipos, que dependerá de múltiples factores como tamaño, materiales y mano de obra requerida, siendo algunos de bajo, medio o alto costo.

Ficha técnica No. 18

TEMA:	ESPACIO PÚBLICO	
MODELO:	TORRE MULTIFUNCIONAL URBANA	**MODELO 18**

USOS

+ Plazas públicas
+ Parques
+ Esquinas concurridas
+ Calles anchas y camellón
+ Escuelas

CAPACIDAD Y DIMENSIONES

Capacidad en m^3	variable	
Largo X Ancho en m	2.00 – 4.00	1.5 – 4.00
Alto en m	1.5 – 8.00	

CARACTERÍSTICAS:

+ Infiltración natural del agua
+ Acumulación de agua de lluvia
+ Muros cubiertos por vegetación nativa del pedregal
+ Cicloestacionamientos
+ Iluminación

BENEFICIOS

AHORRO EN EL CONSUMO DE ENERGIA
BUENA APARIENCIA
BAJO MANTENIMIENTO
AHORRO EN EL RIEGO
BUENA APARIENCIA

COSTO



Vista General



Nota: Se muestra en sombreado el diseño que por la diversidad del entorno urbano cada uno de los prototipos requerirá de adaptaciones en su dimensión final.

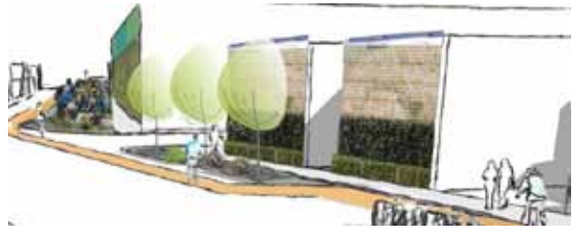
Ficha técnica No. 21

TEMA:	BIODIVERSIDAD	
MODELO:	FACHADAS VERDES	**MODELO 21**

USOS	CAPACIDAD Y DIMENSIONES		
+ Fachadas de edificios y casas + Avenidas principales + Escuelas + Avenidas secundarias + Centros comerciales	Capacidad en m^3	No aplica	
	Largo X Ancho en m	De fachada	
	Alto en m	2.00 – alto del edificio	

Vista General





CARACTERÍSTICAS:

+ Riego autosuficiente
+ Vegetación adecuada
+ Diferentes tecnologías de riego
+ Diversos contratistas para su instalación
+ No existen escurrimientos

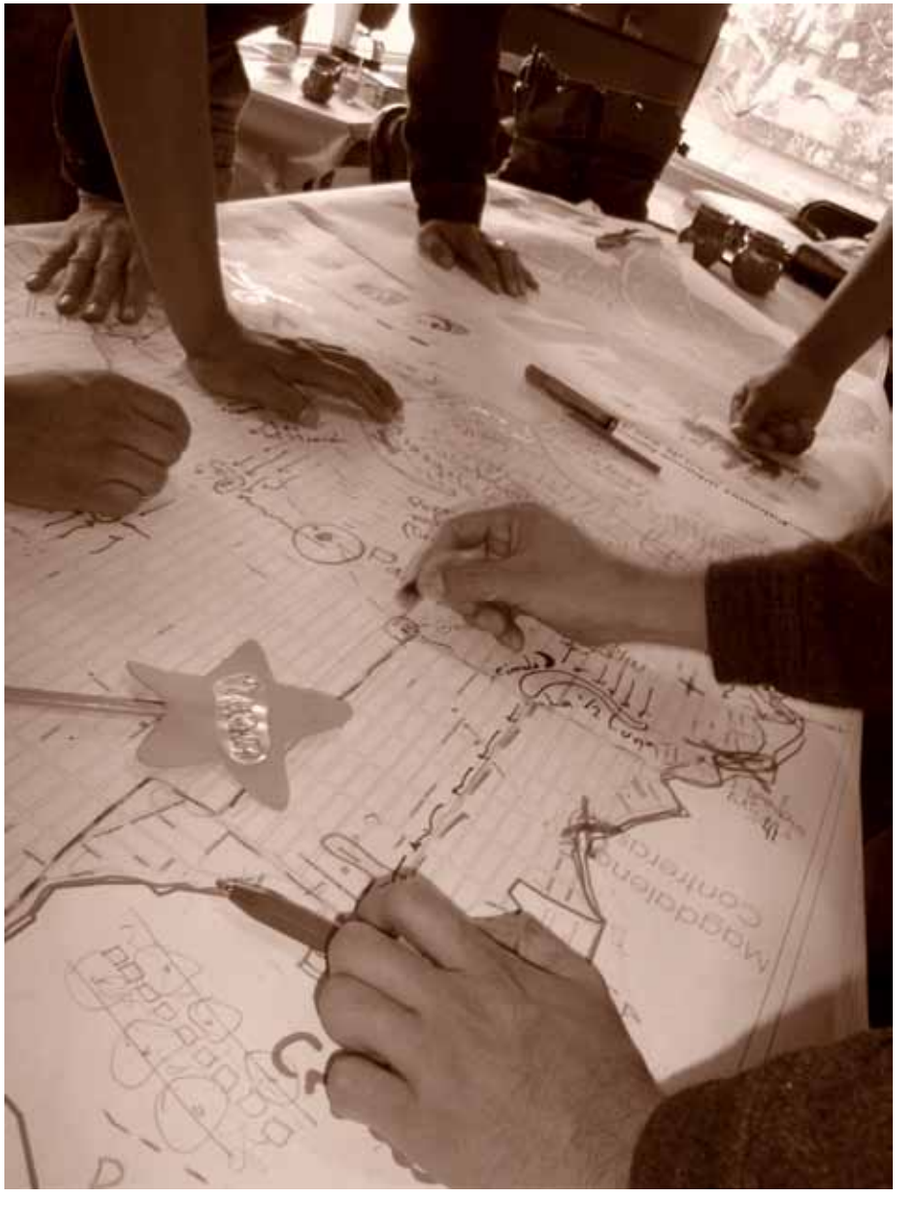
BENEFICIOS	COSTO
TERMICAS AMBIENTALES BAJO MANTENIMIENTO AHORRO EN EL RIEGO BUENA APARIENCIA	BAJO — ALTO

Nota: Ficha esquemática que para su uso real deberá calcularse el ancho de la calle en la cual se desea implementar y así poder calcular el volumen y costo de los trabajos a realizar

Trabajo comunitario







Participación con autoridades locales

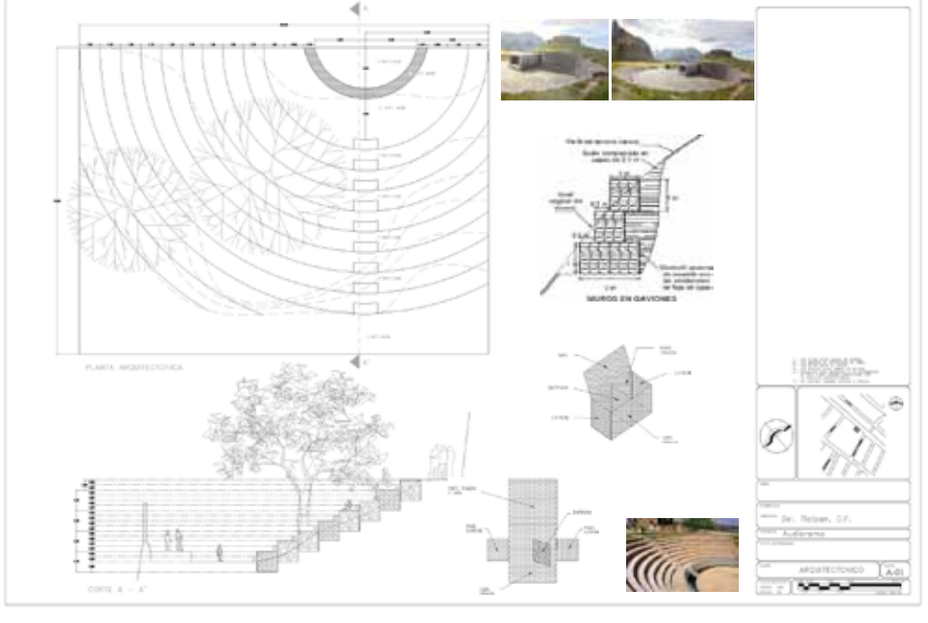






Intercambio de experiencias con vecinos

Láminas de proyectos para la construcción de infraestructura verde comunitaria



Proyecto de foro y audiorama construido con muros de gavión y plantas locales que permitira la captación e infiltración de agua de lluvia. Este trabajo se realiza de manera conjunta con padres de familia, autoridades locales y maestros de la escuela secundaria pública No. 281 "Tlacotalpan" en la colonia Lomas de Padierna en la delegación Tlalpan.



Proyecto de jardines de bajo mantenimiento y consumo de agua con especies locales para el mantenimiento de la biodiversidad. Este proyecto se realiza de manera conjunta entre vecinos, asesores y autoridades locales en la Unidad Habitacional "Pemex" en la delegacion Tlalpan.

Conclusiones

El diseño del paisaje, la conservación de la biodiversidad, la movilidad y el mejoramiento de la calidad de vida urbana han sido los ejes rectores de los cuales ha partido la presente investigación, que ha tenido como objeto el diseñar soluciones aplicables a las complejidades urbanas en el singular contexto de los pedregales del sur de la ciudad.

Desde el inicio se conformo un equipo interdisciplinario capaz de ubicar, diseñar e integrar prototipos de infraestructura verde para brindar soluciones múltiples a problemas comunes a la vez que se optimiza la inversión pública, todo esto desde ópticas sociales, ambientales y estéticas.

A lo largo de la investigación se ahondo en las características físicas y biológicas del territorio a la vez que se conformo un compendio de información sociodemográfica para conocer a la población actual, su futuro crecimiento y los sitios específicos en donde se ubicarían los prototipos que en su conjunto forman importantes corredores biológicos, zonas de transito calmando, espacios públicos y otras infraestructuras que ayudan a incrementar y mejor la accesibilidad hacia los espacios abiertos existentes.

A lo largo del estudio se pudo contrastar como el convencional modelo cuantitativo que evalúa el bienestar urbano asignando metros cuadrados de área verde por habitante, no siempre corresponde fielmente a una buena calidad de vida. Factores hasta ahora poco estudiados como la accesibilidad y conectividad entre áreas verdes determinan para muchas colonias y barrios del sur de la ciudad un mayor bienestar si estas se encuentran estratégicamente ubicadas.

Una de las conclusiones de este hallazgo nos lleva pensar que derivado de las condiciones sociales, ambientales y demográficas de los pedregales, es preferible desarrollar muchas y pequeñas intervenciones como esquinas ajardinadas, muros verdes, cruces seguros, ampliaciones de banquetas y espacios abiertos, que, grandes parques.

Si el conjunto de infraestructuras verdes se encuentra estratégicamente ubicadas, se cuenta con mayor potencial para brindar servicios ambientales y una optimización presupuestal en los gobiernos locales, con lo cual se logra de manera más eficiente la transformación de la calle en espacios con gran calidad de vida para el desarrollo de la vida pública, la biodiversidad y el paisaje urbano.

La propuesta para el desarrollo de infraestructura verde en los pedregales del sur de la Ciudad de México, consiste en un ejercicio de integración del paisaje tomando en cuenta antecedentes biológicos, sociales y ambientales de un territorio conquistado en los últimos 30 años y, aunque totalmente antropizado, se encuentra como un paisaje latente para su rescate y evolución como uno de los espacios urbanos con gran potencial para el desarrollo de la vida sustentable en la ciudad.

Bibliografía

Barkin, D. 2006. La Gestión del Agua Urbana en México –retos, debates y bienestar- Editorial Universidad de Guadalajara, México, 336 p.

Benedict, M. y McMahon, E. 2006. Green Infrastructure, linking landscapes and communities Island press, Washington, 299 p.

Camarena, B. P. 2010. Xerojardinería. Guía para el diseño de los jardines de Ciudad Universitaria. Universidad Nacional Autónoma de México. México, 92 p.

Careri, F. 2004. Walkscapes. El andar como práctica estética Gustavo Gilli, Barcelona, España 203 p.

Carrillo, C. T. 1995. El Pedregal de San Ángel. Universidad Nacional Autónoma de México. México, 117 p.

Castillo-Argüero, S., Y. Martinez, M. Romero, P. Guadarrama, O. Nuñez, I. Sánchez y J. Meave 2007. La Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel: aspectos florísticos y ecológicos. Universidad Nacional Autónoma de México. México, 294 p.

Castillo-Argüero, S., Y. Martinez, J. Meave, M. Hernández, O. Núñez, G. Santibáñez y P. Guadarrama 2009. Flora: Susceptibilidad de la comunidad a la invasión de malezas nativas y exóticas. En: Lot, A. y Z. Cano-Santana (eds.) Biodiversidad del ecosistema del Pedregal de San Ángel. Universidad Nacional Autónoma de México. México, 107-133.

Clément, G. 2004 Manifiesto del tercer paisaje. Editorial Gustavo Gilli, Barcelona, España, 63 p.

Ezcurra, E. Mazari, M. Pisanty y I. Aguilar, A. 2006 La cuenca de México. Aspectos ambientales críticos y sustentabilidad. Fondo de Cultura Económica, México, 286 p.

García, M. Cano, J. Luiselli y C. Pizarro, P. 2007. San Ángel, una invitación a su rescate. Fundación Espinosa Rugarcía, I.B.P. México, 319 p.

Ingram, D. R. 1971 "The concept of accessibility: a search for an operational form", Regional Studies, 5 (2): 101-107.

Juliá, J. 2005 Redes metropolitanas. Editorial Gustavo Gilli, Barcelona, España p.179.

Kastner, J. Wallis, B. 2005 Land and environmental art . Phaidon press London, 304 p.

Krieger, P. 2006. Megalópolis, la modernización de la Ciudad de México en el siglo XX, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 297 p.

Krieger, P. 2007. Acuápolis, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 281 p.

Lanz, K.Müller, L.Rentsch, Ch. Schwarzenbach, R. 2008 ¿De quién es el agua? Editorial Gustavo Gilli,SL, Barcelona, España, 532 p.

Lot, A. 2000. Plantas acuáticas en los jardines botánicos: ideas sobre el desarrollo de las colecciones. Amaranto 13(2): 13-25.

Lot, A. 2006. Xochitla, un jardín de plantas acuáticas. Revista de la Universidad de México 23: 87-90.

Lot, A., A. Novelo y E. Esparza 2004. Iconografía y estudio de plantas acuáticas de la ciudad de México y sus alrededores. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, 206 p.

Lot, A. y C. Zepeda 2009. Plantas acuáticas. En: G. Ceballos y colaboradores (comp.) La diversidad biológica del Estado de México: Estudio de Estado. Gobierno del Estado de México y CONABIO, México, 229-242.

Mau, B. 2005. Massive Change, editorial Phaidon press New York, 239 p.

Miranda, G., A. Quiroz y M. Salazar 2000. Cadmium and lead renoval from water by duckweed Lemna gibba L. (Lemnaceae). Hidrobiológica 10(1): 7-12.

Miranda, G. y K. Ilangovan 1996. Uptake of lead by Lemna gibba L.: influence on specific growth rate and basic biochemical changes. Bulletin Environmental Contamination and Toxicology 56: 1000-1007.

Mosley, M. J.1979. Accessibility: the rural challenge. London: Methuen. 204 p.

Nava-López, M., J. Jujnovski, R. Salinas-Galicia, J. Álvarez-Sánchez y L. Almeida-Leñero. 2009. Servicios ecosistémicos. En: Lot, A. y Z. Cano-santana (eds.) Biodiversidad del ecosistema del Pedregal de San Ángel. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 51-60.

Quiroz, A. 1981. Ninfeaceas indicadoras del contenido de fósforo asimilable en los sedimentos. Biotica 6(1): 99-100.

Quiroz, A. y G. Miranda 1984. Determinación del aporte total de nitrógeno y fósforo al sedimento en los canales de Mixquic, por la comunidad de lemnáceas. Biotica 9(4): 429-432.

Quiroz, A., G. Miranda y A. Lot 1982. Uso potencial de algunas hidrófitas como abono en la zona chinampera de Xochimilco. Biotica 7(4): 631-633.

Quiróz-Flores, A., M.G. Miranda-Arce y A. Lot-Helgueras 2008. Estudio comparativo de algunas variables fisicoquímicas del agua en canales secundarios de Xochimilco con y sin Eichhornia crassipes (martius) Solms-Laubach. Polibotánica 25: 127-133.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa, México, 432 p.

Serra, M. C. 1990. El pasado, ¿una forma de acercarnos al futuro? 25 mil años de asentamientos en la Cuenca de México. En: J. Kumate y M. Mazari (coord.) Problemas de la Cuenca de México. El Colegio Nacional, México, 3-29.

Siebe, C. 2009. La erupción del volcán Xitle y las lavas del Pedregal hace 1670+/-35 años AP y sus implicaciones. En: Lot, A. y Z. Cano-Santana (eds.) Biodiversidad del ecosistema del Pedregal de San Ángel. Universidad Nacional Autónoma de México. México, 43-49.

Suárez, A. 2009. Estrategia de Movilidad en Bicicleta/ Ciudad de México (1). UNAM, México 128 p.

Infraestructura verde y corredores ecológicos de los pedregales: ecología urbana del sur de la Ciudad de México Editado por la Secretaría Ejecutiva REPSA, Coordinación de la Investigación Científica de la UNAM, se terminó de imprimir en enero de 2012, en los talleres de Navegantes de la Comunicación Gráfica, S.A. de C.V., calle Pascual Ortiz Rubio No. 40, Col. San Simón Ticumac, México, D.F. La edición consta de 1,000 ejemplares en papel loop a velluw snowfsc 118 gr. mate y forros en sulfatada de 16 pts. 1 c., y estuvo al cuidado de Antonio Lot.







Reserva Ecológica
del Pedregal de
San Ángel **UNAM**

Anexo de Planos

"El Pedregal de San Ángel de la Ciudad de México: ecología urbana de la UNAM, REPSA, No. 329/2009

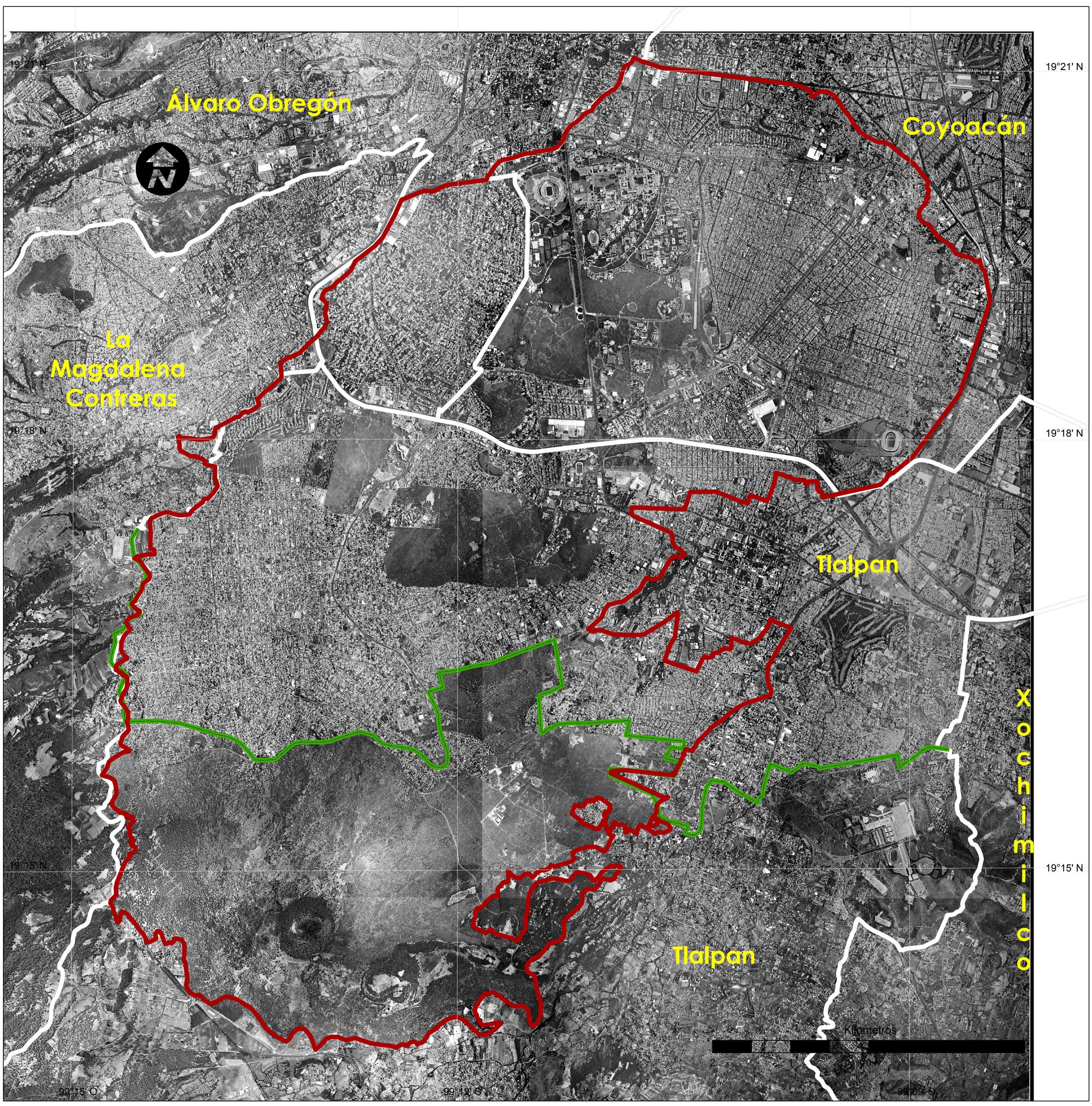
Los presentes planos fueron generados mediante el uso de un sistema de información geográfica[1] con la finalidad de contar con una base cartográfica que fuera de utilidad en la tarea de caracterizar el área de estudio en todas sus etapas.

Si bien algunos de estos planos se incluyen en el documento **"Infraestructura verde y corredores ecológicos de los pedregales: ecología urbana del sur de la Ciudad de México"**, en este apartado se pueden consultar con mayor detalle, con un formato de salida máximo recomendado de 90cm. por 60cm., para garantizar una buena resolución. En los planos numerados existe una continuidad que ayuda a una mejor comprensión de los planos subsecuentes, aunque, al igual que todos, se pueden consultar de manera alternada, con el orden que se requiera.

[1] ArqGIS, versión 9.3

Índice de planos

1_Ubicación
2_Población 2005
3_Densidad 2005
4_Ingreso 2000
5_Escolaridad 2005
6_Tipología de Espacios Abiertos
7_Accesibilidad Total
8_Accesibilidad a Camellones
9_Accesibilidad a Áreas Naturales Protegidas
10_Accesibilidad a Espacios Abiertos
11_Accesibilidad a Instituciones Educativas
12_Accesibilidad a Instituciones Culturales
13_Accesibilidad a Parques Urbanos
14_Accesibilidad a Parques Otros
15_Accesibilidad a Deportivos
16_Buffers
17_Isocronas
18_Accesibilidad Total y Buffers
19_Accesibilidad Total e Isocronas
Altimetría
Arbolado Urbano
Atractores Urbanos
Clima
Contornos Urbanos
Edafología
Espacios Abiertos Monumentales
Geología
Hidrología Subterránea
Hidrología Superficial
Orientación de las Pendientes
Pendientes
Sendas y Barreras



Ubicación
Zona de Pedregales al Sur de la Ciudad de México

Simbología

- Límite manzana
- Límite AGEB
- Límite Pedregal
- Límite delegacional
- Límite suelo de conservación

Escala apróximada: 1:12'000

Kilometros

2 1 0 2

-99°15' O
-99°12' O
-99°09' O
19°21' N
19°18' N
19°15' N
Álvaro Obregón
Coyoacán
La Magdalena Contreras
Tlalpan
Xochimilco
Kilometros
2 1 0 2

Distribución de la población 2005 en Zona de Pedregales

Habitantes

- 500 - 2062
- 250 - 500
- 100 - 250
- 10 - 100
- < - 10

Tipología

1. Área natural protegida
2. Camellón
3. Espacios abiertos
4. Instituciones educativas
5. Instituciones culturales
6. Parques urbanos
7. Parque otros
8. Deportivo

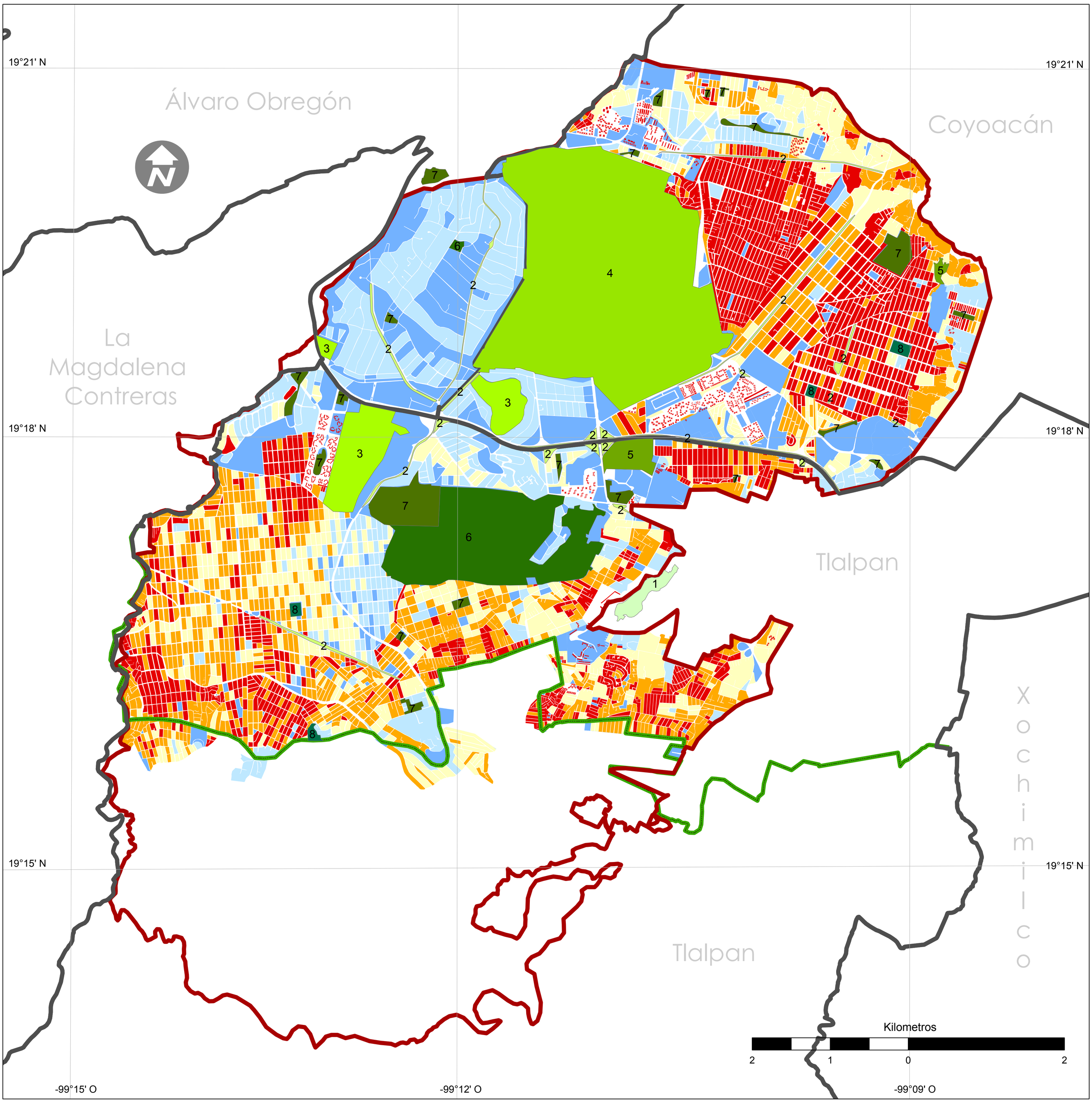
Simbología

- Límite manzana
- Límite AGEB
- Límite Pedregal
- Límite delegacional
- Límite suelo de conservación

Escala apróximada: 1:12'000

Kilometros

2 1 0 2



Densidad de población 2005 en Zona de Pedregales

Hab/ Ha

- 250 - >
- 151 - 250
- 76 - 150
- 26 - 75
- < - 25

Tipología

1. Area natural protegida
2. Camellón
3. Espacios abiertos
4. Instituciones educativas
5. Instituciones culturales
6. Parques urbanos
7. Parque otros
8. Deportivo

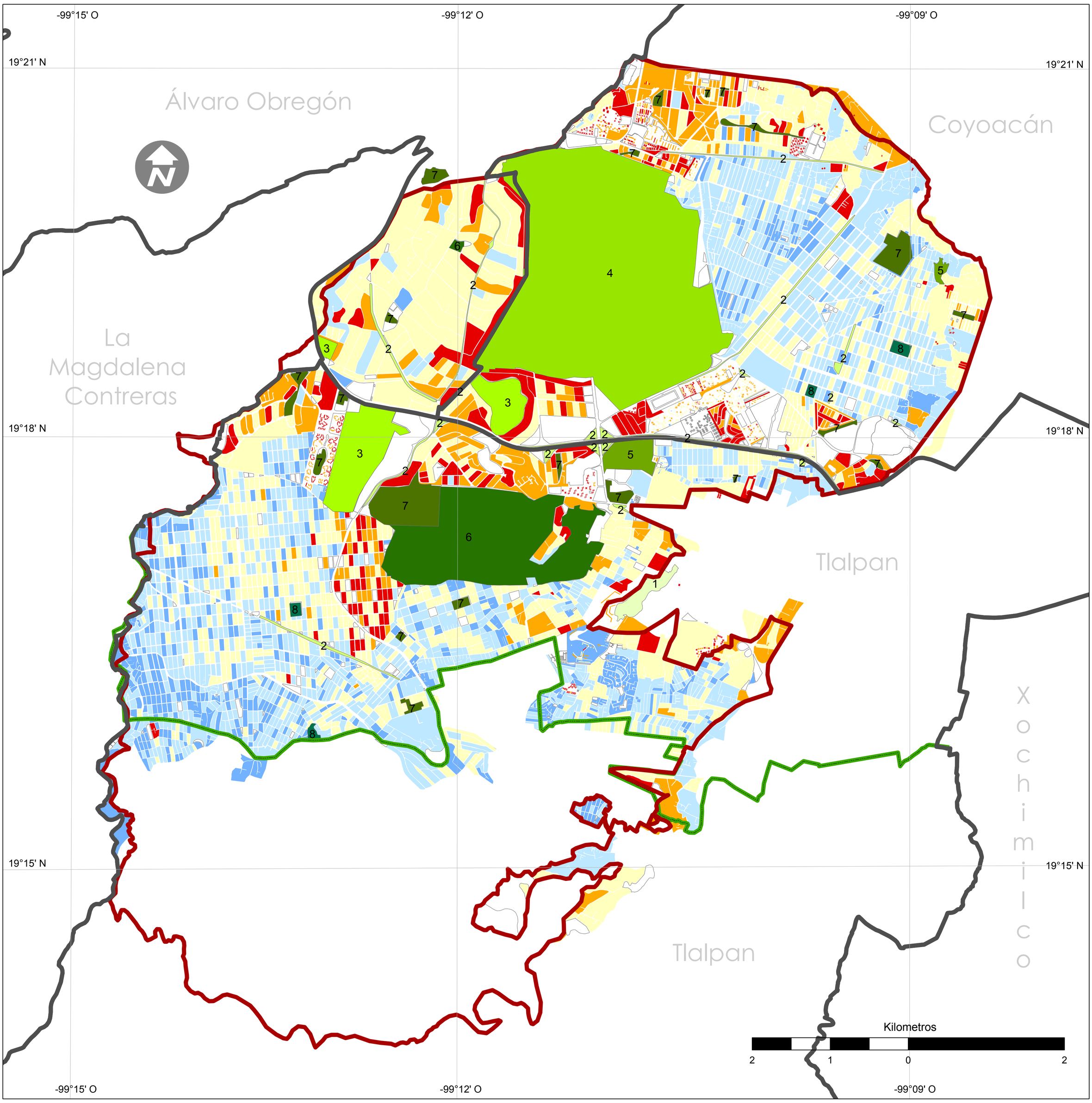
Simbología

- Límite manzana
- Límite AGEB
- Límite Pedregal
- Límite delegacional
- Límite suelo de conservación

Escala apróximada: 1:12'000

Kilometros

2 1 0 2



Distribución del ingreso 2000 en Zona de Pedregales

Ingresos

- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

Tipología

1. Área natural protegida
2. Camellones
3. Espacios abiertos
4. Instituciones educativas
5. Instituciones culturales
6. Parques urbanos
7. Parques otros
8. Deportivos

Simbología

- Límite manzana
- Límite AGEB
- Límite Pedregal
- Límite delegacional
- Límite suelo de conservación

Escala apróximada: 1:12'000

Kilometros

2 1 0 2

Escolaridad acumulada 2005 en Zona de Pedregales

Escolaridad

- Posgrado
- Licenciatura
- Bachillerato
- Secundaria
- Primaria

Tipología

1. Área natural protegida
2. Camellones
3. Espacios abiertos
4. Instituciones educativas
5. Instituciones culturales
6. Parques urbanos
7. Parques otros
8. Deportivos

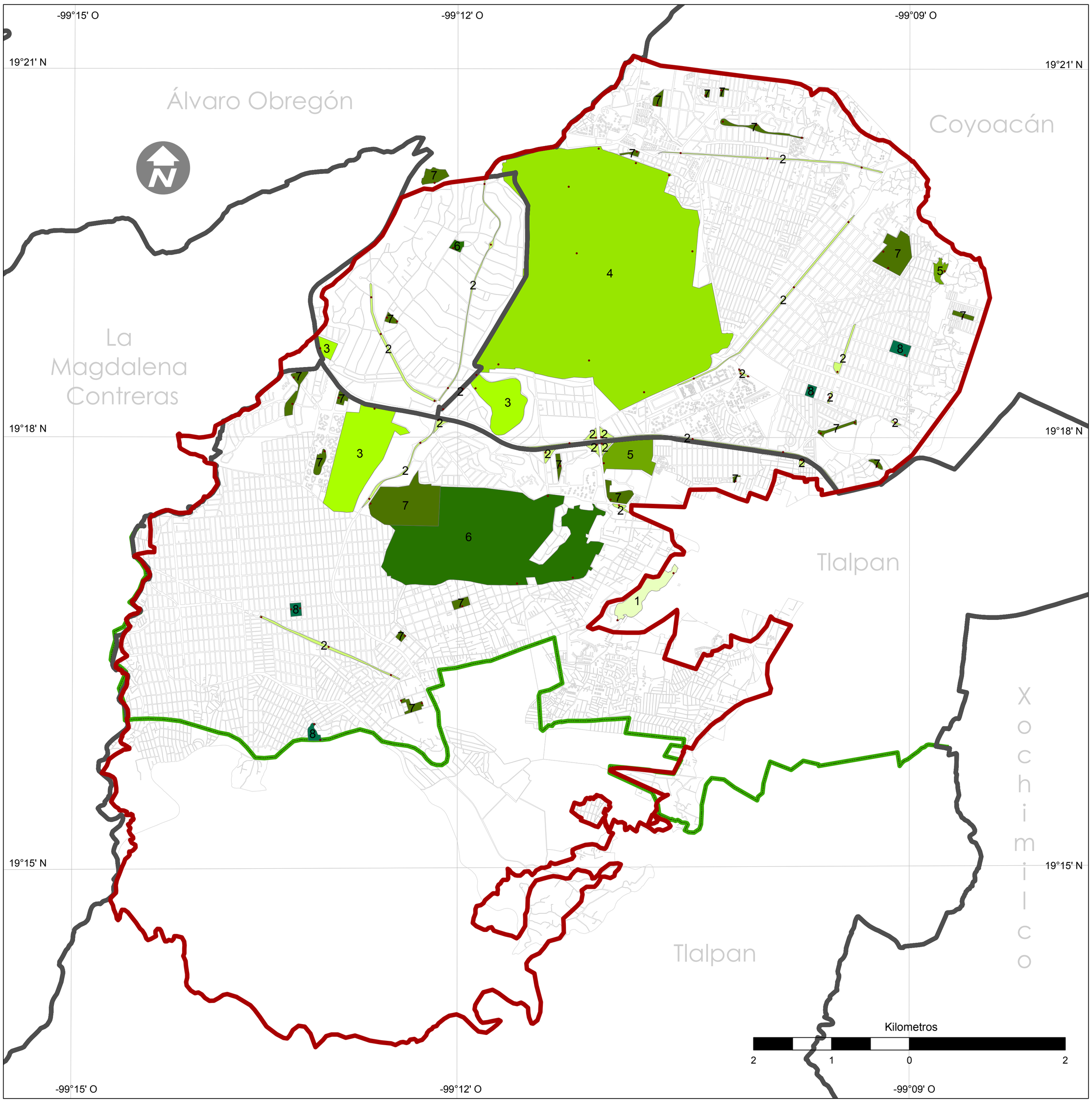
Simbología

- Límite manzana
- Límite AGEB
- Límite Pedregal
- Límite delegacional
- Límite suelo de conservación

Escala apróximada: 1:12'000

Kilometros

2 1 0 2



Tipología de Espacios Abiertos en Zona de Pedregales

Tipología

1. Área natural protegida
2. Camellones
3. Espacios abiertos
4. Instituciones educativas
5. Instituciones culturales
6. Parques urbanos
7. Parques otros
8. Deportivos

Puertas de acceso

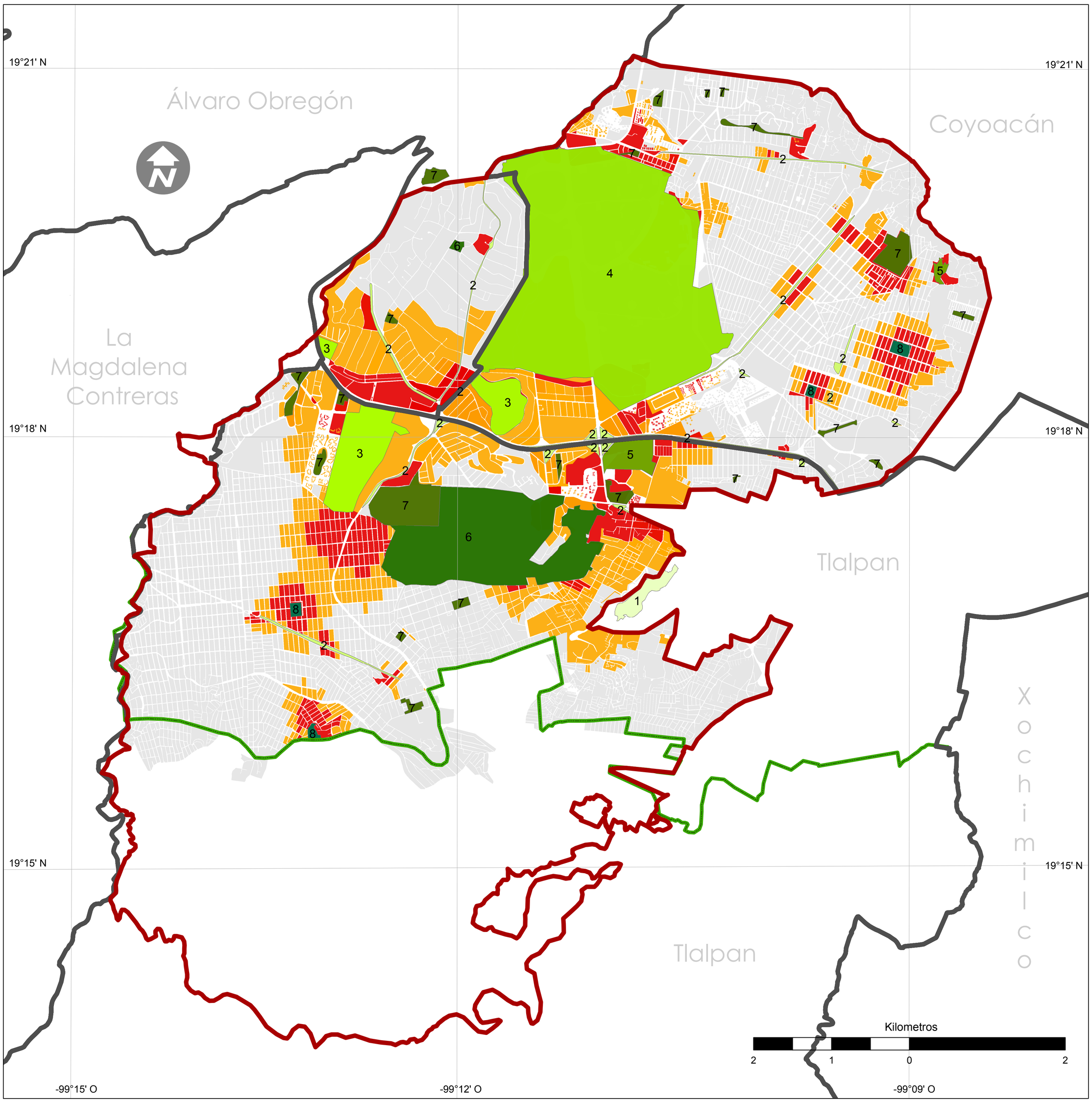
Simbología

- Límite manzana
- Límite AGEB
- Límite Pedregal
- Límite delegacional
- Límite suelo de conservación

Escala apróximada: 1:12'000

Kilometros

2 1 0 2



Accesibilidad Total en Zona de Pedregales

Accesibilidad

- Muy alta
- Alta

Tipología

1. Area natural protegida
2. Camellones
3. Espacios abiertos
4. Instituciones educativas
5. Instituciones culturales
6. Parques urbanos
7. Parques otros
8. Deportivos

Simbología

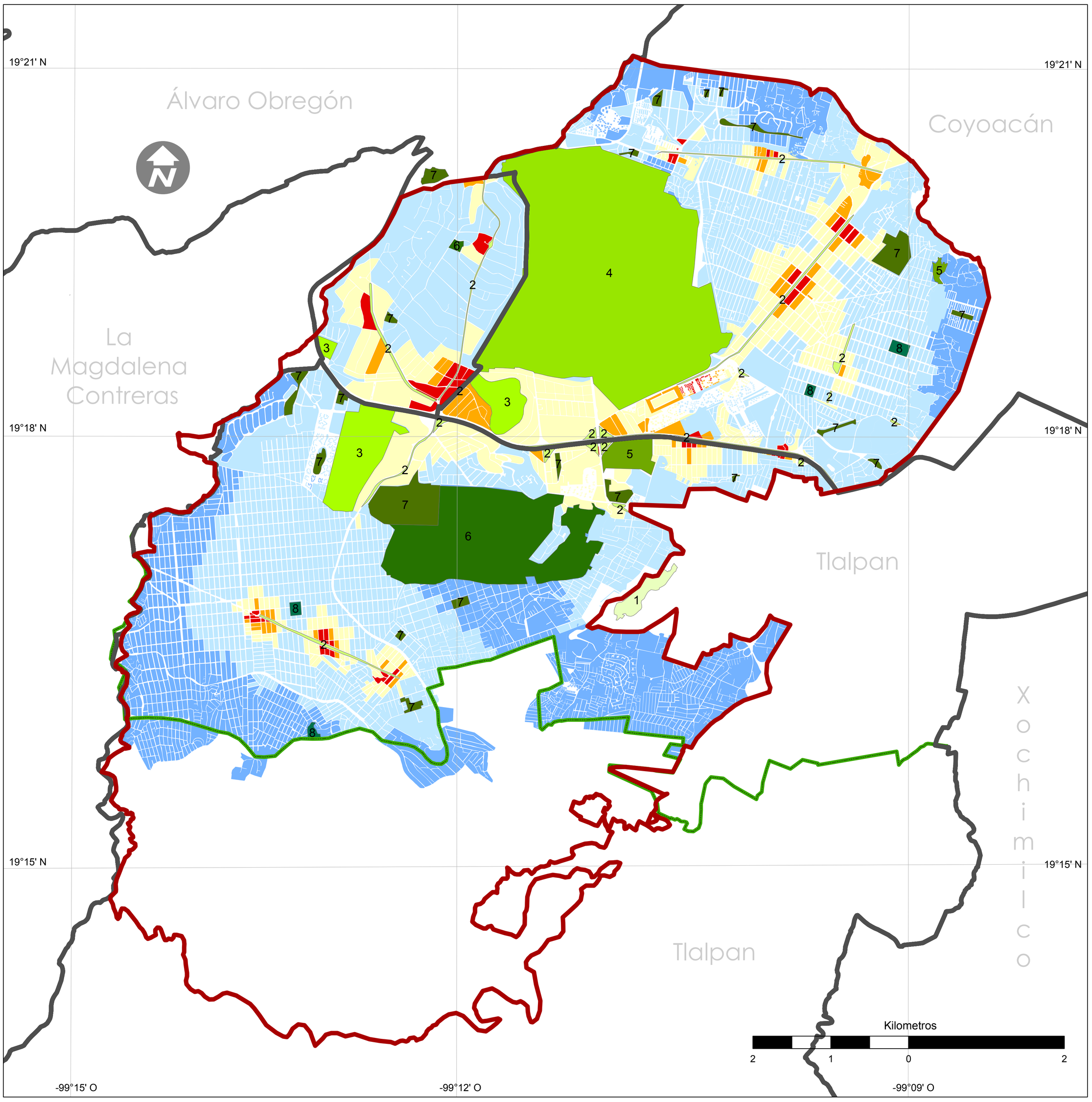
- Límite manzana
- Límite AGEB
- Límite Pedregal
- Límite delegacional
- Límite suelo de conservación

Escala apróximada: 1:12'000

Kilometros

2 1 0 2

Accesibilidad a Camellones en Zona de Pedregales



Accesibilidad

- Muy alta
- Alta
- Media
- Baja
- Muy baja

Tipología

1. Área natural protegida
2. Camellones
3. Espacios abiertos
4. Instituciones educativas
5. Instituciones culturales
6. Parques urbanos
7. Parques otros
8. Deportivos

Simbología

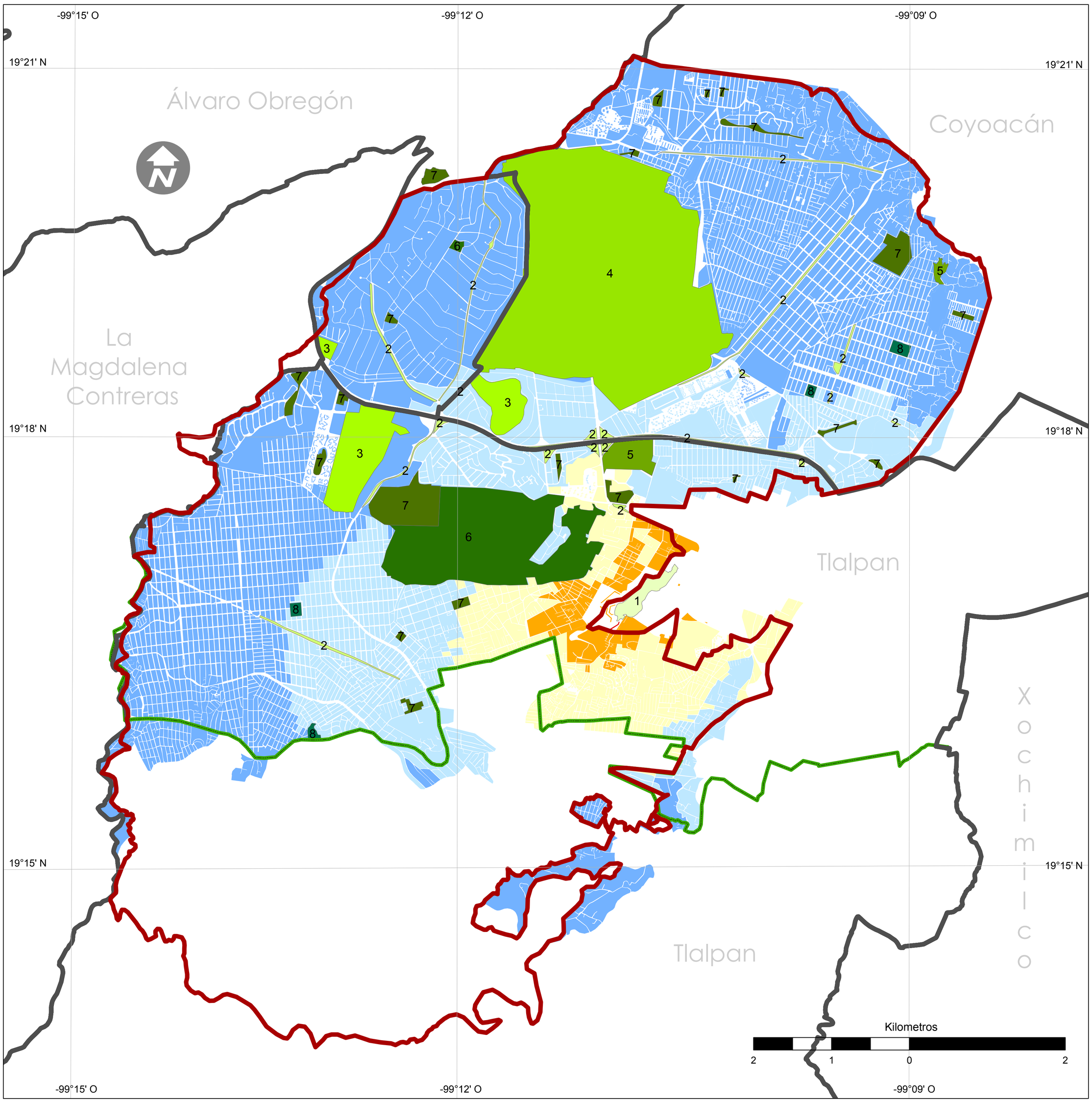
- Límite manzana
- Límite AGEB
- Límite Pedregal
- Límite delegacional
- Límite suelo de conservación

Escala apróximada: 1:12'000

Kilometros

2 1 0 2

Accesibilidad a Áreas Naturales Protegidas en Zona de Pedregales



Accesibilidad

- Muy alta
- Alta
- Media
- Baja
- Muy baja

Tipología

1. Área natural protegida
2. Camellones
3. Espacios abiertos
4. Instituciones educativas
5. Instituciones culturales
6. Parques urbanos
7. Parques otros
8. Deportivos

Simbología

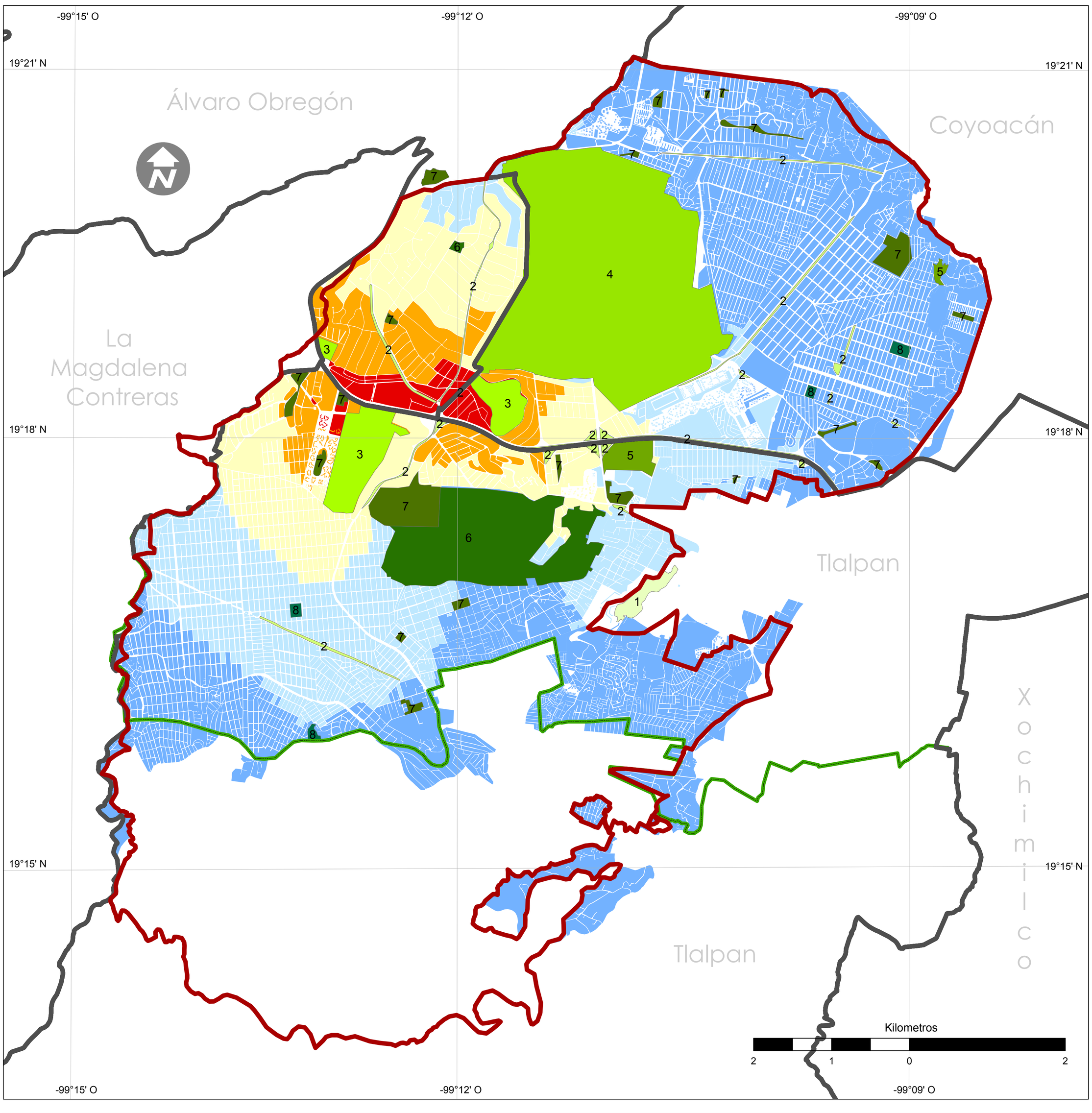
- Límite manzana
- Límite AGEB
- Límite Pedregal
- Límite delegacional
- Límite suelo de conservación

Escala apróximada: 1:12'000

Kilometros

2 1 0 2

Accesibilidad a Espacios Abiertos en Zona de Pedregales



Accesibilidad

- Muy alta
- Alta
- Media
- Baja
- Muy baja

Tipología

1. Área natural protegida
2. Camellones
3. Espacios abiertos
4. Instituciones educativas
5. Instituciones culturales
6. Parques urbanos
7. Parques otros
8. Deportivos

Simbología

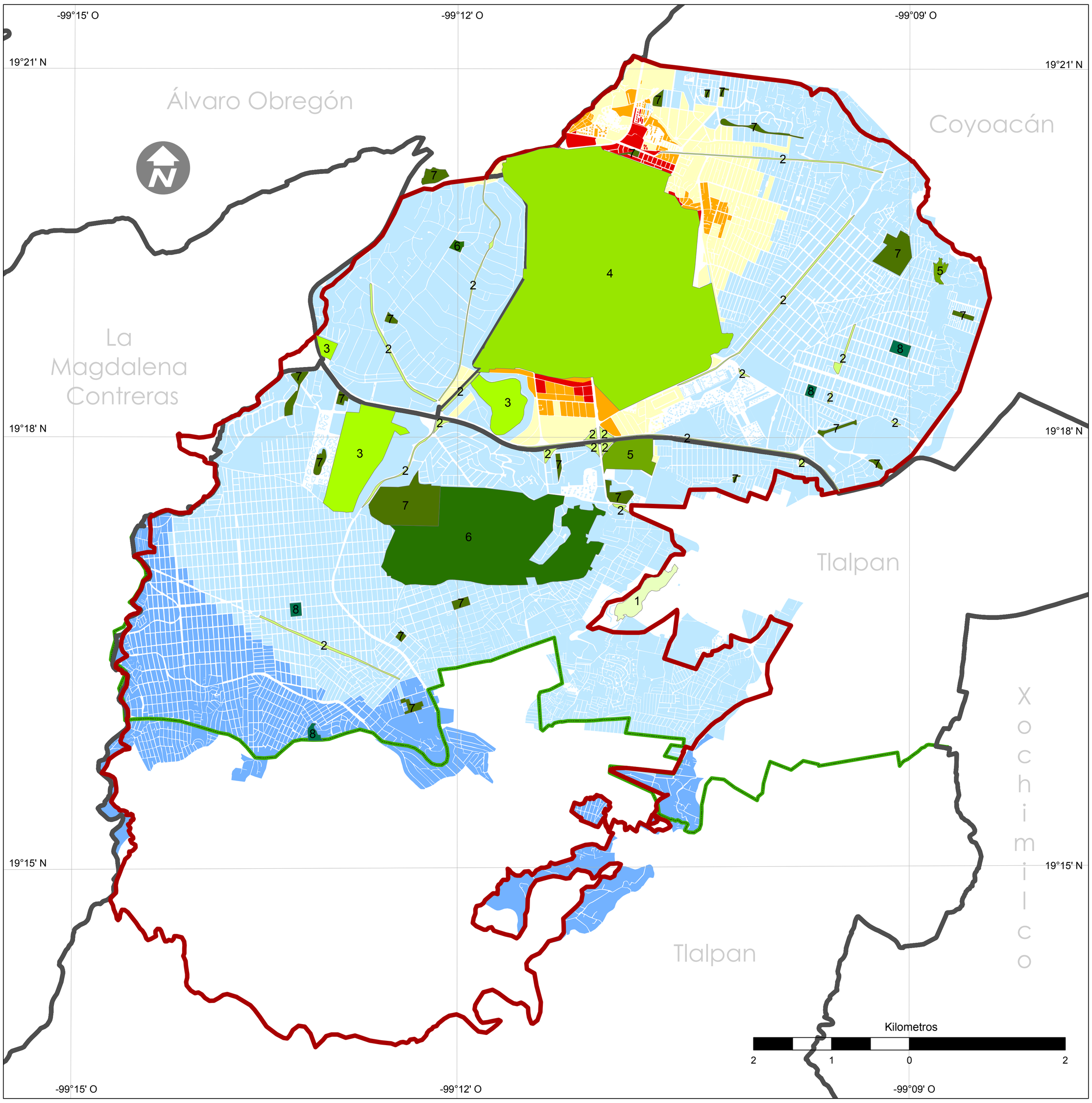
- Límite manzana
- Límite AGEB
- Límite Pedregal
- Límite delegacional
- Límite suelo de conservación

Escala apróximada: 1:12'000

Kilometros

2 1 0 2

Accesibilidad a Instituciones Educativas en Zona de Pedregales



Accesibilidad

- Muy alta
- Alta
- Media
- Baja
- Muy baja

Tipología

1. Área natural protegida
2. Camellones
3. Espacio abierto
4. Instituciones educativas
5. Instituciones culturales
6. Parques urbanos
7. Parques otros
8. Deportivos

Simbología

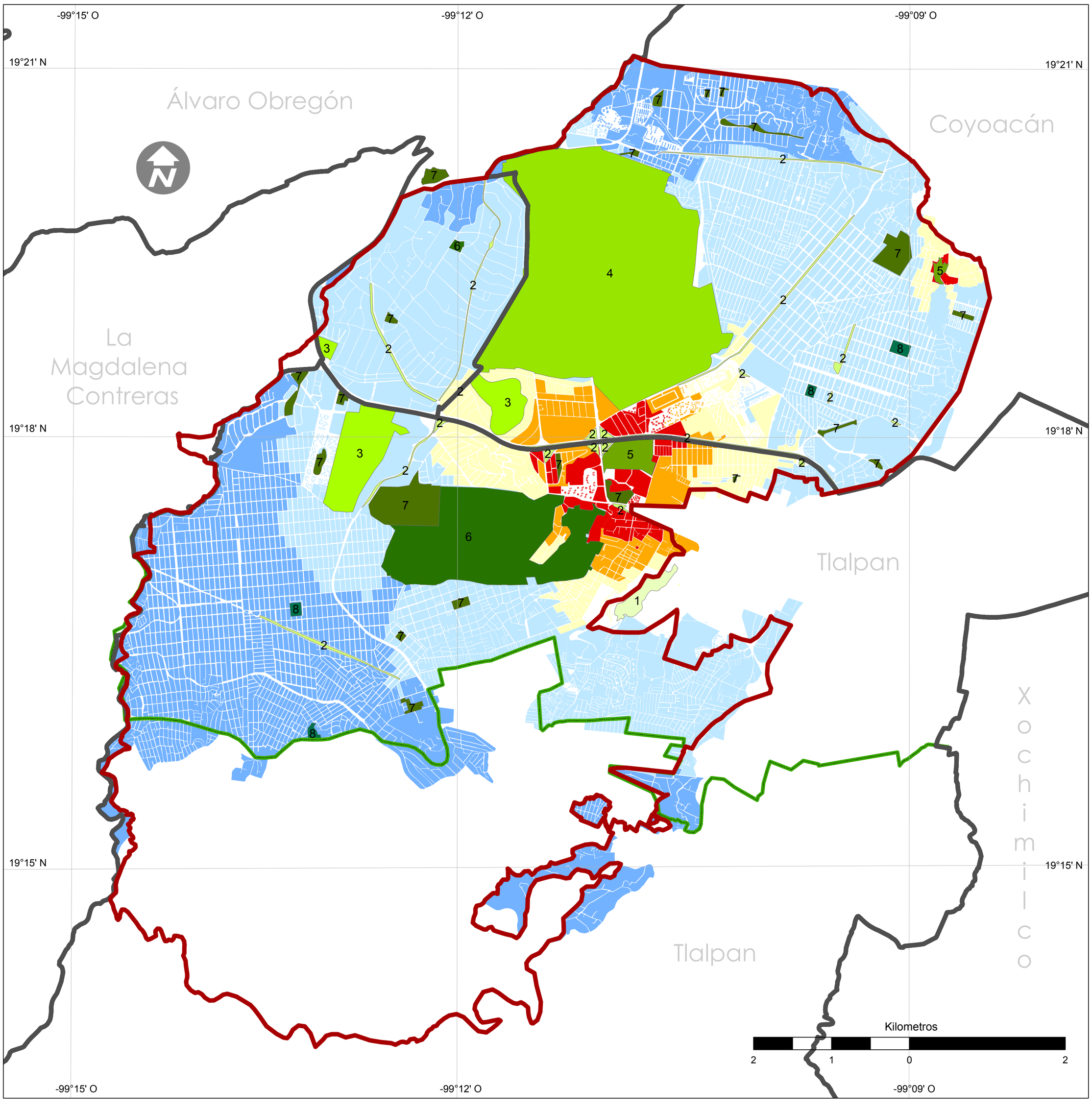
- Límite manzana
- Límite AGEB
- Límite Pedregal
- Límite delegacional
- Límite suelo de conservación

Escala apróximada: 1:12'000

Kilometros

2 1 0 2

Accesibilidad a Instituciones Culturales en Zona de Pedregales



Accesibilidad

- Muy alta
- Alta
- Media
- Baja
- Muy baja

Tipología

1. Área natural protegida
2. Camellones
3. Espacios abiertos
4. Instituciones educativas
5. Instituciones culturales
6. Parques urbanos
7. Parques otros
8. Deportivos

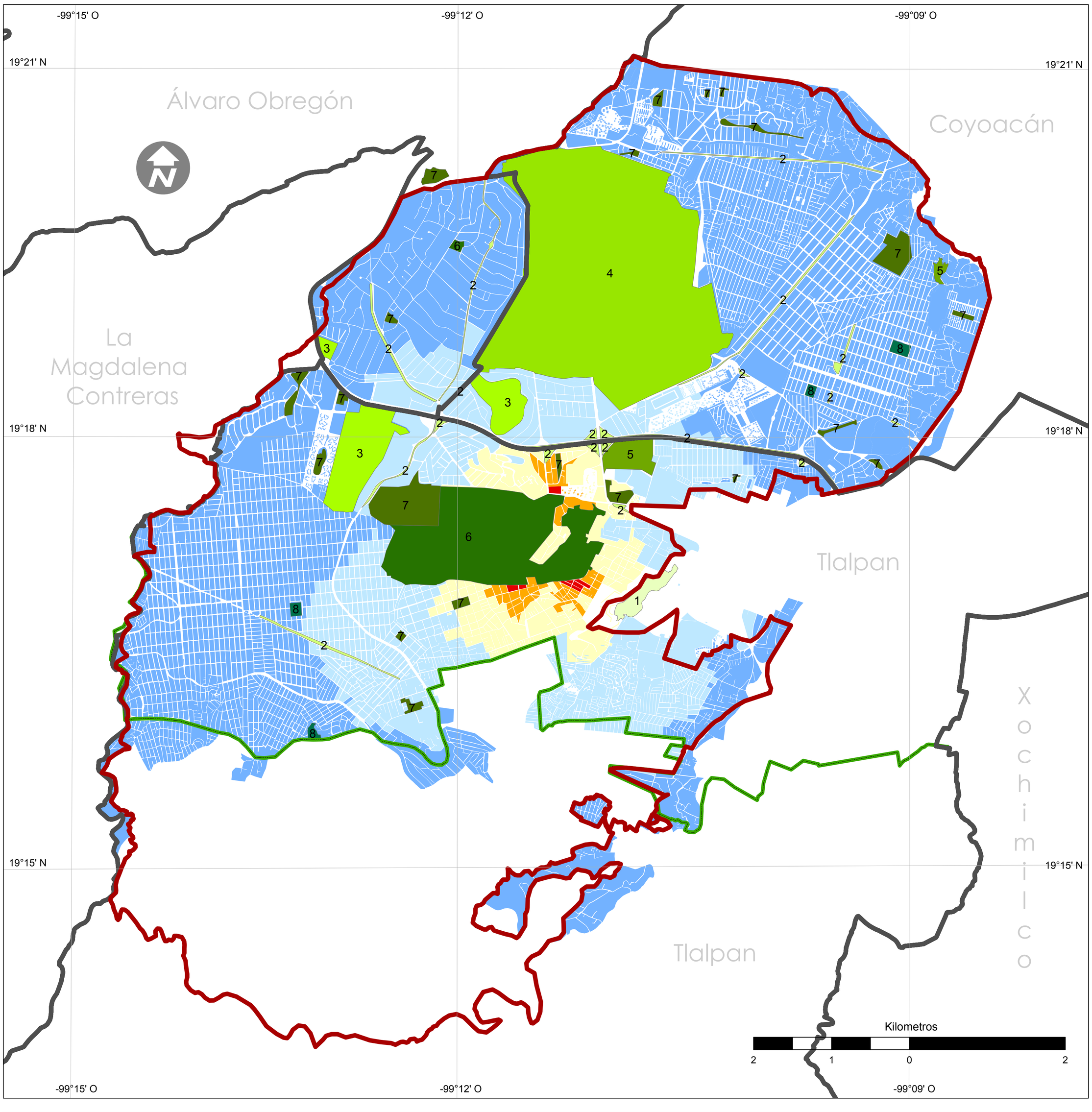
Simbología

- Límite manzana
- Límite AGEB
- Límite Pedregal
- Límite delegacional
- Límite suelo de conservación

Escala apróximada: 1:12'000

Kilometros

2 1 0 2



Accesibilidad a Parques Urbanos en Zona de Pedregales

Accesibilidad

- Muy alta
- Alta
- Media
- Baja
- Muy baja

Tipología

1. Área natural protegida
2. Camellones
3. Espacios abiertos
4. Instituciones educativas
5. Instituciones culturales
6. Parques urbanos
7. Parques otros
8. Deportivos

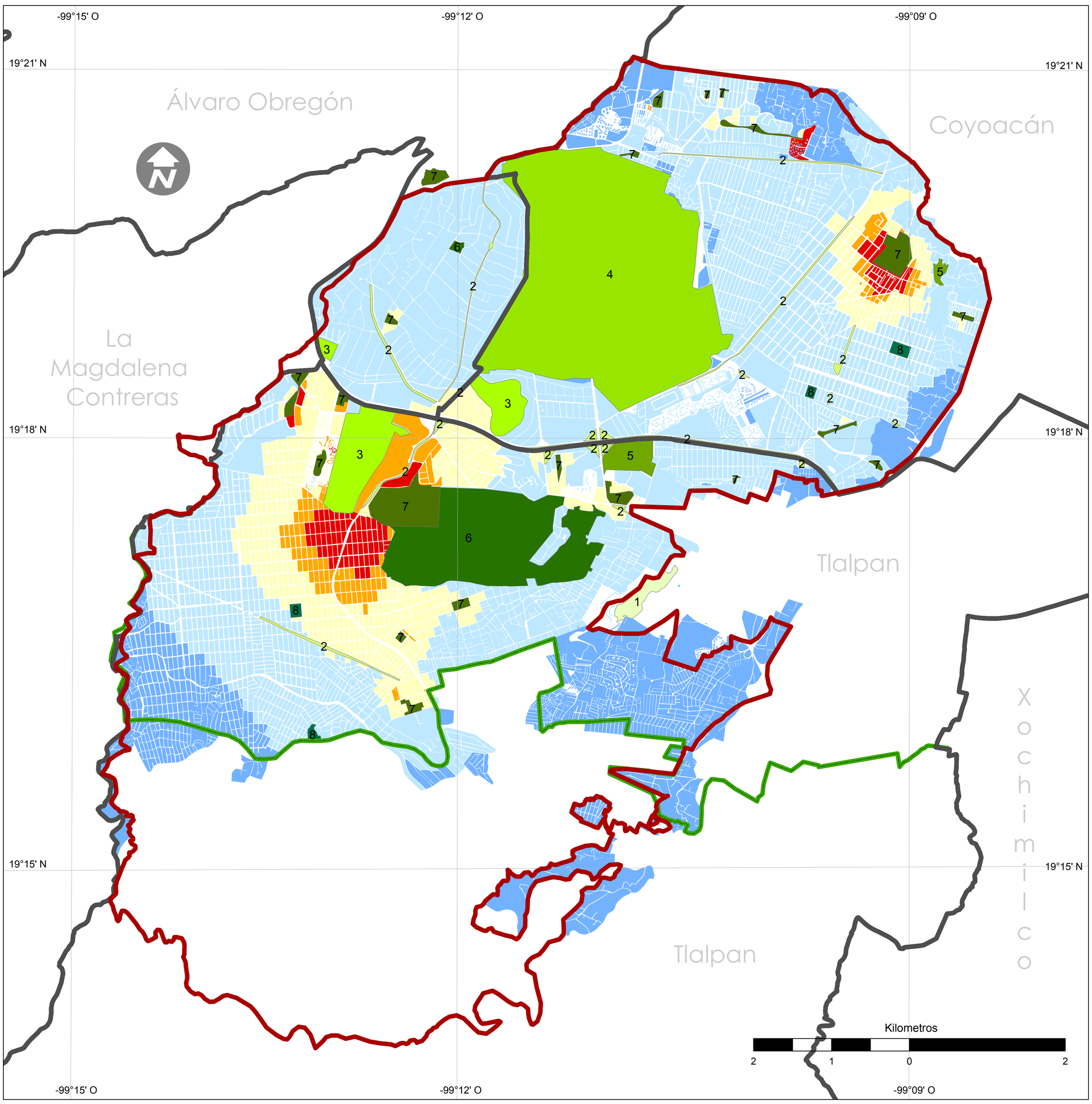
Simbología

- Límite manzana
- Límite AGEB
- Límite Pedregal
- Límite delegacional
- Límite suelo de conservación

Escala apróximada: 1:12'000

Kilometros

2 1 0 2



Accesibilidad a Parques otros en Zona de Pedregales

Accesibilidad

- Muy alta
- Alta
- Media
- Baja
- Muy baja

Tipología

1. Área natural protegida
2. Camellones
3. Espacios abiertos
4. Instituciones educativas
5. Instituciones culturales
6. Parques urbanos
7. Parques otros
8. Deportivos

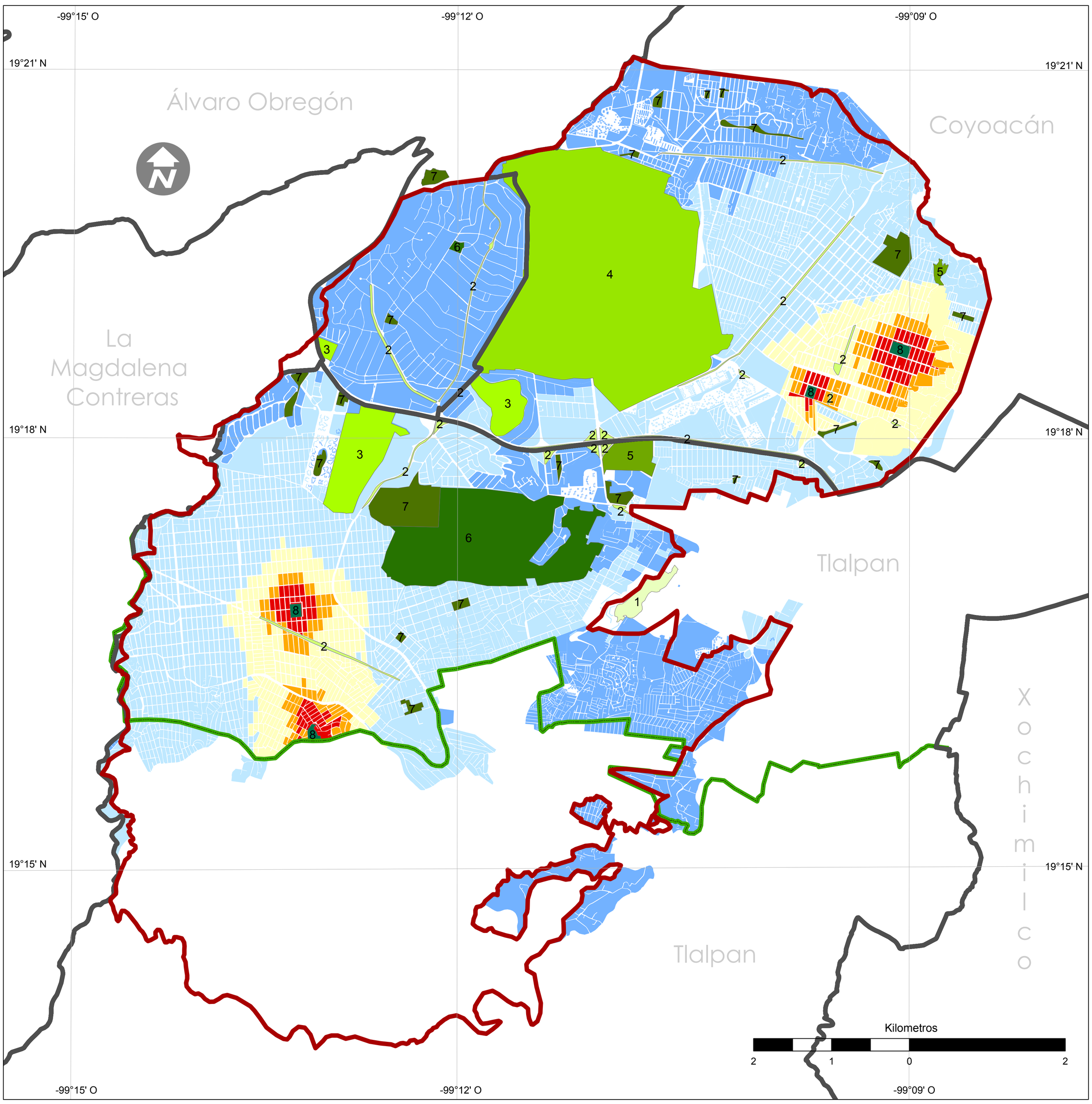
Simbología

- Límite manzana
- Límite AGEB
- Límite Pedregal
- Límite delegacional
- Límite suelo de conservación

Escala apróximada: 1:12'000

Kilometros

2 1 0 2



Accesibilidad a Deportivos en Zona de Pedregales

Accesibilidad

- Muy alta
- Alta
- Media
- Baja
- Muy baja

Tipología

1. Área natural protegida
2. Camellones
3. Espacios abiertos
4. Instituciones educativas
5. Instituciones culturales
6. Parques urbanos
7. Parque otros
8. Deportivos

Simbología

- Límite manzana
- Límite AGEB
- Límite Pedregal
- Límite delegacional
- Límite suelo de conservación

Escala apróximada: 1:12'000

Kilometros

2 1 0 2

Radios de influencia de las puertas de acceso a los espacios abiertos en Zona de Pedregales

Puertas de acceso

- 1. Área natural protegida
- 2. Camellones
- 3. Espacios abiertos
- 4. Instituciones educativas
- 5. Instituciones culturales
- 6. Parques urbanos
- 7. Parques otros
- 8. Deportivos

Tipología

- 1. Área natural protegida
- 2. Camellones
- 3. Espacios abiertos
- 4. Instituciones educativas
- 5. Instituciones culturales
- 6. Parques urbanos
- 7. Parques otros
- 8. Deportivos

Radios (metros)

- 500
- 1'000
- 1'500

Simbología

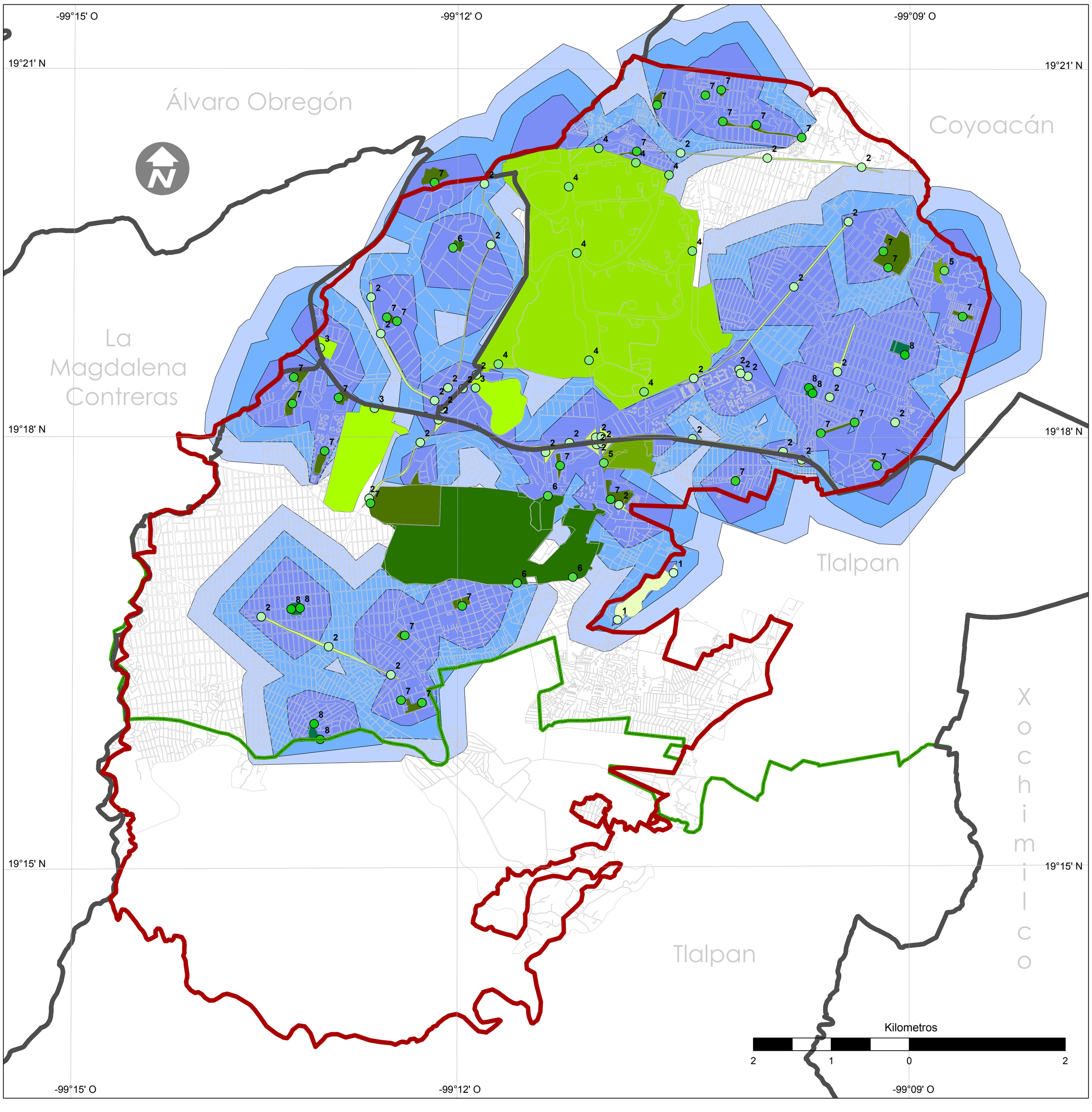
- Límite manzana
- Límite AGEB
- Límite Pedregal
- Límite delegacional
- Límite suelo de conservación

Escala apróximada: 1:12'000

Kilometros

2 1 0 2

Isocronas caminando a los espacios abiertos en Zona de Pedregales



Minutos caminando

- 10
- 15
- 20

Puertas de acceso

- 1. Área natural protegida
- 2. Camellones
- 3. Espacios abiertos
- 4. Instituciones educativas
- 5. Instituciones culturales
- 6. Parques urbanos
- 7. Parques otros
- 8. Deportivos

Tipología

- 1. Área natural protegida
- 2. Camellones
- 3. Espacios abiertos
- 4. Instituciones educativas
- 5. Instituciones culturales
- 6. Parques urbanos
- 7. Parque otros
- 8. Deportivos

Simbología

- Límite manzana
- Límite AGEB
- Límite Pedregal
- Límite delegacional
- Límite suelo de conservación

Escala apróximada: 1:12'000

Kilometros

2 1 0 2

Accesibilidad Total y Buffers en Zona de Pedregales

Radios (metros)

- 500
- 1000
- 1500

Accesibilidad

- Muy alta
- Alta

Tipología

- 1. Area natural protegida
- 2. Camellones
- 3. Espacios abiertos
- 4. Instituciones educativas
- 5. Instituciones culturales
- 6. Parques urbanos
- 7. Parques otros
- 8. Deportivos

Simbología

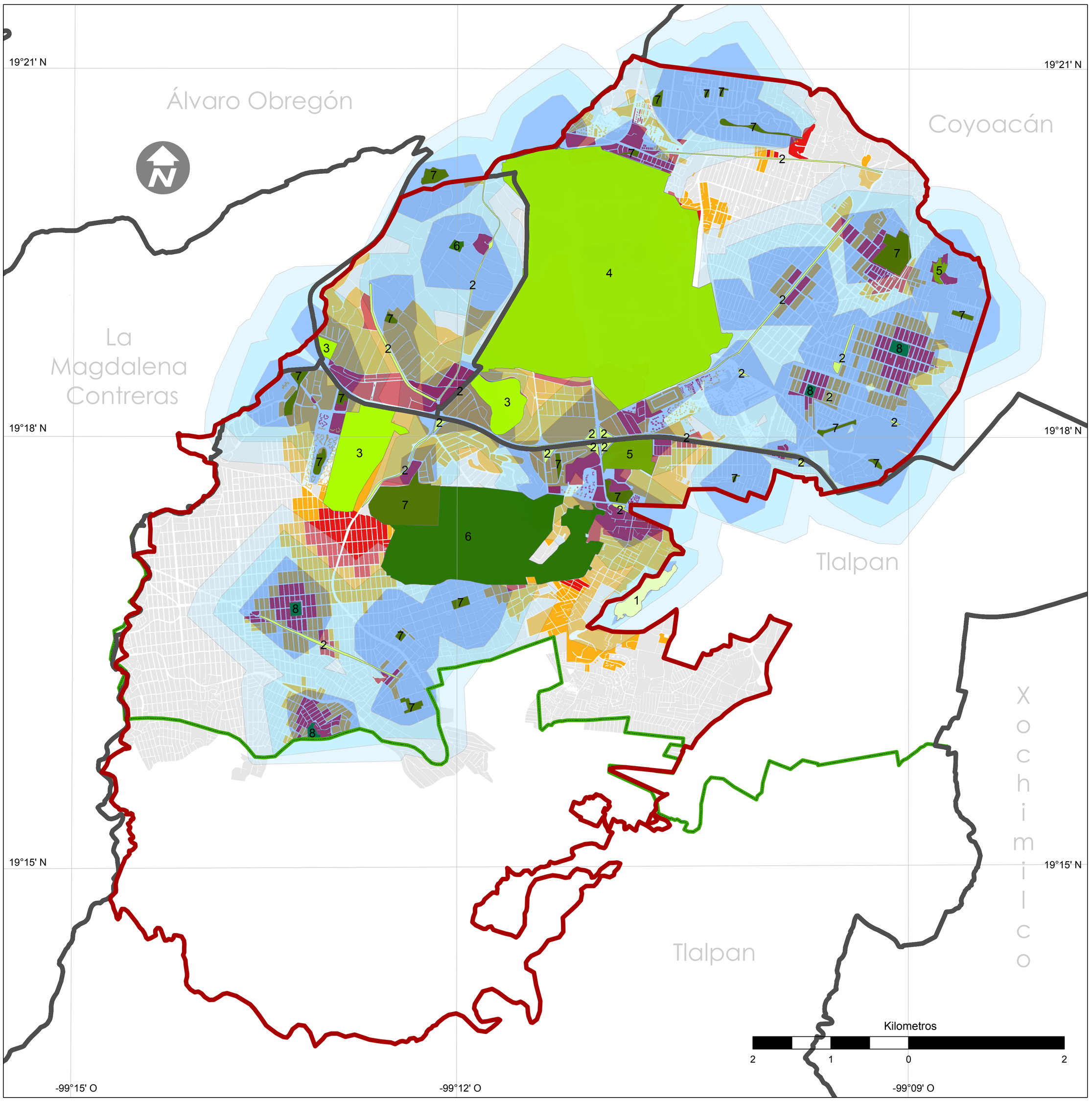
- Límite manzana
- Límite AGEB
- Límite Pedregal
- Límite delegacional
- Límite suelo de conservación

Escala apróximada: 1:12'000

Kilometros

2 1 0 2

Accesibilidad Total e Isocronas en Zona de Pedregales



Minutos caminando
- 10
- 15
- 20

Accesibilidad
- Muy alta
- Alta

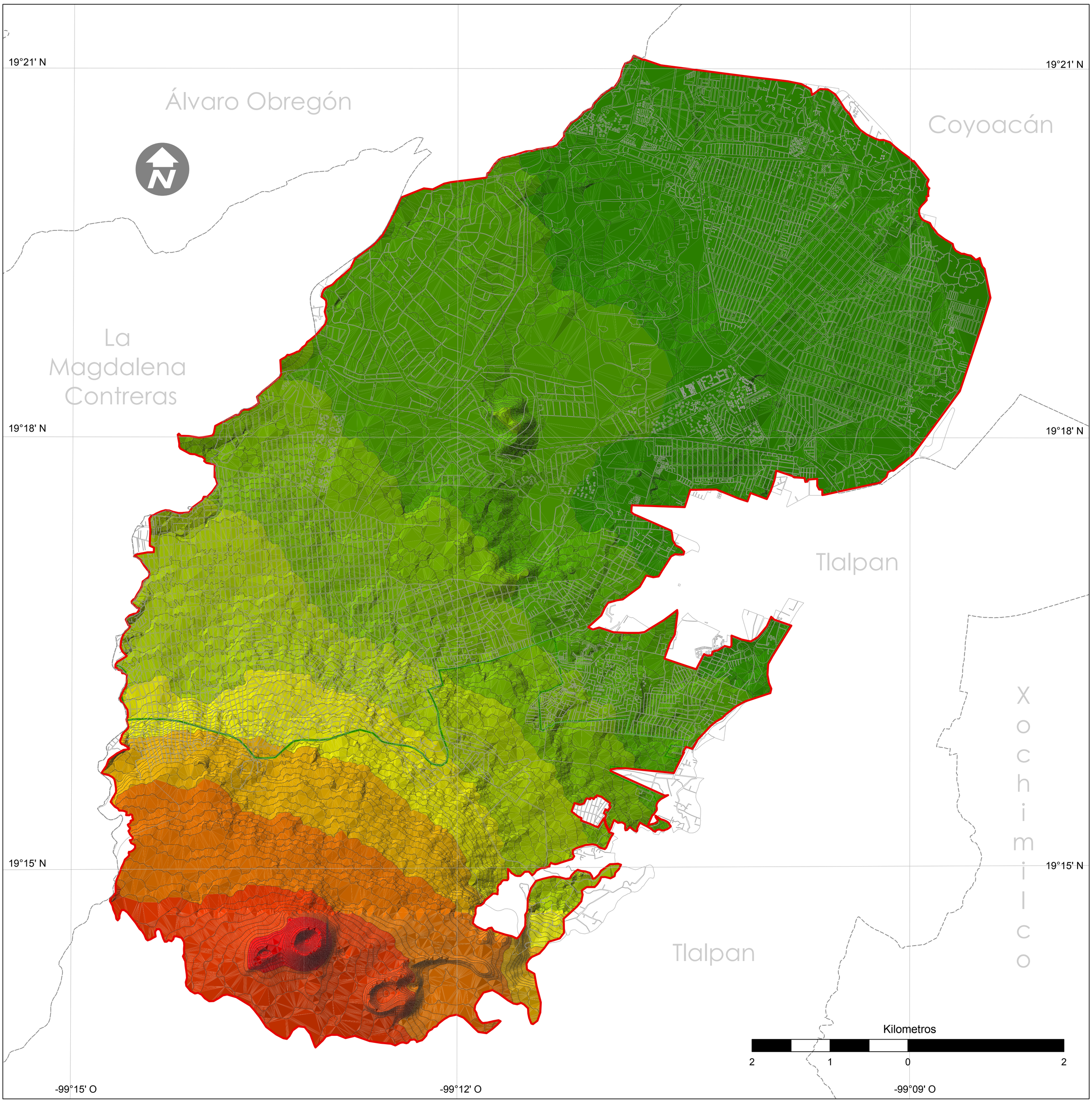
Tipología
- 1. Área natural protegida
- 2. Camellones
- 3. Espacios abiertos
- 4. Instituciones educativas
- 5. Instituciones culturales
- 6. Parques urbanos
- 7. Parques otros
- 8. Deportivos

Simbología
- Límite manzana
- Límite AGEB
- Límite Pedregal
- Límite delegacional
- Límite suelo de conservación

Escala apróximada: 1:12'000

Kilometros

2 1 0 2



Altimetría (msnm) en Zona de Pedregales

- 3000 - 3100
- 2900 - 3000
- 2800 - 2900
- 2700 - 2800
- 2600 - 2700
- 2500 - 2600
- 2400 - 2500
- 2300 - 2400
- 2230 - 2300
- Curvas de nivel @ 10 mtrs.

Simbología

- Límite manzana
- Límite AGEB
- Límite Pedregal
- Límite delegacional
- Límite suelo de conservación

Escala apróximada: 1:12'000

Kilometros

2 1 0 2

-99°15' O

-99°12' O

-99°09' O

19°21' N

19°18' N

19°15' N

Álvaro Obregón

Coyoacán

La Magdalena Contreras

Tlalpan

Tlalpan

Xochimilco

Kilometros

2 1 0 2

Arbolado Urbano en Zona de Pedregales

- Mayormente arbolado
- Medianamiente arbolado
- Escasamente arbolado
- Sin arbolado

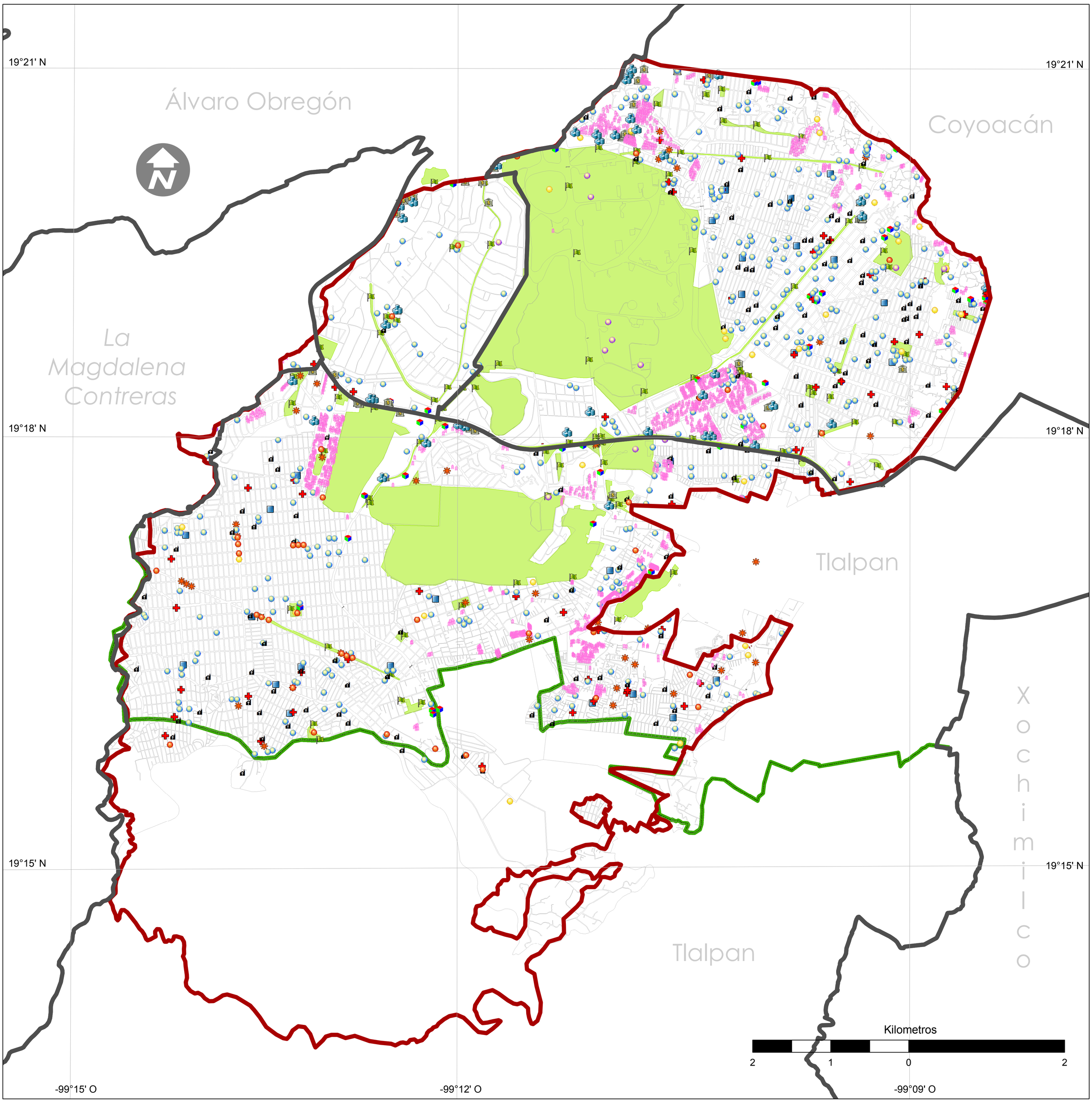
Simbología

- Límite manzana
- Límite AGEB
- Límite Pedregal
- Límite delegacional
- Límite suelo de conservación

Escala apróximada: 1:12'000

Kilometros

2 1 0 2



Atractores Urbanos en Zona de Pedregales

- Centro comercial
- Centro cutural
- Centro recreativo
- Instalaciones deportivas
- Edificios
- Iglesias
- Escuelas
- Hospitales
- Instalaciones bancarias
- Oficina gubernamental
- Plaza monumento
- Mercados
- Puertas de acceso a espacios abiertos
- Puentes
- Espacios abiertos

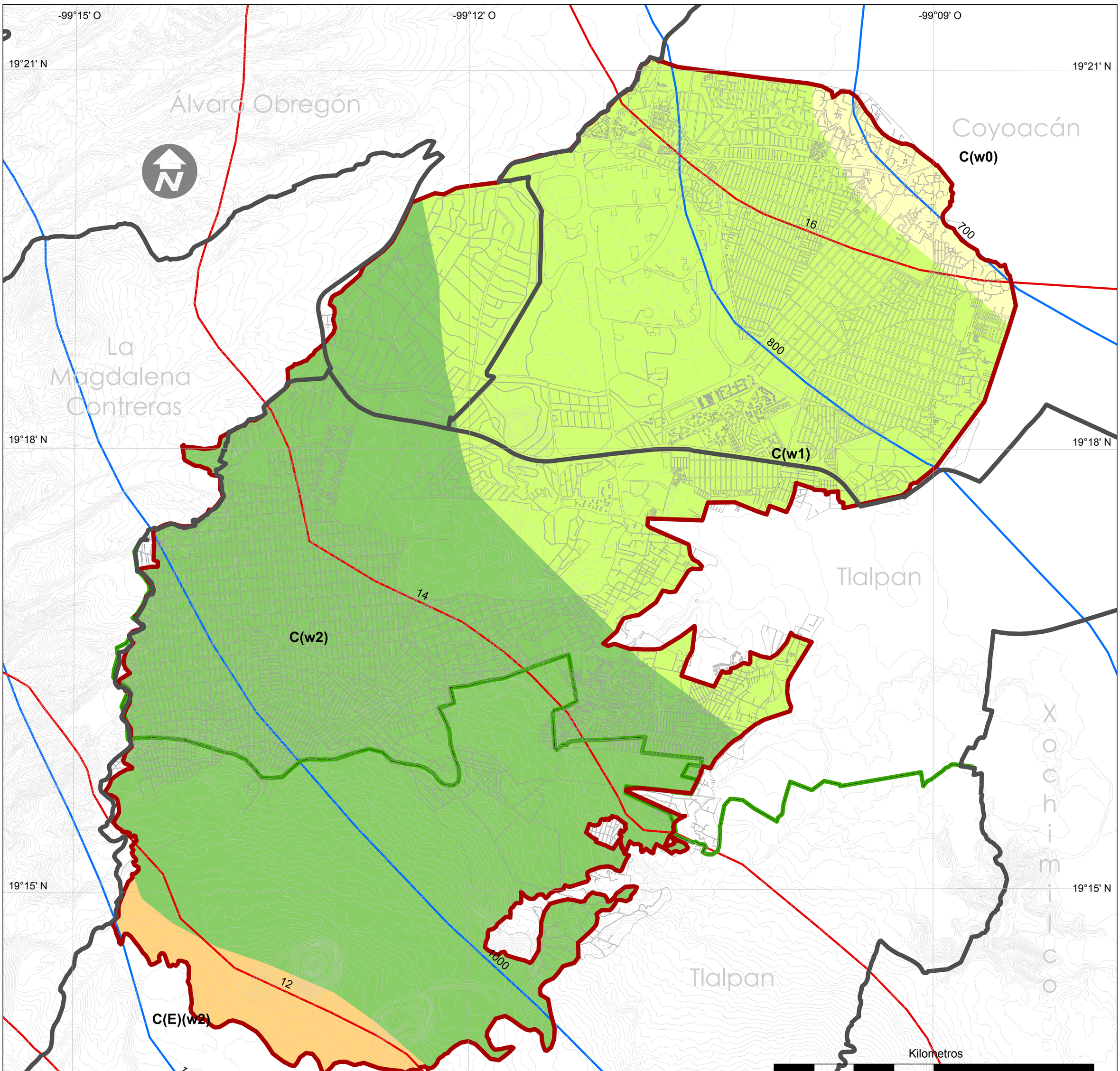
Simbología

- Límite manzana
- Límite AGEB
- Límite Pedregal
- Límite delegacional
- Límite suelo de conservación

Escala apróximada: 1:12'000

Kilometros

2 1 0 2



Clima en Zona de Pedregales

- Isotermas
- Isoyetas
- C(w0) - Templado subhumedo con lluvias en verano, de menor humedad
- C(w1) - Templado subhumedo con lluvias en verano, de humedad media
- C(w2) - Templado subhumedo con lluvias en verano, de mayor humedad
- C(E)(w2) - Templado subhumedo con lluvias en verano, de mayor humedad

Simbología

- Límite manzana
- Límite AGEB
- Límite Pedregal
- Límite delegacional
- Límite suelo de conservación

Escala apróximada: 1:12'000

Kilometros

2 1 0 2

19°21' N

19°18' N

19°15' N

-99°15' O

-99°12' O

-99°09' O

Álvaro Obregón

La Magdalena Contreras

Coyoacán

Tlalpan

Tlalpan

Xochimilco

Kilometros

2 1 0 2

Contornos Urbanos en Zona de Pedregales

- Traza ortogonal
- Traza mixta
- Traza irregular

S i m b o l o g í a

- Límite manzana
- Límite AGEB
- Límite Pedregal
- Límite delegacional
- Límite suelo de conservación

Escala apróximada: 1:12'000

Kilometros

2 1 0 2

-99°15' O
-99°12' O
-99°09' O
19°21' N
19°18' N
19°15' N
Álvaro Obregón
Coyoacán
La Magdalena Contreras
Tlalpan
Xochimilco
Kilometros
2 1 0 2

Edafología en Zona de Pedregales

- Andosol humico
- Andosol molico
- Feozem haplico
- Feozem luvico
- Litosol

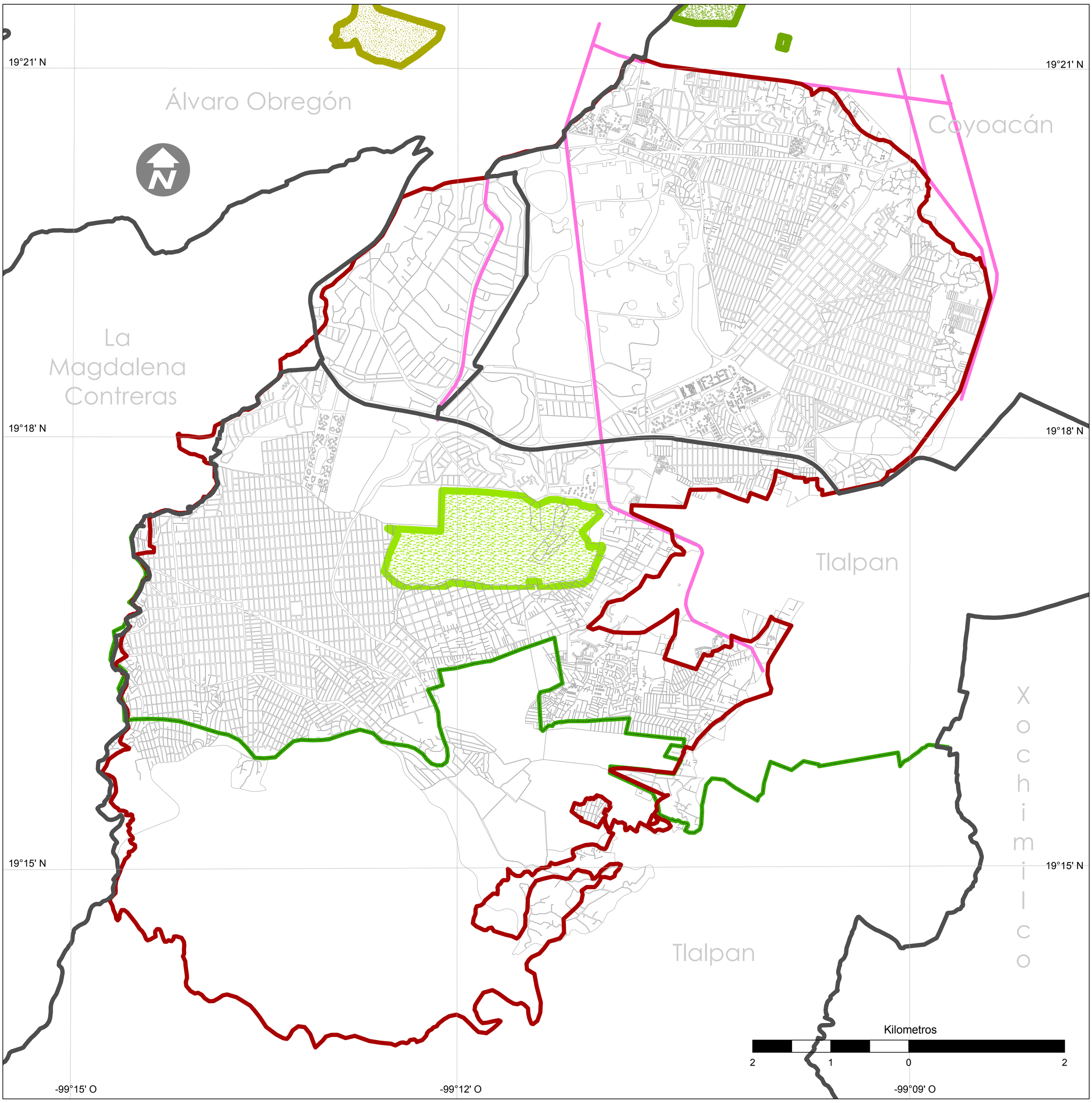
Simbología

- Límite manzana
- Límite AGEB
- Límite Pedregal
- Límite delegacional
- Límite suelo de conservación

Escala apróximada: 1:12'000

Kilometros

2 1 0 2



Espacios Abiertos Monumentales en Zona de Pedregales

- Bosque de Tlalpan
- Jardín Centenario
- Panteón Jardín
- Viveros de Coyoacán
- Paseos

Simbología

- Límite manzana
- Límite AGEB
- Límite Pedregal
- Límite delegacional
- Límite suelo de conservación

Escala apróximada: 1:12'000

Kilometros

2 1 0 2

-99°15' O
-99°12' O
-99°09' O
19°21' N
19°18' N
19°15' N
Álvaro Obregón
Coyoacán
La Magdalena Contreras
Tlalpan
Xochimilco
Tlalpan
Kilometros
2 1 0 2

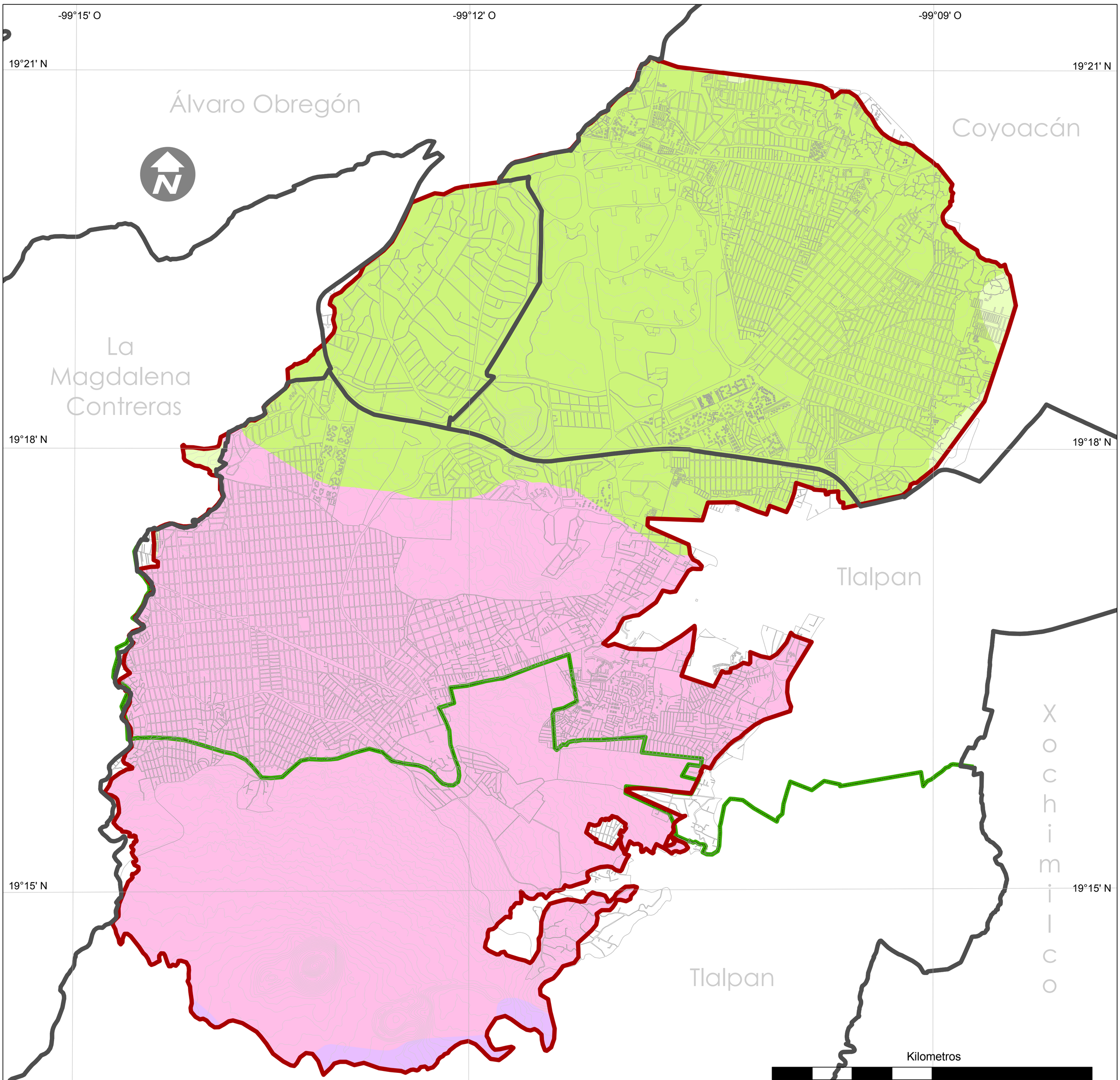
Geología en Zona de Pedregales

- Aluvial
- Andesita
- Basalto
- Brecha volcanica
- Ignea extrusiva intermedia
- Lacustre
- Residual
- Toba
- Fracturas

Simbología

- Límite manzana
- Límite AGEB
- Límite Pedregal
- Límite delegacional
- Límite suelo de conservación

Escala apróximada: 1:12'000
Kilometros
2 1 0 2



Hidrología Subterranea en Zona de Pedregales

- MCPA - Material consolidado con posibilidades altas
- MCPB - Material consolidado con posibilidades bajas
- MNCPA - Material no consolidado con posibilidades altas
- MNCPB - Material no consolidado con posibilidades bajas

Simbología

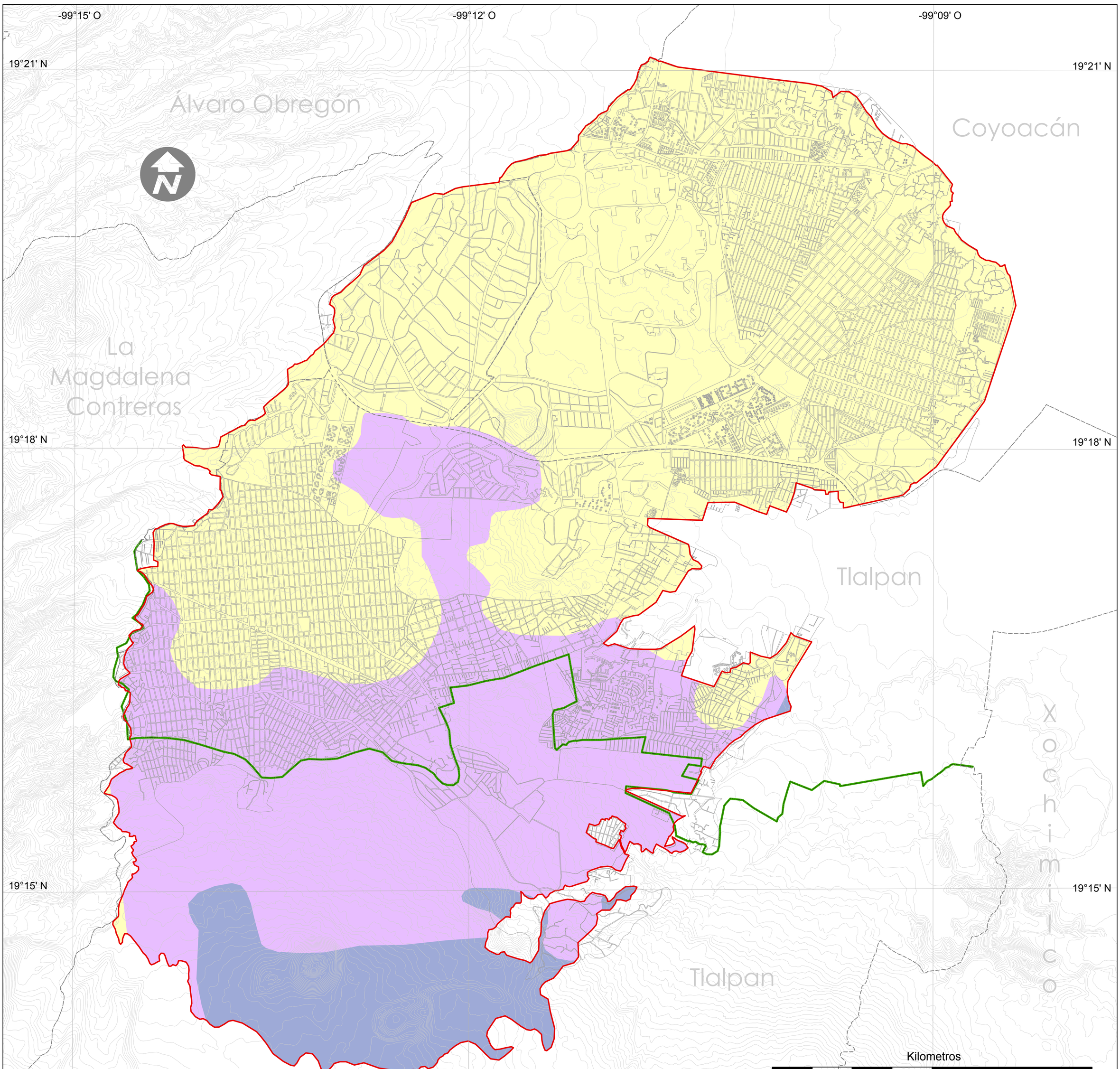
- Límite manzana
- Límite AGEB
- Límite Pedregal
- Límite delegacional
- Límite suelo de conservación

Escala apróximada: 1:12'000

Kilometros

2 1 0 2

Hidrología Superficial en Zona de Pedregales



Coeficiente de escurrimiento 10-20

Coeficiente de escurrimiento 5-10

Coeficiente de escurrimiento 0-5

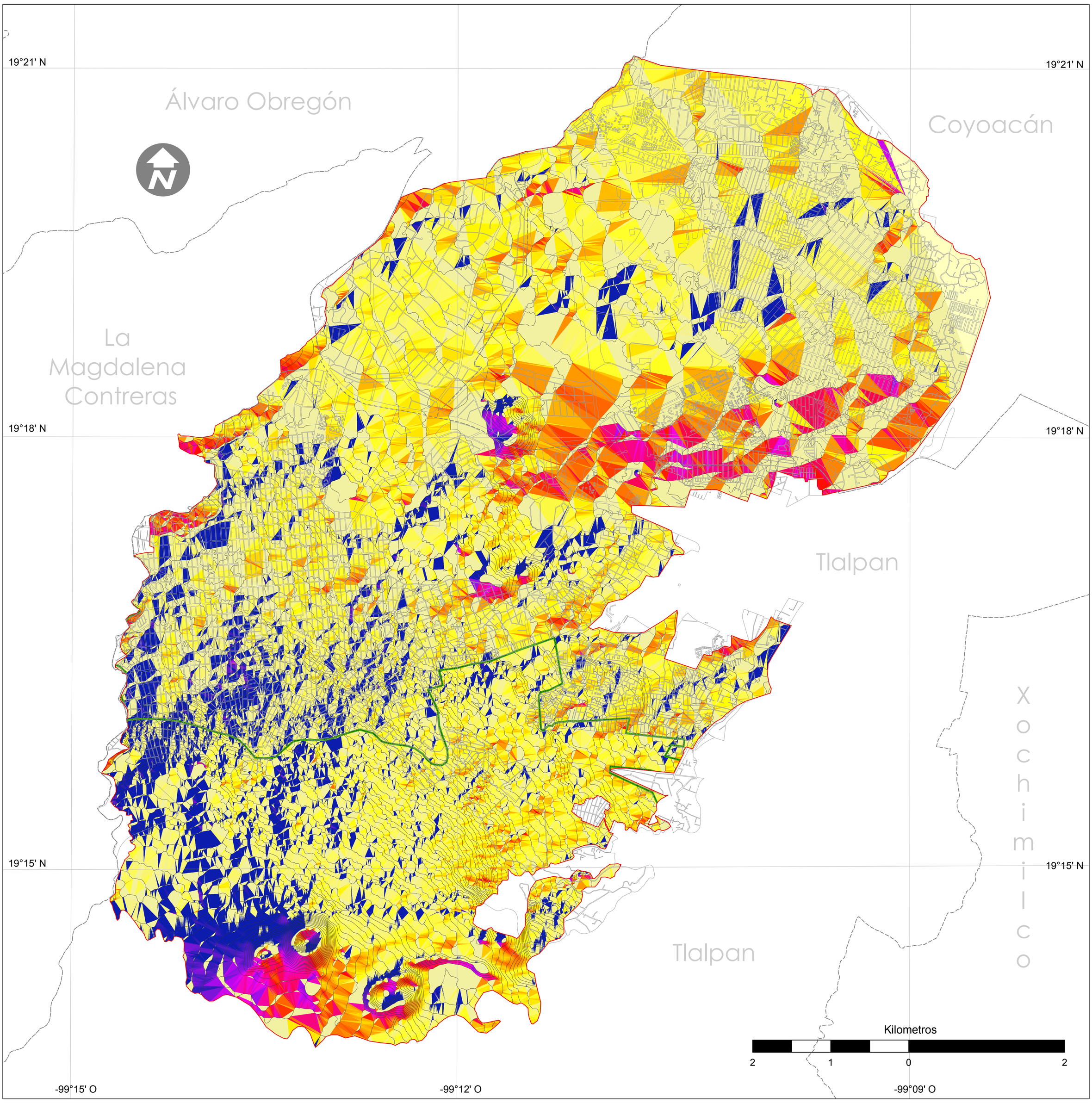
Simbología

- Límite manzana
- Límite AGEB
- Límite Pedregal
- Límite delegacional
- Límite suelo de conservación

Escala apróximada: 1:12'000

Kilometros

2 1 0 2



Orientación de las Pendientes en Zona de Pedregales

- Norte
- Noroeste
- Suroeste
- Sur
- Sureste
- Noreste

Curvas de nivel @ 10 mts.

Simbología

- Límite manzana
- Límite AGEB
- Límite Pedregal
- Límite delegacional
- Límite suelo de conservación

Escala apróximada: 1:12'000

Kilometros

2 1 0 2

-99°15' O

-99°12' O

-99°09' O

19°21' N

19°18' N

19°15' N

Álvaro Obregón

Coyoacán

La Magdalena Contreras

Tlalpan

Tlalpan

Xochimilco

Kilometros

2 1 0 2

Pendientes en Zona de Pedregales

Abruptas

Medias

Suaves

Curvas de nivel @ 10 mtr.

Simbología

Límite manzana

Límite AGEB

Límite Pedregal

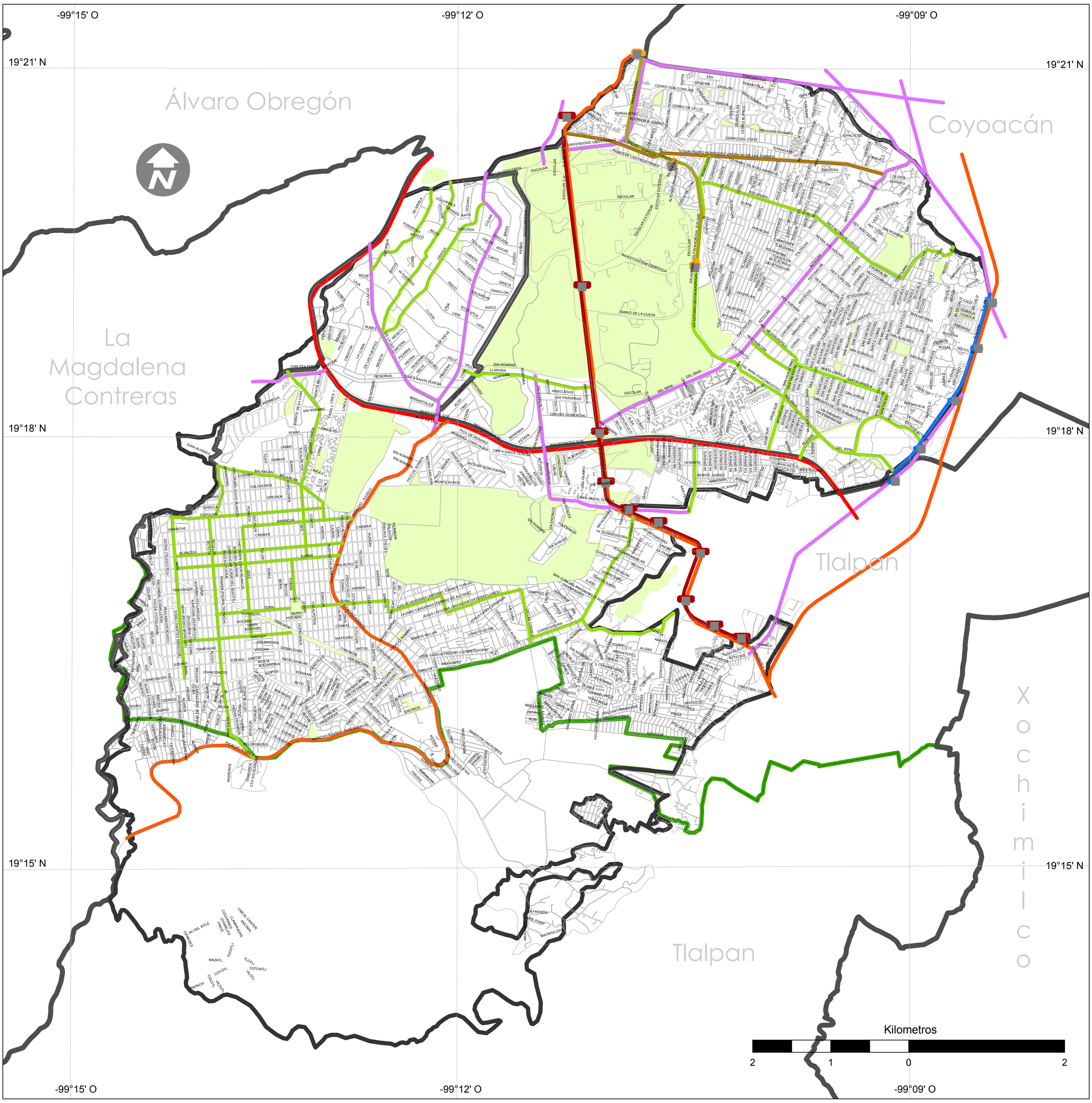
Límite delegacional

Límite suelo de conservación

Escala apróximada: 1:12'000

Kilometros

2 1 0 2



Sendas y Barreras en Zona de Pedregales

- Metro
- Metro Linea 3
- Metrobus
- Tren ligero
- Vialidad 1ª - Acceso controlado
- Vialidad 1ª - Arterias
- Vialidad 1ª - Ejes viales
- Vialidad 1ª - Radiales
- Vialidad 2ª - A
- Espacios abiertos

Simbología

- Límite manzana
- Límite AGEB
- Límite Pedregal
- Límite delegacional
- Límite suelo de conservación

Escala apróximada: 1:12'000

Kilometros

2 1 0 2