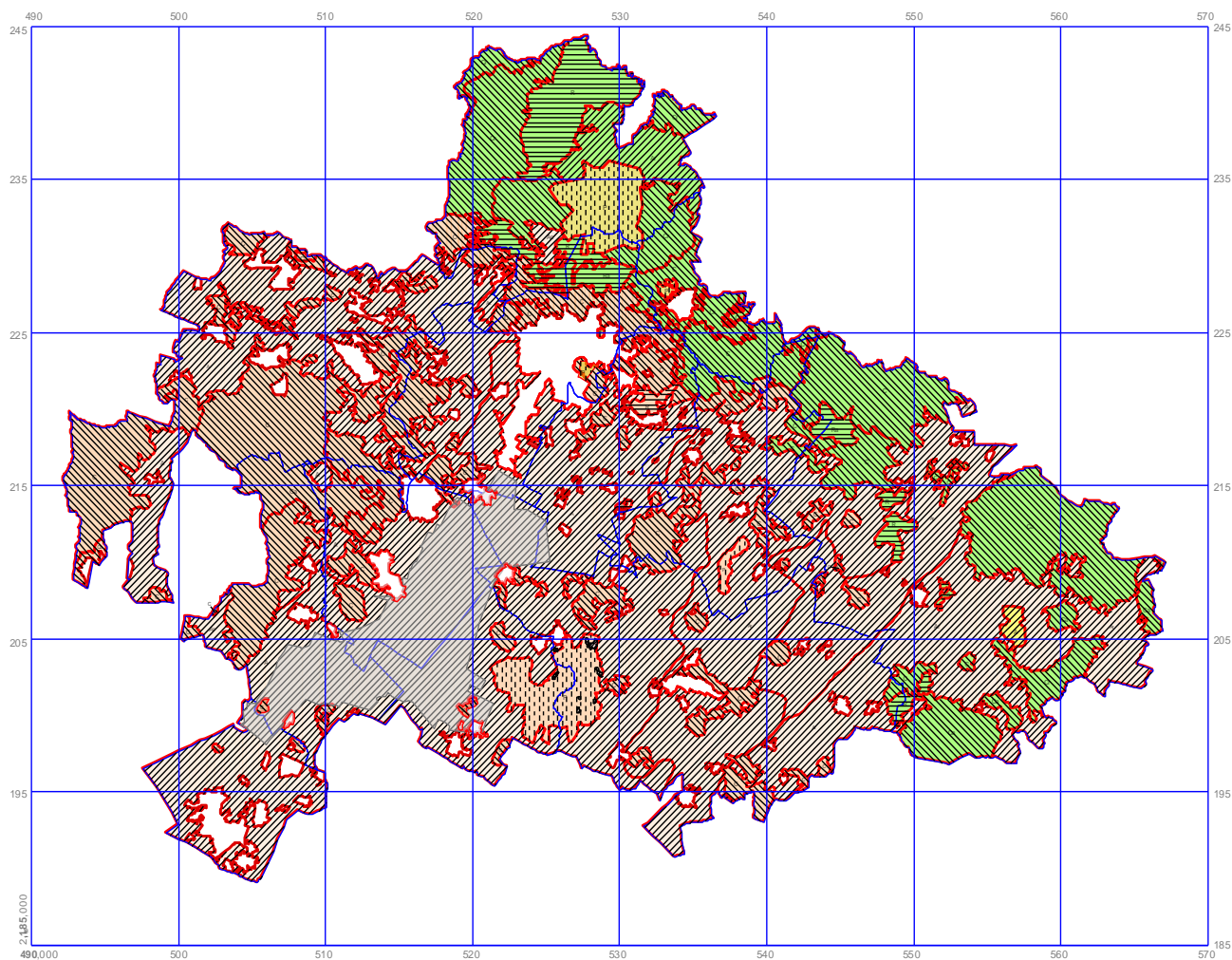


PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL

REGIÓN VALLE PACHUCA-TIZAYUCA



Lic. Manuel Ángel Núñez Soto

Gobernador Constitucional del Estado de Hidalgo

Lic. Juan Randell Badillo

Director General del Consejo Estatal de Ecología

3. DIAGNÓSTICO

3.1. Introducción

Al concluir la fase de caracterización se cuenta con los elementos suficientes para evaluar los recursos de la región de estudio, se sabe con que cantidad y donde se ubican. Con la presente información se generaron mapas temáticos que permiten ubicar su localización en el espacio físico, el área que ocupan y las interrelaciones con los otros elementos que conforman el medio.

Esto ha permitido responder a las siguientes preguntas de la metodología del ordenamiento territorial: ¿Qué se tiene?; ¿Cuánto se tiene? y ¿Dónde está?

La región de estudio se considera como un sistema, compuesto de tres subsistemas: natural, social y económico (productivo), que interactúan recíprocamente y convergen en un análisis integral.

El subsistema natural incluye cuatro recursos que sirven de base para las actividades productivas y los requerimientos básicos de la población: suelo, biota, agua y aire.

El subsistema social incluye al recurso humano caracterizado de acuerdo a sus variables demográficas, donde se incluyen características relacionadas con la población, vivienda, ingresos, tamaños y flujos migratorios entre otros.

Por último el subsistema económico que incluye las actividades de los sectores primario, secundario y terciario.

La caracterización de estas variables permite desarrollar de la fase de diagnóstico, donde se realiza el análisis y valoración (cuantitativa y cualitativa) de la problemática ambiental, abordando cada uno de los subsistemas, y las interrelaciones generadas por estos, determinando el uso actual, las tendencias de crecimiento o decremento, y la problemática que se presenta.

De esta manera el diagnóstico dará respuesta a las preguntas ¿Cómo están los recursos?, ¿Cuáles son las causas de deterioro? ¿Cuáles son las tendencias? y sobre todo ¿Cómo están los recursos naturales en relación con la situación de la población y las actividades productivas?

Las respuestas a estas interrogantes, permitirá la conformación de escenarios futuros, y la reglamentación para el mejor aprovechamiento de los recursos y su mantenimiento de manera sustentable.

3.2. Unidades de Relieve

El enfoque empleado para la regionalización ecológica del área de estudio se basa en la metodología descrita por la SEDUE en el año de 1988, en aportes teórico-metodológicos de la Facultad de Geografía de la Universidad de la Habana Cuba, plasmados en el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Hidalgo (COEDE, 1999), y en nuevos conceptos metodológicos resultado de los estudios de ordenamiento ecológico a lo largo del país.

Para la elaboración del mapa de **unidades del relieve** se partió de la información correspondiente al conjunto de datos vectoriales de las cartas topográficas a escala 1:50,000, hojas Pachuca (F14D81), Tizayuca (E14B11), Tulancingo (F14D82), Carbonero Jacales (F14D72), Actopan (F14D71), Ciudad Sahagún (E14B12) y Mixquiahuala (F14C89) de INEGI.

A partir de las curvas de nivel se construyó un modelo digital de elevación, que más tarde fue reclasificado para generar el mapa hipsométrico, en el cual se definen 4 pisos altimétricos. El

siguiente paso para el estudio de la morfometría fue la generación del mapa de inclinación de las pendientes. También se obtuvo a partir del modelo digital de elevación y describe 6 intervalos.

Posteriormente se cruzaron estos mapas para conocer las combinaciones y frecuencias entre la variación de la altura y de la inclinación de las pendientes. Esta representación, de alto valor analítico, fue superpuesta sobre los mapas de geología y edafología, a partir de su análisis se generaron las unidades del relieve, que se describen a continuación.

Desde el punto de vista morfológico la región se dividió en cinco unidades (Figura 59):

- I. Unidad de Planicie.
- II. Unidad de Piedemonte.
- III. Unidad de Montaña.
- IV. Unidad de Lomeríos Aislados.
- V. Unidad de Elevaciones Aisladas.

I. Unidad de Planicie

La unidad se caracteriza por presentar pendientes menores de 2°, con algunas depresiones que forman pequeños cuerpos de agua estacionales, se divide en cuatro subunidades.

la (27)⁽¹⁾. Esta se ubica al suroeste de la zona de estudio, con una área de 54,566.54 ha, corresponde a la parte norte de los llanos de Cuautitlán–Pachuca; ubicada dentro del corredor Pachuca–Tizayuca.

En ella se encuentran dos subunidades que corresponden a Lomeríos Aislados (IV) y Elevaciones Aisladas (V).

La geología, consiste de aluvión, regolita y cantidades menores de material piroclástico, yeso y travertino del Pleistoceno tardío al reciente, en menor cantidad se tienen derrames de lava basáltica, andesítica y traquítica con intercalaciones de ceniza, lapilli y escoria de la Formación El Pino, del Pleistoceno–Cuaternario. Localizadas en pequeñas áreas distribuidas por toda la subunidad, y áreas de mayor proporción hacia el sur (cerca de Tizayuca, así como en los alrededores de la sierra Los Pitos). En mínima proporción se encuentran, rocas volcánicas y piroclásticas andesíticas a riolíticas, del Supergrupo⁽²⁾ Pachuca, del Oligoceno tardío y Plioceno temprano.

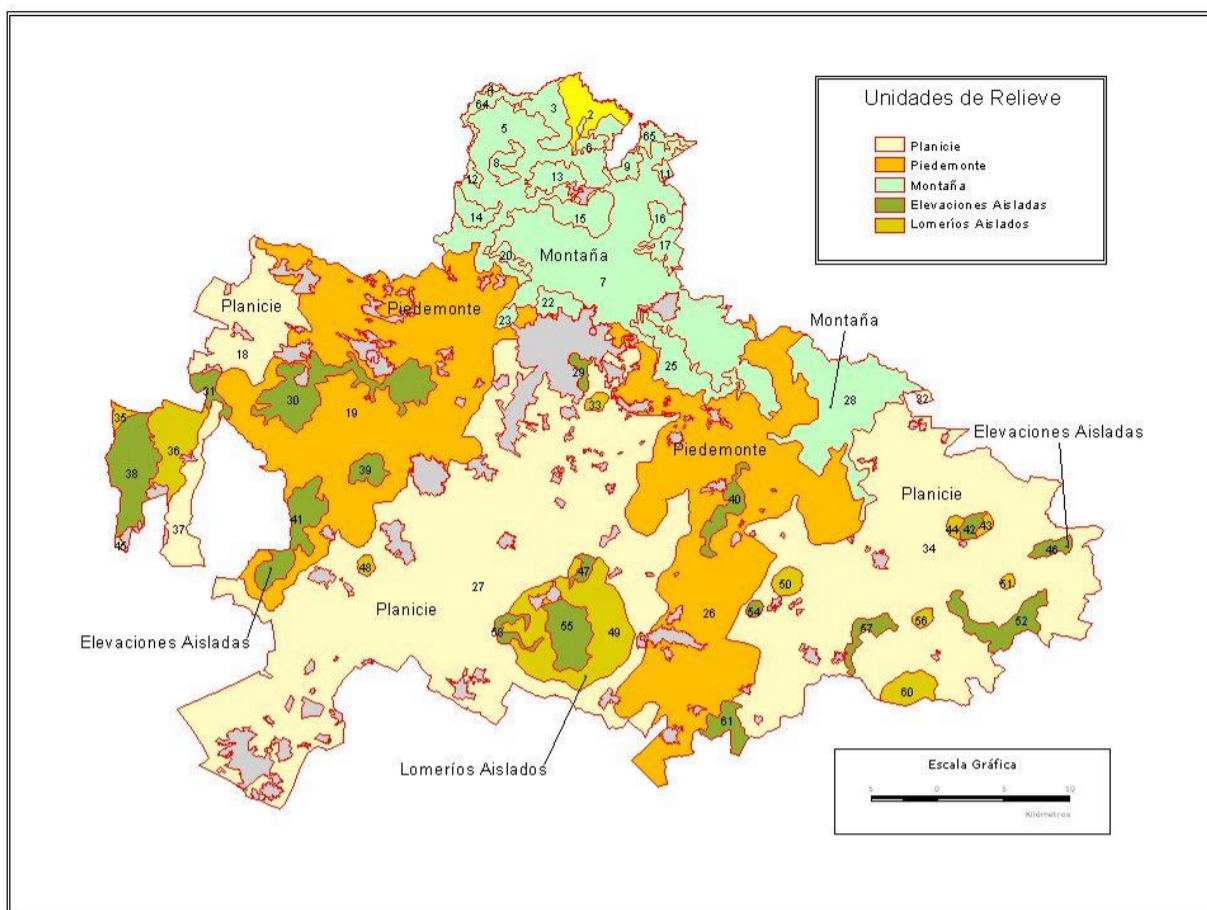
Los suelos predominantes son Phaeozem háplicos; intercalados con pequeñas áreas:

- Antrosol arénico;
- Regosol háplico;
- Regosol léptico;
- Phaeozem léptico, y
- Cambisol háplico + Phaeozem háplico;
- Leptosol lítico + Phaeozem léptico;
- Leptosol léptico + Phaeozem léptico + Cambisol léptico;
- Regosol léptico + Leptosol lítico.

Figura 59. Unidades de Relieve

¹ La claves corresponden a la clave utilizada en el mapa de unidades de relieve.

² El Supergrupo Pachuca está constituido por las siguientes Formaciones: Santiago, Corteza, Pachuca, Real del Monte, Santa Gertrudis, Vizcaína, Cerezo y Tezuantla.



Ib (34 y 32). Las subunidades, se ubican al este de la región en estudio, abarca un área de 34,951.93 ha Comprende algunas subunidades de las Unidades IV y V, en esta se presenta el parteaguas que divide a la Cuenca de México de la del Valle de Tulancingo. Se tienen pendientes suaves que varían de 2 a 10°.

La geología en la porción centro–norte es de flujos de andesita basáltica reciente y antigua, mientras que la porción centro–sur presenta mayor diversidad geológica, con predominio de derrames de lava basáltica, intercalados con aglomerados y brechas tobáceas, cenizas volcánicas del grupo San Juan (Plioceno medio y tardío) y pómez de la Formación Calpulalpan.

De la parte central y al Oeste, predominan los suelos Phaeozem háplico, con pequeñas áreas de:

- Regosol léptico + Phaeozem háplico;
- Cambisol eútrico + Phaeozem háplico; y pocas áreas con
- Leptosol léptico y Phaeozem léptico.

Del centro hacia el Este, los suelos que dominan son las asociaciones de Cambisol háplico con:

- Regosol háplico + Phaeozem háplico + Cambisol háplico;
- Regosol háplico + Phaeozem vértico;
- Phaeozem vértico + Cambisol vértico, y
- Cambisol háplico + Regosol háplico.

Ic (18). Presenta un área de 4,964.24 ha, localizada al oeste de la región, dentro del municipio San Agustín Tlaxiaca, la geología se caracteriza por depósitos piroclásticos de tobas,

brechas tobáceas y pómez; así como clásticos fluviales (gravas, arenas y limos), con lentes de caliza lacustre, interdigitados con rocas volcánicas máficas de la Formación Tarango (Plioceno superior); con piroclastos riolíticos y/o derrames de riolita con obsidiana de la Riolita Chignahuapan, en menor proporción, áreas de aluvión, regolita y material piroclástico, yeso y travertino (Pleistoceno tardío al reciente).

Se caracteriza por presentar suelos tipo Phaeozem háplico; con pequeñas áreas de Leptosol lítico y Phaeozem léptico.

Id (37 y 45). La subunidad esta separada por las pendientes menores a 2°, con una superficie de 2,033.32 ha, se encuentran elevadas con respecto al resto de las subunidades, en forma de mesetas que se extienden de norte a sur sobre la sierra de Tezontalpan, que divide a la cuenca de México y al valle del Mezquital.

La subunidad esta dividida en dos áreas que se identificaron como Id37 Y Id45.

La geología en Id37, la constituye depósitos piroclásticos de tobas, brechas tobáceas y pómez; clásticos fluviales de gravas, arenas y limos, con lentes de caliza lacustre, interdigitados con rocas volcánicas máficas de la Formación Tarango (Plioceno superior); se presentan piroclásticos riolíticos y/o derrames de riolita con obsidiana de la Riolita Chignahuapan.

La Id45 consiste en derrames de lava basáltica, intercalados con brechas tobáceas y cenizas volcánicas del grupo San Juan (Plioceno medio al tardío).

En ellas predominan los suelos:

- Los Phaeozem háplico y al Sur, se presentan asociaciones de
- Cambisol léptico + Phaeozem léptico.
- Leptosol léptico + Phaeozem léptico.

II. Unidad de Piedemonte

Esta unidad forma la transición entre la unidad de planicie y la unidad de montaña principalmente, con pendientes de 2 a 10° y algunas áreas de menos de 2° ,dividas en dos subunidades.

Ila (19). Se localiza al oeste de la región, con una superficie de 27,892.57ha, comprendiendo parte de los municipios de San Agustín Tlaxiaca, Tolcayuca, Zapotlán de Juárez, incluye subunidades de la Unidad de Elevaciones Aisladas (Vc, Vd y Ve).

La geología es de depósitos piroclásticos de tobas y brechas tobáceas, intercalados con derrames de lava basáltica y pómez; clásticos fluviales de gravas, arenas y limos, lentes de caliza lacustre, interdigitados con rocas volcánicas máficas de la Formación Tarango (Plioceno superior); cenizas volcánicas del Grupo San Juan (Plioceno medio al tardío) y piroclastos riolíticos de la Riolita Chignahuapan.

Se tienen pequeñas áreas de aluvión, regolita y en menor proporción material piroclástico, yeso y travertino, así como basalto en malpaís de la Formación San Cristóbal (Terciario).

En general los suelos que dominan son:

- Al sur, Leptosoles líticos;
- En la parte central, Cambisol háplico con Phaeozem háplico y
- Al norte, Phaeozem háplico.

Distribuidos en toda la subunidad asociaciones de:

- Leptosol léptico con Cambisol léptico;

- Leptosol lítico con Phaeozem léptico, y
- Leptosol lítico con Leptosol eútrico.

IIb (26). Se localiza al centro–este de la región, con un área de 26,962.26 ha, extendiéndose de las estribaciones de la sierra de Pachuca hacia el Sur.

La geología es variada, al norte, rocas volcánicas y piroclastos andesíticos a riolíticos (Oligoceno tardío al Plioceno temprano) del Supergrupo Pachuca; al centro, flujos de andesita basáltica reciente y antigua; y al sur, derrames de lava basáltica intercalados con brechas tobáceas y cenizas volcánicas del grupo San Juan (Plioceno medio al tardío).

Suelos Phaeozem háplico en toda esta subunidad, en ella se dan asociaciones de:

- Regosol léptico con Phaeozem léptico;
- Regosol léptico con Phaeozem háplico;
- Regosol léptico con Leptosol lítico
- Leptosol lítico (algunas áreas).

III. Unidad de Montaña

Corresponde a la Sierra de Pachuca, en el norte de la región en estudio. En general esta unidad presenta pendientes mayores a 15° con áreas intermontanas planas.

Se divide en varias subunidades, agrupadas de acuerdo los grados de pendientes.

IIIa (8, 9, 12 y 13). Se conforman cuatro áreas caracterizadas por el predominio de pendientes entre 25 y 35°, le siguen las pendientes que van de 35 a más de 50° y en tercer lugar las que van de 15 a 25°.

Se localizan como sigue: la primera al oeste de la sierra de Pachuca sobre el cerro El Conejo, al oeste de Los Frailes; la segunda sobre el Cerro Alto y se extiende hacia el norte; la tercera sobre Llano de los Ajos; y la cuarta en Santiaguito.

La geología, en la primera (cerro El Conejo) y la cuarta (Santiaguito), se conforma por rocas volcánicas y piroclásticas andesíticas a riolíticas del Supergrupo Pachuca (Oligoceno tardío al Plioceno temprano); la segunda (Cerro Alto) y la tercera (Llano de los Ajos), con rocas volcánicas andesíticas a riolíticas y brechas de escurrimiento del Oligoceno tardío al Plioceno temprano, andesita y brecha andesítica de la Formación Zumate (Plioceno temprano).

Los suelos que se presentan en las tres primeras áreas, son Cambisol ándico con Phaeozem háplico y Andosol melánico, mientras que en la cuarta (Santiaguito) además de la asociación antes mencionadas, al centro y Oeste Cambisol háplico con Phaeozem háplico.

IIIb. (2, 64 y 65). Se caracteriza por encontrarse por debajo de los 2,000 msnm; con tres áreas: valles de los ríos El Chico, San Andrés, al noroeste y el río Los Otates al noreste de la región.

Las pendientes no presentan una predominancia marcada, hay una mayor cantidad de pendientes moderadas a fuertes (entre 10 y 25°) y, en menor medida, las pendientes menores de 2°.

En los valles de El Chico y Los Otates, la geología se caracteriza por rocas volcánicas andesíticas a riolíticas y brechas de escurrimiento del Supergrupo Pachuca (Oligoceno tardío al Plioceno temprano); en el valle del río "San Andrés", se presenta la Formación Zumate (Plioceno temprano), formada de andesita y brecha andesítica.

Los suelos son Cambisoles ándicos con Phaeozem háplico y Andosol melánico; con excepción de la primera que presenta en su extremo sur, una pequeña porción Cambisol háplico con Phaeozem háplico.

IIIc. (3, 4, 6, 10, 11, 14, 15 16, 20, 22). Abarca la mayor área de la Sierra de Pachuca (4,554.17 ha); con pendientes, en su mayoría de 15 a 35°, siguiendo en importancia las mayores de 35° y, por último las menores de 2°.

(4) Se localiza en la Mesa Chica, su geología en la parte centro-norte conformada de rocas sedimentarias clásticas (lutita y arenisca) de la Formación Méndez (Cretácico superior), intercaladas con caliza parcialmente dolomitizada de la Formación El Doctor (Cretácico inferior), rodeadas de andesitas y brechas de escurrimiento andesíticas de la Formación Zumate (Plioceno temprano).

(3) Localizada entre los cerros La Viga y El Picacho, al sur y este de Sanctorum. Predominan en su parte oeste las andesitas y brechas de escurrimiento andesíticas de la Formación Zumate (Plioceno temprano), en el resto del área hay rocas volcánicas andesíticas a riolíticas con brechas de escurrimiento del Supergrupo Pachuca (Oligoceno tardío al Plioceno temprano).

(6) Se encuentra en la región de Santiaguito; formada de rocas volcánicas y piroclásticas andesíticas a riolíticas del Supergrupo Pachuca (Oligoceno tardío al Plioceno temprano).

(10) Se caracteriza por derrames de lava basáltica intercalada con brechas tobáceas, cenizas volcánicas del grupo San Juan del (Plioceno medio al tardío).

(11) Localizada en el cerro Lagunilla al oeste de la presa Los Ángeles, se forma de rocas volcánicas andesíticas a riolíticas y brechas de escurrimiento del Supergrupo Pachuca (Oligoceno tardío y Plioceno temprano).

(14) Se extiende sobre el cerro Manzanas, donde se ubica el pueblo del mismo nombre, sus características geológicas son de rocas volcánicas y piroclásticas andesíticas y riolíticas del Oligoceno tardío y Plioceno temprano.

(15) Se ubica en el Parque Nacional El Chico, desde las peñas Las Tandas y Las Monjas hasta las peñas El Cuervo y El Gallo, formada por andesitas y brechas de escurrimiento andesíticas de la Formación Zumate (Plioceno temprano).

(16) Localizada en el cerro Piedra El Muñeco o Los Amoles, su geología se compone de andesitas y brechas andesíticas de escurrimiento de la Formación Zumate (Plioceno temprano).

(20) Se extiende desde la peña El Fraile al cerro Las Anaranjadas, compuesta en su porción centro-norte de andesitas y brechas de escurrimiento andesíticas de la Formación Zumate (Plioceno temprano), en la parte centro-sur son rocas volcánicas y piroclásticas andesíticas a riolíticas del Supergrupo Pachuca (Oligoceno tardío al Plioceno temprano).

Los suelos presentes en las áreas 3, 4, 6, 10, 11, 14, 15, 16 y 20 son asociaciones de Cambisol ándico con Phaeozem háplico y Andosol melánico.

(22) Se ubica en el cerro Las Tres Marías, se conforma de rocas volcánicas andesíticas a riolíticas y brechas de escurrimiento del Supergrupo Pachuca (Oligoceno tardío al Plioceno temprano). Los suelos presentes son Leptosoles eútricos con Cambisol háplico.

IIIId. (5, 17, 23 y 25). Esta subunidad abarca una superficie de 8,724.04 ha, la forman cuatro áreas, caracterizadas por tener pendientes de 15 a 25°; 25 a 35° y menores de 2°.

(5) Se extiende del noroeste al sureste de la unidad, cerca de las peñas Las Tandas y Las Monjas, abarcando aproximadamente la mitad del municipio de Mineral del Chico.

La geología es conformada por rocas volcánicas y piroclásticas, andesíticas y riolíticas del Supergrupo Pachuca (Oligoceno tardío al Plioceno temprano), presenta una franja de Norte a Sur, de andesitas y brechas de escurrimiento andesíticas de la Formación Zumate (Plioceno temprano). Los suelos que conforman esta área son: Cambisol ándico con Phaeozem háplico y Andosol melánico.

(17) Se localiza en el cerro "Zumate", su geología se caracteriza por presentar andesitas y brechas de escurrimiento andesíticas (Plioceno temprano) la que le da el nombre a la Formación Zumate, los suelos son Cambisol ándico con Phaeozem háplico y Andosol melánico.

(23) Ubicada en las estribaciones sur-suroeste, en el cerro Redondo, sobre el piedemonte **(IIa)**. Conformada por derrames de lava basáltica intercalados con brechas tobáceas, cenizas volcánicas del grupo San Juan (Plioceno medio al tardío). Los suelos que predominan son Leptosol eútrico con Leptosol lítico.

(25) Se extiende al sur de la cabecera municipal de Mineral del Monte sobre la sierra del mismo nombre, compuesta de rocas volcánicas y piroclásticas andesíticas a riolíticas del Supergrupo Pachuca (Oligoceno tardío al Plioceno temprano). Los suelos son Leptosol eútrico con Cambisol háplico.

IIIe (7 y 28). Subunidad formada por dos áreas, la de montaña, con pendientes de 15 a 25°, con pequeñas áreas menores de 2°, estas forman amplios valles intermontanos.

(7) Abarca prácticamente la mitad este del municipio de Mineral del Chico, norte de Pachuca, gran parte del de Mineral del Monte, norte de Epazoyucan y el noroeste de Singuilucan, compuesta de rocas volcánicas y piroclásticas andesíticas a riolíticas del Supergrupo Pachuca (Oligoceno tardío al Plioceno temprano), se encuentra dividida en su parte centro–norte y de este a oeste por la Formación Zumate (Plioceno temprano), formada de andesitas y brechas de escurrimiento andesíticas, al este de la sierra de Mineral del Monte se encuentra un porción de andesita basáltica antigua de edad no determinada y andesita basáltica reciente con fenocristales de olivino (Pleistoceno tardío al Holoceno).

Las suelos de esta área son:

- Cambisol ándico + Phaeozem háplico + Andosol melánico;
- Cambisol háplico + Phaeozem háplico, y
- Leptosol eútrico + Cambisol háplico.

(28) Se localiza en la parte centro–norte del municipio de Singuilucan, sobre las estribaciones orientales de la Sierra de Mineral del Monte, al norte con los cerros El Horcón y Ladera Grande y al sur con el cerro Ventoso.

Predominan los flujos piroclásticos y brechas de composición riolítica, con lente de obsidiana de la Riolita Navajas (Plioceno temprano), o riolitas y/o tobas riolíticas de edad no determinada, al centro y norte de esta unidad.

Al centro y Sur, rocas volcánicas y piroclásticas andesíticas a riolíticas del Supergrupo Pachuca, (Oligoceno tardío al Plioceno temprano). Los suelos son Leptosol eútrico con Cambisol háplico.

IV. Unidad de Lomeríos Aislados

IVc (49). Localizada alrededor de la Sierra Los Pitos, con pendientes entre 2 y 10°, la geología, consiste de depósitos piroclásticos (tobas, brechas tobáceas y pómez), clásticos fluviales con lentes de caliza lacustre interdigitados con rocas volcánicas máficas de la Formación Tarango (Plioceno superior) y derrames de riolita con obsidiana. Los suelos son Cambisol eútrico con Phaeozem.

IVd (53 y 36). Se localiza al oeste de la región, dividida en dos por la subunidad **Va** de la sierra de Tezontlalpan, constituida por depósitos piroclásticos de tobas, brechas tobáceas, pómez, clásticos fluviales con intercalaciones de lentes de caliza lacustre, interdigitados con rocas volcánicas máficas de la Formación Tarango (Plioceno medio al tardío).

Los suelos que dominan son Phaeozem háplico y pequeñas áreas con Leptosol háplico con Regosol háplico.

Ive (48). Ubicada en el cerro Santa Rosa, al noreste de Tizayuca; con pendientes que van de 2 a 10° al norte y mayores de 15° al sur.

Se forma de derrames de lava basáltica, andesítica y traquítica con intercalaciones de ceniza, lapilli y escoria de la Formación El Pino, del Plioceno al Cuaternario. Los suelos son Leptosol lítico en toda ella.

IVf (33). Se ubica en la parte sur de la sierra Pachuca (Cubitos), con pendientes de 2 a 10° y en la parte sur mayores de 15°, formada por rocas volcánicas y piroclásticos andesíticas a riolíticas del Supergrupo Pachuca (Oligoceno tardío al Plioceno temprano), el suelo que predomina es Leptosol eútrico.

IVg (50). Localizada en el cerro San Rafael, al norte de Santa María Tecajete; es una elevación muy denudada con pendientes suaves entre 2 y 10° formada por flujos de andesita basáltica antigua y reciente, los suelos están constituidos de la parte media a la superior, la conforman Regosol léptico con Leptosol lítico; y en la parte baja circundando a todo el cerro se cuenta con Cambisol háplico con Phaeozem háplico.

IVh (43 y 44). Localizadas al este y oeste de las estribaciones del volcán La Paila, al norte de San Rafael Amolucan, compuestas de flujos de andesita basáltica antigua y reciente, los suelos son Regosol háplico con Cambisol háplico.

IVi (56). Ubicada en el cerro Santa Susana, al norte de Francisco I. Madero; con pendientes que van de 10 a 25°, compuesta de flujos de andesita basáltica antigua y reciente, presenta asociación de Leptosol lítico con Regosol léptico.

IVj (51). Se encuentra en el cerro El Tiololo, al oeste de Plutarco Elías Calles, con pendientes entre 10 y 25°, es un cono volcánico de composición basáltica del Cuaternario, con flujos de andesita basáltica antigua y reciente, los suelos son Leptosol lítico con Regosol eútrico.

IVk (60). Localizada al oeste de la laguna de Tecocomulco, en Palmillas, con pendientes de 2 a 10°, esta forma parte del cerro "La Paila", cuya geología es basalto en malpaís (Cuaternario), La asociación de suelos es Regosol háplico con Leptosol lítico y Phaeozem háplico.

V. Unidad de Elevaciones Aisladas

En este grupo se describen las subunidades son volcanes aislados localizado en la parte centro- sur de la región de estudio.

Va (38). Localizada al oeste de la sierra de Tezontlalpan, con pendientes predominantes mayores a 25°; con áreas de 15 y 25°, conformada de derrames de lava basáltica intercalados con brechas tobáceas y cenizas volcánicas del grupo San Juan (Plioceno medio al tardío).

Los suelos son asociaciones de Leptosol háplico con Regosol háplico; y dos pequeñas áreas, al Sur, Leptosol lítico con Phaeozem léptico y Cambisol léptico.

Vb (31). Ubicada en la porción norte de la sierra de Tezontlalpan, con pendientes mayores de 15°, formada por derrames de lava basáltica intercalada con brechas tobáceas con aglomerados y cenizas volcánicas del grupo San Juan (Plioceno medio al tardío), se cuenta con suelos del tipo Phaeozem léptico con Cambisol háplico.

Vc (30). Extendiéndose de este a oeste de la sierra de Tezontlalpan, con pendientes de 15 a 25° y áreas planas, formada por derrames de lava basáltica intercalada con brechas tobáceas con aglomerados y cenizas volcánicas del grupo San Juan (Plioceno medio al tardío). Esta subunidad predominan los suelos de Leptosol lítico con Phaeozem léptico, al Sur se presenta una área de Regosol háplico con Cambisol háplico.

Vd (41). Ubicada en la porción sur de la sierra de Tezontlalpan, con pendientes de mayores de 15° y áreas planas, al norte se tienen rocas volcánicas y piroclásticas andesíticas a riolíticas del Supergrupo Pachuca (Oligoceno tardío al Plioceno temprano), en la porción central formada por depósitos piroclásticos de tobas, brechas tobáceas y pómez, con clásticos fluviales con lentes de caliza lacustre, interdigitados con rocas volcánicas máficas de la Formación Tarango (Plioceno superior) y tobas riolíticas, riolita fluidal con lentes de obsidiana, riolita Chignahuapan (Plioceno).

Al Sur, basaltos aglomerados, brechas y cenizas volcánicas correlacionables al grupo San Juan (Plioceno medio al tardío) y tobas andesíticas de la Formación Calpulalpan.

Suelos conformados de Leptosol lítico, con un pequeñas áreas de Cambisol háplico, Leptosol léptico con Cambisol léptico.

Ve (39). Esta conformada por la parte media y alta del cerro Peña Blanca, con pendientes de 15 y 25°, formada por corrientes de lava basáltica intercaladas con brechas tobáceas y cenizas volcánicas correlacionables al grupo San Juan (Plioceno medio al tardío) y tobas andesíticas de la Formación Calpulalpan; los suelos presentes son Leptosol léptico con Cambisol léptico.

Vf (29). Ubicada en la porción central y norte de la sierra de Pachuca (Cubitos), con pendientes mayores de 15°, compuesta de rocas volcánicas y piroclásticas andesíticas a riolíticas del Supergrupo Pachuca (Oligoceno tardío al Plioceno temprano), los suelos son Leptosol eútrico.

Vg (47). Insertada en el cerro Las Tetillas, al norte de la sierra Los Pitos, con pendientes de 15 a 25°, constituida en su parte media por derrames de lava basáltica, andesítica y traquítica con intercalaciones de ceniza, lapilli y escoria de la Formación El Pino (Plioceno – Cuaternario), en la parte superior derrames de lava basáltica intercalados con brechas tobáceas y cenizas volcánicas las que se correlacionan con el grupo San Juan (Plioceno medio al tardío), los suelos son Leptosoles líticos con Phaeozem léptico y Regosol léptico.

Vh (55). Conformada por las partes medias y altas de la sierra Los Pitos, con pendientes mayores de 15°, formada por rocas volcánicas y piroclásticas andesíticas a riolíticas del Supergrupo Pachuca (Oligoceno tardío al Plioceno temprano), los suelos son Leptosol lítico con Regosol dístrico.

Vi (58). Ubicada en la parte media del cerro Xoconoxtle, al oeste de la sierra Los Pitos con pendientes mayores de 15°, constituida por lava basáltica, andesítica y traquítica, con intercalaciones de ceniza, lapilli y escoria de la Formación El Pino, suelos de Leptosol lítico con Phaeozem léptico.

Vj (40). Localizada en el Cerro Alto, al oeste de Santa Mónica, con pendientes entre 15 y 25°; algunas áreas sobre 25° y una meseta en la cima, formada por derrames de lava basáltica intercalados con brechas tobáceas y cenizas volcánicas del grupo San Juan (Plioceno medio al tardío), al centro–sur se ubica la asociación de Regosol léptico con Phaeozem léptico; en la parte media Phaeozem háplico y al norte Leptosol lítico.

Vk (54). Ubicada en el cerro El Tecajete, al sur de Santa María Tecajete con pendientes superiores a 25°, formada por andesita basáltica antigua y reciente (Plioceno tardío y Holoceno). Los suelos son Leptosoles líticos con Phaeozem háplico.

VI (61). Formada por cerros Tontioipa y La Herradura, ubicados al noroeste de Tlanalapa; con pendientes de 15 a más de 25°, con pequeñas áreas planas, la geología constituida por derrames de andesitas de olivino correlacionable con la Andesita Chichicuautila (Plioceno temprano), el suelo es principalmente Leptosol léptico con Phaeozem léptico; a excepción del extremo sur que presenta un área de Phaeozem léptico con Cambisol léptico.

Vm (57). Formada por las partes medias y altas de los cerros La Rinconada y El Sombrero, al este y noreste de Santo Tomás; con pendientes de 15 a más de 25°, con áreas planas, formada de toba riolítica y riolita con lentes de obsidiana de la Riolita Chignahuapan (Plioceno). Los suelos son Leptosol lítico con Regosol léptico, hacia el norte un área con Phaeozem háplico.

Vn (42). Ocupa la parte central del volcán La Paila al norte de la caldera de Chichicautla; con pendientes que varían de 10 a 25°, con áreas de menos de 10°, la parte superior del cono volcánico esta formada de basalto y basalto andesítico (Cuaternario); rodeada de flujos de andesita basáltica antigua y reciente, los suelos son Regosol háplico con Cambisol háplico.

Vo (46). Localizada en las partes medias y altas de los volcanes Seco y El Agua y el cerro San Ignacio, con pendientes de 10 a 25° y áreas mayores de 25°, en parte alta formada de basalto y basalto andesítico (Cuaternario); rodeado por flujos de andesita basáltica reciente y antigua, derrames de andesita Chichicautla, los suelos son Cambisol háplico en la mayor parte del área, y con menor área Leptosol lítico con Cambisol léptico.

Vp (52). Ocupa la caldera de Chichicautla, con pendientes que varían de 15 a más de 25°, compuesta por derrames de lava andesítica de olivino, de la andesita Chichicautla, formada por la asociación de Leptosol lítico con Regosol léptico y Phaeozem léptico.

3.3. Unidades de Paisaje

La unidad de paisaje es la representación sintética de una visión integral del paisaje, que analiza en tiempo y espacio los diferentes componentes del medio.

Para definir las unidades del paisaje fue necesario el análisis de otras variables como el clima, el uso de la tierra y la vegetación. Se considero a la agricultura de riego, de temporal anual, anual permanente, temporal permanente y semipermanente como un solo tipo de uso.

Se examinaron las posibles combinaciones y frecuencias entre los tipos de clima con los mapa de uso de suelo y la vegetación, determinándose cuales eran los usos de suelo predominantes por cada tipo clima.

Posteriormente el resultado del análisis anterior se combinó con el mapa de unidades del relieve, derivado de este proceso se distinguieron asociaciones que permitieron determinar las siguientes unidades del paisaje.

Se identificaron 39 unidades de paisaje, como criterio para su descripción y delimitación, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- Clima.
- Uso del suelo.
- Vegetación.
- Unidades de relieve.

3.3.1. Descripción de las unidades de Paisaje

3.3.1.1. Clima: BS0k'w(w)(i')gw" ⁽³⁾

A⁽⁴⁾. Se conforma de dos áreas ubicadas al oeste de la región, con un superficie de 497.58 hectáreas, el uso actual del suelo es pastizal inducido, con pendientes menores de 2°,

³ Para la descripción de cada tipo climático véase el capítulo: El Clima y sus efectos climatológicos.

⁴ La claves corresponden a las utilizada en el mapa de unidades de Paisaje.

predomina el aluvi3n, regolita y material pirocl3stico, yeso y travertino, que dan origen a suelos Phaeozem h3plico.

B. Cuenta con tres unidades al oeste de la regi3n, con un superficie de 396.74 hect3reas, predomina el matorral xer3filo, con pendientes que van de 2 a 10°, algunas 3reas planas, derrames de lava bas3ltica y p3mez; brechas tob3ceas y cenizas volc3nicas del grupo San Juan, donde se presentan suelos de Leptosol l3tico con Phaeozem l3ptico.

3.3.1.2. Clima: BS1k'w(w)igw"

C. Se localiza en siete unidades de piedemonte; con una superficie total de 3,508.10 hect3reas, predomina matorral xer3filo y pastizal inducido, pendientes que van de 2 a 10° en el piedemonte y de 10 a 25° en el Cerro Alto, con algunas 3reas planas. En la regi3n centro- oeste formada por basalto en malpa3s y/o Formaci3n San Crist3bal. Al centro se tiene aluvi3n, regolita y menores cantidades de material pirocl3stico, yeso, travertino, derrames de lava bas3ltica, andes3tica y traqu3tica de la Formaci3n El Pino, adem3s de rocas volc3nicas y piroclastos andes3ticos del Supergrupo Pachuca, en el Cerro Alto se tienen derrames de lava bas3ltica intercalados con brechas tob3ceas y cenizas volc3nicas del grupo San Juan, los suelos son de Leptosol l3tico con Phaeozem h3plico y Leptosol e3trico.

D. Cuenta con cuatro 3reas sobre el piedemonte (733.99 hect3reas), con pastizal inducido; pendientes entre 2 y 10° y 3reas planas, rocas volc3nicas y piroclastos andes3ticos a riol3ticos del Supergrupo Pachuca, flujos de andesita bas3ltica reciente y antigua, derrames de lava bas3ltica, andes3tica y traqu3tica de la Formaci3n El Pino, predomina el suelo Phaeozem h3plico, Leptosol l3tico y Cambisol h3plico.

E. Localizada al sur, en la sierra Los Pitos (809.24 hect3reas); predomina el bosque de encino (*Quercus* spp.), pendientes mayores de 15°, rocas volc3nicas y pirocl3sticas andes3ticas a riol3ticas del Supergrupo Pachuca⁵, suelos de Leptosol l3tico con Regosol d3strico.

F. Ubicada alrededor de la sierra Los Pitos y la parte media del cerro Xoconoxtle, ocupa un 3rea de 2,256.57 hect3reas, el uso del suelo actual es pastizal inducido, matorral xer3filo, pendientes entre 2° a 10° y mayores de 15°, formada por dep3sitos pirocl3sticos de tobas, brechas tob3ceas y p3mez, cl3sticos fluviales con lentes de caliza lacustre interdigitados con rocas volc3nicas m3ficas de la Formaci3n Tarango y derrames de riolita con obsidiana y derrames de lava bas3ltica, andes3tica y traqu3tica, con intercalaciones de ceniza lapilli y escoria de la Formaci3n El Pino, los suelos en la parte baja son Cambisoles e3tricos con Phaeozem h3plico, mientras que en el cerro Xoconoxtle son Leptosoles l3ticos con Phaeozem l3ptico, existen explotaci3n de material p3treo a cielo abierto.

G. Distribuida en catorce 3reas dentro de las unidades de las planicies (2,560.66 hect3reas), pastizal inducido; con pendientes menores de 2°, formada de aluvi3n, regolita y menores cantidades de material pirocl3stico, yeso y travertino, derrames de lava bas3ltica, andes3tica y traqu3tica con intercalaciones de ceniza, lapilli y escoria de la Formaci3n El Pino, rocas volc3nicas y pirocl3sticas andes3ticas a riol3ticas, del Supergrupo Pachuca, las asociaciones de suelos son de Leptosol l3tico, Phaeozem l3ptico, Regosol l3ptico y Regosol e3trico.

H. Conformada por cinco 3reas en la planicie centro-Sur, en el piedemonte y en los cerros Las Tetillas y al norte de la sierra Los Pitos (1,238.90 hect3reas); el uso del suelo actual es de matorral xer3filo, con pendientes menores de 2°; de 2 a 10° y de 15 a 25°, derrames de lava bas3ltica, andes3tica y traqu3tica con intercalaciones de ceniza, lapilli y escoria de la Formaci3n El Pino, rocas volc3nicas y pirocl3sticas andes3ticas a riol3ticas, del Supergrupo Pachuca, y en la parte superior de los cerros derrames de lava bas3ltica con brechas tob3ceas y cenizas volc3nicas correlacionables con el grupo San Juan, los suelos son Leptosol l3tico con Phaeozem l3ptico y Leptosol e3trico.

⁵ El Supergrupo Pachuca se forma con las siguientes Formaciones: Santiago, Corteza, Pachuca, Real del Monte, Santa Gertrudis, Vizca3na, Cerezo y Tezuantla.

I. Ubicada al este de la región, en dos áreas (435.31 hectáreas), el uso del suelo actual es bosque de *Quercus* con matorral de *Quercus*, con pendientes entre 2 y 10°, rocas volcánicas y piroclásticas andesíticas a riolíticas del Supergrupo Pachuca, los suelos son Regosol léptico con Leptosol lítico.

J. Conformada por tres áreas, centro este de la región, Cerro Alto y cerro El Tecajete, en una superficie de 599.88 hectáreas, el uso del suelo actual es matorral xerófilo con matorral de *Quercus*, con pendientes que van de 2 a 10° y mayores de 25°, rocas volcánicas y piroclásticas andesíticas a riolíticas del Supergrupo Pachuca, andesita basáltica reciente y antigua, los suelos son Regosol eútrico, Regosol léptico, Phaeozem léptico, Leptosol lítico y Phaeozem háplico.

K. Ubicada al centro oeste de la región en el piedemonte, con una superficie 589.58 hectáreas; el uso del suelo actual es matorral xerófilo y áreas sin vegetación aparente; pendientes de 2 a 10°, con áreas planas, depósitos piroclásticos de tobas, brechas tobáceas, intercalados con derrames de lava basáltica y pómez, clásticos fluviales de gravas, arenas y limos, con lentes de caliza lacustre, interdigitados con rocas volcánicas máficas de la Formación Tarango, cenizas volcánicas del grupo San Juan, los suelos son Phaeozem háplico, áreas pequeñas de Leptosol lítico con Phaeozem léptico.

L. Localizadas en la parte este de la sierra de los pitos y al oeste de la zona en Tolcayuca, con una superficie de 156.83 hectáreas, son áreas sin vegetación aparente, con pendientes de 2° y 10°, formada de depósitos piroclásticos de tobas, brechas tobáceas y pómez, clásticos fluviales con lentes de caliza lacustre interdigitados con rocas volcánicas máficas de la Formación Tarango, derrames de riolita con obsidiana, suelos Regosol léptico con Phaeozem léptico.

M. Conformada por tres áreas de planicie, al norte del municipio de Singuilucan, con un superficie de 242.18 hectáreas, el uso de suelo actual es bosque de pino–encino, pendientes que van de 2 a 10°, formada de flujos de andesita basáltica reciente y antigua, suelos de Phaeozem háplico, Regosol léptico con Regosol eútrico.

3.3.1.3. Clima: C(w₁)(w) b(i')gw"

N. Ubicada en el talud de la Sierra de Pachuca con una superficie de 3,677.02 hectáreas, pastizal inducido, rocas volcánicas y piroclásticas andesíticas a riolíticas del Supergrupo Pachuca, suelos de Leptosol eútrico con Cambisol háplico.

N'. Ubicada en la parte norte del Municipio de Epazoyucan, con una superficie de 1,027.32 hectáreas, esta conformada de matorral xerófilo; rocas volcánicas y piroclásticas andesíticas a riolíticas del Supergrupo Pachuca, suelos tipo Leptosol eútrico con Cambisol háplico.

O. Localizada al noroeste de Acayuca y al noroeste de Zapotlán de Juárez, en el piedemonte, con un superficie de 2,164.17 hectáreas, el uso del suelo es matorral xerófilo con pastizal inducido y área sin vegetación aparente, con pendientes de 2 a 10°, áreas de menos de 2°, depósitos piroclásticos de tobas y brechas tobáceas, intercalados con derrames de lava basáltica y pómez, clásticos fluviales de gravas, arenas y limos, lentes de caliza lacustre, interdigitados con rocas volcánicas máficas de la Formación Tarango, cenizas volcánicas del grupo San Juan, piroclastos riolíticos de la Riolita Chignahuapan, suelos Cambisol háplico con Phaeozem háplico, Leptosol léptico con Cambisol léptico y Leptosol lítico.

3.3.1.4. Clima: C(w₀)(w) bigw"

P. Localizada al sureste de la región, en los cerros Tontiopa y La Herradura, con una superficie de 694.35 hectáreas, pendientes mayores de 15°, derrames de andesitas de olivino correlacionable con la Andesita Chichicauatla, Suelos tipo Leptosol léptico con Phaeozem léptico.

Q. Localizada al extremo oeste de la región, sobre las estribaciones de la Sierra de Tezontlalpan con un superficie de 990.47 hectáreas; matorral xerófilo, pendientes de 2 a 10° y 10 a 25°, derrames de lava basáltica, intercalados con aglomerados y brechas tobáceas, cenizas

volcánicas del grupo San Juan, y pómez de la Formación Calpulalpan; suelos Leptosoles háplicos con Regosol háplico.

Q'. Localizada al sureste de la región, en la planicie, con un superficie de 181.14 hectáreas; uso del suelo actual de matorral xerófilo, con pendientes de 2 a 10°; derrames de andesita de la Andesita Chichicuautila y suelos Leptosol léptico con Phaeozem léptico.

R. Formada por cinco áreas al este, en el municipio de Singuilucan, con una superficie de 494.33 hectáreas; cubiertas de bosque de pinos, pendientes que van de 2 a 10°; derrames de andesita de la Andesita Chichicuautila, flujos de andesita basáltica reciente y antigua, suelos de Phaeozem háplico con Regosol léptico y Leptosol lítico.

3.3.1.5. Clima: C(w₁)(w) b(i')gw"

S. Ubicada al noroeste, con un superficie de 91.38 hectáreas, con matorral xerófilo y pastizal, pendientes entre 15 y 35°, rocas volcánicas y piroclásticas andesíticas a riolíticas, suelos de Cambisol ándico con Phaeozem háplico y Andosol melánico.

T. Incluye todas las áreas agrícolas de región en estudio, independiente de su ubicación, clima, relieve, geología y edafología; debido a que se han utilizado, sin tomar en cuenta las características del medio natural y la vocación del suelo.

U. Ubicada al sur de la sierra de Tezontlalpan, en una superficie de 2,746.37 hectáreas, con matorral xerófilo y pastizal inducido, pendientes de 15 a mayores 25°, rocas volcánicas y piroclásticas andesíticas a riolíticas del Supergrupo Pachuca, derrames de basaltos, aglomerados, brechas tobáceas y cenizas volcánicas correlacionables al grupo San Juan, tobas andesíticas de la Formación Calpulalpan, suelos de Leptosol lítico y Cambisol háplico.

V. Localizada en la parte noreste de Singuilucan, con una superficie de 223.13 hectáreas, con matorral xerófilo y pastizal inducido, pendientes que van de 10 a 25°, flujos piroclásticos y brechas de composición riolítica, con lentes de obsidiana de la Riolita Navajas, riolitas y/o tobas riolíticas, suelos de Leptosol eútrico con Cambisol háplico.

W. conformada de cuatro áreas de piedemonte al Oeste de la zona de estudio y sierra de Tezontlalpan; con una superficie de 5,475.40 hectáreas, con pastizal inducido, pendientes mayores a 25°, derrames de lava basáltica intercalados con brechas tobáceas y cenizas volcánicas del grupo San Juan, suelos de Phaeozem háplico, Leptosol háplico con Regosol háplico y Leptosol lítico con Cambisol léptico.

X. Localizada en el cerro Santa Rosa, con un superficie 356.40 hectáreas; el uso de suelo actual es matorral xerófilo, con pendientes que van de 2 a 10°, derrames de lava basáltica, andesítica y traquítica con intercalaciones de ceniza, lapilli y escoria de la Formación El Pino, suelos Leptosoles líticos.

Y. Conformada por tres áreas ubicadas en la sierra de Tezontlalpan (695.44 hectáreas), con matorral xerófilo, pendientes mayores a 25°, derrames de lava basáltica intercalados con brechas tobáceas y cenizas volcánicas del grupo San Juan, depósitos piroclásticos de tobas, brechas tobáceas y pómez, clásticos fluviales con intercalaciones de lentes de caliza lacustre, interdigitados con rocas volcánicas máficas de la Formación Tarango, suelos de tipo Leptosol lítico con Phaeozem léptico y Leptosol háplico con Regosol háplico.

ZU. Incluye todas las áreas urbanas, localidades pequeñas y ciudades más grandes.

AA. Localizada en el piedemonte, al norte de la sierra de Tezontlalpan, con una superficie de 7,753.83 hectáreas, con matorral xerófilo y áreas sin vegetación aparente; pendientes de 15 a 25°, derrames de lava basáltica intercalada con brechas tobáceas, aglomerados y cenizas volcánicas del grupo San Juan, suelos Cambisol háplico con Phaeozem háplico.

AB. Localizada sobre los cerros El Horcón y Ladera Grande; con 4,733.85 hectáreas de superficie; con bosque de pino, pendientes que van de 10 a 25°, flujos piroclásticos y brechas de composición riolítica, con lentes de obsidiana de la Riolita Navajas, riolitas y/o tobas riolíticas, suelos de Leptosol eútrico con Cambisol háplico.

AC. Localizada sobre las estribaciones del sur de la Sierra de Pachuca, con una superficie 5,245.00 hectáreas, con bosque de encino, pendientes que van de 10 y 25°, flujos piroclásticos y brechas de composición riolítica, con lente de obsidiana de la Riolita Navajas, riolitas y/o tobas riolíticas,

En el centro y hacia el Sur, rocas volcánicas y piroclásticas andesíticas a riolíticas del Supergrupo Pachuca, suelos de Leptosol eútrico con Cambisol háplico, Cambisol ándico con Phaeozem háplico y Andosol melánico, Cambisol léptico con Phaeozem léptico.

AD. Localizada al noroeste del municipio de Singuilucan, con un superficie de 978.18 hectáreas; con bosque de encino, matorral de encino y bosque de pino encino; pendientes de 10 a 25°, flujos piroclásticos y brechas de composición riolítica, con lente de obsidiana de la Riolita Navajas, riolitas y/o tobas riolíticas, suelos de Leptosol eútrico con Cambisol háplico.

AE. Localizada al noroeste del municipio de Epazoyucan, con un superficie 307.91 hectáreas; en bosque de Juníferos, pendientes de 2 a 10°, rocas volcánicas y piroclastos andesíticos a riolíticos del Supergrupo Pachuca, suelos de Leptosol eútrico con Cambisol háplico.

AF. Ubicadas al este y sur de la región en el municipio de Singuilucan, con 9,279.48 hectáreas de superficie, con uso de suelo de bosque de pino, pendientes que van de 2 a 25°, flujos de andesita basáltica reciente y antigua, basalto en malpaís, suelos de Regosol háplico con asociaciones de Phaeozem háplico y Cambisol háplico, Leptosol lítico con Regosol eútrico.

AG. Ubicada en la caldera de Chichicuautila, con una superficie 1,807.54 hectáreas, ocupada por un bosque de pino–encino, pendientes mayores de 25°, derrames de lava de andesita de olivino de la Andesita Chichicuautila, suelos formados por Leptosol lítico con Regosol léptico y Phaeozem léptico.

AH. Ubicada en los cerros La Rinconada y El Sombrero, al noreste de Santo Tomás; con un superficie de 311.27 hectáreas, con bosque de encino, pendientes mayores de 15°, tobas riolíticas y riolita con lentes de obsidiana de la Riolita Chignahuapan, suelos de Leptosol lítico con Regosol léptico.

AI. Localizada sur del municipio de Singuilucan en la frontera con Zempoala, con una superficie de 357.62 hectáreas; desprovista de vegetación, pendientes menores de 2°, derrames de lava basáltica intercalada con brechas tobáceas, aglomerados y cenizas volcánicas del grupo San Juan, suelos de Cambisol eútrico con Phaeozem háplico.

AJ. Ubicada al norte, por debajo de los 2,000 msnm; en el valle del río El Chico, con un superficie de 1,601.84 hectáreas, el uso del suelo es bosque de encino (1,005.95 ha) y agricultura (595.89 ha), pendientes que de 10 y 25°, rocas volcánicas andesíticas a riolíticas y brechas de escurrimiento del Supergrupo Pachuca, suelos Cambisol ándico con Phaeozem háplico y Andosol melánico.

AK. Localizada de Santiaguito al sur, hasta los cerros la Viga y el Picacho, al sur y este de Sanctorum, con una superficie de 1,829.03 ha, el usos del suelo es de bosque de pino con pastizal inducido (304.47 ha) y agricultura (1,524.55 ha), rocas volcánicas y piroclásticas andesíticas a riolíticas del Supergrupo Pachuca, andesitas y brechas de escurrimiento andesíticas de la Formación Zumate, suelos de Cambisol háplico con Phaeozem háplico.

3.3.1.6. Clima: C(w₂)(w) bigw"

AL. Ubicada en el Parque Nacional El Chico y norte del municipio Pachuca de Soto, desde las peñas Las Tandas y Las Monjas hasta las peñas El Cuervo y El Gallo, con superficie de 6,019.34 ha, el uso de suelo actual es bosque de abies (5,823.40 ha) y agrícola (195.95 ha), pendientes de mas de 10°, andesitas y brechas de escurrimiento andesíticas de la Formación Zumate, suelos de Cambisol ándico con Phaeozem háplico y Andosol melánico.

AM. Ubicadas al oeste y este del municipio de Mineral del Chico, con una superficie de 6,866.36 ha, el uso de suelo es bosque de encino (6,238.15 ha) y agrícola (628.21 ha), formado de rocas volcánicas y piroclásticas, andesíticas y riolíticas del Supergrupo Pachuca, andesitas y brechas de escurrimiento andesíticas de la Formación Zumate, suelos de Cambisol ándico con Phaeozem háplico y Andosol melánico.

AN. Localizadas en el municipio de Mineral del Chico, por debajo de los 2,000 msnm; en los valles de los ríos San Andrés, el río Los Otates, el usos del suelo es bosque de encino (1,241.71 ha) y agricultura (37.42 ha), con pendientes medias a fuertes (10 a 25°), suelos de Cambisol ándico con Phaeozem háplico y Andosol melánico.

El valle de Los Otates, esta formado de rocas volcánicas andesíticas a riolíticas y brechas de escurrimiento del Supergrupo Pachuca, y valle del río San Andrés esta formado de andesita y brecha andesítica de la Formación Zumate.

3.3.1.7. Clima: C(w₁)(w) b(i')gw"

AO. Ubicada entre los cerros La Viga y El Picacho, al norte del municipio de Mineral del Chico, con superficie de 498.57 hectáreas, ocupadas por bosque de encino y pastizal inducido, andesitas y brechas de escurrimiento andesíticas de la Formación Zumate, al este de la unidad, rocas volcánicas andesíticas a riolíticas con brechas de escurrimiento del Supergrupo Pachuca, suelos de Cambisol ándico con Phaeozem háplico y Andosol melánico.

3.4. Fragilidad

3.4.1. Introducción

La fragilidad es la capacidad intrínseca de una unidad territorial para enfrentar agentes de cambio, con base en la resiliencia de sus componentes, y en la capacidad y velocidad de regeneración del medio.

La fragilidad se estimó cualitativamente con los siguientes componentes: vegetación, edafología y pendientes. Se realizó una matriz cruzada con estos temas, utilizando los criterios del Cuadro 75, se reclasifico y se obtuvo el mapa de Fragilidad (Figura 59).

Cuadro 75. Criterios utilizados para la construcción del mapa de fragilidad.

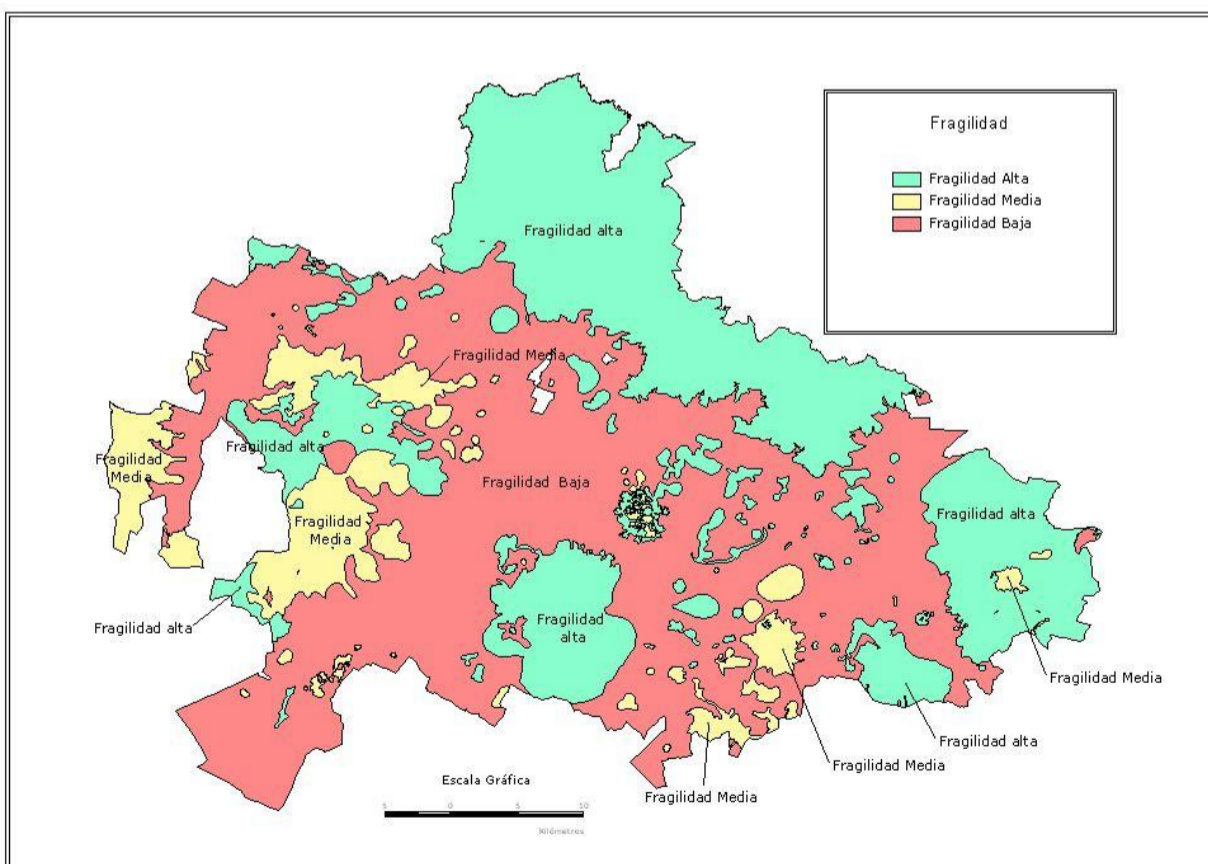
Criterio	Fragilidad Alta	Fragilidad Media	Fragilidad Baja
Vegetación	Vegetación primaria (Bosque de oyamel, b. de encino, b. de Pino encino y matorral xerófilo)	Vegetación primaria muy alterada o vegetación secundaria (Matorral Xerófito muy alterado, pastizal inducido)	Vegetación secundaria o sin vegeación (Pastizal inducido, zona agrícola, vegetación secundaria de matorral xerófilo, b. de encino y b.de pino)
	Y	Y	Y
Pendientes	Mayores de 15° Y	De 5° a 15° Y	0° a 15° Y
Suelos	Cambisoles Regosol	Leptosol	Feozem

Fuente: Modificado de manual de ordenamiento.

Un paso inicial de decisión fue si existía o no vegetación primaria. En caso afirmativo implicaba que también había un suelo asociado, y en general con pendientes de 15-25 % dado el hecho de que los remanentes de vegetación se encuentran en áreas montañosas. Estas condiciones caracterizan a unidades territoriales con fragilidad alta. En caso de que no hubiese vegetación primaria se asignaron niveles medio o bajo de fragilidad, implicando en general vegetación secundaria o ausencia de vegetación (terrenos de cultivo, áreas deforestadas). Esto se correlacionó también con tipo de suelo y pendientes bajas.

Las áreas de fragilidad alta se pueden matizar localmente al proponer políticas ambientales, valiéndose del mapa de vegetación o de la definición del tipo de vegetación en campo. El matorral xerófilo evidencia mayor resistencia y capacidad de regeneración que los bosques, implicando entonces que los bosques son aún más frágiles que los matorrales. Los bosques entre sí se pueden también discriminar, los bosques de encino (*Quercus spp*) y de oyamel (*Abies religiosa*) son más frágiles que los bosques de pino (*Pinus spp*).

Figura 59. Mapa de Fragilidad.



3.4.2. Resultados

Las áreas de fragilidad alta quedaron en áreas montañosas con pendientes de 15-25%, que es donde están actualmente los remantes de vegetación primaria. Dentro de estas áreas aún se puede discriminar más. Nuestro trabajo de campo indica que aparentemente los matorrales xerófilos tienen mayor resistencia al cambio y capacidad de regeneración que los bosques. El principal agente de cambio es el pastoreo, el cual provoca que estos matorrales se vuelvan más abiertos, limitando o evitando el establecimiento de arbustos de leguminosas por el ramoneo ejercido por cabras y borregos, y favoreciendo el establecimiento de gramíneas. Algunas pocas áreas excluidas del pastoreo, regresan a una condición original de no perturbación, donde las partes abiertas con pastizal desaparecen en su mayor parte y el matorral se vuelve más denso con la incorporación de arbustos de leguminosas. Los matorrales xerófilos presentes en áreas muy pedregosas son más resistentes aún que los que no están en estas.

Entre los bosques, los de pino (*Pinus spp*) parecen más resistentes que los bosques de encino (*Quercus spp*) y los bosques de oyamel (*Abies religiosa*). Se observaron como agentes de cambio al fuego y al pastoreo, que incluso a intensidad baja pueden ser agentes que favorecen la permanencia de los pinares.

Las áreas de fragilidad media y baja son aquellas donde existe vegetación primaria muy alterada, con vegetación secundaria o sin vegetación; y con pendientes bajas.

3.5. Calidad Ecológica de los Recursos Naturales

La calidad ecológica de los recursos naturales es una condición que se refiere al mantenimiento de los elementos y procesos geocológicos dentro de un ecosistema o unidad natural determinada. Un agente externo puede deteriorar los recursos, modificar la estructura de los elementos y los procesos, y en consecuencia reducir la calidad.

Para elaborar el mapa de calidad ecológica se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- Calidad de acuíferos
- Tipo de erosión
- Pastoreo
- Calidad de vegetación
- Densidad poblacional

Se les asignaron valores de acuerdo al estado que guardan:

Calidad ecológica muy alta. El sistema mantiene prácticamente todos los elementos y procesos naturales de los ecosistemas, con una mínima perturbación humana, para la zona de estudio no existen zonas a las que les puede asignar esta categoría.

Calidad ecológica alta. El ecosistema mantiene prácticamente todos sus elementos en buen estado de conservación, con algunos problemas que reducen ligeramente la calidad. Los elementos naturales presentan modificaciones leves a medianas de los procesos naturales. Son áreas que con un manejo adecuado se pueden conservar y utilizar adecuadamente sus recursos.

Calidad ecológica media. El sistema presenta limitantes severas, algunos de los elementos pueden estar en buen estado de conservación localmente, como el suelo. Se presentan zonas en que la vegetación original ha sido sustituida por otra de tipo secundario. Se presentan zonas de mediana densidad poblacional y sobre explotación de mantos acuíferos. Son áreas de atención que requieren de programas para en sus casos restaurar elementos importantes del ecosistema.

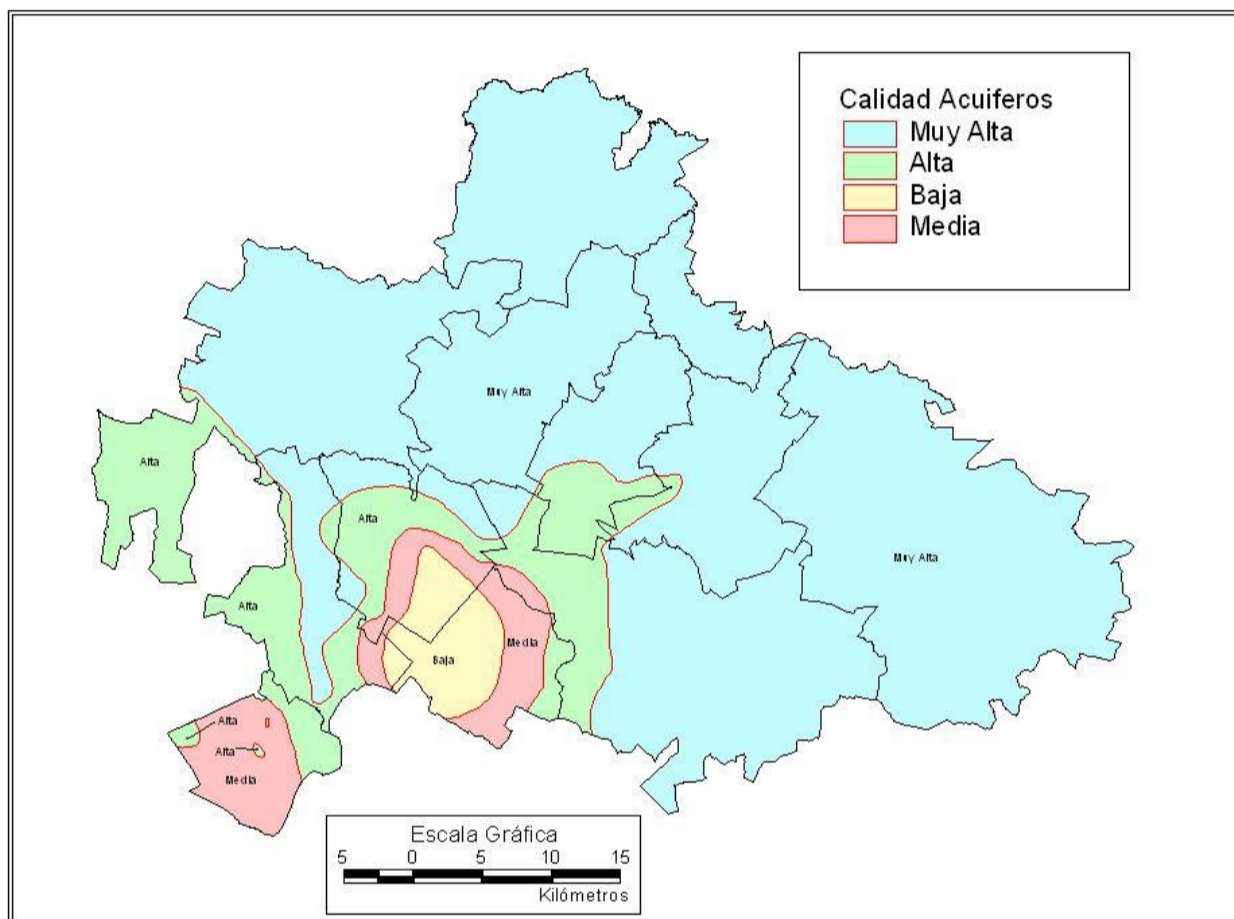
Calidad ecológica baja. El sistema esencialmente se encuentra sin vegetación natural, esta a sido sustituida por agricultura o se encuentra deforestado, puede estar localmente sobre

pastoreado, con suelo erosionado, aguas superficiales contaminadas y acuíferos sobre explotados. Todas las limitantes son severas. Se requieren de fuertes insumos para su rehabilitación.

3.5.1. Calidad de acuífero

Para medir la condición del acuífero se consideraron los niveles de abatimiento promedio anual, la calidad más alta, se presenta en los acuíferos con abatimientos menores a 0.5 metros anuales, estos valores se dan en las zonas de recarga del acuífero. Los valores bajos, son donde el abatimiento del acuífero es de 1.5 m promedio anual, ocasionado por el tipo de suelo y la extracción de agua, cabe aclarar que toda la zona de estudio se encuentra bajo veda (Cuadro 73 y Figura 60).

Figura 60. Mapa de Calidad acuíferos.



3.5.2. Tipo de erosión

La zona de estudio presenta erosión tipo E2 a E6, considerando que E1 es donde no hay erosión y E8 es cuando el material parental se ha perdido, por lo que se cuantifico con valores de calidad ecológica media y baja (Cuadro 75 y Figura 61).

3.5.3. Pastoreo

Es un factor que afecta de manera negativa a las poblaciones vegetales, ya que el ramoneo, destruye las plantas jóvenes afectando al sistema. Se consideran de calidad alta las zonas sin pastoreo y de calidad baja a las presentan sobre pastoreo (Cuadro 75 y Figura 62).

Figura 61. Mapa de Calidad Erosión.

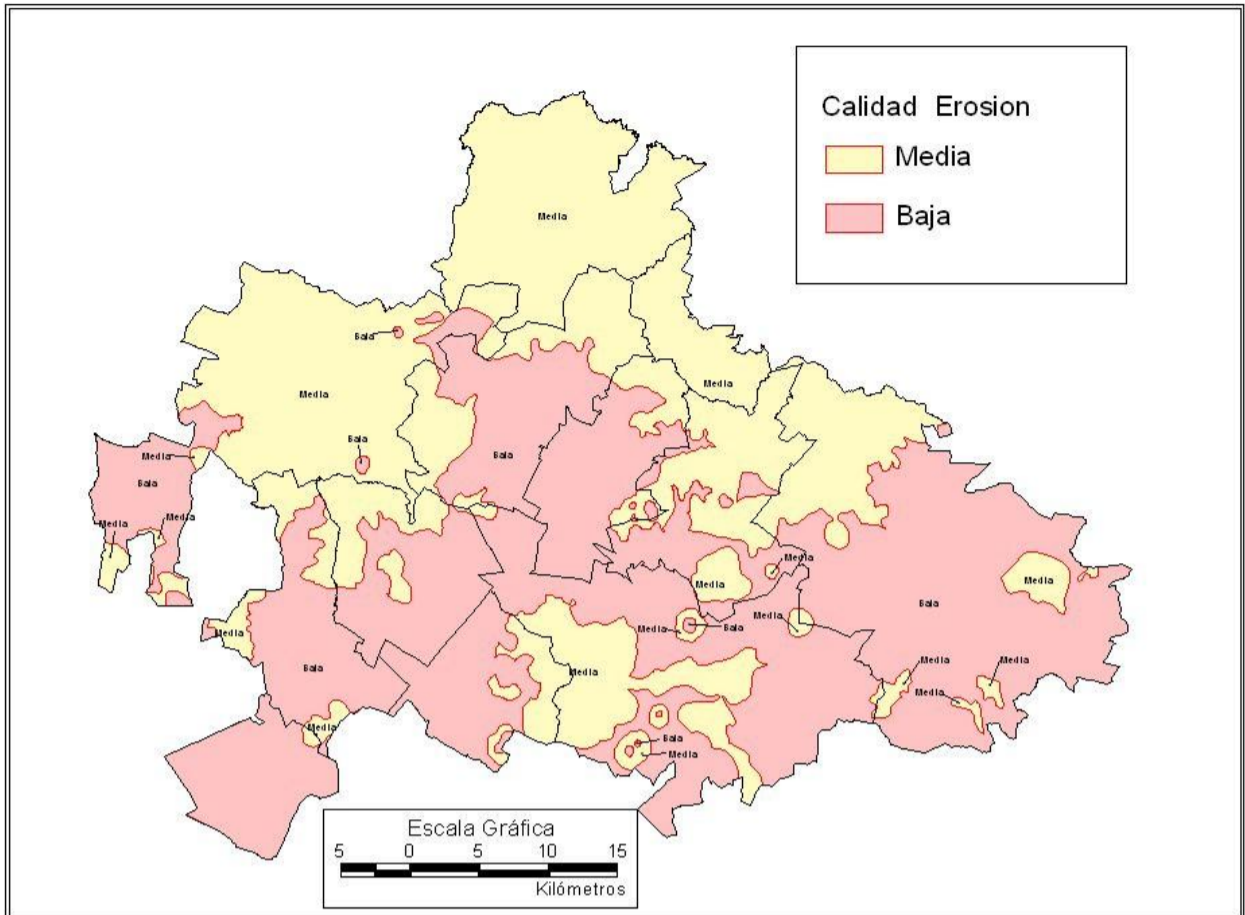
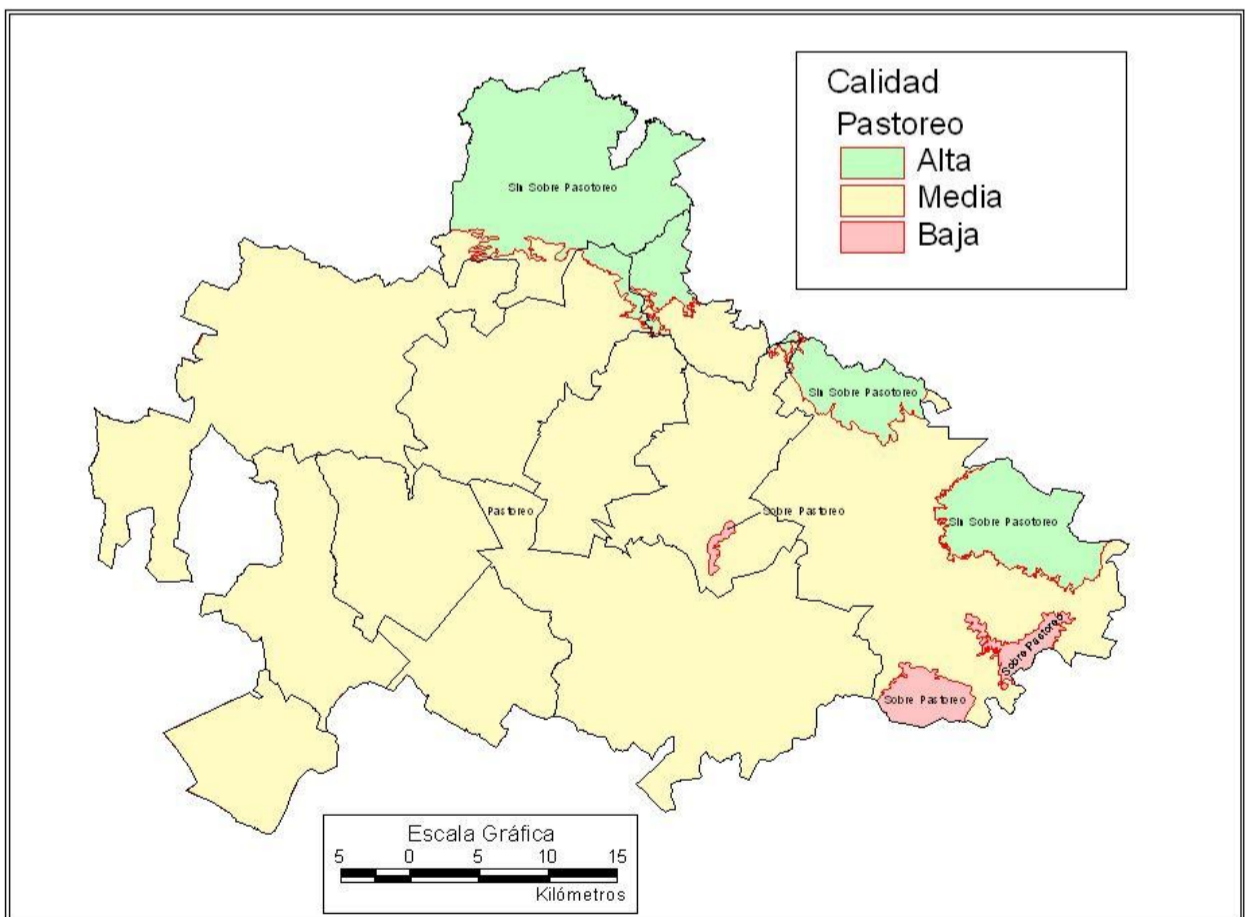


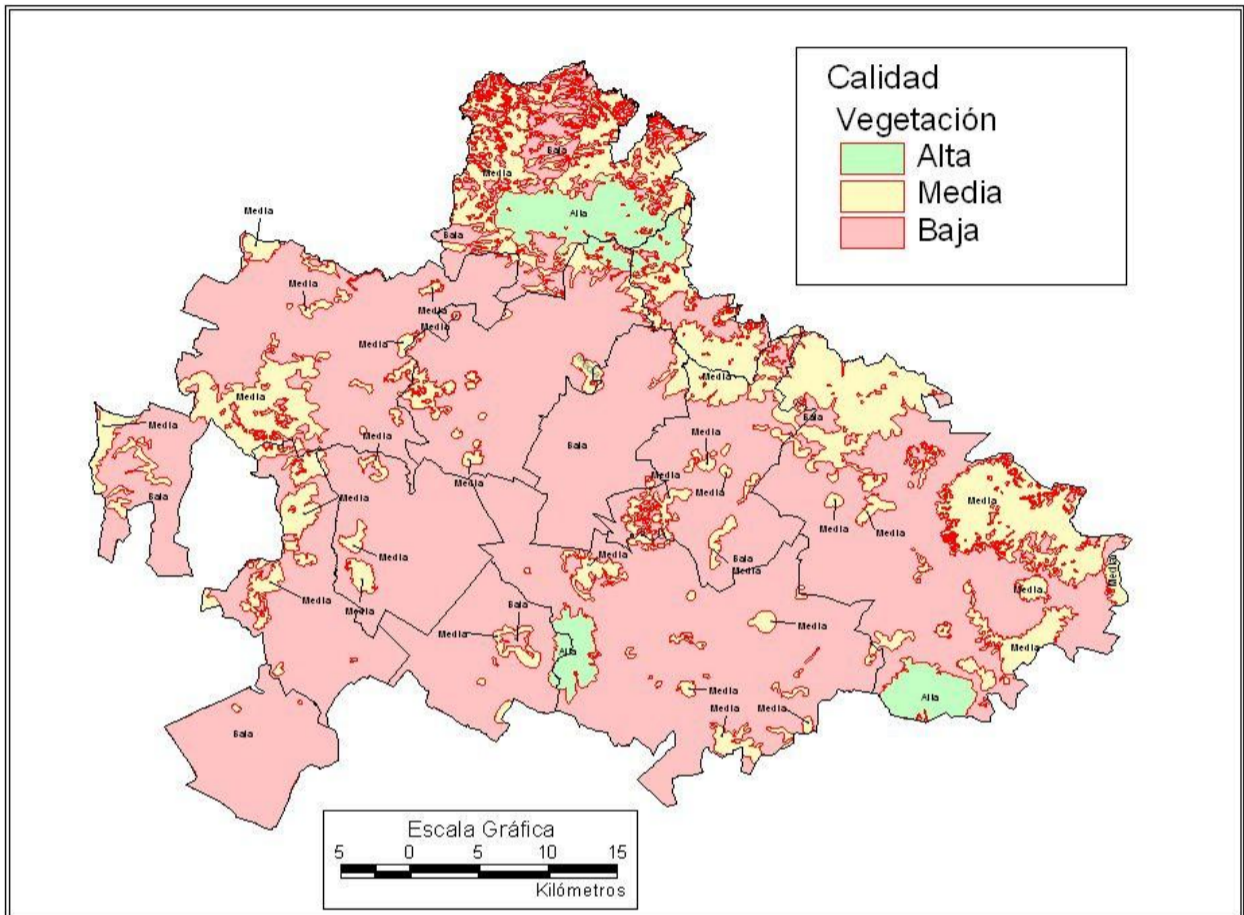
Figura 62. Mapa de Pastoreo.



3.5.4. Calidad de vegetación

La vegetación se clasificó de acuerdo a su estado de conservación, las zonas de calidad alta son las mejor conservadas, y corresponden a las zonas del bosque de El Chico, Sierra de Pitos y la parte sureste del municipio de Singuilucan. Las áreas de cultivo y pastizales, se clasificaron con calidad baja (Cuadro 73 y Figura 63). Dado que la fauna esta asociada con el grado de conservación de la vegetación, en este caso el grado de conservación de la fauna esta representada por la calidad de la vegetación en el área y, por lo tanto, la calidad de la fauna no se representa aquí para evitar redundancia.

Figura 63. Mapa de Vegetación

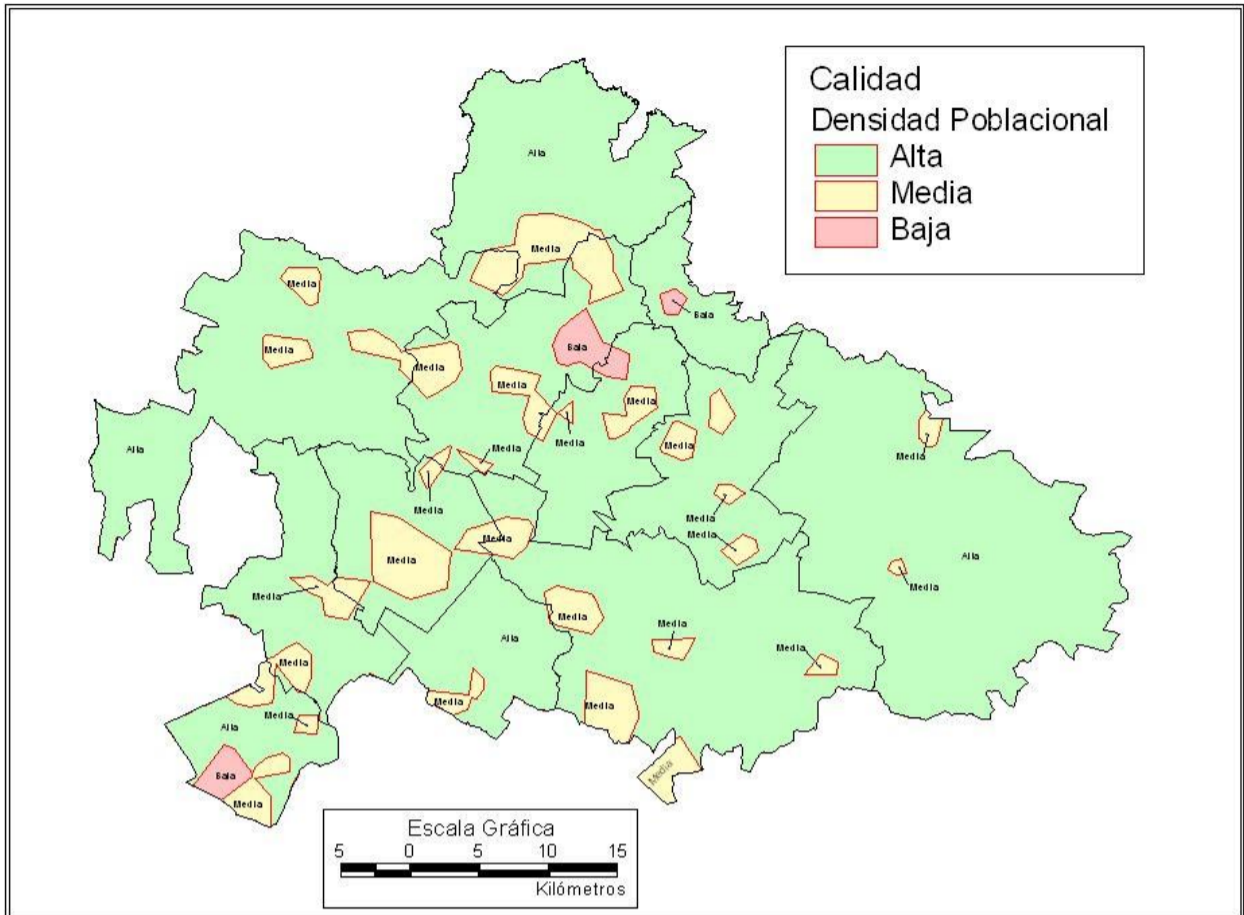


3.5.5. Densidad poblacional

Las poblaciones humanas ejercen una presión sobre los recursos naturales, el crecimiento urbano, compite por espacio. Se considero con un valor bajo a las poblaciones mayores a 10,000 habitantes, que tiene un efecto negativo sobre la calidad ambiental.

Las poblaciones menores a 1,000 habitantes, ejercen una menor presión sobre el medio, por lo que se les considero con una calidad alta (Cuadro 73 y Figura 64).

Figura 64. Mapa de densidad poblacional.



Cuadro 76. Criterios usados para elaborar el mapa de Calidad Ecológica.

Criterio		Calidad Ecológica	Valor	
Acuíferos	Abatimiento de Acuíferos	0.0 a 0.5m	Muy Alta	4
		0.5 m	Alta	3
		1.0 m	Media	2
		1.5 m	Baja	1
Erosión	Tipo De Erosión	E1	Alta	3
		E2-E3	Media	2
		E4-E6	Baja	1
Pastoreo	Presión de Pastoreo	Sin pastoreo	Alta	3
		Pastoreo	Media	2
		Sobre pastoreo	Baja	1
Vegetación	Tipo de Vegetación	Bien conservadas	Alta	3
		Alteradas	Media	2
		Sin vegetación original	Baja	1
Densidad de Población	No. de Habitantes	Mas de 10,000	Alta	3
		De 1,000 a 9,999	Media	2
		Menores a 1,000	Baja	1

3.5.6. Resultados

Se realizó una matriz cruzada de los mapas temáticos de Calidad de acuíferos, Tipo de erosión, Pastoreo, Calidad de vegetación, Densidad poblacional y se obtuvieron áreas que contienen todos los valores de estos temas, se generó un mapa reclasificado de la siguiente manera:

Calidad alta	15 –14
Calidad Media	13-11
Calidad Baja	10-9

Las áreas de calidad ecológica alta coinciden en gran parte con los bosques templados mejor conservados de la Sierra de Pachuca, y otras áreas al sureste en el municipio de Singuilucan. También quedan incluidas algunas áreas aisladas de matorral xerófilo.

La mayor parte de la superficie está ocupada por ecosistemas de calidad ecológica media, la mayor parte sin vegetación y aguas superficiales contaminadas. Sin embargo localmente se pueden encontrar suelos conservados y hacia la parte oriental acuíferos no sobreexplotados.

Las áreas de calidad ecológica baja se encuentran hacia el sur y sureste, en los municipios de Zapotlán de Juárez, Tezontepec y Tizayuca. Correspondiendo a zonas con acuíferos sobreexplotados, aguas superficiales contaminadas, y sin vegetación (Figura 63).

3.6. Diagnóstico Integrado

Con base en los procesos de cambio de la región surgidos por las actividades humanas predominantes y su interacción con los sistemas natural y socioeconómico, se llevó a cabo la identificación integrada de impactos a través de una zonificación geomofológica del área de estudio, (1) Zona montañosa de la Sierra de Pachuca, la parte Norte y Noreste de Pachuca que incluye a Mineral del Chico, Mineral del Monte, Mineral de la Reforma, Epazoyucan, (2) Llanura central, conformada por los municipios de Pachuca, Zapotlán de Juárez, Tolcayuca, Tizayuca y Villa de Tezontepec y (3) Zona de transición, comprende la parte Este del municipio de Singuilucan hacia Tulancingo.

3.6.1. Global

En la zona montañosa de la Sierra de Pachuca, por su fisiografía, se encuentra poco comunicada y su accesibilidad es limitada. Esta condición la ubica como una zona expulsora de población ya que su actividad económica importante, la agricultura, esta limitada en extensión debido a las pendientes característicamente pronunciadas del área. Es una zona de producción baja de maíz debido al escaso manejo agronómico. Este monocultivo, por requerir un alto contenido de nutrientes del suelo, ha mermado su fertilidad del suelo y acelerado la erosión, principalmente en el municipio de Mineral del Chico, entre los poblados de Capula y San Sebastián Capulines.

Los bosques de afinidad templada, representan una de las zonas más ricas en biodiversidad, con especies de flora y de fauna protegidas por la normatividad mexicana como aves, mamíferos, coleopteros, anfibios y reptiles, en donde se favorece la actividad forestal, que incluye parte de los municipios de Mineral de la Reforma, Mineral del Monte y Mineral del Chico. En este último, especialmente, la silvicultura se desarrolla bajo supervisión técnica por albergar en su territorio el área natural protegida del Parque Nacional El Chico. Las partes altas de sus montañas, son las zonas más degradadas por los procesos de erosión de tipo laminar severa con pérdida del suelo y formación de cárcavas continuas (ocasionados por deforestación y erosión hídrica) en pendientes mayores a 35°.

En esta zona se encuentran los principales rodales de oyamel del área en estudio, aunque existe una gran proporción de bosques de encino que están sometidos a la presión de la mancha urbana y otras actividades económicas, por lo tanto a la conversión de uso del suelo (de forestal a actividades agropecuarias).

La llanura central, es la zona más extensa territorialmente hablando, cuyo clima predominante de tipo seco estepario, condiciona a la agricultura de temporal. En esta se desarrollan principalmente tres cultivos, la cebada, el maíz y el frijol. Los dos primeros se han practicado con tal intensidad que los suelos han perdido su fertilidad. Se ha deforestado sistemáticamente la región afectando principalmente a la vegetación de tipo xerófilo por apertura de terrenos agrícolas y sobrepastoreo, lo que ha ocasionado que la erosión eólica sea tan intensa que existen áreas en donde prácticamente se ha perdido el horizonte superficial del suelo (Villa Tezontepec y Tolcayuca). Esto trae como consecuencia una baja productividad de los cultivos, contrario a lo que ocurre en el área de Singuilucan.

Estas características le dan poco valor al suelo agrícola de la zona, propiciando el cambio de uso del suelo, lo que ha provocado la acelerada ampliación de la mancha urbana principalmente en las poblaciones de Pachuca y Tizayuca, contrario al resto de las poblaciones. Lo que ha ocasionado la aglomeración urbana de la región.

Debido a que la ciudad de Pachuca de Soto, concentra la mayor parte de las actividades económicas, políticas, educativas y administrativas de la entidad, por esta razón, se considera a la región en estudio la más importante del estado. Asimismo, ha provocado el crecimiento industrial en algunos de los municipios vecinos.

Escapan a este fenómeno pocas áreas, mismas que permanecen conservadas en grado aceptable, porque en ellas habitan especies protegidas de flora y especies locales de fauna presumiblemente endémicas; que deben su permanencia a que la explotación ha sido difícil por encontrarse en terrenos muy pedregosos o con pendientes fuertes.

Sin embargo, en las partes accesibles se encuentran áreas perturbadas por una intensa extracción de materiales de construcción derivando en notable pérdida de la cubierta vegetal de matorral xerófilo, erosión y pérdida total de suelo.

Estas pendientes se presentan principalmente en partes de la Sierra de los Pitos (incluyendo su prolongación hacia el norte con el cerro Las Tetillas) y ciertas elevaciones al sur de Zempoala.

Referir a Singuilucan, es abordar una zona de transición hacia Tulancingo, donde las condiciones climáticas permiten el establecimiento de cultivos de temporal donde se obtienen altos rendimientos en comparación con el altiplano. Sin embargo, el monocultivo ha promovido la pérdida de la fertilidad del suelo lo que conlleva a su abandono. Otra actividad económica en esta zona es la forestal.

En esta zona, la carretera federal y autopista que comunica a la Ciudad de México con Tulancingo, es una vía que contribuye al aumento de los asentamientos humanos.

3.6.2. Específico

La agricultura de temporal, la industria, el comercio y los servicios, son las actividades que en menor o mayor densidad definen la estructura **económica** de la región, en contraste existen zonas puntuales donde las oportunidades económicas y de servicios se ven limitadas, por las mismas condiciones geoecológicas que predominan, encajonando a una parte de la población a condiciones desfavorables. Esto se traduce en el fenómeno sociodemográfico de **marginación**, distribuida a lo largo de la región en sitios inmersos específicos que van de niveles altos en los límites intermunicipales de las zonas de montañosas; a niveles bajos en la llanura.

Lo anterior sin duda, asocia a la región con flujos **migratorios** intermunicipales y desde el exterior del estado, cuya magnitud y dirección ubican a población proveniente de otros municipios hacia Pachuca de Soto, y de otros estados a la periferia de la región. Desde el exterior, principalmente de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) que abarca al Distrito Federal y parte del Estado de México.

Los efectos se manifiestan directamente sobre el **crecimiento y distribución de la población**, que han alterado la proporción de los núcleos de concentración urbana y rural, que deriva en una **demanda mayor de vivienda y servicios**, que excluidos del mercado formal del suelo buscan alternativas en la región, derivando en la creación de un gran número de fraccionamientos de viviendas unifamiliares, principalmente en los municipios de Pachuca, Mineral de la Reforma y Tizayuca.

Este crecimiento demográfico ha modificado la composición de la población en edad económicamente activa, está gestando un crecimiento de los grupos etáreos jóvenes y adultos, es decir, la población de 65 años y más se está incrementando de manera acelerada, en contraste con el incremento aparente en la población en edad económicamente activa, cuya participación por sexo, deriva en un incremento mínimo. Este fenómeno creciente apunta sobre las nuevas demandas sociales por parte de población de la tercera edad.

De igual manera, la región no escapa a las implicaciones producto de los asentamientos humanos, que por su crecimiento, han propiciado la desaparición de flora y fauna, la demanda y el consumo de mayores volúmenes de agua, y la generación de grandes cantidades de residuos sólidos, que se traduce en un **manejo inadecuado de los residuos** sólidos urbanos e industriales, principalmente por la falta de infraestructura regulada para la disposición final de estos.

Respecto al recurso agua, el incremento de la demanda repercute en las fuentes de aprovisionamiento para uso municipal **disminuyendo la disponibilidad** de las aguas subterráneas. Mientras el consumo, se refleja en un **aumento** del volumen generado de **aguas residuales**, en contraste con la infraestructura para su tratamiento por los diferentes usos, que actualmente es insuficiente.

Particularizando, la ciudad de Pachuca de Soto, vierte sus **aguas residuales sin tratamiento** al Río de las Avenidas que es la corriente principal y única de la región, atraviesa la planicie de Norte a Sur, ocasionando que lleve agua en todas las épocas del año. El agua transportada por este río es descargada en la Presa El Manantial y posteriormente en la Laguna de Zumpango (en el Estado de México). Por su origen el agua que llega a estos depósitos presenta una **contaminación** alta de sustancias orgánicas, químicas, residuos sólidos y sedimentos.

La **contaminación del aire** por partículas y gases vehiculares se presume mayor en el área de la ciudad de Pachuca de Soto, donde se incrementa a causa de la poca cobertura vegetal y la existencia de zonas inestables de suelo de origen antropogénico como jales y terrenos abiertos para construcción de asentamientos humanos. En el caso de las emisiones vehiculares; influye el número de unidades automotores y el tipo de combustible, que registra la quinta parte estatal y más de la mitad en la región, en su mayoría utilizan gasolina. Asimismo, por la circulación de vehículos provenientes de otros municipios y al exterior del Estado.

Estos contaminantes modifican la calidad del aire, cuando se asocian a las condiciones topográficas y meteorológicas, durante el invierno con la ocurrencia de heladas y nieblas en la zona del ordenamiento, debido a que ambos fenómenos físicos se desarrollan a partir de procesos de inversión térmica, que mantienen la contaminación en las capas bajas de la atmósfera, afectando el entorno.

Es importante mencionar, que el no tener un monitoreo del aire, contribuye a la reducción de evaluación cuantitativa de los impactos, sin embargo, no exime al resto de los municipios de la contaminación del aire, ya sea por dispersión y transporte de los contaminantes a partir de fuentes externas, y/o por fuentes locales originadas por la quema o la exposición de residuos sólidos a cielo abierto, la ocurrencia de incendios forestales o durante el proceso de extracción material en los bancos pétreos. Incluso por la circulación de su parque vehicular que si bien no en magnitud si en tecnología resulte en un impacto al ambiente.

Los suelos de la región, en su mayor parte, se encuentran afectados, en mayor o menor grado, por la **erosión**. El 17% de la superficie no presenta erosión, mientras que el 33.7% presenta un grado severo. En estos últimos sitios el suelo ha perdido hasta un 75% su capa superficial. El alto grado de erosión de la región coincide con la superficie usada para agricultura, predominantemente de temporal.

3.7 Evaluación de la aptitud del territorio

El proceso de evaluación del uso del territorio constituye el eje fundamental del Ordenamiento Ecológico Territorial al posibilitar la optimización del uso actual del territorio, consolidando las formas de uso que sean compatibles con los potenciales y aptitud del territorio y buscando alternativas para aquellas actividades que sean inadecuadas.

El potencial o aptitud del paisaje se concibe entonces como: “La capacidad productiva, informativa y regulativa de los paisajes según la asociación de determinadas posibilidades y condiciones actuales para diferentes tipos de utilización, con el objetivo de satisfacer las necesidades de la sociedad” (Salinas, E.; 1991). Refleja el posible cumplimiento por parte del paisaje de determinadas funciones socioeconómicas asignadas en función de sus propiedades naturales.

El desarrollo del concepto de potenciales o aptitudes naturales es sin duda una posible evaluación más precisa de la capacidad de una unidad natural bajo las condiciones actuales y futuras de utilización.

El potencial del paisaje depende tanto de las relaciones sinérgicas (las relaciones entre sus componentes), como de las relaciones con los paisajes vecinos. Esto significa, que el potencial está condicionado no solo por las características locales, sino incluye además la influencia regional.

El potencial del paisaje en el espacio se distribuye de manera irregular lo cual se relaciona con el cambio de la estructura del paisaje. Esta estructura puede ser multifuncional, o sea apta para diferentes tipos de utilización, por ejemplo, una llanura apta para la agricultura, la construcción, etc.; o unifuncional, o sea apta para un solo tipo de utilización, por ejemplo, las altas montañas solo aptas para la protección y conservación de recursos forestales.

El potencial se concibe entonces como un “recurso” del paisaje, limitado por las condiciones de estabilidad y homeostasis e implica que sobre la base del estudio de las propiedades de los paisajes las grandes unidades puedan tener una designación funcional claramente reflejada (industrial, agrícola, forestal, etc.), o una designación multifuncional con varias funciones entre las cuales una puede ser la predominante y las restantes tienen un significado secundario.

La investigación de los potenciales del paisaje es sin duda un problema metodológico difícil. Una de las principales razones es la contradicción entre nuestros conocimientos concernientes a la complejidad de la estructura y procesos que se llevan a cabo en la naturaleza, por un lado, y la necesidad de disponer de simples pero suficientes procedimientos metodológicos de evaluación para la planificación y gestión del paisaje y las evaluaciones de impacto ambiental por otro lado. Por ello, los métodos a utilizar en la evaluación del potencial del paisaje deben adecuarse a los objetivos, dimensión, precisión y tiempo de investigación.

De las diferentes formas que existen para abordar y determinar la evaluación del potencial o aptitud de los paisajes, solo se utilizó para este estudio la correspondiente a la sumatoria de potenciales a través del conocimiento del grupo interdisciplinario de manera organizada.

El proceso de evaluación de la aptitud del territorio abarca dos etapas que son:

- I. La evaluación de la aptitud natural de las unidades de paisaje respecto a los tipos de utilización del suelo seleccionados.
- II. La determinación de la aptitud de uso del territorio.

Para desarrollar este proceso se seleccionaron los tipos de utilización específica del suelo a evaluar que en nuestro caso fueron: agricultura, ganadería, forestal, vida silvestre, minería, turismo y urbano, estableciéndose para cada uno de ellos los requerimientos (demanda), que pueden ser apreciados en el siguiente cuadro.

Cuadro 77. Criterios generales para evaluar la aptitud natural del territorio.

Aptitud Natural	Criterios
Agricultura	Condiciones climáticas y topográficas, fertilidad del suelo, profundidad, resistencia a la erosión, accesibilidad y cultivos
Forestal	Valor del paisaje, condiciones topográficas, accesibilidad, especies y compatibilidad con la conservación
Ganadería	Condiciones climáticas y topográficas, infraestructura, pastizales, especies y accesibilidad.
Turismo	Valor del paisaje, infraestructura y accesibilidad.
Minería	Existencia de bancos de material, accesibilidad, condiciones topográficas y valor del paisaje.
Vida Silvestre	Valor del paisaje, estatus del ecosistema y accesibilidad.
Urbanos	Condiciones topográficas, infraestructura y servicios básicos, sin potencial natural y accesibilidad

Cuadro 78. Matriz de Evaluación del Potencial de Uso del Suelo

Unidades de Paisaje	Unidad de Gestión Ambiental (UGA)	Agrícola	Pecuario	Forestal	Minero	Turístico	Piscícola	Vida Silvestre	Ecológico	Urbano	Industrial	Infraestructura	Otros	Fragilidad Ambiental	Calidad Ecológica	Área	Uso Actual	Compatibilidad
5	1			3	1	3	2	3	3				-	3	2	5,722,105.55	Forestal	C
11	1			3	1	1	2	3	3				-	3	2	187,357.94	Agrícola	I
13	1			3	1	1	2	3	3				-	3	2	29,897.71	Agrícola	I
14	1			3	1	1	2	3	3				-	3	2	11,554.57	Agrícola	I
29	1			3	1	3	2	3	3				-	3	2	56,799.67	Forestal	C
3	2			3	1	3	2	3	3				-	3	2	4,985,727.33	Forestal	C
10	2			3	1	3	2	3	3				-	3	3	33,969,221.96	Forestal	C
30	2			3	1	2	2	3	3				-	2	3	86,104.24	Pastoreo / Agrícola	I
32	2			3	1	2	2	3	3				-	2	3	310,700.06	Pastoreo / Agrícola	I
36	2			3	1	2	2	3	3				-	2	3	88,124.82	Pastoreo / Agrícola	I
37	2			3	1	2	2	3	3				-	2	3	101,010.84	Pastoreo / Agrícola	I
41	2			3	1	2	2	3	3				-	2	3	249,510.43	Pastoreo / Agrícola	I
42	2			3	1	2	2	3	3				-	2	3	979,375.80	Pastoreo / Agrícola	I
44	2			3	1	2	2	3	3				-	2	3	880,745.64	Pastoreo / Agrícola	I
45	2			3	1	2	2	3	3				-	2	3	145,370.30	Pastoreo / Agrícola	I
48	2			3	1	2	2	3	3				-	2	3	195,750.64	Pastoreo / Agrícola	I
1	3		1	2	1	1	2	2	2				-	3	2	22,271,459.16	Pastizal	I
2	3			3	1	2	2	3	3				-	3	3	211,846.93	Forestal	C
4	3			3	1	2	2	3	3				-	3	3	267,089.77	Forestal	C
6	3			3	1	2	2	3	3				-	3	3	129,070.66	Forestal	C
7	3			3	1	2	2	3	3				-	3	3	202,223.52	Forestal	C
8	3			3	1	2	2	3	3				-	3	3	540,302.87	Forestal	C
9	3			3	1	2	2	3	3				-	3	3	6,970,567.69	Forestal	C
12	3			3	1	2	2	3	3				-	3	3	314,602.59	Forestal	C
15	3			3	1	2	2	3	3				-	3	3	523,312.41	Forestal	C
16	3			3	1	2	2	3	3				-	3	3	209,954.83	Forestal	C
17	3			3	1	2	2	3	3				-	3	3	160,660.73	Forestal	C

Cuadro 78. (Continuación) Matriz de Evaluación del Potencial de Uso del Suelo

Unidades de Paisaje	Unidad de Gestión Ambiental (UGA)	Agrícola	Pecuario	Forestal	Minero	Turístico	Piscícola	Vida Silvestre	Ecológico	Urbano	Industrial	Infraestructura	Otros	Fragilidad Ambiental	Calidad Ecológica	Área	Uso Actual	Compatibilidad
19	3			3	1	2	2	3	3				-	3	3	426,664.63	Forestal	C
20	3			3	1	2	2	3	3				-	3	3	543,312.65	Forestal	C
25	3			3	1	2	2	3	3				-	3	3	73,285.44	Forestal	C
26	3			3	1	2	2	3	3				-	3	3	827,191.88	Forestal	C
28	3			3	1	2	2	3	3				-	3	3	672,297.57	Forestal	C
31	3			3	1	2	2	3	3				-	3	3	724,016.18	Forestal	C
33	3			3	1	2	2	3	3				-	3	3	678,440.91	Forestal	C
24	4			3	1	2	2	3	3				-	3	3	26,755,825.63	Forestal / Minero	C
27	4			3		2	2	3	3				-	3	2	262,084.36	Agrícola / Pastizal	I
34	4			3		2	2	3	3				-	3	2	124,324.95	Agrícola / Pastizal	I
35	4			3		2	2	3	3				-	3	2	100,209.88	Agrícola / Pastizal	I
38	4			3		2	2	3	3				-	3	2	1,692,783.04	Agrícola / Pastizal	I
43	4			3		2	2	3	3				-	3	2	708,716.19	Agrícola / Pastizal	I
46	4			3		2	2	3	3				-	3	2	79,000.52	Agrícola / Pastizal	I
18	5			3	1	2	2	3	3				-	3	2	48,397.18	Pastizal	I
21	5			3	1	2	2	3	3				-	3	2	186,851.79	Pastizal	I
22	5			3	1	2	2	3	3				-	3	2	6,649,882.88	Forestal / Agrícola	C / I
23	5			3	1	2	2	3	3				-	3	2	126,456.77	Pastizal	I
55	6			3				3	3				-	3	2	3,436,867.46	Matorral	C
60	7			3		1		3	3				-	3	2	1,713,823.49	Matorral	C
64	7	2	1					2	2				-	1	2	613,017.69	Agrícola	C
57	8			3	1	2		3	3				-	3	2	913,805.78	Matorral	C
51	9			3		3	3	3	3				-	3	2	10,656,444.79	Forestal	C
62	9						3	3	3					3	3	52,842.10	Vida Acuática	C
80	9			3		2		3	3				-	3	2	1,117,593.28	Forestal	C
53	11	1		2		1	2	2	2				-	3	2	4,387,997.64	Agrícola / Forestal	C
39	12			3		3	1	3	3				-	3	3		ANP Zona urbana	C / I
39	12			3		2		3	3				-	3	3		Forestal	C
39	12			3		2		3	3				-	3	3	58,001,816.24	Forestal / A. rurales / agrícola	C / I
56	12			3		3	2	3	3				-	3	3	494,675.22	ANP Zona urbana	C / I
59	12			3		3	2	3	3				-	3	3	71,773.84	ANP Zona urbana	C / I
47	13			3		2		3	3				-	3	3	203,438.43	Forestal / A. rurales / agrícola	C / I
49	13			3		2		3	3				-	3	3	347,605.18	Forestal / A. rurales / agrícola	C / I
52	13			3		2		3	3				-	3	3	136,059.51	Forestal / A. rurales / agrícola	C / I
61	13			3		2		3	3				-	3	3	478,160.99	Forestal / A. rurales / agrícola	C / I
67	13			3		2		3	3				-	3	3	95,535.27	Forestal / A. rurales / agrícola	C / I
72	13			3		2		3	3				-	3	3	31,540.48	Forestal / A. rurales / agrícola	C / I
74	13			3		2		3	3				-	3	3	100,728.31	Forestal / A. rurales / agrícola	C / I
85	14			3		1		3	3				-	1	2	3,837,453.67	Matorral	C
100	14			3		1		3	3				-	1	2	1,138,324.85	Matorral	C
87	15			3		1		3	3				-	3	2	792,691.50	Matorral	C
94	15			3		1		3	3				-	3	2	1,460,874.14	Matorral	C

Cuadro 78. (Continuación) Matriz de Evaluación del Potencial de Uso del Suelo

Unidades de Paisaje	Unidad de Gestión Ambiental (UGA)	Agrícola	Pecuario	Forestal	Minero	Turístico	Piscícola	Vida Silvestre	Ecológico	Urbano	Industrial	Infraestructura	Otros	Fragilidad Ambiental	Calidad Ecológica	Área	Uso Actual	Compatibilidad
77	16	2	2							1			-	1	2		Agrícola / Urbano	C / I
77	17			3				3	3				-	3	3	2,046,903.60	Forestal	C
50	18			3	1	1		3	3			1	-	3	2	36,159,096.77	Vida silvestre	C
86	18	2	2	1	2			1	1	1		1	-	1	2	567,265.25	Agrícola	C
93	18	2	2	1	2			1	1	1		1	-	1	2	683,478.52	Agrícola	C
223	18			3	1	1		3	3				-	2	2	1,262,276.61	Matorral	C
97	19			3				3	3				-	3	2	375,737.86	Matorral	C
95	20	2						1	1	2		2	-	1	2	2,493,265.21	Agrícola	C
109	20	3	2					1	1	2		2	-	2	2	8,207,270.01	Agrícola / urbano	C
144	20			3	1			1	1				-	3	2	839,741.73	Forestal	C
68	21	1		2		1		2	2				-	3	2	9,046,031.63	Agrícola	I
69	21			3		1		3	3				-	3	1	444,348.73	Forestal	C
71	21			3		1		3	3				-	3	1	124,686.54	Forestal	C
58	22			3	2	2	2	3	3				-	3	3	12,131,204.64	Forestal / A. rurales / agrícola	C / I
65	22			3		2		3	3				-	3	3	366,696.06	Forestal / A. rurales / agrícola	C / I
76	22			3		2		3	3				-	3	3	76,247.35	Forestal / A. rurales / agrícola	C / I
78	22			3		2		3	3				-	3	3	117,305.76	Forestal / A. rurales / agrícola	C / I
81	22			3		2		3	3				-	3	2	717,832.85	Forestal / A. rurales / agrícola	C / I
135	22			3		1		3	3				-	3	2	3,079,162.53	Forestal	C
151	22			2			1	2	2				-	3	2	3,256,979.23	Forestal / Pastizal	C
88	23			3		2		3	3				-	3	3	232,143.24	ANP	C
90	24			3		1	2	3	3				-	3	2	9,289,638.41	Agrícola / A. Rurales	I
92	25			3		2		3	3				-	3	2	1,700,012.52	Forestal	C
98	25			3		2		3	3				-	3	2	5,807,152.53	Forestal	C
102	25	3	1	1			1						-	3	3	25,248,023.09	Agrícola	C
102	25			3		2		3	3				-	3	2		Forestal	C
106	25	3	1										-	3	3	236,377.58	Agrícola	C
108	26	1	1	3	1	1		2	2				-	2	2	44,058,065.25	Matorral	C
147	26			2				2	2				-	3	2	18,093,957.45	Matorral	C
125	27	1	1	3	1	1		2	2				-	2	2	345,815.78	Matorral	C
113	28			3	1	1		2	2				-	3	2	25,385,846.00	Vida silvestre	C
121	28	1	1	2				2	2				-	3	2	2,552,178.54	Agrícola / Pastizal	I / C
150	28	2	2										-	3	2	764,884.68	Agrícola	C
168	28			1	1			2	1				-	3	2	5,112,815.22	Matorral	C
177	28	2	1				1	2	2	1		1	-	3	2	3,331,055.32	Agrícola	C
185	28	1		2				1	1				-	2	2	293,795.71	Agrícola	I
189	28	1	1	1			1	2	2				-	2	2	336,086.44	Agrícola	I
198	28			2	1			2	2				-	2	2	356,195.73	Matorral	C
99	29.30			3	2			3	3				-	2	2	27,409,132.05	Forestal / Agrícola	C / I
112	31			3		2		3	3			1	-	3	2	3,565,122.48	Forestal	C
119	33			3	1			1	1				-	3	2	3,681,615.29	Matorral	C
120	34			2	1			2	2				-	3	2	10,273,288.88	Matorral	C
105	35			3				3	3				-	3	3	41,531,417.23	Forestal	C
117	35			3				3	3				-	3	3	4,229,904.25	Forestal	C

Cuadro 78. (Continuación) Matriz de Evaluación del Potencial de Uso del Suelo

Unidades de Paisaje	Unidad de Gestión Ambiental (UGA)	Agrícola	Pecuario	Forestal	Minero	Turístico	Piscícola	Vida Silvestre	Ecológico	Urbano	Industrial	Infraestructura	Otros	Fragilidad Ambiental	Calidad Ecológica	Área	Uso Actual	Compatibilidad
124	35			3				3	3				-	3	3	651,984.21	Forestal	C
133	36			3		2		3	3				-	2	2	6,467,904.43	Matorral	C
134	36			3				3	3				-	2	2	23,291,150.22	Matorral	C
159	36			3		2		3	3				-	2	2	3,279,954.43	Matorral	C
194	36			3		2		3	3				-	2	2	624,001.11	Matorral	C
201	36			3				3	3				-	2	2	1,282,254.96	Matorral	C
141	37	3	3							1		1	-	1	2	22,736,047.30	Agrícola	C
167	38	2	2										-	3	2	1,935,848.60	Agrícola	C
138	39	2	2	1				1	1				-	1	2	3,757,656.63	Agrícola / Pecuario	C
149	40			3				3	3				-	2	3	574,994.92	Forestal	C
161	40	1		3	1		2	3	3				-	1	2	5,320,765.48	Matorral	C
128	41			3	1			1	1				-	3	2	1,735,208.41	Forestal	C
142	41			3	1			1	1				-	3	2	898,664.72	Forestal	C
157	42		1		1			1	1		1		-	1	2	340,450.48	Pastizal / Minero	C
162	42			3				3	3				-	3	2	319,392.68	Forestal	C
180	42			2				2	2				-	1	2	440,094.06	Forestal	C
183	42			3				3	3				-	3	3	572,039.03	Forestal	C
129	43	1	1	3		2		3	3				-	3	3	4,953,757.29	Agrícola	I
140	44			3		1		3	3				-	3	2	9,781,793.14	Forestal	C
172	44			3		1		3	3				-	3	2	2,231,308.58	Forestal	C
164	45	2		2				1	1				-	1	3	338,432.80	Agro forestal	C
165	45	2		2				1	1				-	1	3	1,729,236.12	Agro forestal	C
174	45	2		2				1	1				-	1	3	354,161.55	Agro forestal	C
204	46	3	2					1	1	1		1	-	2	2	2,084,338.38	Agrícola	C
191	47			3	2	1		3	3				-	2	2	27,324,108.98	Matorral	C
235	47			3				3	3				-	2	2	1,127,328.66	Matorral	C
241	47			3	2	1		3	3				-	3	2	139,657.28	Matorral	C
245	47			3	2	1		3	3				-	3	2	1,078,709.07	Matorral	C
207	48	1	1	3	1	1		3	3	1		1	-	2	2	3,547,765.28	Matorral	C
233	48			3	1	1		3	3				-	2	2	3,563,958.22	Matorral	C
166	49	1	1	2	2	2		2	2			1	-	3	3	16,563,329.18	Forestal / Agrícola	C
188	50			1				2	2				-	2	2	3,683,005.35	Forestal	C
206	50			3		2		3	3				-	3	2	2,831,509.95	Forestal	C
190	51		2					1	1			1	-	2	2	1,643,949.08	Pastizal	C
211	51		2	1				1	1			1	-	2	2	367,862.90	Pastizal	C
225	51			2				2	2				-	3	2	706,106.78	Forestal	C
231	51							2	2				-	3	2	1,585,206.01	Pastizal	C
197	52			3				3	3				-	2	2	1,049,551.23	Matorral	C
238	52			3		1		3	3				-	2	3	1,615,691.73	Matorral	C
254	52			3		2		3	3				-	2	3	2,117,733.69	Matorral/ Turístico	C
187	53			1				3	3				-	3	2	1,645,348.98	Vida silvestre	C
199	53			1				3	3				-	3	2	2,707,804.19	Vida silvestre	C
203	53			1				3	3				-	3	2	1,220,662.38	Vida silvestre	C
169	54	1	1	3		2		3	3				-	3	3	65,241,145.70	Forestal / agrícola	C / I
213	54			3		1		3	3				-	3	3	312,088.87	Forestal	C
229	54			3		1		3	3				-	3	3	3,546,280.65	Forestal	C

Cuadro 78. (Continuación) Matriz de Evaluación del Potencial de Uso del Suelo

Unidades de Paisaje	Unidad de Gestión Ambiental (UGA)	Agrícola	Pecuario	Forestal	Minero	Turístico	Piscícola	Vida Silvestre	Ecológico	Urbano	Industrial	Infraestructura	Otros	Fragilidad Ambiental	Calidad Ecológica	Área	Uso Actual	Compatibilidad
236	55	2	1		1			1	1	1		1	-	3	2	5,927,177.51	Agrícola	C
249	56		1	3	1	1		3	3				-	3	2	1,848,962.12	Matorral	C
271	56		1	2				2	2	1		1	-	3	1	609,389.25	Matorral	C
287	56			3	1	1		3	3				-	2	2	964,969.93	Matorral	C
222	57		1	3	1	1		3	3				-	3	2	1,225,553.07	Vida silvestre	C
232	57		1	3	1	1		3	3				-	3	2	791,779.11	Vida silvestre	C
227	58			3	1	1		3	3				-	3	3	6,962,453.27	Matorral	C
217	59			3		1		3	3				-	3	2	346,511.30	Forestal	C
228	60	1		3				2	2				-	1	3	903,495.47	Forestal / agrícola	C / I
242	61	1	2										-	3	2	3,335,887.08	Pecuario / agrícola	C / I
237	62			3		1		3	3				-	2	3	3,112,528.50	Forestal	C
272	63			3		2		3	3				-	2	2	444,983.65	Matorral	C
275	63			3		1		3	3				-	2	2	1,221,156.68	Matorral	C
285	63			3		1		3	3				-	2	2	604,497.17	Matorral	C
290	63			3		1		3	3				-	2	2	244,573.88	Matorral	C
250	64			2	2			3	3			1	-	3	2	2,920,758.06	Matorral / Minero	C
256	64			3	1	3		3	3			1	-	3	2	8,092,405.48	Matorral / Minero	C / I
260	64			3	2	3		3	3				-	3	2	19,644,978.43	Matorral / Minero	C / I
264	65										1	1	-	3	2	1,212,152.83	SVA	I
259	66			3		2		3	3				-	1	1	7,915,285.81	Forestal	C
261	67			3		1		3	3				-	3	3	3,112,777.52	Forestal	C
266	67		3										-	1	2	1,268,059.35	Pastizal	C
263	68	2											-	3	2	3,576,289.31	Agrícola / SVA	C / I
258	69			3		1		3	3				-	3	3	874,630.81	Forestal / agrícola	C / I
267	70			3		1		3	3				-	3	3	20,894,928.73	Forestal / agrícola	C / I
268	70			3		1		3	3				-	1	3	2,622,445.81	Forestal / agrícola	C / I
251	71			3		1		3	3				-	3	3	13,845,492.01	Forestal / agrícola	C / I
291	72		3					1	1				-	2	2	1,233,535.99	Matorral	C
294	73			2				2	2				-	2	3	6,943,508.39	Matorral	C
295	73			2		1		3	3				-	2	2	760,280.20	Matorral	C
298	73			2		1		3	3				-	2	2	1,051,156.10	Matorral	C
54	74			3		2		3	3				-	3	3	1,070,350,901.73	Forestal / A. rurales / agrícola	C / I
160	76		1	1				2	2				-	2	2	6,157,225.63	Pastizal / agrícola	I
126	77	3											-	1	2	900,500.58	Agrícola	C
284	78			3				3	3				-	1	3	230,688.84	Forestal / agrícola	C / I
192	79	1	1	2				2	2	1			-	1	2	428,004.25	Vida silvestre	C
TOTAL																		

C= Compatible, I= Incompatible

Rangos aplicados: 3= Alto, 2= Medio, 1= Bajo

3.8 Tendencias

- En 30 años, se espera un incremento de la densidad poblacional, es decir, uno de cada cuatro hidalguenses vivirá en la región.
- Por lo tanto, se estima que el mayor crecimiento poblacional será en los municipios de Pachuca, Mineral de la Reforma y Tizayuca, es decir, la concentración de población será mayor intensidad en la zona de aglomeración urbana de las ciudades de Pachuca y Tizayuca.
- Se estima un aumento en la migración, una vez desconcentradas las actividades industriales, comerciales o de transportes, de la ciudad de México o del Distrito federal hacia la región, y por lo tanto, un mayor impacto poblacional en la zona.
- En cuanto a la marginación es posible que sigan prevaleciendo niveles bajos. Esto es debido a que la población del medio rural tiene tendencia a ocupar zonas urbanas.
- En cambio, se espera que en municipios como Singuilucan, Zempoala y Mineral del Chico, continúe el predominio de localidades rurales dispersas y con marginación alta.
- Para el año 2030 se estima un cambio en la pirámide poblacional, es decir, que la población menor de 5 años bajará a 16.9%, aunado a esto, se estima un aumento del grupo de edad de 60 años o más, del 17.9%.
- Esta modificación demográfica afectará principalmente al sistema de salud de la región, y se reflejará en los aspectos económicos y sociales.
- La extracción de minerales metálicos tiende a reducirse debido al bajo precio de los metales.
- Por el contrario, la explotación de materiales de construcción, tiende a incrementarse, en parte por su abundancia de diferentes tipos de rocas volcánicas susceptibles de aprovechamiento como bancos de material.