

A) Aspectos Físicos

1. Fisiografía

En este apartado se describen y analizan los rasgos físicos de la superficie terrestre, así como los fenómenos que en ella se producen (Lugo-Hubp, 2011), para ello es necesario tener una visión regional del territorio que integra la cuenca de México, en este marco el municipio de La Paz será estudiado.

1.1 Regiones Fisiográficas: Cuenca de México

El terreno que integra la cuenca de México es resultado de una compleja interacción entre procesos endógenos y exógenos. Los primeros, se asocian con la dinámica interna de la Tierra y han formado el relieve volcánico presente en este territorio. Los segundos se vinculan con el intemperismo (destrucción de la roca in situ), la erosión (transporte) y la deposición (sedimentación). En esta secuencia la gravedad y la acción de los ríos sobre la litología, son los responsables de la morfología actual, en este sentido destacan las rampas acumulativas (piedemonte) y las superficies subhorizontales (planicies).

En la cuenca de México existen tres Regiones Fisiográficas, cada una de ellas se subdivide en dos y son las siguientes (Figura V.A.1.1.1):

- a) Montañas volcánicas y depósitos asociados
 - Mayores
 - Menores
- b) Rampas Marginales
 - Volcánicas
 - Acumulativas
- c) Planicies Acumulativas
 - Superiores subhorizontales e inclinadas
 - Bajas subhorizontales

a. Montañas volcánicas y depósitos asociados

Los límites de la cuenca de México son de origen volcánico, su formación inició en el Terciario (Oligoceno Medio) y continuó hasta el Cuaternario (Holoceno). Durante este tiempo se sobrepusieron lavas y piroclastos, que llegaron a formar complejos sistemas montañosos que en la actualidad definen la divisoria de aguas de la cuenca endorreica, en la actualidad con desagüe artificial.

La Sierra Nevada es el límite de mayor altitud en la cuenca de México, se encuentra en el sector SE y son parte de ella el volcán Iztaccíhuatl (5 286 msnm) y el Popocatepetl (5 430 msnm), de este último, solo está integrada al sistema endorreico la vertiente NW hasta los 4000 msnm, territorio drenado por río Palo Rechino.

El límite sur lo define la Sierra del Chichinautzin, se une a la de Zempoala al SW y las montañas continúan al NW formando así el parteaguas occidental, con los sistemas De las Cruces, Monte Alto y Monte Bajo. El sector NE está definido por las sierras de Tepotzotlán-Tezontlaltan, mientras la de Pachuca, Chiconautla y Tepozán define la porción N-NE.

- **Mayores**

Los sistemas montañosos que integran este grupo alcanzan altitudes > 4 000 msnm, hecho que favorece la existencia de contrastes altitudinales en distancias cortas. En cuanto a las laderas, son heterogéneas en inclinación, longitud, geometría y orientación, aspectos que condicionan la velocidad, magnitud o retardo de los procesos de erosión-acumulación.

Las montañas están constituidas de rocas volcánicas extrusivas, en este marco se reconocen flujos de lava, materiales de caída, depósitos de avalancha volcánica y flujos detríticos (piroclásticos, de bloques, bloques-ceniza, de pómez y lahares), de composición andesítica-basáltica o basáltico-andesítica, en general. Si bien, el sustrato mantiene su composición, el relieve formado por las mismas litologías, presenta una expresión distinta a lo largo de los terrenos elevados que integran la cuenca de México.

Lo anterior se explica por los siguientes factores: la diferente resistencia que presentan las rocas a ser erosionadas (competencia erosiva), la altitud que condiciona la intensidad erosiva a través de la precipitación-temperatura (clima) y, por último, el tiempo de exposición del relieve a la acción de los agentes de modelado.

En las montañas de la cuenca de México hay evidencia de modelados que no responde a las condiciones climáticas actuales y que han llegado a nuestros días como relictos o fenómenos excepcionales, ejemplo de ello es el relieve glaciar, fluvio-glaciar y periglacial (circos glaciares, valles en U, diferentes tipos de morrenas, mantos de gelifracción y permafrost).

Los registros glaciares más evidentes se presentan en el extremo SW, en los volcanes San Miguel (Sierra de las Cruces) y Ajusco. De igual forma en el E-SE en las sierras Nevada y Río Frío (Popocatepetl, Iztaccíhuatl, Téyotl, Papayo, Telapón y Tláloc.)

La actividad erosiva con mayor influencia en las montañas de la cuenca de México es la acción fluvial, se reconoce por la existencia de circos erosivos, cárcavas, barrancos y valles que se arreglan en diseños específicos para la zona de montaña: dendrítico, subdendrítico, paralelo, subparalelo y radial.

Cuando la acción de los ríos llega es intensa y es capaz de destruir la morfología original y crear una fisonomía compleja, poco definida como en los conjuntos montañosos de Tepotzotlán, Pachuca y Guadalupe. Caso contrario se presenta en la Sierra del Chichinautzin y Tezontepac, al ser estructuras volcánicas recientes, el agua pluvial se filtra, no escurre y por tanto, la acción fluvial no es significativa.

- **Menores**

Este apartado hace referencia a sierras y estructuras aisladas de origen volcánico, que tienen como característica una altitud y extensión menor con respecto a las que integran los límites de la cuenca de México.

Las sierras y las elevaciones aisladas se localizan en el fondo de la cuenca e interrumpen la continuidad de las planicies. Su espacialidad en apariencia, no responden a ningún arreglo tectónico-estructural

definido, de existir, no es visible debido a que se encuentra cubierto por potentes capas sedimentarias, que incluso sepultan la base y las laderas inferiores de la mayoría de los volcanes de este tipo, a excepción de la Sierra de Santa Catarina.

Las sierras volcánicas menores forman dos grupos, el primero se localiza sobre la planicie baja subhorizontal, al S-SE de la cuenca de México y lo integra el Cerro de la Estrella (2 450 msnm), El Pino (2 746 msnm), Peñón del Marqués (2 370 msnm), Chimalhuacán (2 610 msnm), Sierra de Santa Catarina (750 msnm: volcán Guadalupe) y Xico (2 300 msnm).

El segundo grupo se localiza al N-NE, ocupa las planicies superiores subhorizontales e inclinadas y está integrado por las sierras de Patlachique (2 750 msnm), Tepozán (2 920 msnm), Chiconautla (2 580 msnm), Pitos (2 660 msnm) y Cerro Gordo (2 750 msnm).

De todas ellas, la más reciente es la Sierra de Chiconautla, afirmación que se fundamenta en la existencia de una rampa de origen volcánico, expuesta sin cubiertas piroclásticas y en donde es posible observar los diferentes flujos de lava que lo constituyen. El resto ha desarrollado mantos acumulativos, formados por un continuo acarreo fluvial que ha modificado la morfología primaria de los volcanes.

b. Rampas Marginales

Su origen es la deposición de detritos y rocas, al margen de las cadenas montañosas que limitan la cuenca de México. Se trata de terrenos inclinados ($>6^\circ$ y $<12^\circ$), con desarrollo complejo en donde se alternaron periodos de erosión-sedimentación, actividad volcánica efusiva (coladas de lava) y explosiva (flujos y caídas piroclásticas).

En la remoción de materiales que integraron las rampas marginales, intervinieron procesos erosivos-acumulativos tan diversos como los glaciares, periglaciares, fluvio-glaciares, fluviales y fluvio-gravitacionales. En la actualidad predominan los dos últimos, el resto tuvo una influencia determinante durante el Pleistoceno y el inicio del Cuaternario.

En el desarrollo de las rampas, los ríos fueron el principal transporte de sedimentos y al depositar su carga al pie de las montañas desarrollaron extensas rampas acumulativas, como las que existen en la periferia de los conjuntos montañosos del W y E-SE de la cuenca de México.

Las rampas marginales continúan evolucionando, pero presentan diferencias dinámicas, debido a esto se dividió en rampas volcánicas y acumulativas.

• Volcánicas

Su origen se asocia con la sobreposición de coladas de lava en la periferia de los focos emisores, si bien, la actividad efusiva fue la predominante, ocurrieron explosiones que al pulverizar las rocas generaron piroclastos, materiales que cubrieron los flujos o se intercalaron con ellos. Por otro lado, los acarreo fluviales (erosión), no cobraron importancia mientras el volcán se mantuviera activo.

La actividad volcánica ocurrida en el Pleistoceno-Cuaternario en la cuenca de México, desarrolló este tipo de rampas en los sectores W y E-SE, hecho que determinó la posición altitudinal con respecto a las acumulativas.

Las rampas volcánicas presentan una inclinación entre 8° y 12°, característica que favorece el predominio de la erosión sobre la acumulación volcánica actual. Los procesos de modelado son intensos, predominan los fluviales y fluvio-gravitacionales, los primeros, están representados por densos patrones dendríticos que se simplifican en subparalelos y paralelos en la medida que avanzan hacia a la planicie. Los segundos se asocian con la evolución de los valles, son responsables de la amplitud y profundidad.

- Acumulativas

Su origen es la sedimentación, proceso condicionado por una baja inclinación del terreno (4° y 7°). Esta característica hace que predomine la deposición sobre la erosión, hecho que se observa en la reducción de cauces y desarrollo de meandros, en la medida que los ríos se aproximan a la planicie a depositar su carga. En este proceso, se forman extensos abanicos de detritos finos en las desembocaduras (proluviones), la coalición de estas estructuras favorece el crecimiento de la rampa acumulativa al interior de la planicie, lo que permite el azolve de la cuenca de México.

La existencia de la rampa marginal en sus dos modalidades, hace evidente la continua e intensa dinámica erosiva en las montañas que definen la cuenca de México. Las estructuras con mayor altitud comenzaron su formación en el Terciario Inferior en este rubro están la de Las Cruces - Monte Alto - Monte Bajo (W) y Nevada - Río Frío (E-SE), por tanto, han tenido el tiempo suficiente para desarrollar extensas rampas marginales. Lo contrario ocurre con el Chichinautzin (S), con menos de un millón de años, el efecto erosivo no es relevante y de ahí la existencia de una discontinua y poco desarrollada superficie de acumulación.

c. Planicies Acumulativas

Estos terrenos representan los terrenos más bajos de la cuenca de México, en general su altitud promedio es de 2 240 msnm. Su origen se asocia a un continuo azolve motivado por el desarrollo, al sur, de la Sierra del Chichinautzin hace < 700 años (De Cserna *et al.*,1988). Dicha estructura funcionó como una represa natural, concentró sedimentos y favoreció el desarrollo de lagos.

En general la planicie es un terreno subhorizontal e inclinado de manera imperceptible al SW y S (< 5°). Esta homogeneidad morfológica, no refleja el relieve que existía antes de la aparición del Chichinautzin. En la medida en que los sedimentos ganaron altura y se integraron, antiguos valles y depresiones quedaron colmatados hasta desaparecer en superficie.

La planicie se ha dividido en dos sectores de acuerdo con su altitud, inclinación, morfología y tipo de materiales:

- Superiores subhorizontales e inclinadas

Se localizan al NE de la cuenca de México, si bien son terrenos subhorizontales, existen sectores escalonados y ondulados que no superan los 5° de inclinación. La altitud promedio es de 2 430 msnm y todos ellos se orientan al SW, en dirección de la planicie más baja.

Están formadas a partir de acarreo fluviales en donde predominan los bloques, rodados, gravas, gravillas y arenas que varían de muy gruesas a medias, en conjunto estos depósitos reciben el nombre de proluviones, y en este caso, fueron depositados en riberas de lagos poco profundos o en llanuras de inundación temporal.

Las rampas marginales son la fuente de los proluviones, en otras palabras, se trata de la movilización de materiales poco consolidados que fueron removidos y depositados en dinámicas erosivas anteriores y que vuelven a ser transportados (retrabajados), para integrarse a este grupo de planicies.

- **Bajas subhorizontales**

Ocupan la posición altitudinal más baja al interior de la cuenca de México, se trata de una superficie casi horizontal, con pendiente $< 4^\circ$ y con una altitud promedio de 2 240 msnm. Una vez formada la Sierra de Chichinautzin, un continuo relleno sedimentario y volcánico de caída, azolvieron el vaso endorreico. En el se intercalan distintos tipos de materiales, entre los que destacan los limos y arenas (proluviones), los lacustres (arcillas y limos) y arenas-cenizas volcánicas, que al intemperizar generaron arcillas altamente compresibles.

El cambio a un sistema hidrológico endorreico en la cuenca de México favoreció la formación de lagos, de norte a sur: Zumpango, Xaltocan, San Cristóbal, Texcoco y Xochimilco-Chalco. Hay que mencionar que la morfología original de la planicie no se conserva debido a las modificaciones que el humano ha realizado desde tiempos históricos.

Sin duda, el cambio morfológico más drástico realizado en la planicie lacustre fue la fundación de Tenochtitlan en 1325, junto con sus calzadas-dique crearon un régimen hidrológico artificial. Durante la Colonia esta práctica se continuó con la construcción del túnel y tajo de Nochistongo (1607), que expulsaba el agua excedente de lluvia hacia el Golfo de México. Las obras de desagüe fueron una constante en la historia de este territorio, en 1894 y en 1954 el túnel de Tequixquiac y en 1974 el Drenaje Profundo de la Ciudad de México (Prescott, W.H., 1976; Diaz del Castillo, 1983).

La cuenca de México es un importante centro de atracción demográfica desde hace más de 2000 años, la presencia de asentamientos humanos en este territorio se debe a la existencia de condiciones naturales que han favorecido su ocupación (agua, suelos fértiles y bosques entre otros).

En la actualidad este territorio se encuentra en desequilibrio, debido a las continuas transformaciones que ha sufrido las montañas, el piedemonte y las planicies, que alteran la dinámica natural a consecuencia del crecimiento de la ciudad, situación que tiene reflejo en una dinámica exógena y endógena que llega a adquirir una connotación de peligro, para los habitantes que viven en este territorio.

Los primeros, están representados por subsidencias y grietas en el terreno debido a la extracción de agua del subsuelo; inundaciones en la temporada de lluvias por modificación de cursos fluviales, entubamiento, obstrucción del flujo por basura en cauces o drenajes; procesos de ladera por nivelación o terraceo de laderas con fines urbanos o construcción de vías de comunicación; deforestación-erosión y destrucción de la naturaleza por incendios.

Los endógenos y su carácter de peligro se asocian con la actividad volcánica del Popocatepetl; los tectónicos con la movilidad de fallas activas que cortan varios sectores de la cuenca de México; y los sísmicos, con la dinámica móvil de subducción presente en el Pacífico sur de México. El desastre que pueden generar estos fenómenos depende del tejido social de la población, del conocimiento que tengan de su territorio y de su buen uso y manejo.

1.2 Fisiografía del municipio de La Paz

Los aspectos fisiográficos del municipio de La Paz se vinculan con los de la cuenca de México y en este apartado se particularizan aspectos que son relevantes para el municipio en estudio:

a. Montañas volcánicas y depósitos asociados

- Menores (19.6 km²)

Los volcanes El Pino, Chimalhuacán y La Caldera se consideran estructuras menores dentro del grupo de las montañas volcánicas y depósitos asociados. El primero forma un pequeño conjunto volcánico, que se conoce de manera local como Sierra El Pino (2,746 msnm) y se integra por un volcán compuesto y por lo menos de tres estructuras más, alguno de ellos puede corresponder con un cono adventicio, otro a uno de escorias y un domo, sin embargo, es difícil determinarlo por tratarse de estructuras antiguas (Mioceno Superior-Plioceno) que han perdido su morfología original, a lo anterior, hay que sumar la existencia de una potente capa piroclástica que cubre las la escasa morfología original que haya quedado.

La erosión fluvial es intensa, afirmación fundamentada en la existencia de un patrón radial con numerosos afluentes sobre estos volcanes, no obstante, este factor no ha limitado el crecimiento de la ciudad. En El Pino, las construcciones han invadido las laderas altas y se encuentra cerca de la cima.

El volcán Chimalhuacán (2 610 msnm) queda incluido en las características ya descritas en el párrafo anterior, no obstante, existe la posibilidad de que se trate de una estructura reciente (Pleistoceno), en donde la morfología original ha sido suavizada por potentes cubiertas piroclásticas e incluso lo presentan como un solo foco eruptivo, y por lo menos, son tres edificios alineados en dirección NW-S.

Si bien el aspecto actual del volcán Chimalhuacán es el de una elevación baja, aislada y erosionada, la base y las laderas medias de los volcanes están sepultadas por sedimentos lacustres y por tanto los flujos de lava emitidos durante su periodo activo, se encuentran por debajo del nivel actual de la planicie.

La Caldera (2 480 msnm) forma parte de una actividad monogenética importante en el SE de la cuenca de México, lo que dio como resultado una secuencia de conos de escorias y masivos flujos de lava. Este conjunto se conoce como Sierra de Santa Catarina y es de edad < 20 000 años: Cuaternario Superior (Lugo-Hubp, *et al.*, 1994).

El desarrollo de La Caldera marcó el fin de la actividad volcánica de la Sierra de Santa Catarina, en este contexto, el volcán representa la actividad más tardía del Municipio de La Paz, integra el sector SW.

Con base en la morfología y los productos volcánicos emitidos por la La Caldera, se reconocen dos períodos de formación. Al inicio la actividad fue efusiva, en este momento se emitieron numerosos flujos de lava, los más tempranos están sepultados por sedimentos lacustres. La segunda etapa fue explosiva (freatomagmática) y dio origen a las tres estructuras que integran La Caldera, cada uno de ellos conserva su cráter.

La caldera al ser un relieve reciente, no muestra rasgos erosivos importantes, no así, los flujos de lava que al ser terrenos cercanos a la Ciudad de México son urbanizados, se cubren de cemento y asfalto lo que impide la recarga de acuíferos, principal característica de los terrenos volcánicos recientes.

b. Rampas Marginales

- Volcánicas (3.95 km²)

Se asocian con la etapa efusiva de La Caldera, en donde la sobreposición de flujos de lava originó la rampa y su morfología escalonada. Cada desnivel se asocia a un flujo independiente de superficie rugosa o en bloques, sobre ellas no existen cubiertas piroclásticas y representa la actividad volcánica más tardía en el municipio de La Paz.

Las rampas volcánicas de manera acelerada pierden su morfología original en sus sectores NE y SE, en el primer caso, debido a un proceso urbano continuo que ha avanzado y ha llegado a la base de La Caldera. En el segundo, la extracción de materiales para construcción (minas a cielo abierto) y rellenos sanitarios, han transformado el paisaje.

Se debe tener en cuenta que los rellenos sanitarios pueden representar un problema ya que se debe tener presente la permeabilidad del sustrato, las rocas volcánicas recientes permean el agua de lluvia con facilidad y pueden llevar contaminantes al subsuelo.

Las rampas del volcán Chimalhuacán se localizan en el extremo norte del municipio de La Paz, se consideran estructuras complejas en cuanto a origen y temporalidad. Por un lado, la existencia de potentes capas de piroclastos en su superficie y las cubiertas lacustres en los sectores más distales, dificultan establecer una edad relativa con base a su morfología.

La rampa es una superficie homogénea y al no presentar desniveles, la hacen un terreno atractivo para ser urbanizado. En la actualidad no existe ningún espacio libre de construcciones, otro factor de alteración en este sector, son las minas a cielo abierto que proveen material para la construcción en la región (rocas, gravas y arenas).

- Rampas acumulativas (10.28 km²)

Se presenta como una franja angosta localizada entre el relieve volcánico y las planicies lacustres, es de origen exógeno y se considera un terreno de transición entre el relieve mencionado. También se conocen como rampas proluviales por haberse formado por la coalición y sobreposición de abanicos desarrollados en las desembocaduras de los cauces, de esta manera divide las planicies lacustres de Texcoco (NW) y Xochimilco-Chalco (SE).

En el municipio de La Paz se reconoce el sector proximal de los abanicos que originaron la rampa acumulativa, esto explica su aspecto estrecho, la estructura está cubierta desde el borde distal hasta un poco más de su porción media.

La rampa acumulativa es homogénea en inclinación, morfología y tipo de materiales (acarreos fluviales), características no visibles debido a la cubierta urbana que existen sobre ella.

c. Planicies Acumulativas

- Bajas subhorizontales (3.53 Km²)

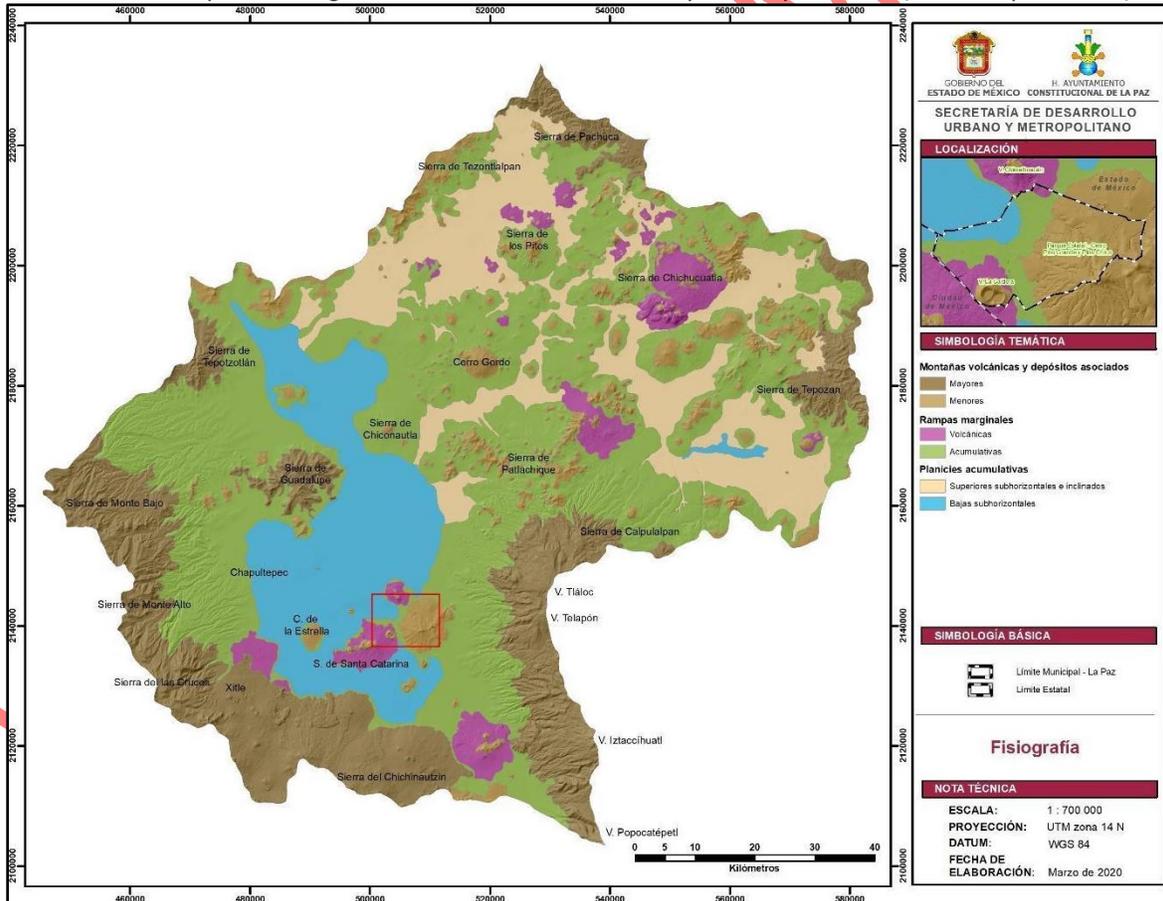
Se localiza al NW del municipio de La Paz y forma parte del extremo ESE de la planicie lacustre de la cuenca de México, su inclinación es $< 0.3^\circ$ por lo que puede considerarse una superficie muy cercana a la

horizontal. Los materiales que la integran son limos y arcillas de alta plasticidad, características a tomar en cuenta en el activo proceso urbano y la construcción de edificios altos.

Al ser uno de los sectores más deprimidos de la región, funciona en temporada de lluvias, como un nivel de base local y favorece la concentración del agua pluvial y fluvial, hecho que puede ser un peligro de no contar con una red de drenaje libre de basura.

Se puede afirmar que el arreglo de la naturaleza, no es compatible con el uso y manejo actual de este territorio. En particular el proceso urbano que modifica la dinámica erosivo-acumulativa de los ríos, por rellenos (cascajo); desvió o entubamiento de cauces; nivelaciones-terraceo de laderas; lechos fluviales pavimentados y convertidos en calles, repercute inundaciones estacionales y extraordinarias (frentes fríos y ciclones) recurrentes y con un grado mayor de influencia. Los tajos, minas a cielo abierto y cubiertas asfálticas, impiden la recarga de acuíferos. La extracción de agua del subsuelo favorece deformaciones y desarrollo de grietas y el agotamiento del agua confinada, hundimientos de la superficie (subsidiencias). Si bien esta problemática difícil de solucionar, no es el objetivo, es necesario tenerla en cuanto en el desarrollo y planeación del municipio de La Paz.

Figura V.A.1.1.1. Mapa de fisiografía de la cuenca de México y Los Reyes la Paz (en línea punteada)



Fuente. Zamorano *et al.*, 2016.

2. Topoformas

El sistema de topoformas permite vincular al relieve con formas geométricas, esta asociación permite simplificar la topografía y entender de manera simple el funcionamiento dinámico de los procesos erosivo-acumulativo presentes en cualquier territorio.

El agente de modelado responsable de la erosión y deposición en el municipio de La Paz es el fluvial. De él depende la evolución del relieve en este territorio y tiene dos periodos de actividad, el primero, las lluvias estacionales (verano) y el segundo, con las extraordinarias (ciclones y frentes fríos).

La erosión fluvial es el agente que da origen a diferentes fenómenos que van desde erosión de suelos, hasta los procesos gravitacionales (caídas, vuelcos, deslizamientos y flujos de lodo). La intensidad y magnitud de estos eventos dependen del tipo y cantidad de lluvia que se presenta. En el municipio de La Paz, este aspecto puede magnificarse como consecuencia de las modificaciones realizadas al relieve con los fines urbanos.

El sistema de topoformas y su funcionamiento dinámico natural para el municipio de La Paz es el siguiente:

Relieve	Geometría	Dinámica
a. Volcanes	Cono truncado	Dispersión
b. Piedemonte	Inclinada	Tránsito-acarreo
	Tabular	Caídas (frentes y escarpes)
c. Planicie	Plana horizontal	Deposición (detritos) y retención (agua)

a. Volcanes

La sierra El Pino y La Caldera se formaron por apilamiento de materiales volcánicos (coladas de lava y variados flujos piroclásticos), lo que dio como resultado el desarrollo de estructuras cónicas de cima convexa. Ambos edificios presentan laderas que tienden a ser homogéneas en longitud, geometría y orientación gradual, factores que favorecen el desarrollo de patrones de drenaje radiales densos que dispersan el agua de lluvia y su carga, a través de valles que alcanzan profundidades significativas, su poder erosivo lo hace notar el perfil en V que presentan (Figura V.A.2.1).

En el caso de la caldera y por ser una estructura reciente, no existen valles, pero se observa el mismo control estructural en la disposición de surcos, canales y cárcavas, presentes en las laderas de este volcán.

b. Piedemonte

En el municipio de La Paz existen dos tipos de rampas cada una con diferente origen: acumulativa-erosiva y volcánica.

El piedemonte inclinado es angosto, presenta un declive gradual en un rango que varía de $> 6^\circ$ y $< 12^\circ$. Su origen es fluvial y se desarrolló a partir de abanicos proluviales distendidos que se formaron en la desembocadura de los ríos que provienen de la montaña (Sierra El Pino), hasta estar en contacto con la planicie lacustre (Figura V.A.2.1).

La dinámica de esta superficie es de tránsito de detritos a baja velocidad, en la medida que los cauces se acercan a la planicie se favorece la deposición, este tipo de flujos movilizan partículas de texturas menores como arenas, limos y arcillas, que más tarde integrarán las secuencias lacustres. Proceso que favoreció un ambiente de ciénaga, condiciones que no existen en la actualidad.

El piedemonte tabular, presenta dos dinámicas, la primera, es la filtración del agua de lluvia y de efímeras escorrentías presentes en los flancos de cada colada, este proceso va en decremento debido al crecimiento urbano de la región.

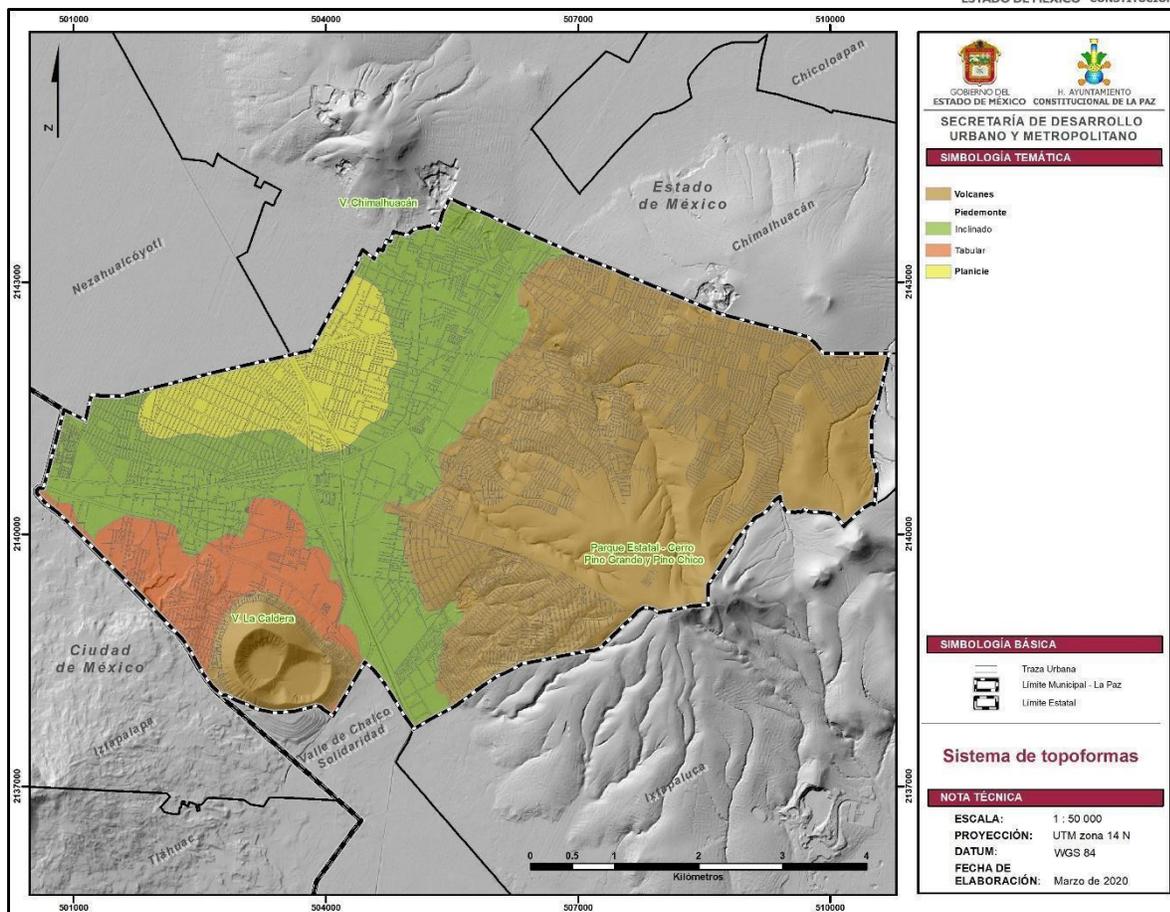
La segunda son las caídas de roca presentes a lo largo de escarpes y frentes de lava. Su origen se asocia con la existencia de grietas que resultan del avance y enfriamiento de las coladas, de esta manera estos sectores quedan inestables y urbanizarlos puede representar un peligro (Figura V.A.2.1).

c. Planicie

Se trata de un terreno subhorizontal que representa el nivel más bajo del municipio de La Paz, su altitud promedio es de 2 240 msnm y es de origen acumulativo. Los materiales que la integran son de origen variado, existen proluviales (rodados, gravas, gravillas y arenas), lacustres (limos y arcillas) y volcánicos (piroclastos). Estos últimos, al intemperizar se convierten en arcillas altamente compresibles y deformables (Figura V.A.2.1).

La dinámica natural era la deposición y la retención de agua (lagos), en la actualidad ha cambiado por subsidencias (hundimientos) y grietas por extracción y agotamiento del agua subterránea; grietas asociadas a la compresión del suelo e inundación por construcciones que funcionan como represas en temporada de lluvia (camellones, pasos a desnivel, bardas o construcciones).

Figura V.A.2.1. Sistema de Topoformas del municipio Los Reyes la Paz.



Fuente. Elaboración propia a partir del modelo LiDAR, 2007.

3. Geología

En este apartado se analiza el origen, espacialidad y las características litológicas presentes en el municipio La Paz, para ello es necesario vincular este territorio en un contexto regional, en particular con el Cinturón Volcánico Mexicano (CVM) y la cuenca de México.

El CVM es una sucesión de altiplanos que están interrumpidos por sierras y edificios volcánicos aislados, algunos de ellos superan los 3 000 msnm. En esta secuencia la existencia de cuencas endorreicas es frecuente, el origen de todas ellas ha sido la obturación de cursos fluviales por acumulación de materiales volcánicos (represas naturales), lo que ha favorecido la existencia de lagos. De todas ellas, destaca la cuenca de México por ser la más grande (9 650 km²) y contener la planicie más amplia y plana en su porción más baja (2 350 msnm, dato promedio).

El municipio La Paz se localiza en el centro-NE de la cuenca de México, en este sector se emplazaron estructuras volcánicas durante el Plioceno (Chimalhuacán y Sierra el Pino) y el Cuaternario (Sierra de Santa Catarina). Una vez formados los primeros edificios volcánicos, quedaron expuestas a los procesos erosivos, lo que favoreció el desarrollo sistemas fluviales que depositaron sus acarreos en la base de los volcanes, de esta manera, se integró un terreno de transición entre la montaña y la planicie lacustre (piedemonte). Por último, el ambiente lacustre y palustre estuvo vinculado con la obturación de sistemas fluviales, actividad volcánica y cubiertas piroclásticas.

3.1. Evolución geológica regional: cuenca de México (CM).

El vulcanismo fenómeno determinante en la formación y evolución de la cuenca de México, no es un hecho aislado, está asociado con la concentración de los volcanes más importante del país, que se extiende desde Nayarit a Veracruz entre los paralelos 19° – 20° de latitud norte, se conoce como Cinturón Volcánico Mexicano y está vinculado con la tectónica móvil de subducción, entre la Placa de Cocos por debajo de la norteamericana, dinámica presente desde hace más de 20 millones de años en el fondo oceánico del pacífico-sur mexicano.

La evolución geológica de la cuenca de México se desarrolló sobre un basamento sedimentario-marino de edad cretácica representado por las Formaciones Morelos, Cuautla y Mezcala. Durante el Eoceno-Mioceno, en un ambiente de transición hacia condiciones continentales se deposita el Grupo Balsas en un escenario de inestabilidad tectónica (Vázquez-Sánchez y Jaimes-Palomera, 1989).

La variedad litológica, estratigráfica y estructural del Grupo Balsas marca el término de las condiciones marino-sedimentarias y el inicio de la actividad volcánica. Dicho fenómeno, se ha dividido en siete etapas que abarcan desde el Eoceno hasta el Cuaternario (Mooser, 2000).

La presencia de volcanes activos, emisión de lavas y la expulsión de piroclastos, fue la actividad presente en el centro-norte de la actual cuenca de México y estuvo presente desde el Eoceno hasta el Plioceno, periodo que comprende cinco de las siete etapas volcánicas mencionadas. En este estadio las secuencias de lavas ganaron espesores de cientos de metros y en ocasiones se intercalaron con capas de aluviones, hecho que se relaciona con la existencia de cortos periodos de inactividad volcánica, es en estos momentos cuando los procesos erosivos actuaron de manera intensa. En este tiempo el territorio que integraría el municipio de La Paz era una superficie subhorizontal ligeramente inclinada que formaba parte de la cuenca del antiguo río Cuautla, escurrimiento que llegaban al Pacífico a través del río Amacuzac.

Las sierras mayores que definen la actual cuenca de México se formaron al finalizar la quinta fase volcánica, de esta manera, tienen desarrolló la Sierra de las Cruces al occidente y al oriente, las Sierras de Río Frío y Nevada. Al mismo tiempo, en la periferia de los tres conjuntos montañosos comienza el desarrollo de una rampa acumulativa producto de dinámicos acarrees fluviales (detritos volcánicos), que más tarde integrarían el actual piedemonte.

La sexta fase volcánica se presenta en el Mioceno Superior-Plioceno y su relevancia para la zona de estudio radica en la formación de dos volcanes característicos del municipio de La Paz. El Chimalhuacán (norte) y la Sierra el Pino al oriente, ambas estructuras emitieron numerosos flujos de lava andesíticos (intermedios), basálticos (básicos), que se acompañaron de caídas y flujos piroclásticos. En la actualidad, las secuencias volcánicas mencionadas están sepultadas en su mayoría por eventos geológicos que ocurren en la siguiente fase.

El Plioceno-Pleistoceno es el escenario de la séptima fase volcánica, se define la morfología actual de la cuenca de México a partir de la modificación del antiguo sistema hidrológico exorreico al endorreico, como respuesta al emplazamiento de la Sierra del Chichinautzin en el sector sur. El nuevo conjunto montañoso funcionó como una represa natural, que creó las condiciones para la existencia de lagos y el asolvamiento paulatino de este territorio, dicho proceso dio origen a las planicies actuales.

En municipio de La Paz adopta su aspecto actual a partir de este periodo, el azolve fluvial lacustre fue sepultando las lavas emitidas por los volcanes Chimalhuacán y los de la Sierra el Pino, de esta manera se fue integrando la planicie de la cuenca de México.

Las rampas constituidas por detritos aluviales comenzaron a formarse en el momento en que el volcán Chimalhuacán y los de la Sierra el Pino terminaron su actividad (Plioceno), en ese momento los procesos de erosivo fluviales comenzaron a dismantelar los depósitos volcánicos, los acarrearón y los depositaron en la base de los edificios, entre las laderas y la planicie.

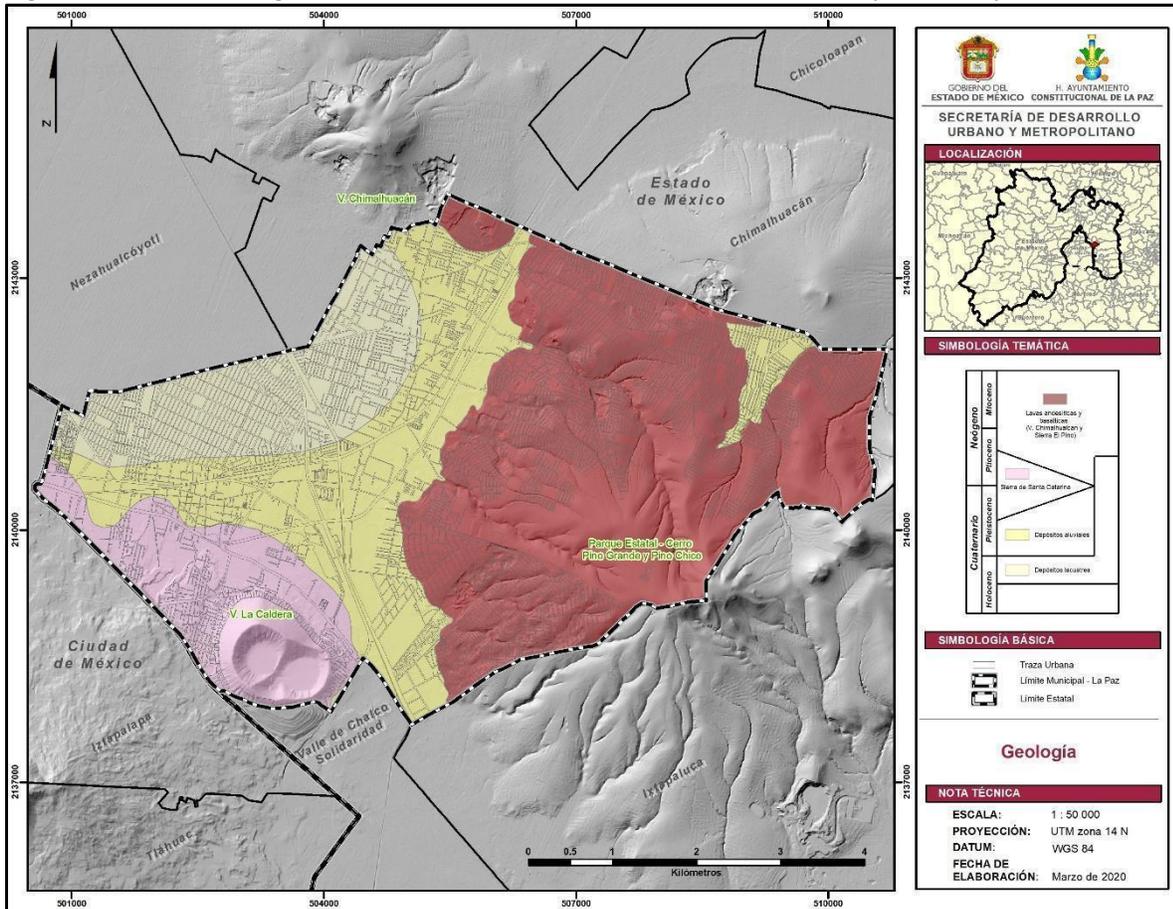
La actividad volcánica más tardía en el municipio de la Paz (Plioceno-Pleistoceno) constituye su límite SW, se trata de Sierra de Santa Catarina. Secuencia de conos de escoria orientados de W-E, en el centro-sur de la cuenca de México. De ella, solo el extremo ENE forma parte de la zona de estudio, en particular el volcán La Caldera, sus lavas y cubiertas piroclásticas.

La Geología regional en el marco de la cuenca de México, permitió reconocer la temporalidad de los procesos geológicos y el relieve asociado que definió la actual cuenca de México y en este contexto el municipio de La Paz.

3.2. Aspectos geológicos del municipio de La Paz

En el municipio de La Paz existen cuatro unidades litológicas bien diferenciadas, la primera y más antigua se vincula con los depósitos de los volcanes Chimalhuacán y los de la Sierra El Pino. La segunda, está representada por sedimentos lacustres de plasticidad variable (limos y arcillas). Los detritos volcánicos de acarreo fluvial (detritos aluviales), integran el tercer grupo y el último lo representa la Sierra de Santa Catarina, con lavas de composición andesítica y basáltica, intercaladas con capas delgadas de piroclastos y capas finas de sedimentos lacustre en la base del conjunto (Figura V.A.3.2.1).

Figura V.A.3.2.1. Litología del sector SE de la Cuenca de México, El municipio Los Reyes La Paz



Fuente. Elaboración propia a partir de Mooser, 2000.

- Lavas andesíticas y basálticas de los volcanes Chimalhuacán y Sierra el Pino

De acuerdo con Mooser (2000), estos depósitos se sitúan en el Mioceno Superior-Pleistoceno y se trata de potentes flujos de lava vesiculares, masivos o en lajas, son de composición andesítica y basáltica. En ellos, predominan minerales ferromagnesianos de olivino y anfíbol, en una matriz microcristalina. Estos materiales se encuentran intercalados por capas delgadas de cenizas vítreas, lapilli lítico y escoria. De acuerdo con Sheridan y Wohletz (1983), las características lito-estratigráficas y petrológicas son características de eventos estrombolianos.

Flujos de lava similares en composición y edad, se asocian con la formación de otras estructuras volcánicas como el Cerro de la Estrella, Peñón del Marqués, Cerro Gordo y Chiconautla. De todos ellos, los afloramientos tipo o característicos se presentan en las cañadas de la Sierra El Pino, en donde alcanzan una potencia de 750 m visibles.

- Sierra de Santa Catarina

Esta estructura interrumpe la continuidad de la planicie lacustre en su sector SE, divide al lago de Texcoco (N) del de Xochimilco-Chalco (S), se orienta de E a W y en esta misma dirección se emplazan los volcanes Yuhualixqui, Xaltepec, Tetecón, Mazatepec, Guadalupe y La Caldera, este último integrar el sector SW del municipio de La Paz.

La Sierra de Santa Catarina representa la actividad volcánica más tardía en este sector de la cuenca de México, comienza a formarse el Plioceno y en el Cuaternario Superior termina su evolución (< 20 000 años: Lugo-Hubp, *et al.*, 1994). El vulcanismo es monogenético y los estilos eruptivos presentes en el desarrollo, fueron de tipo explosivo y efusivo en este contexto se formaron conos de escoria, domos, numerosas coladas de lava y cubiertas piroclásticas que tuvieron una amplia distribución, la composición en los materiales fue intermedia y básica.

La Caldera es el volcán más oriental del conjunto Santa Catarina y forma parte del territorio del municipio de La Paz. Esta estructura se formó a partir de una actividad freatomagmática, hecho que lo confirma su morfología y la presencia de lapilli acrecional (García-Soriano, 2015).

Los materiales que integran La Caldera en su mayoría son piroclastos del tamaño de las arenas de textura fina a gruesa, estos detritos se mezclan con lavas vesiculares de composición básica y de morfología en bloques, esta característica puede desaparecer o suavizarse por cubiertas delgadas de piroclastos.

En la base de las laderas exteriores de La Caldera, sector SE, los piroclastos de la periferia del volcán se presentan cementados en una matriz limo-arcillosa, hecho que demuestra la interacción que en algún momento tuvo el volcán con los antiguos lagos que existieron en la cuenca de México.

- Depósitos aluviales

Se trata de detritos volcánicos acarreados por ríos estacionales y depositados en las márgenes de los volcanes a manera de abanicos, cuando estos crecieron y se sobrepusieron unos con otros, integraron rampas o piedemontes. La parte distal de las estructuras acumulativas en formación, estuvieron en contacto con los lagos lo que favoreció la mezcla de detritos fluviales y lacustres (fluvio-lacustres).

En la actualidad los afloramientos aluviales en el municipio de La Paz no están expuestos, están cubiertos por asfalto y construcciones. De acuerdo con Mooser, *et al.* (1996) su espesor máximo es de 300 m.

- Depósitos lacustres

La existencia de este tipo de detritos se asocia con el cierre de la cuenca de México hace 700 000 años (De Cserna, Z. *et al.*, 1988), a consecuencia de la creación de la Sierra del Chichinautzin en el sector sur de este territorio, hecho que modificó el sistema hidrológico exorreico a endorreico. A partir de ese momento, quedó represada la carga de los ríos y el agua de los cauces, ese fue el origen de los lagos.

La secuencia sedimentaria acumulada en el fondo de la cuenca de México es compleja, al inicio los depósitos fueron de tipo aluvial, en la medida que los lagos fueron ganando extensión y profundidad los detritos se fueron seleccionando, en la porción central se decantaron los más finos (limos y arcillas), alternaron con piroclastos de caída (arenas muy finas, finas y medias), que tuvieron amplia dispersión sobre la superficie del lago. Cuando los detritos volcánicos cayeron al agua y se depositaron de manera única, sin mezclas, reciben el nombre de cineritas lacustres.

Las texturas de los sedimentos lacustres, varía en función de su localización dentro del cuerpo de agua. En las márgenes, donde los cauces tienen su desembocadura existen capas discontinuas de arenas que varían de gruesas a muy gruesas, lentes de gravas y gravillas, incluso depósitos masivos de rodados y bloques, todos estos materiales en general se denominan proluviones.

Los depósitos lacustres del municipio de La Paz representan un pequeño sector localizado al SE de la actual planicie de la cuenca de México. Por su morfología y localización en el contexto señalado, esta superficie corresponde a una antigua margen del lago en donde los cauces desembocaban y depositaban su carga en un ambiente palustre. Con seguridad esta superficie estuvo influenciada por cambios estacionales del nivel del agua, lo que favoreció que alternaran periodos de inundación y desecación.

La geología local permitió conocer el origen, espacialidad y temporalidad de los materiales que integran el municipio de La Paz, información necesaria en la planificación y en el uso-manejo del territorio.

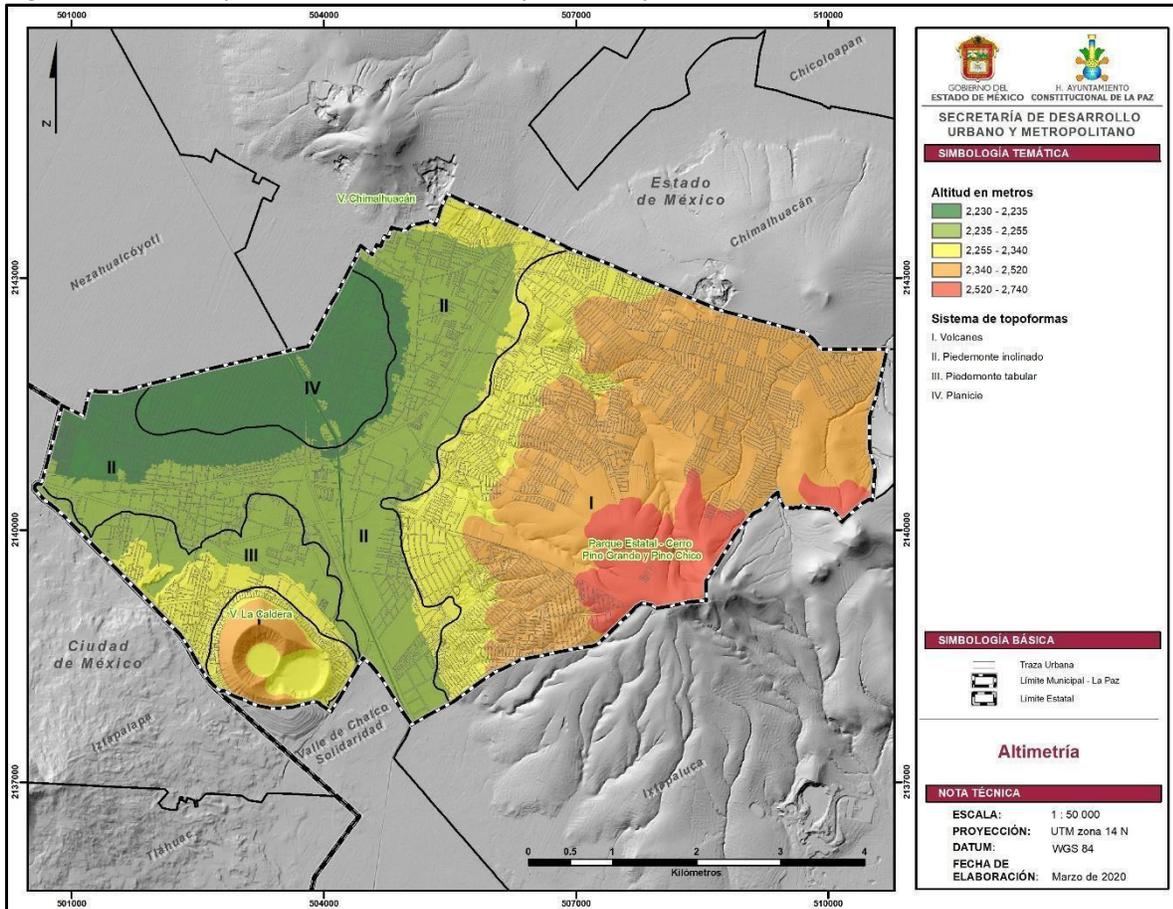
4. Altimetría

El objetivo de este mapa es el de simplificar los valores topográficos y agruparlos en franjas altitudinales, de esta manera, es posible diferenciar el relieve de acuerdo con su altitud y rasgos morfológicos generales, con el fin de identificar y zonificar los agentes de modelado que interactúan dentro de este territorio.

A partir de la información LiDAR (INEGI, 2007) y un SIG (ArcGis v. 10.7), se elaboró el Modelo Digital de Elevación (MDE). Su análisis bajo un criterio geomorfológico permitió establecer cinco rangos altitudinales, mediante la cual es posible vincular génesis, morfología y procesos modeladores.

Con ayuda de los rangos altitudinales, fue posible establecer el límite de cuatro sistemas de topoformas que componen el territorio Los Reyes La Paz: I) Volcanes, II) Piedemonte inclinado, III) Piedemonte tabular y IV) Planicie (Figura V.A.4.1). En este sentido, cada una de ellas hace evidente la relación entre la génesis y los procesos exógenos que interactúan en el territorio.

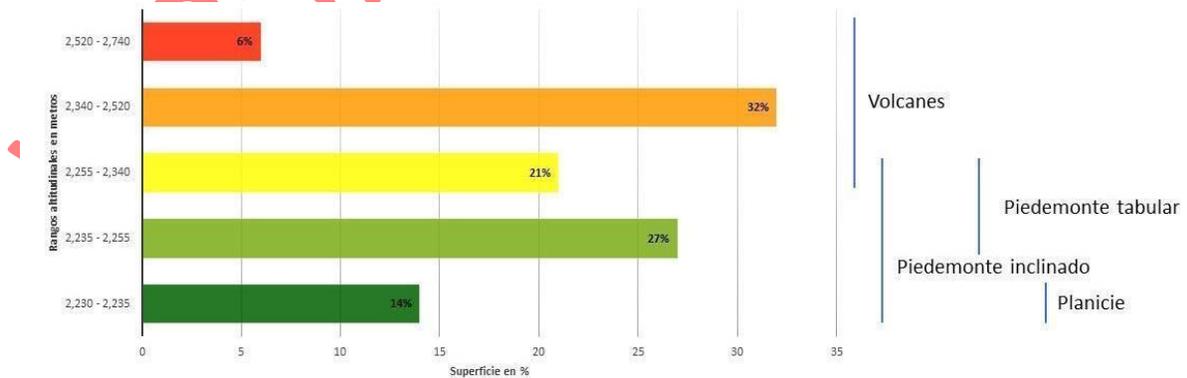
Figura V.A.4.1. Mapa Altimétrico del municipio Los Reyes la Paz.



Fuente. Elaboración propia a partir del modelo LIDAR, 2007.

La interpretación del mapa altimétrico se apoya con un histograma de frecuencia altimétrica que permite examinar la relación de porcentajes de superficie – topografías (Gráfica V.A.4.1).

Gráfica V.A.4.1. Histograma de frecuencia altimétrica.



a. Volcanes

Dentro de los Reyes la Paz estos territorios se disponen sobre las porciones E y S. Se presentan como una superficie irregular integrada por estructuras volcánicas o coladas de lava que en ocasiones se sobreponen unas con otras y que llegan a cubrir de manera parcial los edificios menores; además, los depósitos piroclásticos (flujos y caídas) han disimulado algunas de estas superficies. Su rango altitudinal se dispone entre los 2 255 y 2 740 msnm.

b. Piedemonte inclinado

Se trata de una superficie ligeramente inclinada, que se ubica en la porción centro del municipio; sus rangos altitudinales, van desde los 2 230 m en su porción más baja hasta los 2 340 m en la más alta.

Su origen es acumulativo y presenta una inclinación homogénea, es decir no hay resaltes topográficos importantes, su límite inferior se desvanece cercano a la planicie de la Cuenca de México.

Este territorio cubre casi en su totalidad los depósitos lacustres de la Cuenca de México. La red fluvial es efímera y poco integrada y solo existe durante lluvias extraordinarias, ya que la intensa urbanización de la ciudad sobre este sector se ha encargado de disimular estas superficies.

c. Piedemonte tabular

Estos territorios se disponen entre los 2 235 y 2 340 msnm; se localizan sobre la porción SW de Los Reyes la Paz. En general, se caracterizan por una morfología que resulta de la sobreposición de productos volcánicos (lavas, piroclastos y cenizas) y acarreos fluviales. Sobre esta superficie, los ríos han hecho evidente los límites entre coladas, por su parte, el desarrollo de afluentes se ve favorecido por las superficies detríticas poco consolidadas.

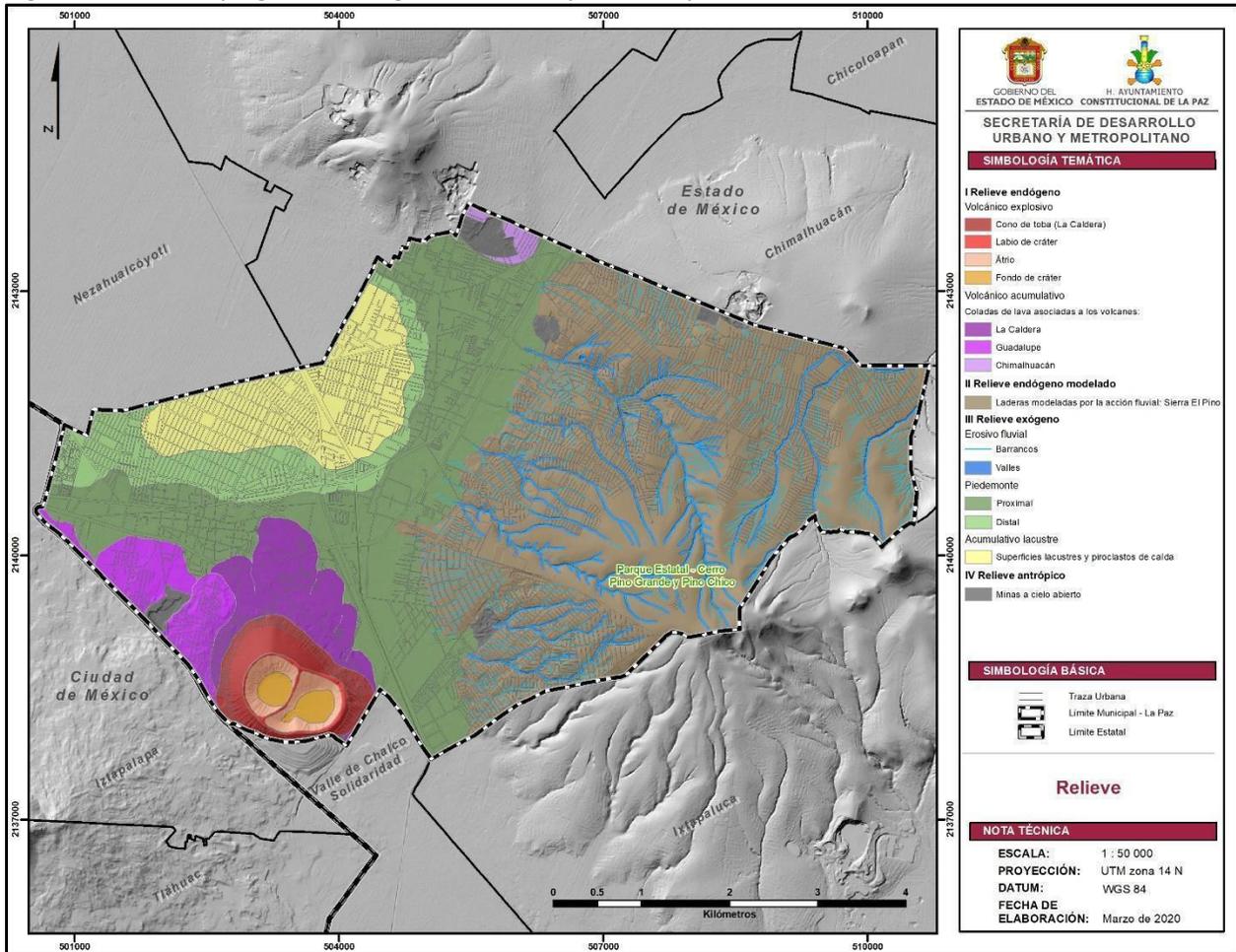
d. Planicie

Representan la porción más deprimida de la Cuenca de México, dentro del municipio se disponen sobre la porción N y ocupan las cotas de 2 230 a 2 235 msnm. Su morfología es subhorizontal y su origen se asocia a la colmatación de la depresión y al desarrollo de cuerpos lacustres.

5. Relieve

El municipio Los Reyes La Paz se localiza en el sector centro-oriente de la cuenca de México; el relieve que integra este territorio es resultado de una compleja dinámica entre los procesos endógenos (vulcanismo) y exógenos (erosión-acumulación), ocurrida durante el Cuaternario. En este contexto y con el fin de explicar el arreglo y espacialidad de los distintos elementos que integran esta superficie, el relieve fue clasificado tomando en cuenta los siguientes grupos morfogenéticos: endógeno, endógeno-modelado y exógeno (Figura V.A.5.1).

Figura V.A.5.1. Mapa geomorfológico del municipio Los Reyes La Paz.



Fuente. Elaboración propia a partir del modelo LiDAR, 2007.

5.1 Relieve endógeno

El relieve que resulta de la dinámica interna de la Tierra (tectónica, magmatismo y Vulcanismo), integra este apartado y su morfología original bien conservada, es su característica principal. Esta expresión se vincula con estructuras recientes, en donde la erosión no es importante debido a que se encuentra en una etapa inicial. En la zona de estudio, La Caldera es el ejemplo representativo de este grupo y el estilo eruptivo que desarrolló fue explosivo, con la particularidad de destruir y de crear relieve: formas negativas y positivas (Schmincke, 2004).

● Volcánico explosivo

El relieve que resulta de la actividad explosiva se asocia con magmas ácidos e intermedios, estos últimos, son característicos de La caldera. Este tipo de fundido se caracteriza por incrementar la presión en los volátiles y los libera de forma violenta, esta particularidad se incrementa en el momento que la masa incandescente hace contacto con un cuerpo de agua freática o superficial, como sería un lago. Este tipo de actividad se conoce como freatomagmática y puede ser en extremo explosiva.

La Caldera en el contexto de la cuenca de México, es parte de un terreno angosto cuya altura varía entre 19 y 22 m respecto con la planicie inmediata, representa un bordo a manera de lomeríos que separa las superficies ex-lacustres de Texcoco (NW) y Chalco (SE). La ubicación entre lagos del volcán en cuestión explica la actividad freatomagmática ocurrida durante el Cuaternario en este sector.

- Cono de toba (La Caldera)

La génesis, estilo eruptivo y morfología de La Caldera, no corresponde con las características volcánicas y geomorfológicas de una caldera genética, su semejanza, aunque a menor escala le han otorgado el nombre.

El volcán en cuestión presenta una morfología de cono truncado, que ha tenido a partir del apilamiento de lavas y piroclastos en la periferia del foco emisor. Esta estructura en realidad se compone de tres conos, que al estar bien integrados dan la apariencia de ser uno. Cada estructura presenta un cráter independiente y destaca el del sur, por ser el más pequeño y tener el fondo de su cráter unido al del edificio SE. Si bien es el de menor tamaño, se trata de un foco emisor independiente y con seguridad el último en estar activo del conjunto.

De la base a la cima La Caldera se eleva 235 m de altura, la inclinación de sus laderas varía entre 23° - 40°, pero existen sectores aislados que se inclinan a 50°. El volcán mantiene su morfología primaria, no existen rasgos erosivos de importancia lo que respalda su juventud. Con base en ello, se afirma que este foco emisor es el más tardío de formas volcánicas que integran la zona de estudio.

Los símbolos complementarios asociados con el relieve volcánico explosivo se vinculan con el cráter, esta estructura se define como una depresión en la cima o en la ladera de un volcán, presenta morfología de embudo y son de diámetro variable. Los elementos del relieve que a continuación se explican, son característicos de las estructuras recientes y desaparecen por el efecto de la erosión con el paso del tiempo.

- Labio de cráter

Es un terreno angosto de morfología sub-horizontal o de ligera convexidad, puede ser anular, en arco o discontinuo y ocupa el borde superior del cráter. Puede considerarse como una superficie de transición que divide las laderas interiores del embudo (cráter), y las exteriores que constituyen el edificio volcánico.

- Atrio

Representan las laderas internas del cráter dispuestas de manera convergente, pueden presentar morfología recta, ligeramente cóncava o irregular, pero en todos los casos la inclinación es pronunciada. Se consideran superficies de transición, de longitud variable, entre el labio y el fondo del Cráter.

- Fondo de cráter

Representa el sector más deprimido del cráter, tienden a ser semicirculares y están limitados por las laderas inferiores del atrio. Su origen se vincula con la expulsión violenta de piroclastos lo que favorece una morfología cóncava al interior de la depresión. En el momento en que la actividad volcánica termina,

piroclastos provenientes de volcanes activos cercanos caen en el cráter inactivo hasta llegar a definir una superficie sub-horizontal.

- **Volcánico Acumulativo**

El relieve que resulta del emplazamiento y sobreposición de flujos de lava es la finalidad de este apartado. Estas estructuras, son corrientes de roca fundida asociadas a un volcán y desde ahí se desplazan por el terreno adyacente siguiendo la inclinación general del terreno, en su trayecto definen lenguas o lóbulos.

La emisión de los flujos de lava se vincula con los diferentes estilos eruptivos presentes a lo largo de la actividad volcánica, estos responden a cambios en la composición química del magma, característica que condiciona el contenido de volátiles, el grado de cristalización, la temperatura y la viscosidad.

La actividad efusiva se asocia con la existencia de flujos de lava de composición intermedia y básica. En el momento en que el fundido tiende a ser ácido (presencia de cuarzo en el magma), el estilo eruptivo cambia y se interrumpe la emisión de flujos. Puede continuar en el momento en que las proporciones de cuarzo vuelven a ser escasas, de esta manera se puede explicar la diferente temporalidad entre coladas.

En la zona de estudio las coladas más tempranas (las primeras o más antiguas), estuvieron en contacto con la antigua planicie y algunas de ellas fueron cubiertas por sedimentos lacustres y fluviales y llegaron a ser el basamento para que otras se sobrepusieran, ganaran altura y en conjunto, definir una morfología en gradería. Sobre este grupo de lavas, se acumularon piroclastos provenientes de los volcanes que les dieron origen o de conos cercanos activos. Si bien la potencia del depósito no alcanza el metro de espesor, fue suficiente para suavizar la rugosidad natural de las coladas.

El volcán Guadalupe (Sierra de Santa de Catarina) es el responsable de la emisión de los últimos flujos (recientes o tardíos), al no estar cubiertos por piroclastos hace pensar que una vez emplazados la actividad volcánica había terminado. La superficie característica de este grupo es en bloques y en conjunto se presentan como terrenos irregulares, de igual forma, representan el piso más alto de la morfología en gradería.

Las coladas de lava en la zona de estudio se diferenciaron de acuerdo con el volcán que les dio origen y son los siguientes:

- **Volcán La Caldera**

Las lavas de este foco emisor forman parte de la Sierra de Santa Catarina, La Caldera marca la actividad más oriental de la sierra volcánica y al mismo tiempo representa la primera fase en el desarrollo de este conjunto. Evidencias geomorfológicas sugieren que el vulcanismo fue en aumento hacia el W y con más de un volcán activo a la vez (García-Soriano, 2015).

Las lavas expulsadas por La Caldera presentan dificultad para ser identificadas y representadas en un plano, en esto tiene que ver su temporalidad. Al ser las primeras emisiones se desplazaron sobre un terreno sin obstáculos, hasta alcanzar los lagos antiguos y las ciénagas. De esta manera, estuvieron sujetas a las fluctuaciones del tirante de agua de los cuerpos lacustres. En temporada de lluvias las coladas se cubrían de agua y sedimentos, mientras en la temporada de estiaje quedaban expuestas, como evidencia de este proceso quedaba sobre ellas una capa fina de sedimentos lacustres. De manera

alternada estas capas, eran cubiertas por depósitos de caída (piroclastos) provenientes de volcanes activos cercanos, a lo largo del tiempo estos ciclos terminaron por ocultar los flujos primarios.

La densa urbanización que existe sobre estos terrenos es otro factor que dificulta la caracterización de los flujos de lava (primarios o tardíos), más su identificación y delimitación en el mapa geomorfológico fue posible a partir de la interpretación de la imagen LiDAR de 5 metros de resolución horizontal, por un metro en la vertical (INEGI, 2007).

Con base en lo anterior fue posible identificar cinco coladas orientadas en general hacia el norte, la mayor de ellas alcanza la longitud de 1.1 km y todas ellas cubren una superficie de 1.6 km². El volcán La Caldera y sus flujos de lava, se localizan al SW de la zona de estudio, entre la Alcaldía de Iztapalapa y el Valle de Chalco Solidaridad

- Volcán Guadalupe

De los volcanes que integran la Sierra de Santa Catarina el Guadalupe es el más importante, se trata de un cono de escorias de 518 m de altura, desde su base, su aspecto es de cono truncado y se formó durante el Cuaternario.

La alternancia de estilos efusivos y explosivos fue la característica presente en la formación de la Sierra de Santa Catarina. Los primeros son responsables de la existencia de un piedemonte volcánico formado a partir de la superposición de 55 flujos de lava (lavas tardías), y a los segundos, se les atribuye la existencia del cráter central del Guadalupe, con 79 m de profundidad y 240 m de diámetro (García-Soriano, 2015).

El piedemonte volcánico se compone de flujos tabulares sobrepuestos y en conjunto define una rampa escalonada en donde es posible identificar la individualidad de las coladas, las relaciones de altura relativa entre ellas y por tanto se puede establecer una temporalidad relativa entre ellas. Por último, resta mencionar la existencia de una mínima influencia erosivo fluvial.

En la zona de estudio existen dos flujos relacionados con el volcán Guadalupe, en conjunto suman un área de 2 km². En el desplazamiento de uno de ellos La Caldera representa un obstáculo infranqueable, por lo que la colada se divide en dos para continuar fluyendo y adopta una forma, en planta, de media luna.

La segunda colada se localiza al NW con respecto al flujo anterior, se trata del sector terminal (frente lávico distal) de una colada que se desplazó en dirección NE por 3 km desde su foco emisor hasta llegar al extremo SW del municipio. Su identificación y representación en el mapa geomorfológico fue un reto, al tratarse de áreas pequeñas y encontrarse urbanizadas en su totalidad, fue necesario analizar un área más amplia que incluyó la mitad oriental de la Sierra de Santa Catarina.

- Volcán Chimalhuacán

Los flujos de lava asociados con el volcán Chimalhuacán se localizan en el límite municipal norte, ocupan un área de 0.2 km². Se trata de una estructura compleja parcialmente sepultada por sedimentos lacustres y piroclastos depositados en agua (cineritas lacustres), dichos materiales cubrieron desde la base del edificio hasta la porción media de sus laderas.

La escasa información con la que contamos se interpretó con datos LiDAR (INEGI, 2007), en este sentido se puede afirmar que se trata de dos volcanes, el más antiguo es la estructura NW (Plioceno) y el más reciente el SW (Pleistoceno), estos datos son relativos y se fundamentan en la escasa morfología visible.

Con respecto a las lavas que forman parte de la zona de estudio, se trata de un frente de lava que pertenece a un flujo de corta longitud que fue emitido por el volcán SW, se trata de un flujo temprano cubierto por sedimentos lacustres, cineritas lacustres y mantos piroclásticos. La imagen LiDAR (INEGI, 2007), fue indispensable en el trazo de sus límites y el cálculo del área que ocupan en la zona de estudio (0.2 km²). En la actualidad las lavas asociadas al volcán Chimalhuacán se encuentran urbanizadas en su totalidad, lo que dificulta su reconocimiento en el campo.

5.2 Relieve Endógeno modelado

En este apartado se considera al relieve de origen endógeno que al haber estado expuesto por largos periodos de tiempo a la erosión (fluvial y gravitacional), perdió de manera significativa su morfología original. En este sentido, quedan incluidas las estructuras volcánicas anteriores a la formación de la Sierra de Santa Catarina.

- Laderas modeladas por la acción fluvial: Sierra El Pino

En conjunto las laderas en cuestión forman parte de dos volcanes compuestos de grandes dimensiones de ahí el nombre de sierra, se conocen como El Antiguo Pino (Pino Grande) y El Pino (Pino Chico), su edad es > 20 000 años (Mooser, 2000) y una vez formado cubiertas lacustres, acarrees fluviales y lavas cubrieron su base hasta la porción media de sus laderas. El resto de la estructura fue mantenido por detritos y flujos piroclásticos provenientes de volcanes activos cercanos.

En la actualidad una densa red de surcos, cárcavas y barrancos desmantela las cubiertas piroclásticas que cubren las laderas de la Sierra El Pino. En este proceso se acarrearán importantes volúmenes de sedimentos a través de cauces estrechos, en donde el poder erosivo se incrementa a través de continuos desniveles que aparecen en el fondo de los saltos de cabecera.

Los cauces en la Sierra El Pino tienen un arreglo radial como respuesta al control que ejerce la morfología de cono de base amplia de los volcanes que dan origen a la serranía. El diseño fluvial no aparece en su totalidad, debido a que la zona de estudio solo comprende la vertiente NW y por tanto los ríos adoptan un diseño en planta de abanico.

Los volcanes compuestos son estructuras complejas y en su desarrollo se acompañan de volcanes menores, adventicios, bocas, crestas y domos. Estructuras que con seguridad existen, más la antigüedad de la estructura, la existencia de potentes cubiertas, el efecto de la erosión y en la actualidad la densa ocupación urbana de las laderas de la Sierra el Pino dificulta su interpretación.

5.3 Relieve exógeno

En este apartado se analiza el relieve que surge de la erosión-acumulación, en el territorio de estudio los procesos más significativos son los fluviales (valles y rampas) y los lacustres(planicies), estos elementos son el objetivo de este apartado.

- Erosivo fluvial

En este apartado se analiza el relieve que resulta de la erosión de los ríos permanentes y estacionales, lo que conlleva a la formación de canales, cárcavas, barrancos y valles. Esta secuencia se consideran formas negativas por desarrollarse en profundidad por debajo del nivel de la superficie.

La precipitación y la orientación de las laderas condicionan la presencia de ríos, a estos factores se suma la inclinación del terreno y el tipo de roca (competencia a la erosión), todos ellos controlan la longitud, profundidad, anchura y en función de la competencia a la erosión del sustrato tienen desarrollo surcos, cárcavas, barrancos y valles.

En el mapa geomorfológico se representan barrancos y valles, la escala no permite dibujar surcos o cárcavas, esta condicionante de representación no implica que en la realidad existan, las formas menores (surcos y cárcavas) se vinculan a las mayores (barrancos y valles) como afluentes.

- Barrancos

Son formas de erosión lineal con la profundidad suficiente para cubrir a una persona, incluso con las manos levantadas. Presentan un perfil transversal en V, lo que indica su carácter erosivo que está en función de la presencia de desniveles a lo largo del talweg (fondo de barranco), estos escalones se conocen como saltos de cabecera y su función es el incremento de la erosión remontante y por tanto la longitud de este tipo de cauces. El régimen de los barrancos es intermitente, lo que significa que su dinámica depende de la temporada de lluvias (verano) y extraordinarias (ciclones), fuera de temporada se mantienen secos, este tipo de formas por lo general se presentan como afluentes de los valles.

- Valles

Se consideran las formas mayores de la erosión fluvial, tienden a ser rectilíneos (en planta) característica que favorece la concentración del agua a lo largo de una línea o flujo que corre en dirección de la inclinación general del terreno, de esta manera erosionan (en la vertical) las superficies donde cruzan. La profundidad y anchura de los valles es de decenas de metros, mientras su longitud es de kilómetros. Tienden a ramificarse, en este sentido los barrancos, las cárcavas y los surcos funcionan como sus tributarios, el conjunto recibe el nombre de cuencas fluviales.

La configuración del drenaje (radial-subdendrítico), hace evidente el control de la pendiente, de los contactos geológicos y geomorfológicos (límites entre lavas y superficies cónicas). De la misma forma hace evidente la existencia de una litología homogénea (lavas y detritos volcánicos) y una dinámica erosiva intensa y constante, características de terrenos antiguos.

- Piedemonte

El relieve de este tipo tiene como punto de partida la deposición y la sedimentación de la carga, el proceso se presenta cuando existe un cambio en la inclinación del terreno, en este caso de montaña (Sierra El Pino) a planicie (Texcoco-Chalco).

El cambio brusco en la inclinación del terreno provoca que los ríos pierdan su capacidad de sustentación y transporte de sedimentos (carga) y los depositen. Este proceso implica periodos largos de tiempo, debido a que los aportes sedimentarios son esporádicos. Al inicio se definen rampas y con el paso del tiempo, al crecer el altura y longitud integran el piedemonte, en la zona de estudio esta estructura se ha dividido en proximal y distal.

- Proximal

Esta superficie representa el sector superior de la rampa acumulativa (8.4 km²), se caracteriza por presentar una inclinación mayor a la de su inmediata inferior, en este caso el valor promedio de la pendiente es de 7°; este dato, aunque mínimo y dentro del contexto de la zona de estudio favorece una dinámica ligeramente erosiva sobre la que predomina, la acumulativa. Otra diferencia es la textura de los detritos, en esta superficie predominan las gravas, gravillas y arenas gruesas-muy gruesas.

- Distal

Representa la parte más alejada del piedemonte, está en contacto con la planicie ex-lacustre de Texcoco, en ella la dinámica es deposicional, su inclinación promedio es < 3° y su área es de 2.3 km². El piedemonte en la medida que se fue desarrollando, sepultó las lavas tempranas expulsadas por los volcanes La Caldera y Chimalhuacán de esta manera integro un relieve homogéneo ligeramente inclinada que ha sido un atractivo para la ocupación urbana. En la actualidad está urbanizada en su totalidad y no es posible observarla en campo, se delimitación se realizó a través de la imagen LiDAR (INEGI, 2007).

- Acumulativo Lacustre

- Superficies lacustres y piroclastos de caída

Ocupa el sector NW de la zona de estudio (2 232 msnm), se trata de una superficie subhorizontal ligeramente inclinada (< 1°) que es susceptible a inundaciones extraordinarias, cuando el aporte de agua es superior a la media máxima por día, también se ven por fenómenos meteorológicos extremos (lluvias ciclónicas), en la actualidad la planicie representa el nivel de base (local) de toda la cuenca de México.

El origen de esta superficie tiene relación con la evolución de la cuenca de México, los materiales que integra la planicie son de diverso origen, en sus márgenes existen detritos de acarreo fluvial, al centro limos y arcillas lacustres de alta plasticidad. De manera alternada depósitos piroclásticos (caídas volcánicas) y cineritas lacustres (piroclastos depositados en agua).

La superficie lacustre se encuentra urbanizada en su totalidad lo que provoca problemas de subsidencia (hundimientos y grietas), debido a la capacidad de deformación del sustrato por sobrepeso y extracción de agua.

5.4 Relieve antrópico

En este apartado se concentra el relieve creado por la intervención directa del hombre, en la mayoría de los casos se trata de modificaciones al original a partir de tajos de extracción de material para la construcción (minas a cielo abierto), bancos de material, nivelación de terrenos y terraplenes con la finalidad de urbanizar o construir obras de infraestructura (carreteras, represas, etc.).

- Minas a cielo abierto

Se trata de excavaciones realizadas con el fin de extraer material volcánico para la obstrucción (rocas, gravas y arena), las minas a cielo abierto transforman el relieve de manera radical, lo que resulta en la interrupción o modificación de la dinámica natural, lo que conlleva al desarrollo de fenómenos adversos para la población.

Por último, hay que mencionar que la dinámica geomorfológica en el municipio de La Paz, lo condiciona el crecimiento de la capital del país, proceso que se ha extendido sobre laderas montañosas de fuerte inclinación; el fondo de numerosos valles fluviales; terrenos cercanos a la desembocadura de ríos y antiguas zonas lacustres.

La presión urbana de la Ciudad de México sobre los terrenos de la zona de estudio. se reconoce en la construcción de viviendas formales e informales, en este quehacer, el relieve sufre severas modificaciones en su morfología como nivelaciones, ganaderías, rellenos de cárcavas y barrancos; entubamiento y cambios de dirección de cursos fluviales; obturación de valles por construcción de carreteras o represas; entre los más importantes.

El significado geomorfológico de lo mencionado radica en la modificación de los mecanismos dinámicos y de evolución del relieve, al grado que un fenómeno natural como la lluvia estacional o extraordinaria puede llegar a convertirse en un peligro para la población local y favorecer el desarrollo de procesos de ladera, azolves, inundaciones, crecimiento de cárcavas, subsidencias, entre otras dinámicas de peligro. En este marco, los estudios geomorfológicos son un diagnóstico para establecer dinámicas peligrosas con el fin de establecer políticas de prevención y mitigación en situaciones de contingencia. La importancia de estos estudios se hace evidente en la planeación regional y en la conservación de la naturaleza.

6. Pendientes topográficas

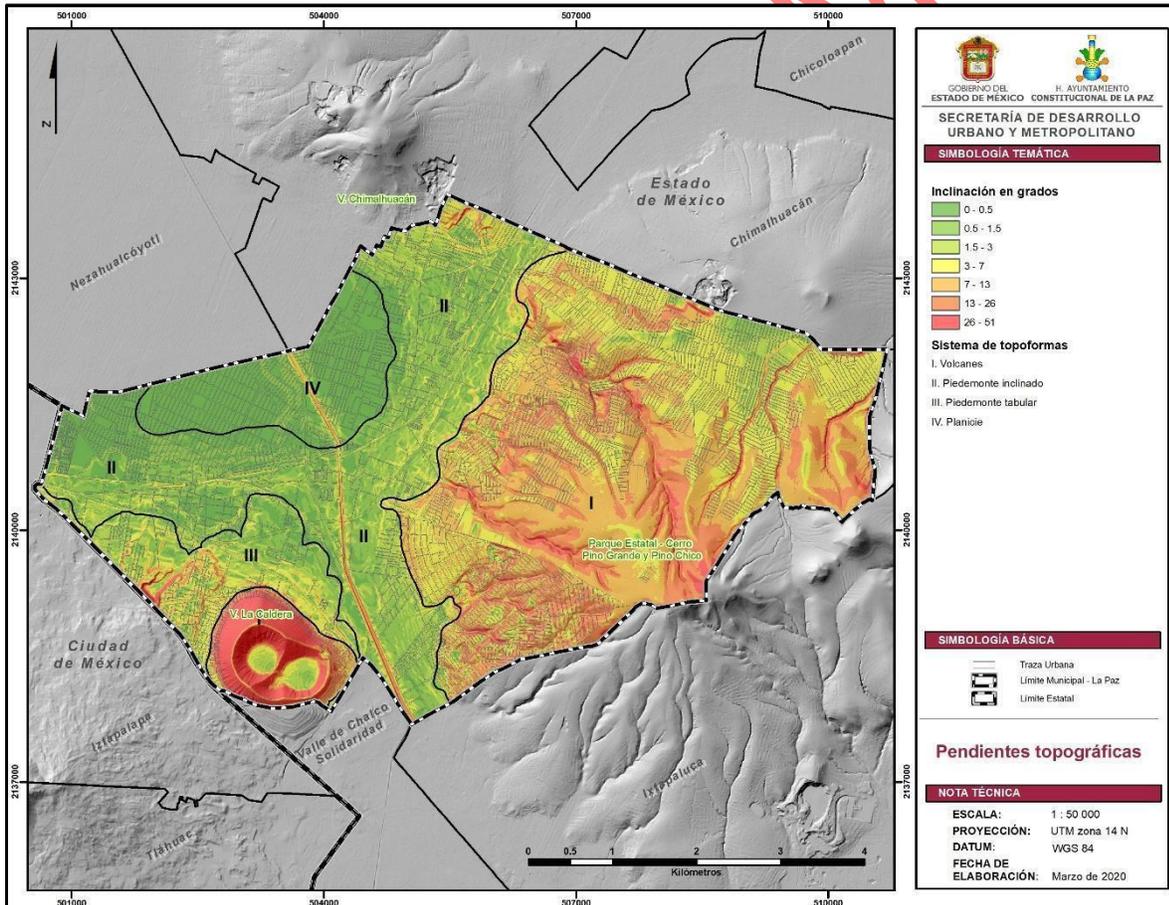
Es la inclinación que presenta el terreno con relación a un plano horizontal, su medición es en porcentajes o grados. En este sentido, la distribución espacial de estos datos morfométricos tiene numerosas aplicaciones, por ejemplo, es un punto de partida para elaboración de un mapa geomorfológico; permite establecer diferentes usos de suelo o reconstruir paleo relieves. Así como, es indispensable para visualizar los desniveles topográficos y su espacialidad.

El objetivo principal de este mapa consiste en mostrar la relación que existe entre los procesos de origen natural y humano con la morfología y el arreglo de los materiales presentes en el territorio. Esta variable es determinante para el estudio de los peligros o amenazas, que quede afectar, directa o indirectamente, a la población y al ambiente.

El método de elaboración de este mapa, consiste en transformar la distancia que hay entre las curvas de nivel, convirtiendo los valores longitudinales a grados. Para ello, se utilizó un Sistema de Información Geográfica (ArcGis v.10.7). El documento obtenido se analizó bajo un criterio geomorfológico y se clasificó en siete clases, ya que expresaban de manera clara los rasgos primarios del relieve que compone el territorio de La Paz.

Además, con el mapa de pendientes, se buscó una compatibilidad con las unidades morfológicas establecidas en el punto anterior. En este proceso se hicieron correcciones y se logró un documento cercano a la realidad del relieve (Figura V.A.6.1).

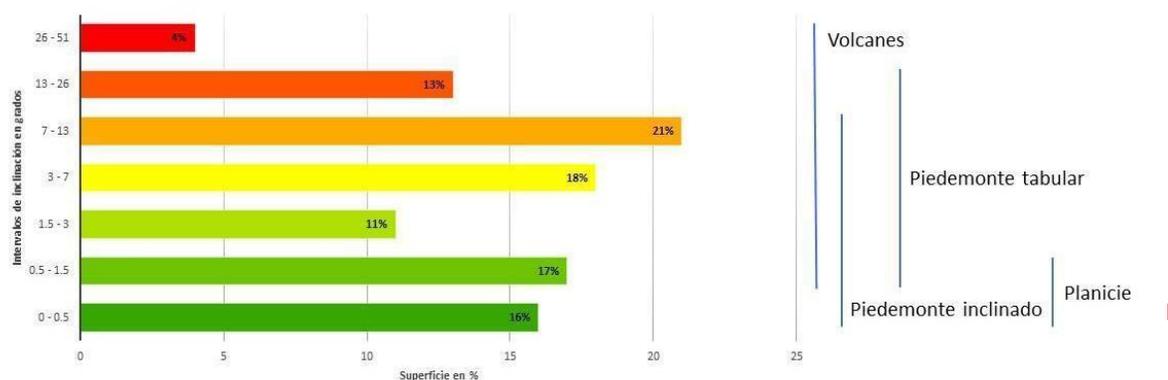
Figura V.A.6.1. Mapa de pendientes del terreno del municipio Los Reyes la Paz.



Fuente. Elaboración propia a partir del modelo LiDAR, 2007.

Bajo este marco, la interpretación del mapa se complementa de un histograma de frecuencia de pendientes que permite examinar la relación porcentajes de superficie – topoformas (Gráfica V.A.6.1).

Gráfica V.A.6.1. Histograma de frecuencia de pendientes.



a. Volcanes

Esta región, se caracteriza por pendientes heterogéneas, donde las laderas que exhibe varían en longitud, geometría y morfología; lo cual, se relaciona con las formas y los procesos que actúan en la zona; como evidencia existen antiguos frentes de lava localizados sobre las vertientes del complejo volcánico El Pino. Hay que resaltar, que en la actualidad estos rasgos dentro de la región se encuentran manteados por materiales de caída y de acarreo fluvial. En general, su distribución es entre los 1.5° hasta los 51° de inclinación.

Las pendientes > 7° representan laderas abruptas, las cuales se relacionan con los flancos volcánicos del Pino El Chico y Pino El Grande; así como, las del complejo La Caldera. Hay que mencionar que a partir de esta inclinación se hicieron más evidentes los frentes de lava asociados a los edificios principales.

b. Piedemonte inclinado

Está representada por una superficie ligeramente inclinada con valores < 1.5° de inclinación, la homogeneidad de este terreno, se debe a la acumulación de diversos detritos volcánicos acarreados por ríos y depositados a manera de mantos. En esta unidad, predomina la deposición sobre la erosión, hecho que favorece el desarrollo de una pendiente suave lo que permitió la adaptación urbana de este territorio.

c. Piedemonte tabular

Esta topoforma se localiza al SW de Los Reyes La Paz y se caracteriza por la heterogeneidad en geometrías, evidencia de ello, es la existencia de un rango amplio de inclinación del terreno (1.5° - 26°). En este sentido, los valores < 1.5°, se vinculan con mantos acumulativos que fueron depositados en las partes más bajas del Complejo La Caldera. Por su parte, las pendientes > 7° se relacionan con frentes de lava y a la sobreposición de flujos, asociados a La Caldera.

d. Planicie

Esta unidad, se localiza sobre el límite NW del municipio y representa el nivel base de la Cuenca de México. El origen de esta superficie es complejo, se asocia a la deposición de detritos volcánicos, lacustres y de acarreo fluvial. Esta característica hace que su geometría sea subhorizontal y su inclinación < 0.5°.

7. Sismicidad

Las altas precipitaciones en la Cuenca de México se concentran en sur, patrón que se asocia a la influencia de los vientos Alisios, que provocan las lluvias de verano y que presentan una dirección dominante NE-SW

agosto. Su gradiente de humedad es > 22.9 del índice de Lang (García y Mosiño, 1978; Soto, *et al.*, 2001).

8. Edafología

El municipio de Los Reyes La Paz se localiza en la región hidrológica número 26 (Panuco), dentro de la subcuenca del En términos de conformación edafológica para el municipio de La Paz, resulta importante señalar de inicio que por encontrarse localizado en la subprovincia fisiográfica de los Lagos y Volcanes de Anáhuac, cuenta predominantemente con suelos tanto de origen lacustre como volcánico, y algunos de transición con presencia secundaria. En este sentido, existe una estrecha correlación entre las estructuras geológicas subyacentes y los sustratos edáficos generados por los procesos de intemperismo y erosión en la zona.

Para fines de la actualización del Programa Municipal de Desarrollo de La Paz, Estado de México, se utilizaron tres fuentes de información cartográfica, así como el PMDU de 2003 y el Atlas de Riegos municipal de 2014. De acuerdo con la Cartas Edafológicas Chalco, 1:50 000, Serie I de INEGI (1983) y Ciudad de México, 1:250 000, Serie II (2013) los suelos del Grupo de Referencia (GSR) identificados en el municipio son Regosol, Solonchak y Feozem, todos ellos con diversos calificadores y horizontes edáficos y suelos secundarios concurrentes. Adicional a estas cartas, para la representación cartográfica se utilizó la cobertura de edafología de la CONABIO. En el Cuadro V.A.8.1. se presenta la clasificación general de los suelos identificados.

Cuadro V.A.8.1. Clasificación y distribución de suelos del municipio de La Paz, Estado de México.

Clave	GSR/Calificador Primario	Textura	Fase Físico / Química	Suelo Secundario	Superficie Ha	%	Ubicación en el municipio
Re	Regosol Eútrico	Media	Lítica	Feozem Háptico	1,662.26	45.14	Laderas circundantes del Parque Cerro Pino Grande / Pino Chico
Re	Regosol Eútrico	Media	Lítica / Gravosa	Cambisol Eútrico	106.90	2.90	Zona de La Caldera
Re	Regosol Eútrico	Gruesa	Lítica	Feozem	1,174.74	31.90	Pie de monte y zona urbana

				Calcárico			en torno a la carretera México - Texcoco
Zg	Solonchak Gléyico	Fina	Salina Sódica	Solonchak Ortico	234.94	6.38	Zona urbana de Los Reyes Acaquilpan y Magdalena de los Reyes
Zm	Solonchak Mólico	Fina	Salina		88.04	2.39	Zona de Rincón de Los Reyes
Hh	Feozem Háplico	Media	Lítica	Regosol Éútrico	65.49	1.78	Extremo norte en el límite con Chimalhuacán
Ic	Zona Urbana	Nd	Petro cálcica		349.82	9.50	Zona de la Cabecera Municipal

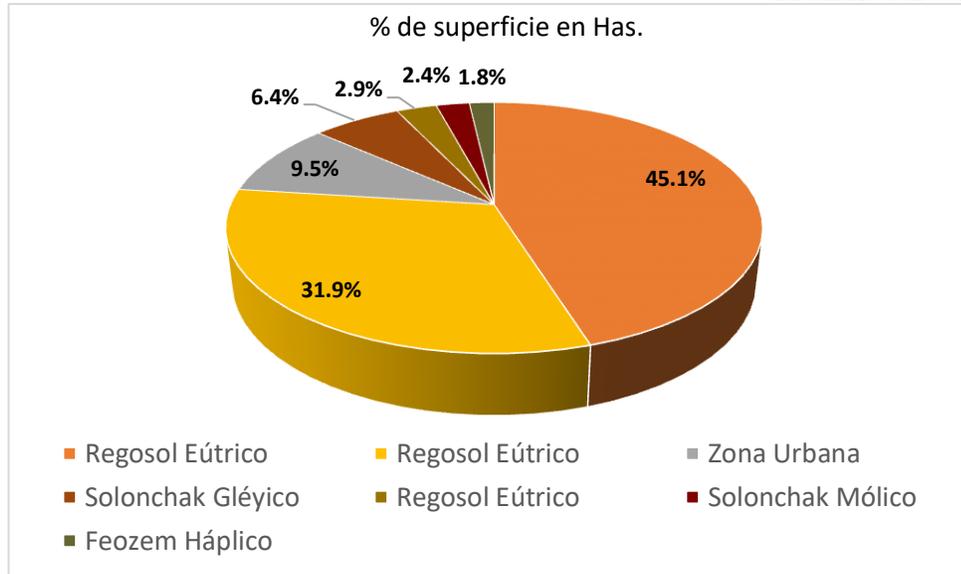
Fuente: Elaboración propia con base en la Carta Edafológica Chalco, 1:50 000, Serie I de INEGI (1983), Carta Edafológica Ciudad de México, 1:250 000, Serie II de INEGI (2013) y cobertura de Edafología, escala 1:1,000,000 de CONABIO (2001).

Lo anterior permite observar que el Regosol es el suelo predominante en el territorio municipal. Se trata de un suelo poco desarrollado que presenta una capa delgada de material suelto sobre la roca madre. El Regosol existente en el municipio es de tipo Éútrico, que se caracteriza por tener una capa ócrica, que cuando se retira la vegetación, se vuelve dura y costrosa lo que impide la penetración del agua hacia el subsuelo y dificulta el establecimiento de vegetación. Esta combinación (escasa cubierta vegetal y baja infiltración de agua al suelo) favorece la escorrentía superficial, y con ello, la erosión del terreno (Semarnat 2016).

De acuerdo con lo establecido en el PMDU de 2003, al interior del municipio es necesario señalar la diferencia entre Regosol Éútrico de las laderas o partes altas y el de la zona de piedemonte. Por un lado el suelo de las laderas, tanto del Cerro Pino Grande – Pino Chico como de La Caldera es Regosol Éútrico de fase lítica y gravosa, lo que representa que la capa de roca se encuentra cercana a la superficie lo que reduce notablemente la potencialidad agrícola de este tipo de suelo. Por otro lado, el Regosol Éútrico de piedemonte se encuentra desarrollado a mayor profundidad lo que le agrega condiciones para la actividad agrícola, sin embargo, el alto avance de ocupación del territorio para vivienda precaria y la urbanización descontrolada ha vuelto irrelevante la capacidad agrológica y de vocación productiva de estos suelos, generando sustituciones de uso agrícola a uso urbano.

Si bien es evidente que el suelo de mayor presencia en el municipio es el Regosol Éútrico (80% de cobertura en el territorio), en la Gráfica V.A.8.1. se establecen las diferencias porcentuales acorde a su textura y fase químico-física, incluidos los suelos Solonchak Gléyico, Solonchak Mólico y Feozem Háplico. Ver figura V.A.8.1.

Gráfica V.A.8.1. Distribución porcentual de suelos del municipio de La Paz, Estado de México.



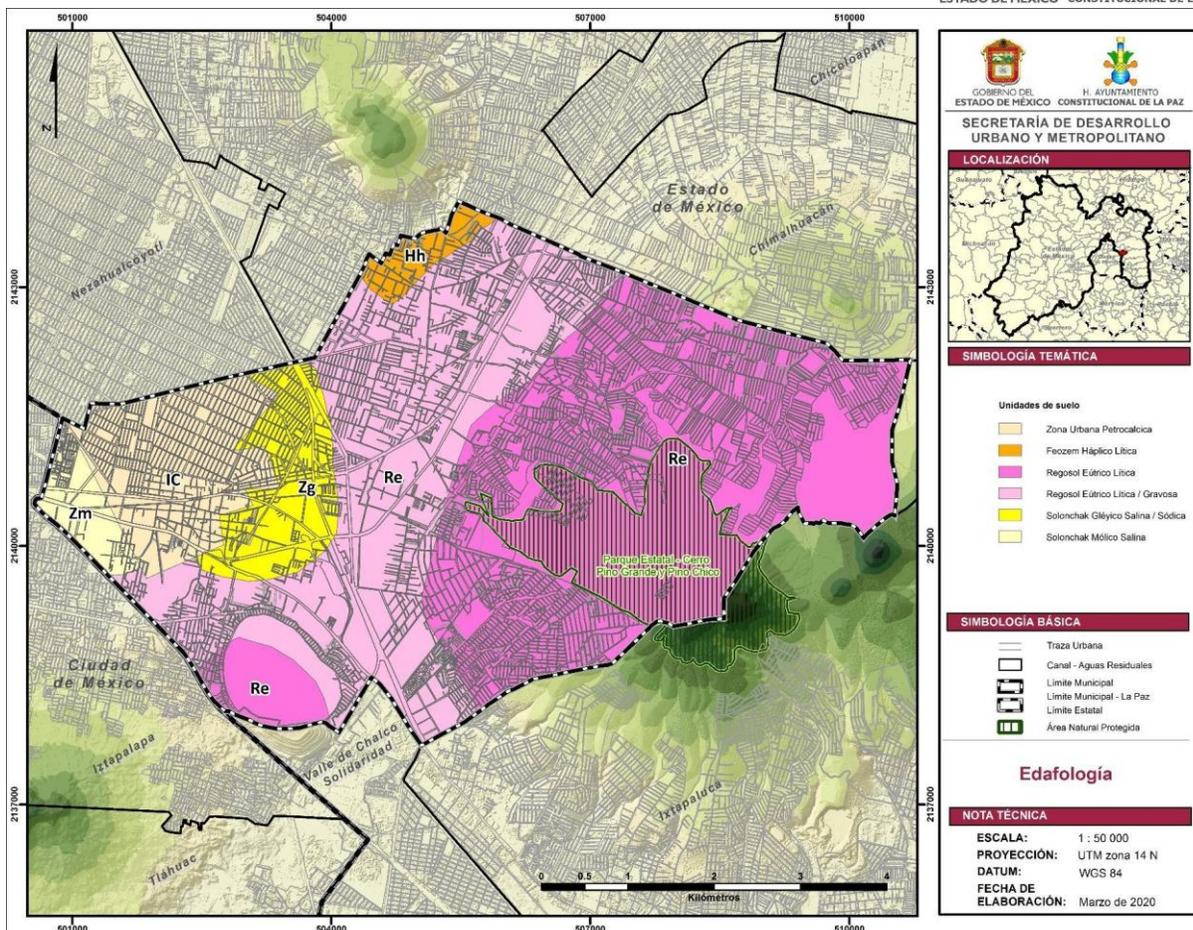
Fuente: Elaboración propia con base en la información del cuadro 8.1.

El segundo grupo de suelos predominantes son los del grupo Solonchak, que es un suelo típico de los antiguos lechos lacustres, por lo que están ubicados en la parte plana del municipio. Estos suelos presentan un alto contenido de sales, lo que hace que su capacidad de soportar vegetación se encuentre extremadamente limitada, al igual que su potencialidad agrícola.

Esto hace que desarrollen perfiles de débiles a fuertemente meteorizados, muchos Solonchaks tienen un patrón de color gléyico a cierta profundidad. En áreas bajas con capa de agua somera, la acumulación de sales es mayor en la superficie del suelo (Solonchaks externos). Los Solonchaks donde el agua freática ascendente no alcanza el suelo superficial (o aún el solum) tienen la mayor acumulación de sales a cierta profundidad debajo de la superficie del suelo (IUSS Working Group WRB, 2015).

El suelo Solonchak presente en la porción poniente del municipio es Gléyico, es decir, pantanoso. Este suelo presenta una capa subterránea que dificulta la infiltración y ocasiona el estancamiento del agua, razón por la cual en la porción noroeste del municipio, en donde confluyen los escurrimientos provenientes de los cerros Pino Grande, Pino Chico y Chimalhuache en una zona de Solonchak Gléyico, se producen inundaciones recurrentes. La zona de suelo Solonchak Gléyico se encuentra completamente urbanizada y corresponde a la zona de las colonias Valle de los Reyes, Ancón, El Salado y la zona de San Sebastián Chimalpa, donde se producen las inundaciones.

Figura V.A.8.1. Edafología del municipio de La Paz, Estado de México.



Fuente: Elaboración propia con base en cobertura de Edafología, de CONABIO (2001).

Respecto al suelo Solonchak Mólico, del latín *mollis*, blando, es un horizonte superficial grueso, bien estructurado (generalmente granular o en bloques subangulares finos) que puede identificarse fácilmente por su color oscuro causado por la acumulación de material orgánica. Este tipo de suelo se encuentra localizado en el extremo poniente del municipio, en la zona conocida como Rincón de los Reyes, en los límites con la Alcaldía de Iztapalapa, y en virtud del alto grado de urbanización en la zona, ha perdido su vocación agrícola.

Finalmente, existen reductos de suelo Feozem Háplico en el extremo sur y suroriente del municipio, entre la carretera federal y la autopista México – Puebla. Estos suelos son los de mayor vocación y potencialidad agrícola. Se trata, sin embargo, de zonas ocupadas por una zona industrial en el primer caso, y la colonia Ampliación Los Reyes en el segundo. Hay una porción pequeña de Feozem Calcárico en el norte del municipio, en el piedemonte del volcán Chimalhuache. Sin embargo, su cercanía al lecho lacustre y la presencia de sales y cal, condicionan su potencialidad agrícola.

En términos de capacidad agrologica de los suelos del municipio de La Paz puede concluirse que por su conformación física y química, así como por los intensos procesos de intemperismo y meteorización a los que se ven sujetos, su capacidad de uso es muy limitada, acotándose a tierras marginales para uso agrícola de temporal anual y pecuario intensivo, con aptitud para el aprovechamiento forestal, sin

embargo el incremento descontrolado de la urbanización ha reducido aún más dicha capacidad agrologica.

9. Uso de Suelo y Vegetación

Para el análisis de este apartado se utilizaron diversos elementos, tales como la carta de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI, escala 1:50,000, denominada Chalco, con clasificación E14B51, edición 1982, Serie única de 806 cartas; así como la carta de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI, escala 1:250,000, Serie VI, de 2017, denominada Ciudad de México, Clasificación E14-2. Mapa D-2 Carta de Vocación y Potencialidad del Territorio del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de La Paz, 2003. Y por último imágenes satelitales utilizadas a través de interpretación del SIG; el análisis se realiza a través de Áreas de Ordenamiento y Regulación (AOR), tal y como se realiza en el apartado de Desarrollo Urbano, para darle sentido a la subdivisión territorial del municipio en estos elementos.

Según la Guía para la interpretación de la carta de Uso del Suelo y Vegetación, escala 1:250 000, serie VI. INEGI. (2017); se muestran las afinidades ecológicas de los diferentes tipos de vegetación y los diferentes ecosistemas vegetales agrupados de acuerdo con el sistema de clasificación propuesto por Rzedowski (1978); obteniendo de esta clasificación las diferentes agrupaciones vegetales, que para el municipio de La Paz en el año de 1982 era la siguiente:

Agricultura de Temporal con cultivos anuales cultivo principal, Acelga (TA 1,): *Se clasifica como tal al tipo de agricultura de todos aquellos terrenos donde el ciclo vegetativo de los cultivos depende del agua de lluvia, por lo que su éxito está en función de la cantidad de precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua, su clasificación es independiente del tiempo que dura el cultivo en el suelo, puede llegar a más de diez años. Estas zonas, para ser clasificadas como de temporal deberán permanecer sembradas al menos un 80% del ciclo agrícola. Pueden ser áreas de monocultivo o de policultivo y pueden combinarse con pastizales o bien estar mezcladas con zonas de riego, lo que conforma un mosaico complejo, difícil de separar, pero que generalmente presenta dominancia de los cultivos cuyo crecimiento depende del agua de lluvia.* La carta cuenta con el subíndice 1 el cual en el citado manual da la clasificación de tipo de cultivo como Acelga. INEGI (2017, pág. 24)

Pastizal inducido (PI) *Es aquel que surge cuando es eliminada la vegetación original. Este pastizal puede aparecer como consecuencia de desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia. Son de muy diversos tipos y aunque cabe observar que no hay pastizales que pudieran considerarse como totalmente libres de alguna influencia humana, el grado de injerencia del hombre es muy variable y con frecuencia difícil de estimar. los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene.* (INEGI, 2007, pág. 60)

Pastizal halófilo: Pastizal Halófilo (PH) *Comunidad de gramíneas y gramínoideas que se desarrolla sobre suelos salino-sódicos, por lo que Su distribución comprende todo el Valle de México. Cuando los cloruros y los sulfatos son las sales predominantes, el pH del suelo donde se desarrollan estos pastizales se mantiene generalmente entre 7 y 8.5, en cambio, de ser los carbonatos los más abundantes, la reacción es fuertemente alcalina. Estos suelos, por lo común, son de textura arcillosa y de drenaje deficiente y muchas veces están sujetos a inundaciones más o menos prolongadas. La humedad del suelo, así como el contenido de sales y su alcalinidad pueden tener una variación acentuada a lo largo del año y muchas veces también de un año a otro. Entre las formas biológicas de las comunidades halófitas predominan las gramíneas rizomatosas y las plantas herbáceas suculentas. Los pastizales halófilos del Altiplano varían por lo común, de bajos a medianos (hasta 80cm de alto) y, en general, son densos.* (INEGI, 2017, pág. 43)

Bosque de Tascate (Bj): *“...Los climas en que se desarrolla varían, desde el frío de las altas montañas hasta el templado subhúmedo y el semiseco de las zonas áridas. Se encuentra en altitudes entre los 1 000 y 2 600m, con una temperatura media anual que va de los 12 a 22°C y una precipitación que fluctúa de los 200 a los 1 200mm. Se establecen en rocas ígneas de tobas y basaltos, sedimentarias como las calizas y lutitas y en menor proporción en metamórficas como los gneis y esquistos, entre otros, principalmente en leptosoles, regosoles luvisoles, vertisoles y en menor medida en chernozem, phaeozem, entre otros. El bosque está conformado por árboles con hojas en forma de escama (escuamifolios) del género Juniperus conocido como táscate, enebro o cedro. Tienen una altura promedio de 8 a 15m, y están siempre en contacto con los bosques de encino, pino-encino, selva baja caducifolia y matorrales de zonas áridas. Las especies más comunes y de mayor distribución en estos bosques son Juniperus flaccida, J. deppeana, J. monosperma y algunas especies del género Quercus y Pinus”* (INEGI, 2017, pág. 31).

Matorral inerme (Mi): *Comunidad formada por más del 70 % de plantas sin espinas, como los matorrales de Larrea tridentata (Gobernadora), Flourensia cernua (Hojasén), Cordia greggii (Nagua blanca o Trompillo), Franseria dumosa (Hierba del Burro).* (INEGI, 2009, pág. 52)

Bosque cultivado de eucalipto (BCe). La Guía para la interpretación de cartografía Uso del Suelo y Vegetación, escala 1:250 000, serie III, define a los Bosques, como *la Vegetación arbórea de origen septentrional (holártico) principalmente de regiones de climas templado y semifrío, con diferentes grados de humedad, propias de las regiones montañosas; de acuerdo con la FAO, se denomina bosque a las comunidades con presencia predominante de árboles con una cubierta de copa de más del 10 por ciento de la zona y una superficie superior a 0.5 ha. Este término incluye los bosques utilizados con fines de producción, protección, conservación o usos múltiples (es decir, bosques que integran parques nacionales, reservas de la naturaleza y otras áreas protegidas.* (INEGI, 2009, pág. 37). Definición la anterior que no se ajusta a la clasificación que se asienta en la carta de 1982, ya que falta por definir el término de Cultivado de Eucalipto, sin embargo, las Guías para la interpretación de cartografía Uso del Suelo y Vegetación de las series siguientes no definen el término, de esta forma se tiene que inferir que es una comunidad arbórea cultivada por el ser humano de eucalipto, árbol no endémico del lugar.

- Área de Ordenamiento y Regulación I

El análisis como se menciona renglones arriba se desarrolla a través de Áreas de Ordenamiento y Regulación (AOR), aquí iniciamos con la primera, en la que se puede observar que el uso de suelo para el año de 1982 era principalmente de pastizal inducido con 62.49 hectáreas y 46.35 ha., de agricultura de temporada; además de contar con 16.76 hectáreas de suelo urbano que es donde se encuentra ubicado el centro de población más antiguo. Para el año de 2003 se puede observar que el AOR I ha sido ocupada con el asentamiento de población en toda su superficie que es de 125.60 ha. Situación que se corrobora con el análisis de la carta de Uso de suelo y vegetación Serie VI para el año de 2017, en ~~donde~~ se aprecia el cambio de cobertura a urbano construido, (ver Tabla V.A.9.1 y Figura V.A.9.1).

Tabla V.A.9.1. Uso de Suelo y Vegetación municipio La Paz 1982 a 2017 AOR I

AOR	Uso de Suelo y Vegetación, INEGI			PMDU 2003		Uso de Suelo y Vegetación, INEGI		
	Edición 1982 (1:50 000)			Tipo	Área (ha)	Serie VI, Edición 2017 (1:250 000)		
	Tipo	Clave	Área (ha)			Tipo	Clave	Área (ha)
I	Pastizal Inducido	Pi	62.49	Urbano	125.60	Urbano construido	AH	125.60
	Agricultura de Temporal Anual	TA	46.35					
	Urbano	U	16.76					

Fuente: INEGI; (1982). Carta de Uso de Suelo y Vegetación, escala 1:50,000. Carta D-2 Vocación del Territorio del PMDU de La Paz (2003). INEGI; (2017). Carta de Uso de Suelo y Vegetación, escala 1:250,000, Serie VI.

- Área de Ordenamiento y Regulación II

Para el AOR II en el año de 1982 se cuenta con un total de 64.81 Ha., de pastizal inducido; 4.49 ha. de pastizal halófilo y 65.37 hectáreas de Agricultura de temporada y 300.25 ha., de suelo con uso urbano; las cuales para el año de 2003 han cambiado en su totalidad y ahora se encuentra una cobertura urbana de la misma superficie 434.92 hectáreas totales; mismo dato se actualiza al 2017 con el análisis de la carta de Uso de suelo y Vegetación Serie VI, (ver Tabla V.A.9.2 y Figura V.A.9.1).

Tabla V.A.9.2. Uso de Suelo y Vegetación municipio La Paz 1982 a 2017 AOR II

AOR	Uso de Suelo y Vegetación, INEGI			PMDU 2003		Uso de Suelo y Vegetación, INEGI		
	Edición 1982 (1:50 000)			Tipo	Área (ha)	Serie VI, Edición 2017 (1:250 000)		
	Tipo	Clave	Área (ha)			Tipo	Clave	Área (ha)
II	Pastizal Inducido	Pi	64.81	Urbano	434.92	Urbano construido	AH	434.92
	Pastizal Halófilo	Ph	4.49					
	Agricultura de Temporal Anual	TA	65.37					
	Urbano	U	300.25					

Fuente: INEGI; (1982). Carta de Uso de Suelo y Vegetación, escala 1:50,000. Carta D-2 Vocación del Territorio del PMDU de La Paz (2003). INEGI; (2017). Carta de Uso de Suelo y Vegetación, escala 1:250,000, Serie VI.

- Área de Ordenamiento y Regulación III

Para esta Área, contamos para 1982 con tres tipos de vegetación, Pastizal inducido, con 0.47 Ha., Pastizal halófilo con 54.98 ha., y Agricultura de temporada con 97.63 hectáreas, y 105.73 hectáreas de suelo con cobertura urbana; se presenta ya para 2003 la consolidación de uso del suelo urbano y han pasado a ocupar las 258.35 hectáreas de las anteriores coberturas vegetales a suelo con asentamientos humanos; lo cual se consolida para 2017, (ver Tabla V.A.9.3 y Figura V.A.9.1).

Tabla V.A.9.3. Uso de Suelo y Vegetación municipio La Paz 1982 a 2017 AOR III

AOR	Uso de Suelo y Vegetación, INEGI			PMDU 2003		Uso de Suelo y Vegetación, INEGI		
	Edición 1982 (1:50 000)			Tipo	Área (ha)	Serie VI, Edición 2017 (1:250 000)		
	Tipo	Clave	Área (ha)			Tipo	Clave	Área (ha)
III	Pastizal Halófilo	Ph	54.98	Urbano	258.35	Urbano construido	AH	258.35
	Agricultura de Temporal Anual	TA	97.63					
	Urbano	U	105.73					

Fuente: INEGI; (1982). Carta de Uso de Suelo y Vegetación, escala 1:50,000. Carta D-2 Vocación del Territorio del PMDU de La Paz (2003). INEGI; (2017). Carta de Uso de Suelo y Vegetación, escala 1:250,000, Serie VI.

- Área de Ordenamiento y Regulación IV

En esta AOR sucede lo mismo que en las anteriores, cambia la cobertura vegetal de Pastizal halófilo de 18.30 ha., en 1982 y Agricultura de temporal con 197.47 ha., y 46.92 hectáreas de suelo con cobertura urbana; que en su conjunto suman 262.69 hectáreas de suelo urbano para 2003 y se consolidan en 2017, con un suelo preponderantemente urbano, con asentamientos humanos, (ver Tabla V.A.9.4 y Figura V.A.9.1).

Tabla V.A.9.4. Uso de Suelo y Vegetación municipio La Paz 1982 a 2017 AOR IV

AOR	Uso de Suelo y Vegetación, INEGI			PMDU 2003		Uso de Suelo y Vegetación, INEGI		
	Edición 1982 (1:50 000)			Tipo	Área (ha)	Serie VI, Edición 2017 (1:250 000)		
	Tipo	Clave	Área (ha)			Tipo	Clave	Área (ha)
IV	Pastizal Halófilo	Ph	18.30	Urbano	262.69	Urbano construido	AH	262.69
	Agricultura de Temporal Anual	TA	197.47					
	Urbano	U	46.92					

Fuente: INEGI; (1982). Carta de Uso de Suelo y Vegetación, escala 1:50,000. Carta D-2 Vocación del Territorio del PMDU de La Paz (2003). INEGI; (2017). Carta de Uso de Suelo y Vegetación, escala 1:250,000, Serie VI.

- Área de Ordenamiento y Regulación V

La AOR V se puede definir como un área de transición entre lo urbano y semiurbano, sin llegar a lo rural, que para este municipio se considera ya no hay esta condición, ya que es periférico a la Ciudad de México y está casi todo con cobertura habitacional, consolidada y dispersa, en este caso se cuenta para 1982 con una cobertura de Pastizal inducido por una cantidad de 79.80 ha., otra zona de la AOR contaba con Pastizal inducido con bosque de encino con 4.40 ha., y otra zona con Agricultura de temporada con 641.07 ha., con el paso del tiempo se ha ido poblando la zona de agricultura de temporada y se transformó a suelo urbano 19.90 ha., de las cuales al 2017 503.41 ha., se han convertido a uso de suelo Urbano construido; el Pastizal inducido aumentó a 126.32 ha., y la cobertura de Agricultura de temporada bajó a 115.43 hectáreas en esta zona del municipio de La Paz, (ver Tabla V.A.9.5 y Figura V.A.9.1).

Tabla V.A.9.5. Uso de Suelo y Vegetación municipio La Paz 1982 a 2017 AOR V

AOR	Uso de Suelo y Vegetación, INEGI			PMDU 2003		Uso de Suelo y Vegetación, INEGI		
	Edición 1982 (1:50 000)			Tipo	Área (ha)	Serie VI, Edición 2017 (1:250 000)		
	Tipo	Clave	Área (ha)			Tipo	Clave	Área (ha)
V	Pastizal Inducido	Pi	79.80	*	*	Pastizal Inducido	PI	126.32
	Pastizal Inducido con Bosque de Encino	Pi - Bq	4.40			Agricultura de Temporal Anual	TA	115.43
	Agricultura de Temporal Anual	TA	641.07			Urbano construido	AH	503.41
	Urbano	U	19.90					

Fuente: INEGI; (1982). Carta de Uso de Suelo y Vegetación, escala 1:50,000. Carta D-2 Vocación del Territorio del PMDU de La Paz (2003). INEGI; (2017). Carta de Uso de Suelo y Vegetación, escala 1:250,000, Serie VI.

- Área de Ordenamiento y Regulación VI

Para esta Área contamos en 1982 con 123.11 ha., de Pastizal inducido con bosque de táscate se tiene 29.72 ha., y de Agricultura de temporada se tiene 205.84 ha., para el año de 2003 en el PMDU La Paz se tienen 119.84 ha., de pastizal y 289.98 hectáreas de suelo urbano; para el año de 2017 se ha cambiado casi en su totalidad por suelo con cobertura urbana por 364.10 hectáreas y apenas quedaron 17.91 ha., de Agricultura de temporada; respecto a la cobertura de Bosque de táscate para 1982 se contaba con 29.72 hectáreas y para el 2017 sube mínimamente a 31.05 ha., (ver Tabla V.A.9.6 y Figura V.A.9.1).

Tabla V.A.9.6. Uso de Suelo y Vegetación municipio La Paz 1982 a 2017 AOR VI

AOR	Uso de Suelo y Vegetación, INEGI		PMDU 2003		Uso de Suelo y Vegetación, INEGI	
	Edición 1982 (1:50 000)		Tipo	Área	Serie VI, Edición 2017 (1:250 000)	

R	Tipo	Clave	Área (ha)		(ha)	Tipo	Clave	Área (ha)
VI	Pastizal Inducido	Pi	123.11	Pastizal	119.84	Bosque de Tásate	BJ	31.05
	Bosque de Tásate con Pastizal Inducido	Bj - Pi	29.72					
	Agricultura de Temporal Anual	TA	205.84	Urbano	289.98	Agricultura de Temporal Anual	TA	17.91
	Urbano	U	54.39			Urbano construido	AH	364.10

Fuente: INEGI; (1982). Carta de Uso de Suelo y Vegetación, escala 1:50,000. Carta D-2 Vocación del Territorio del PMDU de La Paz (2003). INEGI; (2017). Carta de Uso de Suelo y Vegetación, escala 1:250,000, Serie VI.

- Área de Ordenamiento y Regulación VII

Esta zona obedece principalmente al Área Natural Protegida con la Categoría de Parque Estatal, denominada Cerro Pino Grande y Pino Chico, declarada el 10 de noviembre de 2014; para 1982 contaba con la cobertura de Pastizal inducido, Bosque de Tásate y Agricultura de temporada, con 228.00, 97.95 y 37.21 hectáreas respectivamente que sumados dan la cantidad de 362.96 ha.; para 2003 se contabiliza 363.16 ha., de pastizal inducido, lo cual obedece a la presión del crecimiento urbano se han invadido una gran cantidad de la zona en sus diferentes laderas y han cambiado los usos en la zona, disminuyendo para 2017 el Pastizal inducido a 165.96 ha., el Bosque de Tásate se ha conservado por ser el que se encuentra en la zona más elevada y cuenta con 110.52 ha., la agricultura de temporada disminuyó a 18.60 ha., y pasó a ser suelo Urbano construido, que se presume sean asentamientos irregulares con 64.30 ha., por no ser compatibles los usos de suelo. Para 2017 se cuenta con una nueva clasificación de uso de suelo Bosque Cultivado, que cuenta con 3.75 hectáreas en la zona, (ver Tabla V.A.9.7 y Figura V.A.9.1).

Tabla V.A.9.7. Uso de Suelo y Vegetación municipio La Paz 1982 a 2017 AOR VII

AOR	Uso de Suelo y Vegetación, INEGI			PMDU 2003		Uso de Suelo y Vegetación, INEGI		
	Edición 1982 (1:50 000)			Tipo	Área (ha)	Serie VI, Edición 2017 (1:250 000)		
	Tipo	Clave	Área (ha)			Tipo	Clave	Área (ha)
VII	Pastizal Inducido	Pi	228.00	Pastizal	363.16	Pastizal Inducido	PI	165.96
	Bosque de Tásate con Pastizal Inducido	Bj - Pi	97.95			Bosque de Tásate	BJ	110.52
	Agricultura de Temporal Anual	TA	37.21			Agricultura de Temporal Anual	TA	18.60
						Urbano construido	AH	64.33
						Bosque Cultivado	BC	3.75

Fuente: INEGI; (1982). Carta de Uso de Suelo y Vegetación, escala 1:50,000. Carta D-2 Vocación del Territorio del PMDU de La Paz (2003). INEGI; (2017). Carta de Uso de Suelo y Vegetación, escala 1:250,000, Serie VI.

- Área de Ordenamiento y Regulación VIII

Esta AOR se encuentra en la ladera suroeste del ANP Cerro Pino Grande y Pino Chico, para 1982 se tienen 172.59 hectáreas y con matorral inerme se cuenta con 111.39 hectáreas; 133.64 y 43.73 hectáreas de suelo de agricultura de temporada y suelo urbano respectivamente. Para 2003 se reconvirtió la cobertura del suelo de pastizal y cambia a sólo 79.56 ha., de agricultura de temporada baja a 36.96 hectáreas y lo que aumenta es el suelo urbano ya que aumenta a 344.82 ha., para el año de 2017 el pastizal sigue bajando y cuanta tan solo con 26.64 ha., y el suelo con cobertura urbana aumenta a 434.71 hectáreas, (ver Tabla V.A.9.8 y Figura V.A.9.1).

Tabla V.A.9.8. Uso de Suelo y Vegetación municipio La Paz 1982 a 2017 AOR VIII

AOR	Uso de Suelo y Vegetación, INEGI			PMDU 2003		Uso de Suelo y Vegetación, INEGI		
	Edición 1982 (1:50 000)			Tipo	Área (ha)	Serie VI, Edición 2017 (1:250 000)		
	Tipo	Clave	Área (ha)			Tipo	Clave	Área (ha)
VIII	Pastizal Inducido	Pi	172.59	Pastizal	79.56	Pastizal Inducido	PI	26.64
	Pastizal Inducido con Matorral Inerme	Pi - Mi	111.39					
	Agricultura de Temporal Anual	TA	133.64	Agricultura de Temporal de Mediana Productividad	36.96	Urbano construido	AH	434.71
	Urbano	U	43.73	Urbano	344.82			

Fuente: INEGI; (1982). Carta de Uso de Suelo y Vegetación, escala 1:50,000. Carta D-2 Vocación del Territorio del PMDU de La Paz (2003). INEGI; (2017). Carta de Uso de Suelo y Vegetación, escala 1:250,000, Serie VI.

- Área de Ordenamiento y Regulación IX

En referencia a esta AOR IX se observa el mismo comportamiento que a las anteriores, ya que el área de pastizal inducido cambia de 1982 con 65.04 a 83.91 hectáreas en 2017 de pastizal inducido; sin embargo, la cobertura de agricultura de temporada desaparece de 1982 a 2017, ya que se tenía en la primera fecha 136.81 ha., y en la segunda ya no aparece esta cobertura y cambia a suelo urbano con 181.35 ha, (ver Tabla V.A.9.9 y Figura V.A.9.1).

Tabla V.A.9.9. Uso de Suelo y Vegetación municipio La Paz 1982 a 2017 AOR IX

AOR	Uso de Suelo y Vegetación, INEGI			PMDU 2003		Uso de Suelo y Vegetación, INEGI		
	Edición 1982 (1:50 000)			Tipo	Área (ha)	Serie VI, Edición 2017 (1:250 000)		
	Tipo	Clave	Área (ha)			Tipo	Clave	Área (ha)
IX	Pastizal Inducido	Pi	65.04	Pastizal	56.93	Pastizal Inducido	PI	83.91

	Agricultura de Temporal Anual	TA	136.81	Agricultura de Temporal de Mediana Productividad	36.14	Urbano construido	AH	129.12
	Urbano	U	11.18	Urbano	119.96	Urbano		52.23

Fuente: INEGI; (1982). Carta de Uso de Suelo y Vegetación, escala 1:50,000. Carta D-2 Vocación del Territorio del PMDU de La Paz (2003). INEGI; (2017). Carta de Uso de Suelo y Vegetación, escala 1:250,000, Serie VI.

- Área de Ordenamiento y Regulación X

Misma situación ocurre en esta AOR, ya que el pastizal inducido en 1982 cuanta con 98.54 ha., y pasa a 67.73 ha., en 2017; para la cobertura de Agricultura de temporada en la primera fecha se cuenta con 172.87 hectáreas, cobertura que se pierde para 2017 y cambia a uso de suelo urbano construido a 249.00 hectáreas, (ver Tabla V.A.9.10 y Figura V.A.9.1).

Tabla V.A.9.10. Uso de Suelo y Vegetación municipio La Paz 1982 a 2017 AOR X

AOR	Uso de Suelo y Vegetación, INEGI			PMDU 2003		Uso de Suelo y Vegetación, INEGI		
	Edición 1982 (1:50 000)			Tipo	Área (ha)	Serie VI, Edición 2017 (1:250 000)		
	Tipo	Clave	Área (ha)			Tipo	Clave	Área (ha)
X	Pastizal Inducido	Pi	98.54	Pastizal Inducido	63.05	Pastizal Inducido	PI	67.73
	Agricultura de Temporal Anual	TA	172.87	Agricultura de Temporal Anual	0.00	Urbano construido	AH	249.00
	Urbano	U	45.32	Urbano	253.68			

Fuente: INEGI; (1982). Carta de Uso de Suelo y Vegetación, escala 1:50,000. Carta D-2 Vocación del Territorio del PMDU de La Paz (2003). INEGI; (2017). Carta de Uso de Suelo y Vegetación, escala 1:250,000, Serie VI.

- Área de Ordenamiento y Regulación XI

Por último, se tiene al AOR XI, en dónde para 1982 se contaba con cobertura de Agricultura de temporada con 57.34 hectáreas y suelo urbano con 30.79 ha., ya para 2003 y 2017 la cobertura cambia totalmente a suelo urbano en su totalidad, con lo cual se tienen 88.13 hectáreas de suelo con cobertura urbana, (ver Tabla V.A.9.11 y Figura V.A.9.1).

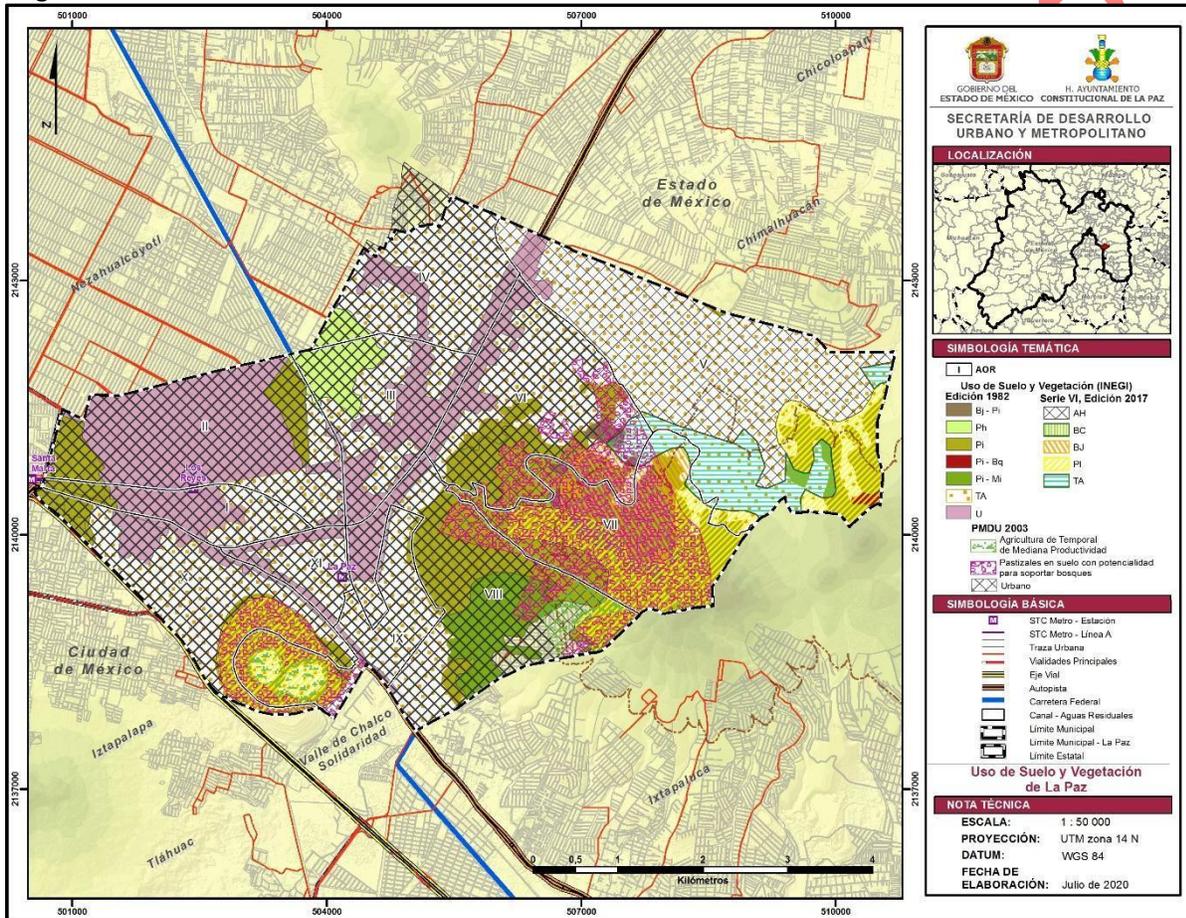
Tabla V.A.9.11 Uso de Suelo y Vegetación municipio La Paz 1982 a 2017 AOR XI

AOR	Uso de Suelo y Vegetación, INEGI			PMDU 2003		Uso de Suelo y Vegetación, INEGI		
	Edición 1982 (1:50 000)			Tipo	Área (ha)	Serie VI, Edición 2017 (1:250 000)		
	Tipo	Clave	Área (ha)			Tipo	Clave	Área (ha)

XI	Agricultura de Temporal Anual	TA	57.34	Urbano	88.13	Urbano construido	AH	88.13
	Urbano	U	30.79					

Fuente: INEGI; (1982). Carta de Uso de Suelo y Vegetación, escala 1:50,000. Carta D-2 Vocación del Territorio del PMDU de La Paz (2003). INEGI; (2017). Carta de Uso de Suelo y Vegetación, escala 1:250,000, Serie VI.

Figura V.A.9.1. Uso de Suelo y Vegetación municipio La Paz 1982 a 2017 por Área de Ordenamiento y Regulación



Fuente: INEGI; (1982). Carta de Uso de Suelo y Vegetación, escala 1:50,000. Carta D-2 Vocación del Territorio del PMDU de La Paz (2003). INEGI; (2017). Carta de Uso de Suelo y Vegetación, escala 1:250,000, Serie VI.

10. Hidrografía e Hidrología

El municipio de Los Reyes La Paz se localiza en la región hidrológica número 26 (Panuco), dentro de la subcuenca del Lago de Texcoco-Zumpango. Las corrientes que se desarrolla dentro de este territorio son de tipo *intermitente*, que en conjunto pueden definir patrones de drenaje; la integración y densidad de las mismas se puede vincular con la edad de la superficie en donde tienen desarrollo.

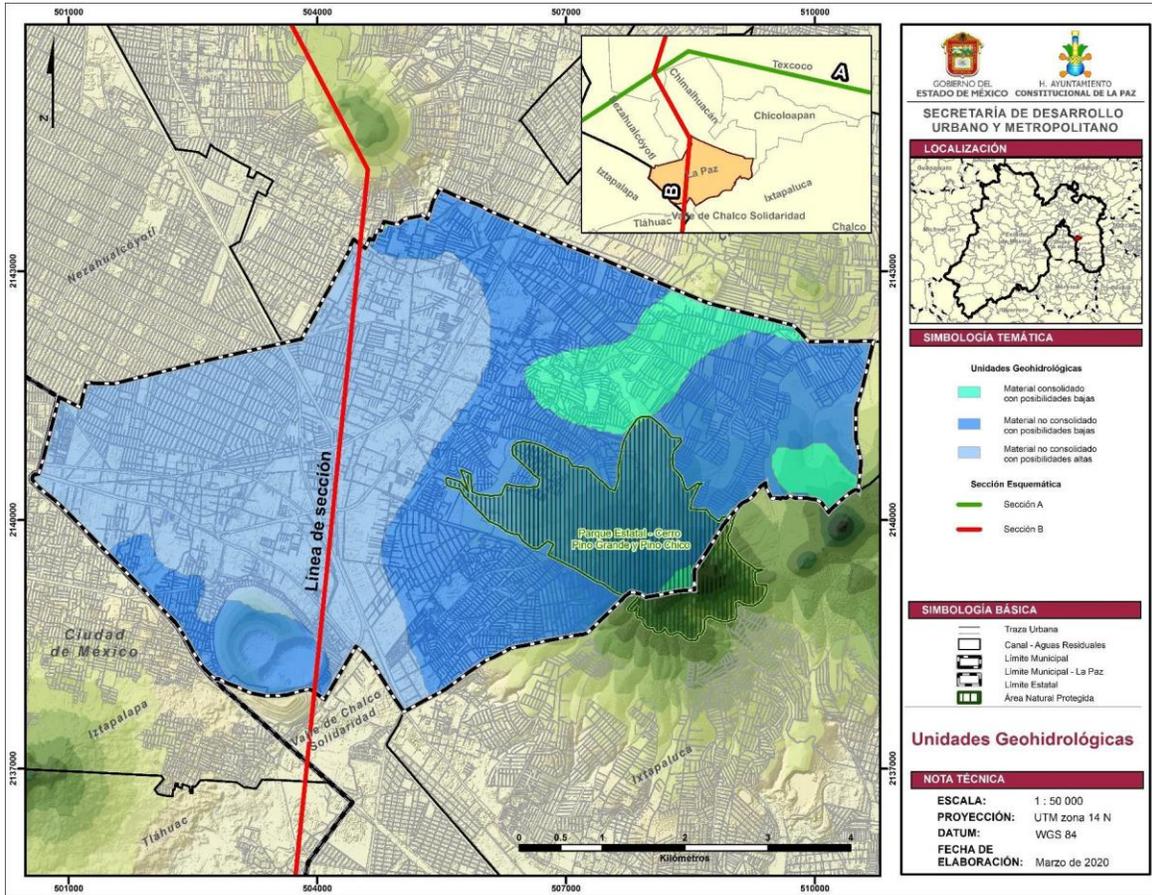
El municipio se emplaza sobre los suelos lacustres de la porción centro-oriental de la Cuenca de México; este hecho promueve que los escurrimientos provenientes de la Sierra El Pino, V. Chimalhuacán y la Sierra de Santa Catarina desemboquen hacia las porciones más bajas de este territorio (planicie).

Hay que mencionar que dentro del territorio Los Reyes La Paz no existe un patrón de drenaje bien definido, entre los que se identificaron fueron el Radial-Centrífugo (SE), subdendrítico (N y SW) y Paralelo (centro-oeste) (Guerra-Peña, 1980).

Para fines de la caracterización hidrográfica e hidrológica del municipio de La Paz, es importante establecer que para la actualización del Programa Municipal de Desarrollo Urbano se utilizó la información cartográfica del INEGI y del ICEGEM disponible, así como información del PMDU de 2003 y del Atlas de Riesgos de 2014. (SEDATU, 2014) A partir de considerar a la hidrografía como el sistema lineal que modela el drenaje a través de arroyos y ríos en cada cuenca hidrográfica, el municipio de La Paz se localiza en la subcuenca de Lago de Texcoco-Zumpango, misma que pertenece a la Cuenca del Río Moctezuma en la Región Hidrológica N° 26, Pánuco.

Por la configuración del territorio, el municipio no cuenta con cuerpos de agua con corriente perenne, a excepción del Río de la Compañía, hoy denominado Canal en virtud de que desaloja las aguas negras de los municipios de Chalco, Ixtapaluca, Chimalhuacán, La Paz y Nezahualcóyotl, y desemboca en el Gran Canal de la Ciudad de México. Su trayectoria proviene del municipio de Ixtapaluca, al sureste de la Paz, y atraviesa el municipio hacia el poniente, en dirección al límite entre los municipios de Nezahualcóyotl y Chimalhuacán. Ver figuras V.A.10.1. y V.A.10.2.

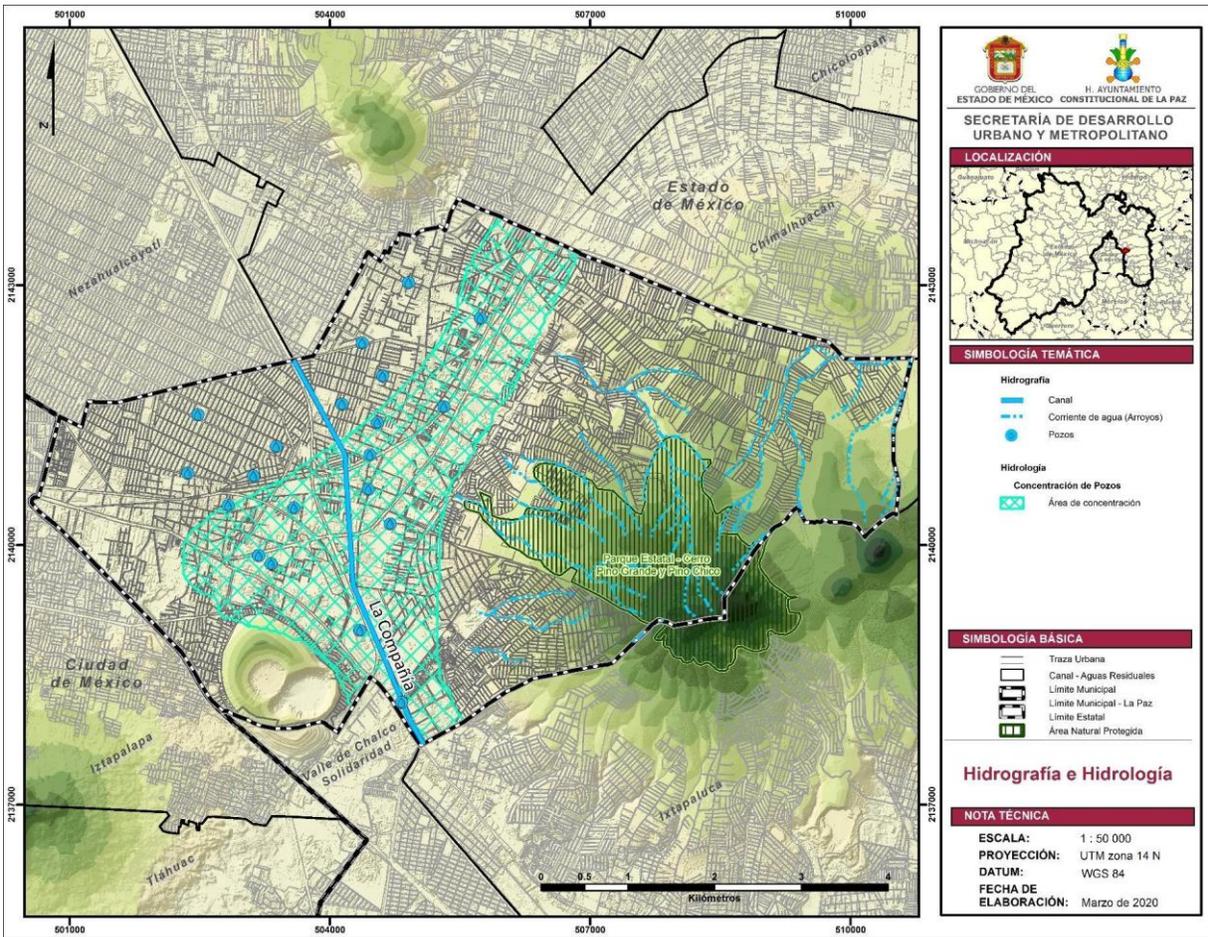
Figura V.A.10.1. Características de las unidades geohidrológicas del municipio de La Paz.



Fuente: Elaboración propia con información de INEGI 1983, 2012, 2014, e ICEGEM 2019

Respecto a las condiciones en las que se encuentra el recurso hídrico tanto superficial como subterráneo, se destaca que al no contar con fuentes superficiales de agua, el municipio recurre a la explotación y extracción de agua del subsuelo, la cual se obtiene de 8 pozos a cargo del ODAPAS La Paz y 3 a cargo de la Comisión de Agua del Estado de México (CAEM). Ver figura V.A.10.2.

Figura V.A.10.2. Hidrografía e Hidrología del municipio de La Paz, Estado de México.

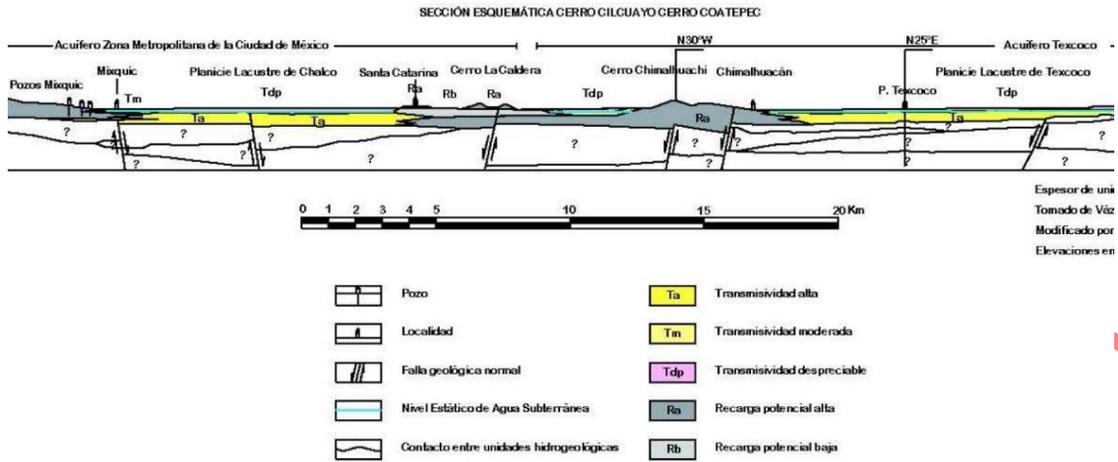


Fuente: Elaboración propia con información de INEGI 1983, 2012, 2014, e ICEGEM 2019

De acuerdo con información del mapa de la Zona Geohidrológica Texcoco – Chalco – Amecameca, escala 1:100 000 del INEGI (INEGI 2010), que considera tanto la zona de explotación o extracción del agua subterránea, como su área de influencia o zona de recarga, delimitada por los parteaguas de la o las cuencas hidrológicas que las contiene, en el municipio de La Paz, Estado de México confluyen dos acuíferos: Texcoco y Zona Metropolitana de la CDMX, ambos con condiciones de sobreexplotación y veda¹. Ver figuras V.A.10.3. y V.A.10.4.

¹ Mediante Decreto del 19 de agosto de 1954 que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona conocida por Cuenca o Valle de México. INEGI 2010.

Figura V.A.10.3. Perfil esquemático de la Zona Geohidrológica Texcoco – Chalco – Amecameca.

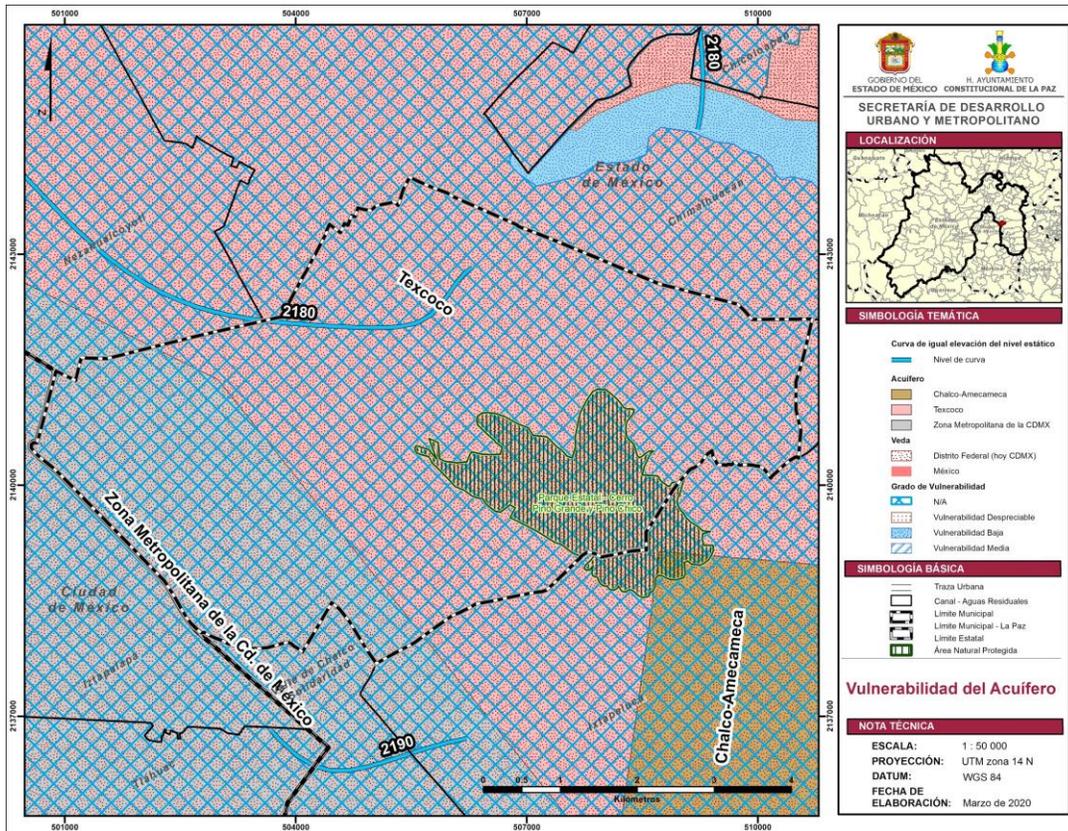


Fuente: Mapa de la Zona Hidrogeológica Texcoco. Chalco Amecameca. Escala 1:100 000, INEGI 2010.

La Curva de igual elevación del nivel estático identificada en el municipio de la Paz, Estado de México se localiza a los 2,180 msnm.² Ver figura V.A.10.4.

² El Nivel estático (NE) es la medida de nivel de agua en un pozo, en reposo o estancamiento, relativo a la superficie del terreno en el lugar.

Figura V.A.10.4. Vulnerabilidad del Acuífero del municipio de La Paz, Estado de México.

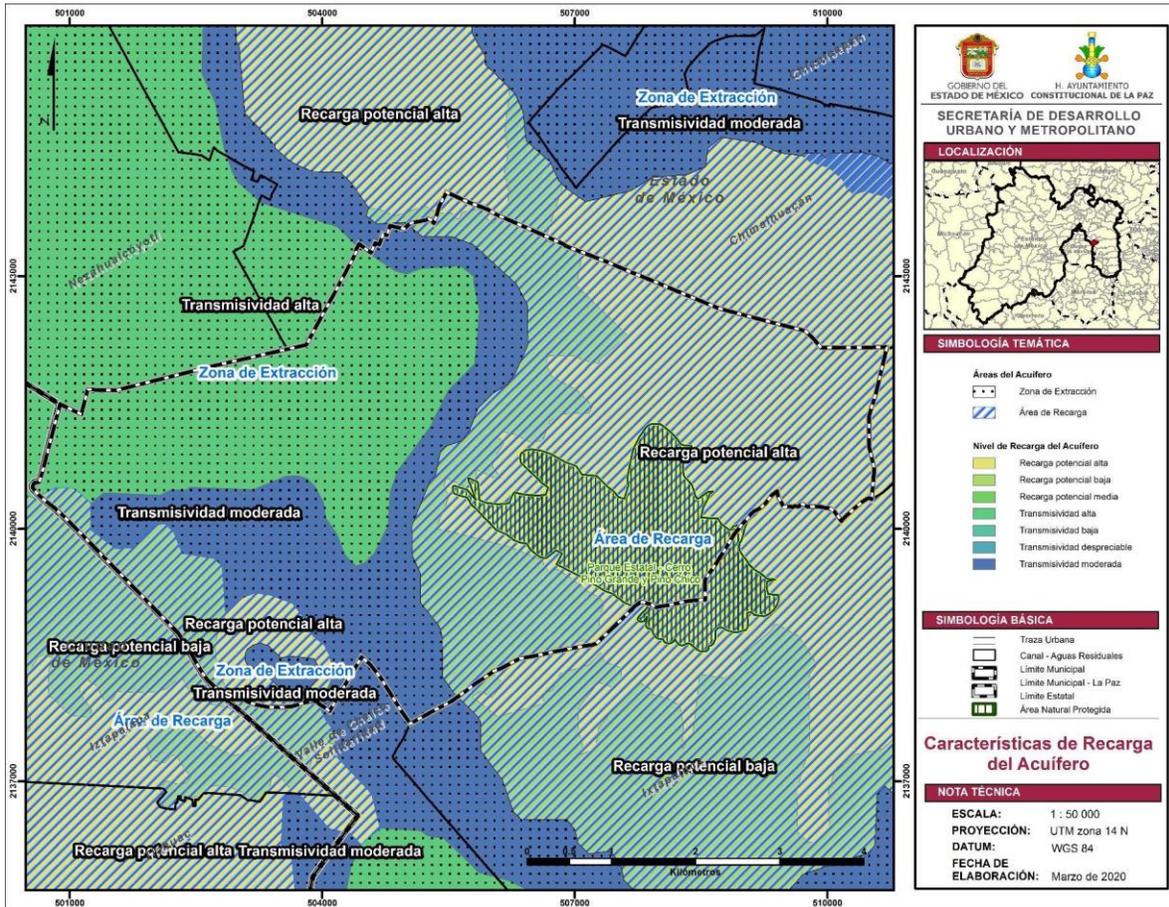


Fuente: Mapa de la Zona Hidrogeológica Zona metropolitana de la Ciudad de México. Texcoco. Chalco Amecameca. Escala 1:100 000, INEGI, 2010.

Las unidades de permeabilidad presentes en el territorio del municipio se refieren a la capacidad que tienen las rocas y materiales granulares para almacenar y permitir el flujo del agua subterránea a través de ellos. Los primeros incluyen rocas sólidas con dureza y resistencia variable, pero que poseen cohesión y tenacidad bien definida. Los materiales no consolidados incluyen gravas, arenas, limos, arcillas, bloque etc., es decir materiales sueltos no cementados que, aunque puedan presentar compactación y mostrar cierto grado de coherencia son deleznable. En este sentido una parte importante de la superficie del municipio se encuentra catalogada como una zona con material no consolidado por el alto contenido de sedimentos de origen lacustre que han formado el suelo.

A pesar de lo anterior, el municipio se caracteriza por contar con importantes zonas de recarga natural del acuífero (aproximadamente 50% del territorio municipal); por un lado, en las cimas y laderas del Parque Pino Grande – Pino Chico y La Caldera predominan las zonas de recarga potencial alta proveniente de la precipitación directa sobre las partes más altas, mientras que en la zona de piedemonte del parque se encuentra la zona de recarga potencial baja. La parte plana y más urbanizada es la que se encuentra caracterizada como de extracción y su transmisividad va de moderada a alta. Ver figura V.A.10.5.

Figura V.A.10.5. Características de recarga del acuífero del municipio de La Paz, Estado de México.



Fuente: Fuente: Mapa de la Zona Hidrogeológica Zona metropolitana de la Ciudad de México. Texcoco. Chalco Amecameca. Escala 1:100 000, INEGI, 2010.

De acuerdo con información del Atlas de Riesgos, resulta necesario señalar que el municipio de La Paz se encuentra localizado en una de las partes más bajas de la zona Oriente del Estado de México, motivo por el cual se generan lagunas en el límite con la Delegación Iztapalapa, procedentes principalmente de los escurrimientos del Cerro El Pino Grande – Pino Chico. En época de lluvias este proceso se incrementa por lo que es necesario el bombeo de las aguas pluviales, para evitar inundaciones en la zona, empleando el canal antes mencionado, sin embargo, la cantidad de agua proveniente de las partes altas del cerro El Pino, saturan los canales de salida. (SEDATU, 2014).

11. Clima

Las altas precipitaciones en la Cuenca de México se concentran en sur, patrón que se asocia a la influencia de los vientos Alisios, que provocan las lluvias de verano y que presentan una dirección dominante NE-SW (INEGI, 2002). Estos elementos, en combinación con la configuración del relieve, generan condiciones propicias para que ocurra una mayor precipitación. De acuerdo con la clasificación de E. García (1981), el clima del municipio Los Reyes La Paz es de tipo:

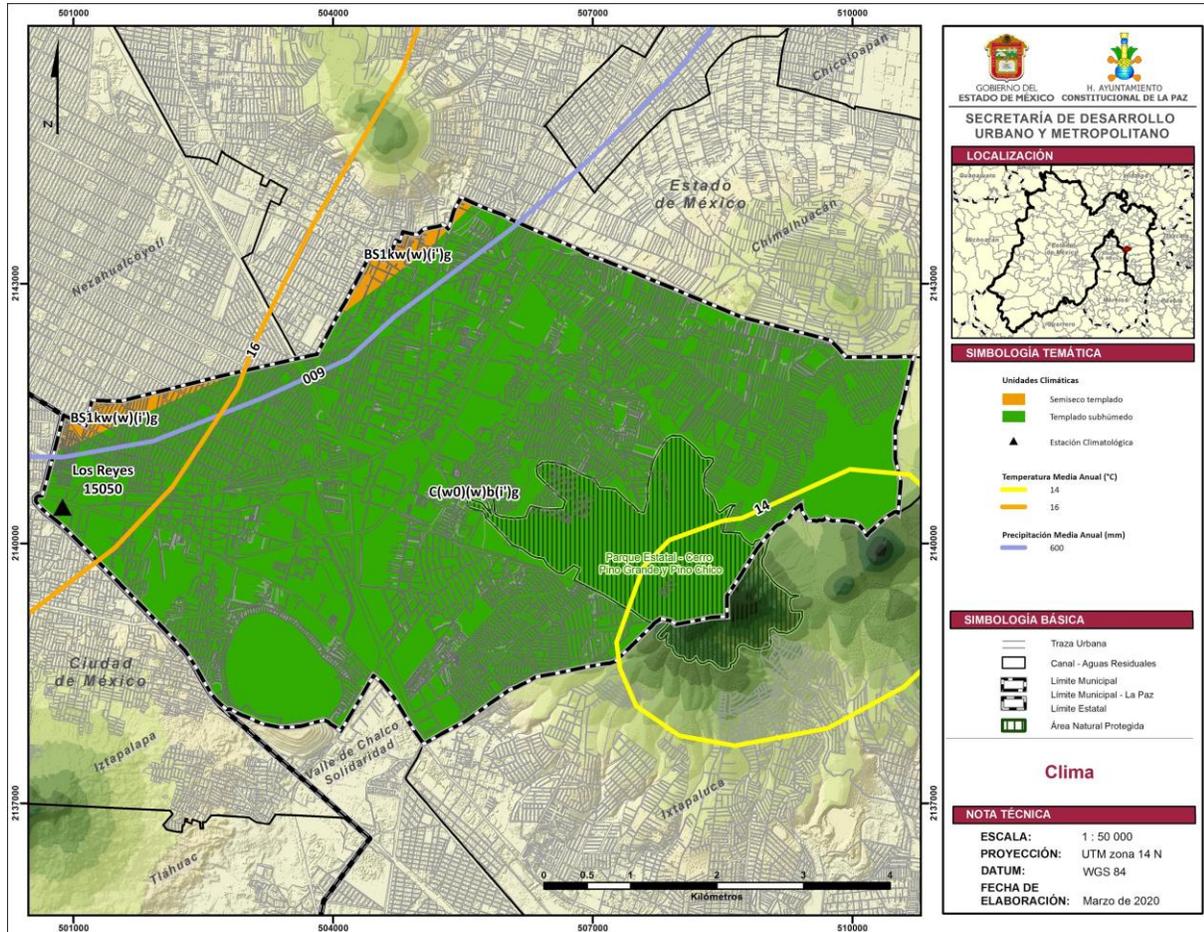
Templado [C(w0) (w)]. Esta región cubre la mayor parte del municipio, ~~se dispone~~ ~~dispone~~ sobre las porciones bajas; así como cubre en su totalidad los volcanes La Caldera y El Pino. La temporada de mayor

precipitación se desarrollan entre los meses de junio-agosto y varía entre los 1000 y 1200 mm de lluvia al año. En este sentido, su gradiente de humedad, de acuerdo al índice de Lang es < 43.2 . Su temperatura media anual varía entre 12 y 18° C y su máxima es de 22° C, esto durante los meses de mayo y junio (García y Mosiño, 1968; Soto, *et al.*, 2001).

Semiárido-Templado [BS1 (kw)]. Esta región climática se localiza en la porción NW del municipio y cubre las partes bajas del V. Chimalhuacán. Su temperatura media anual varía entre 12° C y 18° C y su máxima es de 22° C, esto durante los meses junio y agosto. En cuanto a la temporada de mayor precipitación (700 – 900 mm), se desarrolla entre los meses de junio y agosto. Su gradiente de humedad es > 22.9 del índice de Lang (García y Mosiño, 1978; Soto, *et al.*, 2001).

En el territorio de La Paz se reconocen dos unidades climáticas de acuerdo al sistema climático de Köppen modificado por García, la primera de ellas es el clima Semiseco templado (BS1kw(w)(i')g), que se caracteriza por presentar lluvias invernales inferiores al 5%, con poca oscilación térmica y la temperatura más elevada se presenta antes del solsticio de verano (21 de junio) (Casa, 1997), ocupando 79.1 hectáreas (2% del territorio municipal) en su parte poniente (planicie lacustre), colindando con los municipios de Nezahualcóyotl y Chimalhuacán. La otra unidad climática es Templado subhúmedo (C(w0)(w)b(i')g), que presenta un verano largo, con porcentaje de lluvia invernal menor al 5% con poca oscilación térmica y la temperatura más elevada antes del solsticio de verano (Casa, 1997), esta unidad es la que presenta mayor superficie con 3603.1 hectáreas (98% de la superficie total) en la parte oriente y sur, destacando como referencias las laderas del volcán El Pino y el volcán La Caldera (Figura V.A.11.1).

Figura V.A.11.1. Distribución de Unidades Climáticas al interior del municipio de La Paz.



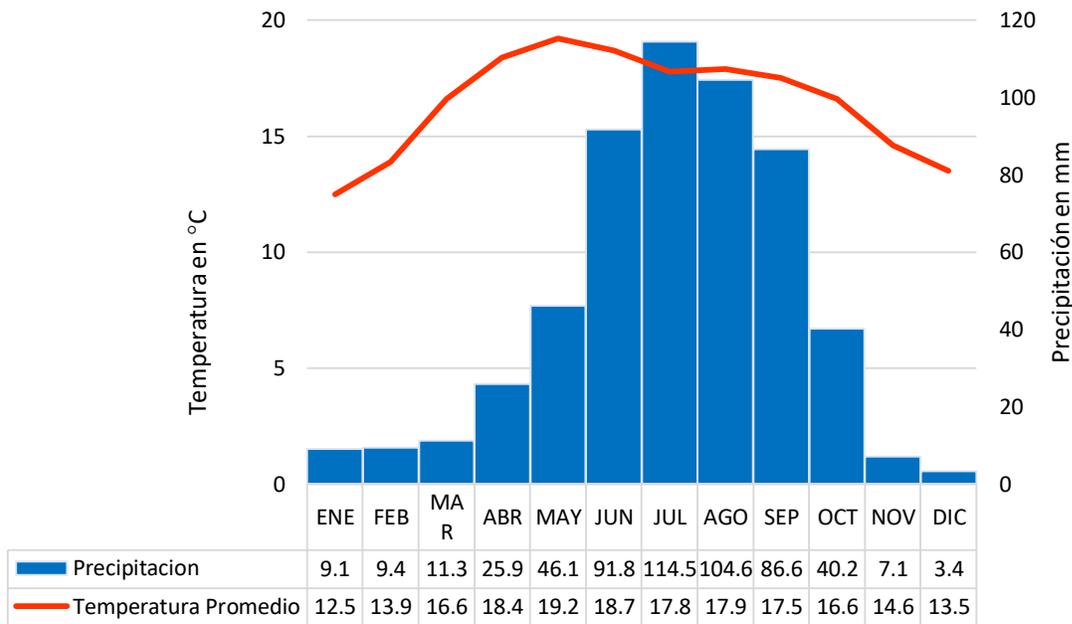
Fuente: elaboración propia con base en Casa (1997), IGCEM (s/a), INEGI (2006, 2007), CONAGUA (2017).

La Figura V.A.11.1 también muestra la distribución espacial del comportamiento de la Temperatura Media Anual y de la Precipitación Media Anual, respecto a la primera variable se observa un aumento paulatino dirección SE– NW, considerando la isoterma de 14°C que se encuentra sobre el Área Natural Protegida Cerro Pino Grande y Pino Chico, hasta llegar a la isoterma de 16°C cerca del límite entre La Paz y Nezahualcóyotl, esta situación es reflejo del comportamiento altitudinal del municipio al ir de mayor a menor elevación; como se mencionó, otro factor que influye en el aumento de temperatura es que se desarrolla hacia la zona urbana de la Ciudad de México. Respecto a la precipitación, el comportamiento es inverso, dado que el aumento de precipitación se desarrolla hacia la parte SE del municipio, donde se encuentran las zonas con más vegetación y a su vez con mayor elevación, como es el Área Natural Protegida, lo cual se demuestra con la isoyeta de 600 mm localizada en el borde de La Paz con los municipios de Chimalhuacán y Nezahualcóyotl; la mayor precipitación en las partes altas del municipio se asocia a la influencia de los vientos Alisios, que provocan las lluvias de verano y que presentan una dirección dominante NE - SW (INEGI, 2002). Estos elementos, en combinación con la configuración del relieve, generan condiciones propicias para que ocurra una mayor precipitación, la cual se ve reflejada con la aparición de arroyos intermitentes en dichas zonas (ver apartado de Hidrografía e Hidrología).

Al interior del municipio se encuentra la estación climatológica Los Reyes (clave 15050), la cual tiene como coordenadas geográficas 19° 21' 28'' N y 98° 59' 30'' W (sobre la Carretera Federal México – Puebla) (Figura 1), a su vez se encuentra a una altitud de 2,248 msnm; dicha estación cuenta con aproximadamente 56 años de servicio. (1 de enero de 1961 hasta 31 de octubre de 2017). Considerando los datos que ha obtenido la estación, se puede observar en la Gráfica 1 (Climograma) que el mes con mayor precipitación promedio es Julio con 114.5 mm, en contraste con diciembre que solo acumula 3.4 mm; por otro lado, el mes con mayor temperatura promedio es mayo con 19.2°C, mientras que el mes de enero se encuentra al otro extremo con solo 12.5°C promedio.

En el Climograma también se observa que la temperatura media anual es de 16.4°C y una precipitación mensual promedio de 45.8 mm, así como una captación anual acumulada promedio de 550 mm; es destacable que en la Gráfica V.A.11.1 también se aprecian los meses que contienen la mayor cantidad de precipitación, que van de junio a septiembre.

Gráfica V.A.11.1. Precipitación y Temperatura Promedio Mensual de la Estación Climatológica Los Reyes (clave 15050), municipio de la Paz Estado de México.



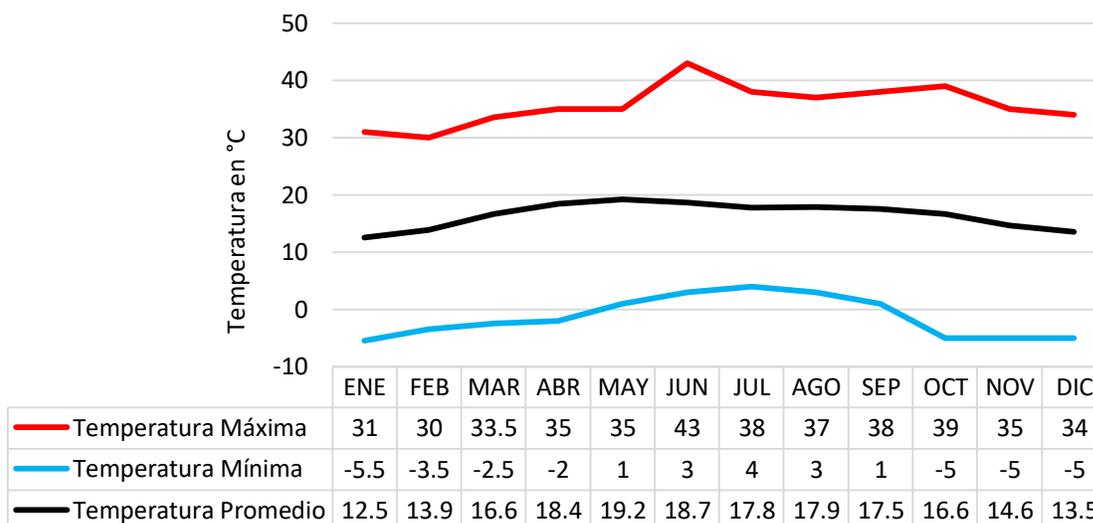
Fuente: elaboración propia con base en CONAGUA (s/a).

El análisis de estos datos climatológicos, complementado con otros elementos, como la edafología, tiene una gran aplicación en el desarrollo del territorio municipal, como es la planeación de los cultivos de las zonas agrícolas, la prevención de posibles inundaciones, deslaves y derrumbes que podrían afectar a casas de materiales no durables, llevar a cabo reforestaciones adecuadas a las zonas que lo requieran, como son áreas verdes inmersas en la zona urbana, jardines y parques urbanos, deportivos, camellones, plazas cívicas, así como el Área Natural Protegida Cerro Pino Grande y Pino Chico, implementando la flora apropiada sin que sufra impactos climatológicos.

En la Grafica V.A.11.2, se observan las temperaturas extremas registradas (máximas y mínimas por mes), mostrando las temperaturas que se podrían alcanzar al interior del municipio, siendo el mes de Enero el que tiene la temperatura más baja registrada con -5.5°C, a diferencia de Junio que tiene las temperatura

más alta registrada con 43°C; esta información es relevante para la adecuada planeación en cuanto a la implementación de medidas preventivas para la reducción de enfermedades respiratorias de la población.

Gráfica V.A.11.2. Temperaturas Máximas y Mínimas registradas por mes en la Estación Climatológica Los Reyes (clave 15050), municipio de la Paz Estado de México.



Fuente: elaboración propia con base en CONAGUA (2020).

12. Áreas Naturales Protegidas

El municipio de La Paz cuenta en su interior con un área Natural Protegida, la cual se crea por Decreto del Ejecutivo del Estado, en el cual establece el Área Natural Protegida con la categoría de Parque Estatal denominada “Cerro Pino Grande y Pino Chico”, ubicada en los Municipios de Ixtapaluca y la Paz, Estado de México, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado Libre y Soberano de México, el 10 de noviembre de 2014, con una superficie de 452 Hectáreas, (Resumen Ejecutivo del Programa de Manejo, pág. 02).

La división territorial del ANP lo ubica prácticamente dentro del Municipio de La Paz donde se encuentra el 80.40% de la superficie territorial total del Parque Estatal, equivalente a 363.47 hectáreas; y sólo 88.53 Hectáreas dentro de Ixtapaluca, equivalente a 19.60% del total de Parque. (ver Figura V.A.12.1), (Resumen Ejecutivo del Programa de Manejo, pág. 03).

El Decreto de creación del ANP señala en su Artículo Cuarto señala que *El uso o aprovechamiento de los elementos y recursos naturales del Parque Estatal se registrará de la forma siguiente:*

- a) *Cualquier obra de infraestructura de beneficio social deberá ser acorde con el crecimiento de los pueblos y comunidades, se sujetará a la normatividad aplicable y autorizaciones correspondientes de las dependencias y municipios involucrados.*

b) *La apertura de minas y la explotación de yacimientos pétreos y cualquier otra actividad de extracción del subsuelo o superficie a cielo abierto quedarán condicionadas a la autorización ambiental y de desarrollo urbano estatal y municipal, cumpliendo la normatividad vigente durante su apertura, operación y/o eventual cierre y abandono.*

c) *Queda prohibido el aprovechamiento de fauna y flora silvestre, excepto para uso científico autorizado o para el desarrollo de unidades de conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre (UMA's).*

d) *Queda prohibida la tala de árboles en las zonas de protección y conservación, excepto cuando se trate de control fitosanitario o plantaciones forestales que cuenten con los permisos correspondientes, siempre y cuando se asegure la conservación del uso de suelo forestal del sitio y se realicen las prácticas de protección de suelo, agua y biodiversidad establecidas en la normatividad aplicable.*

e) *Para las zonas de aprovechamiento forestal se podrá realizar mediante la presentación del Programa de Conservación y Manejo correspondiente, debidamente autorizado, así como el de impacto ambiental y que la verificación física del aprovechamiento no afecte significativamente a la producción de los servicios ambientales del sitio.*

f) *No se permitirá la introducción de plantas y animales exóticos o no compatibles con la conservación de las condiciones ecológicas del Área Natural Protegida, conservando también las propiedades naturales del suelo, incluyendo las productivas y de nutrientes de los suelos sujetos a aprovechamientos agropecuarios.*

g) *Cualquier programa de recuperación, restauración y manejo forestal que se pretenda aplicar sobre el Parque Estatal deberá estar aprobado por la Secretaría del Medio Ambiente, para mantener la seguridad, de la conservación del sitio y de los servicios ambientales que generan. h) Se establecerá una zonificación, entendida esta como el instrumento técnico de planeación que permita ordenar el territorio dentro del Área Natural Protegida, en función del grado de conservación y represen actividad de sus ecosistemas. Esta zonificación formará parte del Programa de Conservación y Manejo y respetará los usos del suelo establecidos en los planes de municipales de desarrollo urbano, así como permitir la delimitación territorial de las acciones específicas, a desarrollar en el Área Natural Protegida.*

i) *Para el aprovechamiento de las zonas urbanas y urbanizables, incluyendo las no programadas, se deberán respetar los usos del suelo establecidos en los planes municipales de desarrollo urbano, así como la normatividad de estos, para futuros asentamientos humanos. En caso de que las zonas urbanas y urbanizables establecidas en los planes municipales de desarrollo no fueran suficientes, estos deberán establecerse principalmente en áreas colindantes a las áreas urbanas y urbanizables, con base en el Programa de Conservación y Manejo.*

Referente al Programa de Manejo del Parque Estatal “Cerro Pino Grande y Pino Chico que solicita la publicación del decreto el lunes 05 de noviembre de 2018 se publicó en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado Libre y Soberano de México, el Resumen Ejecutivo del Programa de Manejo del Parque Estatal “Cerro Pino Grande y Pino Chico”, ubicado en los municipios de Ixtapaluca y La Paz, Estado de México. Toluca, México.

En el citado Programa se establece como objetivo general *el Proteger, restaurar y conservar los recursos naturales existentes en el Parque Estatal “Cerro Pino Grande y Pino Chico” con la finalidad de contribuir al desarrollo ambiental sustentable que permita a la población acceder a un mejor nivel de vida y a su vez favorezca la diversidad biológica, la continuidad de los procesos ecológicos y los servicios ambientales.*

En este programa se delimita la extensión municipal y la ubicación de las zonas y subzonas señaladas en la declaratoria; además de establecer las zonas de Protección; Conservación; Restauración; de Aprovechamiento; así como las zonas Urbanas delimitadas por algún instrumento de planeación como un Plan de Desarrollo Urbano Municipal.

Se presenta la Matriz de Infraestructura, Equipamiento y Mobiliarios, Servicio y Actividades Permitidas, Condicionadas y no Permitidas en el Parque Estatal Cerro Pino Grande y Pino Chico; en la cual se presenta la compatibilidad que tiene el programa con las diversas actividades desarrolladas en el ANP, tales como: cambio de uso de suelo; agricultura, tradicional, convencional, orgánica, tecnificada. agricultura tecnificada controlada (invernaderos); sistemas agroforestales y agrosilvopastoriles; ganadería; pastoreo; asentamientos humanos condicionado; usos de explosivos; Ingresar caballos; Ingresar perros; actividades comerciales; carreteras en sus diferentes categorías; caminos pavimentados o no pavimentados; senderos pedestres y ecuestres; senderos interpretativos ductos, poliductos, acueductos; torres eléctricas o telefónicas apertura de brechas y nuevos caminos de saca; entre otros desarrolladas en la zona, (Resumen Ejecutivo del Programa de Manejo, pág. 06).

Por otra parte, se incluye el mobiliario y equipamiento compatible y permitido en el ANP, como Casa habitación (auto construcción) Conjuntos urbanos y/o fraccionamientos, Cabañas; Caballerizas; Escuelas, museos, hospitales, todos ellos no son compatibles con zonas de protección, conservación y/o restauración; sólo compatibles con zonas de aprovechamiento y zona urbana, dentro de la misma ANP, (Resumen Ejecutivo del Programa de Manejo, pág. 07).

Referente a los servicios dentro del ANP, se cuenta con Sitios de disposición final (residuos, peligrosos, biológicos, sólidos.); Rellenos sanitarios o tiraderos de basura a cielo abierto; Gaseras; gasolineras; Establecimiento de Áreas verdes recreativas; Comercio, depósito, reparación y servicio de vehículos y maquinaria en general; todos ellos no compatibles en zonas de protección, conservación y/o restauración; sólo compatibles con zonas de aprovechamiento y zona urbana, dentro de la misma ANP, (Resumen Ejecutivo del Programa de Manejo, pág. 08).

Las actividades generadas con referencia a la oferta recreativa y educativa son compatibles en zonas de aprovechamiento y zona urbana con Educación ambiental y cultura ecológica; campismo; Excursionismo / Visitas guiadas; motociclismo; Filmación de fotografía y captura de imágenes o sonidos; ciclismo de

montaña, rapel, alpinismo; acuacultura; Obras e infraestructura para la educación: preescolar, primaria, secundaria, bachillerato, licenciatura, maestría, doctorado; entre otras actividades, (Resumen Ejecutivo del Programa de Manejo, pág. 08).

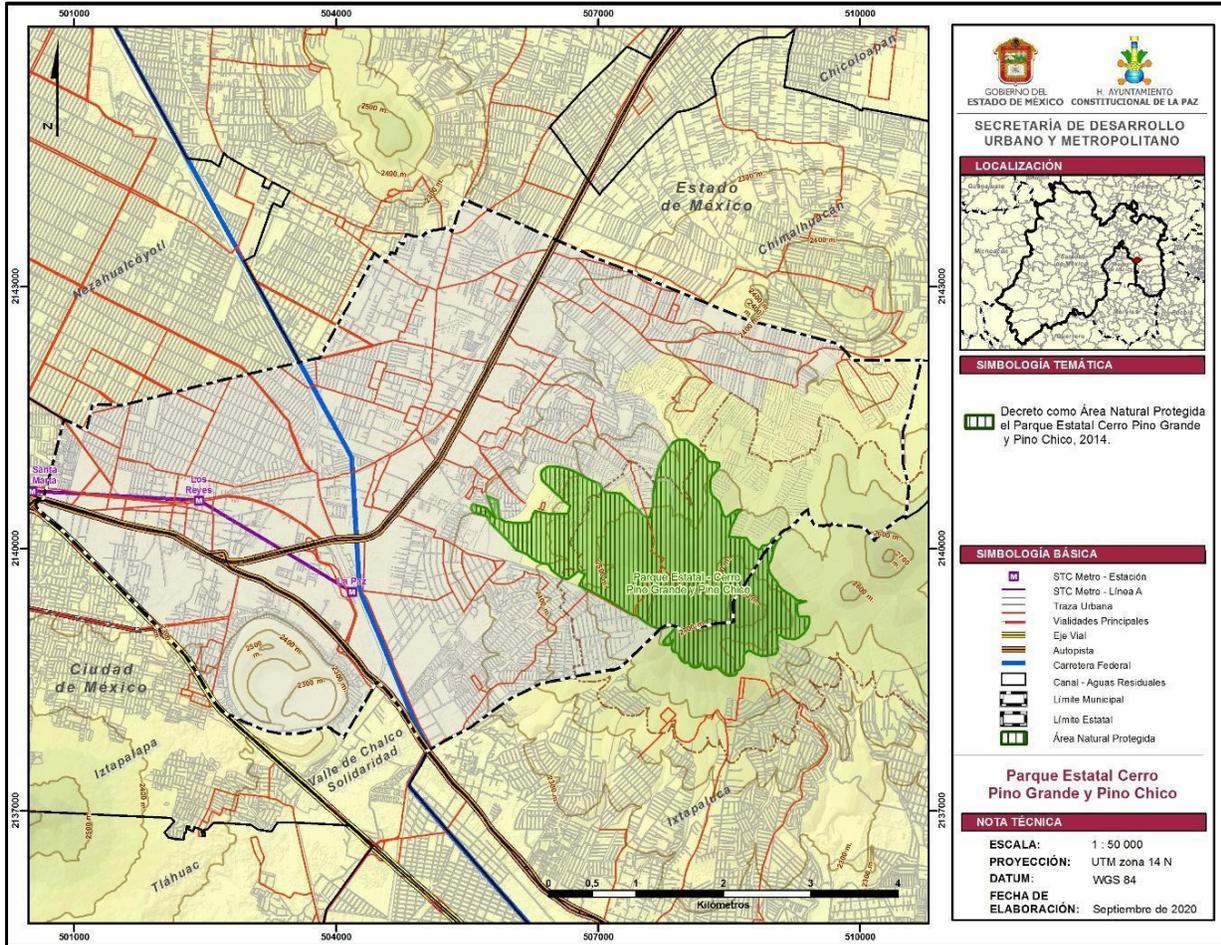
Los temas de investigación, monitorea y vigilancia, tales como: Estaciones meteorológicas y de monitoreo; colecta científica; investigación Científica, básica y aplicada; Monitoreo ambiental, registros, inventarios, interpretación ambiental, visitas guiadas y observación del paisaje, son permitidos en el ANP en coordinación con la autoridad respectiva, (Resumen Ejecutivo del Programa de Manejo, pág. 09).

Referente a las actividades extractivas, algunas de ellas no son permitidas en zonas de Protección Conservación y Restauración y permitidas condicionadas en zonas de Aprovechamiento Zona Urbana, tales como: Unidades de manejo de fauna y flora silvestre; Introducir o extraer especies silvestres vivas de flora y fauna con fines comerciales o de autoconsumo, suelo, rocas; Extracción de recursos pétreos Bancos de materiales; Extracción de tierra vegetal o partes vegetales; entre otras y no permitidas las siguientes actividades; Apropiarse de fósiles u objetos arqueológicos y/o históricos, que encontrasen en el Área Natural, debiendo informarlo y/o entregarlo a la Administración del Área, (Resumen Ejecutivo del Programa de Manejo, pág. 09).

En el tema de restauración en el ANP están permitidas y condicionadas en zonas de Protección, Conservación, Restauración, Aprovechamiento y Zona Urbana las siguientes actividades: Restauración de zonas erosionadas; Construcción y mantenimiento de brechas corta fuego; Reintroducción de especies de flora y fauna nativa; Mejoramiento del hábitat para la vida silvestre; Represas para la captación de agua; Construcción de presas filtrantes; Restauración de Áreas tributarias de manantiales. Las no permitidas excepto en zonas urbanas son las Reforestaciones con especies exóticas; Introducción y liberación de especies exóticas de flora y fauna; Eliminación de especies vegetales o faunísticas con productos químicos o tóxicos; Modificación de taludes, cauces de ríos al dar mantenimiento a los caminos ya existentes; Apertura y acondicionamiento de vías de comunicación y pistas de vehículos todo terreno. No permitidas en ningún caso: Descarga de aguas residuales, (Resumen Ejecutivo del Programa de Manejo, pág. 10).

Por último, el Plan de Manejo establece 26 Reglas administrativas, las cuales son de orden general para garantizar el derecho a la población al disfrute y cuidado del ANP, así como la obligatoriedad de los habitantes locales, prestadores de servicios, usuarios, consejo técnico consultivo, consejo científico-técnico asesor e integrantes de la coadministración del Parque Estatal "Cerro Pino Grande y Pino Chico"; según la primera regla, (Resumen Ejecutivo del Programa de Manejo, páginas 11 a la 16).

Figura V.A.12.1. Parque estatal Cerro Pino Grande y Pino Chico



Fuente: Decreto del ejecutivo del estado del lunes 10 de noviembre de 2014, por el que se establece el Área Natural Protegida.

VERSION