



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO
DE MÉXICO



FACULTAD DE GEOGRAFÍA.

***VALORACIÓN DE GEOMORFOSITIOS EN LA CALDERA DE
HUICHAPAN, HIDALGO, COMO ALTERNATIVA DE FOMENTO A LA
GEOCONSERVACIÓN DEL PAISAJE DESDE LA PERSPECTIVA DE
GEOPARQUE***

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN GEOGRAFÍA

P R E S E N T A:

RUBÉN LÓPEZ HERNÁNDEZ

DIRECTOR DE TESIS:

DR. LUIS MIGUEL ESPINOZA RODRÍGUEZ

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN GENERAL.....

Planteamiento del problema.....

Justificación.....

Tipo de investigación.....

Variables.....

Objetivo general.....

Objetivos específicos.....

Ubicación del área de estudio.....

Antecedentes.....

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....

Construcción de cartografía.....

Inventariado, fichas de descripción y valoración de Geomorfositos.....

CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO.....

Introducción a la geomorfología.....

Geomorfositos.....

Patrimonio geológico, Geodiversidad y Geoconservación.....

El paisaje y su relación con los Geomorfositos.....

**CAPÍTULO IV: ORIGEN Y CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA -
GEOMORFOLÓGICA DE LA CALDERA DE HUICHAPAN.....**

Introducción.....

El Sistema Volcánico Transversal.....

Geodinámica y Geotectónica.....

Génesis de los Magmas.....

Génesis de la Caldera de Huichapan.....

CAPÍTULO V: RESULTADOS.....

Cartografía.....

Inventario.....

Fichas de descripción y orientación de los Geomorfositos.....

Análisis espacial de la potencialidad de los Geomorfositos.....

CONCLUSIONES.....

RECOMENDACIONES.....

REFERENCIAS.....

ANEXOS.....

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Variables del trabajo de investigación.....	
Tabla 2: Modelo de ficha descriptiva de los sitios de interés geomorfológico.....	
Tabla 3: Criterios de la valoración intrínseca.....	
Tabla 4: Criterios de la valoración añadida.....	
Tabla 5: Criterios de la valoración de uso y gestión.....	
Tabla 6: Modelo de ficha para la valoración global.....	
Tabla 7: Nivel de valoración de resultados finales.....	
Tabla 8: Definición de Geomorfosítio y términos similares.....	
Tabla 9: Definiciones de Geoturismo.....	
Tabla 10: Inventario de Geomorfosítios.....	
Tabla 11: Valores intrínsecos de los Geomorfosítios evaluados.....	
Tabla 12: Valores añadidos de los Geomorfosítios evaluados.....	
Tabla 13: Valores de uso y gestión de los Geomorfosítios evaluados.....	
Tabla 14: Valores totales de los Geomorfosítios.....	
Tabla 15: Fórmulas para obtener resultados de los Geomorfosítios.....	
Tabla 16: Resultados finales de valoración de Geomorfosítios por apartado.....	
Tabla 17: Ficha de descripción y orientación de la Presa Madero.....	
Tabla 18: Ficha de descripción y orientación del Parque Ecoturístico los Arcos.....	
Tabla 19: Ficha de descripción y orientación del Volcán de Nopala.....	
Tabla 20: Ficha de descripción y orientación de las Pinturas rupestres de Boyé.....	
Tabla 21: Ficha de descripción y orientación de Los Madhós.....	
Tabla 22: Ficha de descripción y orientación de la Falla Zoth.....	
Tabla 23: Ficha de descripción y orientación de la Zona Arqueológica.....	
Tabla 24: Ficha de descripción y orientación de la Meseta el Sombrero.....	
Tabla 25: Ficha de descripción y orientación del Domo Hualtepec.....	

Tabla 26: Ficha de descripción y orientación del Domo Gexca.....	
Tabla 27: Ficha de descripción y orientación de la Fractura el Gavillero.....	
Tabla 28: Ficha de descripción y orientación del Lineamiento Math.....	
Tabla 29: Ficha de descripción y orientación del Derrame andesítico-piroclástico.....	
Tabla 30: Ficha de descripción y orientación de la Falla el Sabino.....	
Tabla 31: Geomorfosítio con su identificador.....	
Tabla 32: Identificación de los Geomorfosítios según su valor intrínseco.....	
Tabla 33: Identificación de los Geomorfosítios según su valor añadido.....	
Tabla 34: Identificación de los Geomorfosítios según su valor de uso y gestión.....	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Bloque esquemático de la fisiografía de la Caldera de Huichapan.....	
Figura 2: Ubicación del área de estudio.....	
Figura 3: Esquema metodológico del trabajo de investigación.....	
Figura 4: Mapa de localización del SVT.....	
Figura 5: Desarrollo de la corteza terrestre de México.....	
Figura 6: Sectores y principales sistemas de fallas del SVT.....	
Figura 7: Entorno tectónico y centros volcánicos del SVT.....	
Figura 8: Cortes estratigráficos.....	
Figura 9: Relaciones entre procesos, formas y relieve.....	
Figura 10: Mapa geológico.....	
Figura 11: Mapa altimétrico.....	
Figura 12: Mapa de pendientes.....	
Figura 13: Mapa de ubicación de Geomorfosítios.....	

Figura 14:	Mapa de accesibilidad al Geomorfosito: Presa Madero.....
Figura 15:	Mapa de accesibilidad al Geomorfosito: Parque Ecoturístico Los Arcos.....
Figura 16:	Mapa de accesibilidad al Geomorfosito: Volcán de Nopala.....
Figura 17:	Mapa de accesibilidad al Geomorfosito: Pinturas Rupestres de Boyé.....
Figura 18:	Mapa de accesibilidad al Geomorfosito: Los Madhós.....
Figura 19:	Mapa de accesibilidad al Geomorfosito: Falla Zoth.....
Figura 20:	Mapa de accesibilidad al Geomorfosito: Zona Arqueológica.....
Figura 21:	Mapa de accesibilidad al Geomorfosito: Meseta El Sombrerete.....
Figura 22:	Mapa de accesibilidad al Geomorfosito: Domo Hualtepec.....
Figura 23:	Mapa de accesibilidad al Geomorfosito: Domo Gexca.....
Figura 24:	Mapa de accesibilidad al Geomorfosito: Fractura El Gavillero.....
Figura 25:	Mapa de accesibilidad al Geomorfosito: Lineamiento Math.....
Figura 26:	Mapa de accesibilidad al Geomorfosito: Derrame Andesítico-Piroclástico.....
Figura 27:	Mapa de accesibilidad al Geomorfosito: Falla El Sabino.....
Figura 28:	Mapa de accesibilidad general propio de la zona de estudio.....
Figura 29:	Mapa de accesibilidad y panorama geológico de la zona de estudio.....
Figura 30:	Mapa de Histogramas.....

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN GENERAL

El desarrollo de los Geomorfositos como una estrategia de conservación del patrimonio Geomorfológico ha tenido gran impacto cultural y económico desde sus principios en los países europeos, ya que favorecen la conservación del paisaje y promueven el estado económico de la población en donde se encuentran, México es un país con amplia diversidad fisiográfica que alberga paisajes representativos y estéticos que serían parte fundamental de estos proyectos para llevarse a cabo sin ningún problema, sin embargo, estas estrategias de gestión aún no son tan conocidas por parte de profesionistas y del sector gubernamental, sólo algunos especialistas conocen a detalle estas iniciativas, es importante mencionar que se cuenta con el potencial geológico-geomorfológico en distintas zonas del país en donde se puede desarrollar un Geomorfosito que vincule de manera directa y positiva a la naturaleza con el hombre para conseguir beneficios culturales y sustentables mediante la conservación del paisaje del lugar de interés.

El eje base de la propuesta parte de las características del relieve como valor estético del paisaje, es decir, en el desarrollo de un Geomorfosito que se define como aquellas formas del relieve que sobresalen por tener aspectos especiales y que además tienen un interés en aspectos, ecológicos, escénicos, culturales, científicos donde se fomenta la conservación ambiental (Panizza & Piacente, 1993, 2003; Reynard y Panizza 2007).

Los Geomorfositos representan un valor científico y de patrimonio natural donde se promueven estrategias de conservación de los recursos de patrimonio geológico que forman parte del paisaje, así como la integridad del territorio y la sustentabilidad del medio natural. Por otra parte generan externalidades positivas mediante su gestión en cuanto al aspecto económico ya que promueven el turismo que a su vez genera empleos y la promoción de servicios y desarrollo de otras actividades involucradas.

La Caldera de Huichapan se localiza en el Estado de Hidalgo, pertenece a la provincia del Sistema Volcánico Transversal, sus atributos geológico-geomorfológicos representan un valor importante y notable desde su formación por procesos volcánicos y tectónicos, tiene un

diámetro de 10 kilómetros y su forma de herradura sub-circular abierta hacia el suroeste (Aguirre y López, 2009), constituida por bordes que sobrepasan los 2500 msnm que adquieren un valor escénico dentro del paisaje, y con una morfología interior compuesta por un conjunto de domos resultado de la dinámica y reactivación de los procesos volcánicos de la Caldera, y otras estructuras debido a las fases de erupción. Esta Caldera se formó por la erupción de flujos de ignimbritas, hace aproximadamente 4.2 Ma (Milán, Yáñez, Navarro, *et al*, 1993) correspondientes al Terciario Neógeno.

La erupciones de ignimbritas se resumen en los siguientes cuatro episodios: al primer episodio volcánico se le atribuye la formación de la caldera, ésta erupción produjo una subsidencia progresiva del cráter y no un colapso rápido, segundo episodio: hubo una expulsión en secuencia de derrames cineríticos, que forman cuerpos tabulares (3 a 5m) compactados, tercer episodio: período de menor actividad eruptiva al principio, pero en la etapa final se inició la devastación de la estructura, además los procesos de reactivación formaron dos domos de lava: cerros Gexca y Hualtepec, el primero es un cuerpo de forma elíptica con un diámetro mayor de 1.5 km y el segundo domo de lava es un cuerpo circular con un diámetro aproximado de 3.4 km, cuarto episodio: la actividad volcánica se caracteriza por la edificación de volcanes monogenéticos edificados en la parte septentrional y nororinetal de la caldera, además existen otros conductos de emisión más pequeños en forma de lomas y su dimensión y cubierta lávica dificultan su ubicación, localizados a lo largo de la fractura que dio origen en un inicio a la caldera (Silva-Mora,1991).

Por otra parte se encuentra el Volcán de Nopala en la parte oeste de la caldera tiene una altitud que sobre pasa los 3000 m de altitud sobre el nivel del mar, de tipo monogenético constituido por andesitas, basalto y dacitas, su actividad está compuesta por derrames lávicos y con presencia de domos monogenéticos en la parte alta (Figura 1). (Aguirre y López 2009)

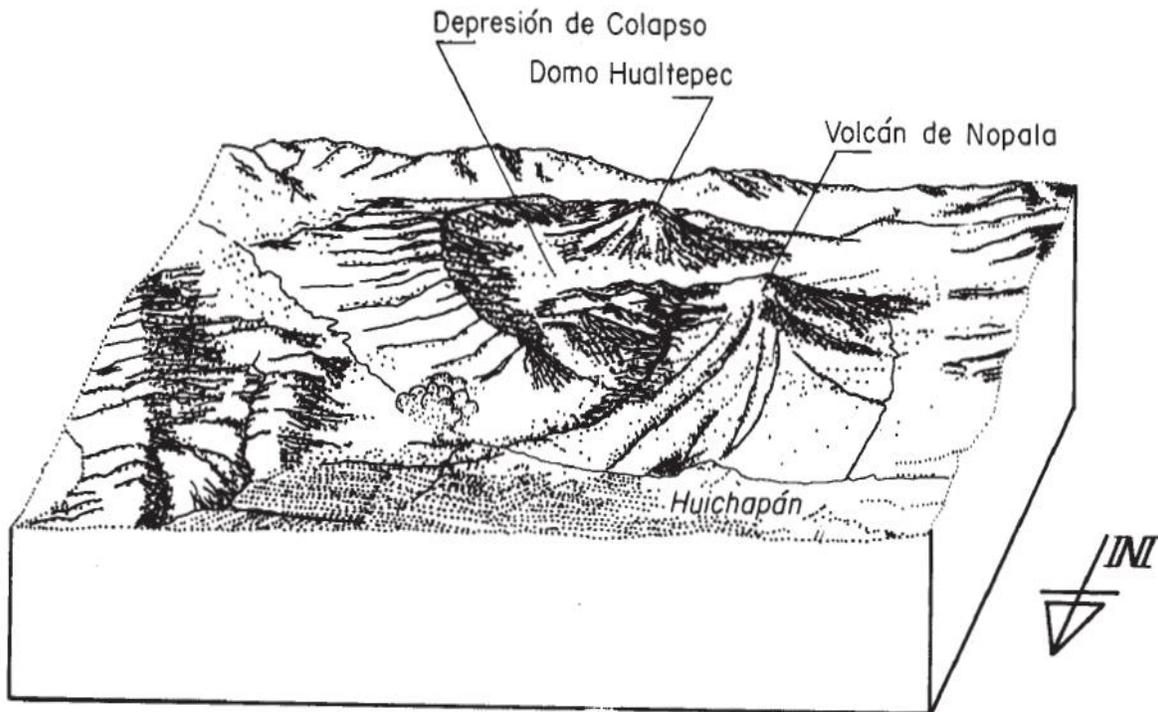


Figura 1: Bloque esquemático mostrando la fisiografía de la Caldera de Huichapan. Fuente: Tomado de Milan, Yañez, Navarro, Verma y Carrasco, 1993.

Las condiciones geológicas y geomorfológicas del lugar presentan formas de relieve variadas y dentro del paisaje juegan un papel importante para su funcionamiento y utilidad para el desarrollo del territorio, sin embargo, se desconoce y no es aprovechado, por ello la importancia de realizar una propuesta de Geomorfosito en la caldera ya que traerá beneficios para la población y para el medio natural, adquiriendo estrategias de preservación, conservación y desarrollo de conocimiento y cultura bajo el esquema de un Geoparque.

Otros atributos importantes de mencionar en la Caldera de Huichapan no sólo en cuestiones de origen y formación son los relacionados al manejo sustentable en la región de Nopala-Hualtepec donde en el 2003 se inició el proyecto de ecoturismo y aprovechamiento sustentable dentro de la Unidad de Manejo Ambiental (ubicada sobre el Volcán de Nopala), en el 2008 se introdujeron al ecosistema tres especies de fauna silvestre: guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo*), pecarí de collar (*Pecari tajacu*) y venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), dando beneficio a las especies y a la población de dicha región para promocionar la conservación de fauna.

Entre las condiciones sociales que favorecen al desarrollo del Geoparque son los espacios naturales, es decir, las comunidades y las zonas urbanas no ejercen presión sobre la biodiversidad, el fomento a la práctica de su conservación y preservación dentro del sitio desarrollado por la población local. En aspectos culturales es importante mencionar que el centro urbano de Huichapan (localizado en la parte noroeste) es acreditado como Pueblo Mágico, fomenta el turismo por la actividad artesanal y lugares de interés como un museo de antropología, de la misma manera se encuentra el pueblo de Nopala (localizado en la parte suroeste), donde se elaboran artesanías de vidrio soplado, además también se realizan actividades recreativas como la práctica de pesca y actividades de ocio en los balnearios presentes. Las actividades ya mencionadas juegan un papel importante para el fomento del turismo debido a las diferentes atracciones y actividades que se encuentran en la zona, por eso es indispensable integrar todas aquellas condiciones entrelazadas del sistema natural con el social para obtener un beneficio económico para la población y una gestión adecuada del espacio natural y de su biodiversidad.

A pesar de la riqueza de los elementos bióticos, de relieve y culturales de la zona no se han elaborado proyectos integrales en los que se contemplen e interrelacionen todos aquellos atributos que forman parte del paisaje, el trabajo se enfoca en establecer relaciones de dicho carácter en donde se promueva el potencial geológico-geomorfológico y de paisaje aunado al incremento económico y gestión sustentable de los recursos.

Planteamiento del problema

Las condiciones intrínsecas de la Caldera de Huichapan adquieren un valor paisajístico atractivo para la promoción de conocimiento y desarrollo de la población bajo el esquema de fomento didáctico y cultural. De acuerdo a la clasificación de Linton (1968) sobre el relieve montañoso y de mesetas adquiere un valor de atracción alto a diferencia de las tierras bajas. Tales condiciones morfológicas del relieve se presentan en el lugar de interés geomorfológico ya que los procesos geológicos determinaron una morfología compuesta por volcanes, montañas, mesetas, derrames lávicos amplios, domos y fallas, por lo tanto adquieren un valor

alto en cuanto a la percepción de las personas hacia el paisaje de la zona, esto beneficia la importancia de una valoración de Geomorfosítio que fomente el lugar para el desarrollo del territorio en conjunto con el medio natural.

En otros aspectos existen programas de conservación y preservación de especies por parte de la SEMARNAT (UMA: Unidad de Manejo Ambiental) iniciado en 2003 y en 2008 con la incorporación de especies silvestres en Nopala, con ello la población local adquiere la práctica de conservación de la biodiversidad, sin embargo, se desconoce el estado de preservación de ese espacio.

Las actividades principales que influyen en el desarrollo local de Huichapan son la ganadería y la agricultura de tipo temporal en las zonas rurales, sin embargo dichas actividades no representan una fuente fija de ingreso ya que no toda la población cuenta con las posibilidades para realizar éstas prácticas. Por otro lado se encuentran las actividades recreativas que tienen que ver con el turismo como la presencia de balnearios en Huichapan y Nopala, y por último la población fomenta actividades culturales con la promoción de museos, y por otro lado, existen lugares artesanales en las cabeceras municipales. Por lo tanto el desarrollo local está condicionado por las actividades de espacios rurales y urbanos, no existe un balance de ingreso económico y de oportunidades para toda la población.

El patrimonio geológico-geomorfológico de la Caldera de Huichapan es escasamente conocido e integrado con el esquema natural y cultural en el territorio, de este mismo modo se deben de fomentar estrategias de conservación para la preservación de dicho patrimonio, donde se plantee el beneficio sustentable del medio y el desarrollo de actividades antrópicas enlazadas a la promoción de conocimiento científico bajo la estrategia de Geomorfosítio. Es necesario que el lugar de interés geomorfológico adquiera un valor por parte de la población local en términos socioeconómicos, sustentables y de aprovechamiento para su preservación y como factor de su desarrollo.

A partir de las condiciones del relieve como factor escénico y a la biodiversidad de la zona es primordial crear un proyecto donde los espacios sean promovidos mediante trabajos de

investigación relacionados a la geoconservación, incorporando al sistema social, donde la población adquiera fuentes de empleo y participe con la promoción de servicios y actividades turísticas obteniendo un panorama amplio de beneficios de ingreso económico derivado de las actividades que se ejercen sobre el sistema natural, de igual manera promoviendo conocimiento científico, adquisición de cultura y la práctica sustentable de los recursos. Luego de que la naturaleza sostiene daños e impactos negativos, la sociedad adquiere conciencia sobre los espacios naturales, se efectúan proyectos de conservación y de aprovechamiento de los recursos para promover el desarrollo sostenible. Específicamente la Geoconservación genera estrategias, acciones y políticas para la conservación de la geodiversidad y la protección del patrimonio geológico (Sharples, 2002; Brilha, 2002; 2005; Gray, 2004; Sarmiento, 2005).

De acuerdo con ello, en la presente investigación se realizará una evaluación de todas aquellas características geomorfológicas que tengan una representatividad y excepcionalidad en la zona de estudio, de carácter intrínseco referidas a la geomorfología, de carácter cultural bajo las relaciones culturales e históricas sobresalientes en los sitios a evaluar y por último de carácter ambiental, es decir, cómo se encuentra el estado del medio sobre los lugares de interés geomorfológico o Geomorfositos. Para determinar si la zona de estudio puede ser fomentada y cumple con los requisitos para proponerse como Geoparque, y de este modo plantear estrategias de desarrollo equilibrado sustentable entre el medio y la población buscando el aprovechamiento del potencial físico como recurso del geoturismo.

Desde la perspectiva de la Geografía de Paisaje el trabajo se enfoca a realizar una evaluación de las condiciones presentes de la superficie terrestre, es decir, la configuración espacial de los elementos y sus relaciones internas y externas, desde el origen geológico y condiciones geomorfológicas acompañadas de la biodiversidad natural hasta la interacción del hombre y su gestión sobre el medio físico.

La evaluación final integrada definirá si las condiciones físicas y de gestión son adecuadas para promover estrategias de geoturismo bajo el desarrollo de un Geoparque, por ello la investigación se enfoca en la utilización del potencial físico y actividades que se integren

para fomentar un desarrollo y beneficio de la población local, además de la promoción de conocimiento científico, sustentable y cultural.

Justificación

La importancia que tienen los Geomorfositos es que su valor radica en las formas de relieve que poseen así como su valor histórico (procesos geológicos desde su origen), cultural (apoyo y participación de la comunidad local), escénicos (estética y/o rareza del paisaje físico) y económico (fomento de actividades en el marco del desarrollo sostenible) que desarrollan un punto de vista más geográfico (Rynard y Panizza, 2005), las relaciones que existen entre el medio físico pueden adquirir un valor más allá de lo natural, es decir, establecer conexiones con el desarrollo de actividades turísticas, culturales y científicas donde el conocimiento que se promueve es también aprovechado para adquirir un valor económico.

El potencial geológico-geomorfológico con el que cuenta la Caldera de Huichapan debe ser difundido y promocionado en el aspecto científico, así mismo generar beneficios a la población del lugar mediante su gestión y aprovechamiento escénico. Por lo tanto es fundamental impulsar el desarrollo de un Geomorfosito ya que tendrá un impacto positivo para la población local generando varias actividades enfocadas al turismo que traerán consigo empleos y derrame económico así como beneficio del medio natural con el uso sustentable de los recursos.

Los atributos escénicos así como también todos aquellos elementos bióticos que se encuentran en la Caldera de Huichapan constituyen un valor importante y son significativos para la aplicación de una evaluación de Geomorfosito, todos aquellos elementos forman parte importante para la realización de esta, acompañada de una valoración de los aspectos físicos geológicos-geomorfológicos ya mencionados.

Los recursos turísticos en el territorio, la transformación espacial inducida por los equipamientos de ocio y turismo, los impactos positivos y negativos en el medio ambiente y

la cultura local, en el territorio geográfico, entendido como imagen y producto de destino para las motivaciones de la demanda, son muestras de las estrechas relaciones de interdependencia y articulación sistémica entre territorio, medio ambiente y turismo (Guzmán y Fernández, 2002). Es por ello que el desarrollo de un Geomorfositio adquiere un valor importante y de integración de todas aquellas características del paisaje para fomentar estrategias de desarrollo social mediante el cuidado y preservación de los recursos del ambiente.

Visto desde la Geoconservación todos los elementos mencionados que aporta la Caldera de Huichapan constituyen en conjunto un valor significativo y un potencial paisajístico que mediante su gestión y protección se pueden obtener resultados para las comunidades locales, es decir, mediante el aprovechamiento sustentable de los recursos del paisaje se obtienen actividades culturales (para la misma población), educativas y científicas (para el público en general), y por consiguiente el fomento turístico que no sólo se representa en aspectos monetarios sino que se promueve conocimiento y la adquisición de cultura por medio de esta estrategia de Geomorfositio.

Tipo de investigación

El tipo de investigación que se llevará a cabo es exploratoria-descriptiva, se trata de referir las condiciones físicas y sus atributos de los Geomorfositios, y lugares de interés geomorfológico (representatividad y excepcionalidad potencial geológica-geomorfológica del paisaje), aplicando una interpretación y una valoración a cada uno de sus elementos y posteriormente someterlos a una evaluación de acuerdo a la metodología propuesta.

De acuerdo a lo anterior se realizará una identificación de sitios de interés para después evaluarlos, posteriormente se hará una evaluación conjunta para analizar si las condiciones son favorables y se cuenta con un potencial geológico-geomorfológico para proponerlo como Geoparque, añadiendo los atributos culturales y de uso y gestión de los sitios para así desarrollar estrategias de geoconservación de la geodiversidad existente, obteniendo

beneficios de fomento sustentable de recursos y promoviendo el geoturismo a partir de ellos para el desarrollo de la población local (basado en Bazán, 2014).

Variables

Para la realización del trabajo se seleccionaron las siguientes variables que serán utilizadas para la corroboración de los hechos, fenómenos o características a evaluar de la realidad sobre el trabajo de estudio (evaluación y valoración de Geomorfositos) a lo largo del proceso metodológico y de análisis de resultados.

En la siguiente tabla se muestran las variables de tipo independiente que son aquellas a las que se enfoca el trabajo, posteriormente se desglosan las variables dependientes, es decir, aquellas que surgen de las primeras, éstas atribuirán las características, descripción y valor que tienen dentro del trabajo de estudio bajo los criterios de los autores a utilizar.

Variables utilizadas	
Independiente	Dependiente
Geomorfología	<ul style="list-style-type: none"> • Morfología • Morfoestructuras • Geoformas (sitios de interés)
Geología	<ul style="list-style-type: none"> • Génesis • Litología • Cronología • Estructura (fallas, fracturas) • Volcanes
Paisaje	<ul style="list-style-type: none"> • Estética (de geoformas)

Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Preservación • Geoconservación • Gestión de recursos
Cultura	<ul style="list-style-type: none"> • Elementos patrimoniales • Contenido cultural • Contenido histórico

Tabla 1: Variables que se tomarán en cuenta para el trabajo de investigación: Fuente: Elaboración propia.

Objetivo general

Realizar una valoración a partir de las condiciones geomorfológicas presentes en Huichapan como alternativa de fomento a la geoconservación del paisaje teniendo como eje la propuesta de un Geoparque.).

Objetivos específicos

Identificar condiciones geológicas-geomorfológicas del sitio que tengan potencial para su evaluación como Geomorfosítio.

Evaluación de las condiciones ambientales para determinar el estado de conservación o de impacto que se encuentra en cada sitio de interés geomorfológico.

Incorporar las condiciones culturales que se encuentren en los sitios a evaluar y que sean importantes para integrarse con los Geomorfosítios.

Determinar si el sitio cumple o no con las condiciones para proponerlo como un Geoparque.

Ubicación del área de estudio

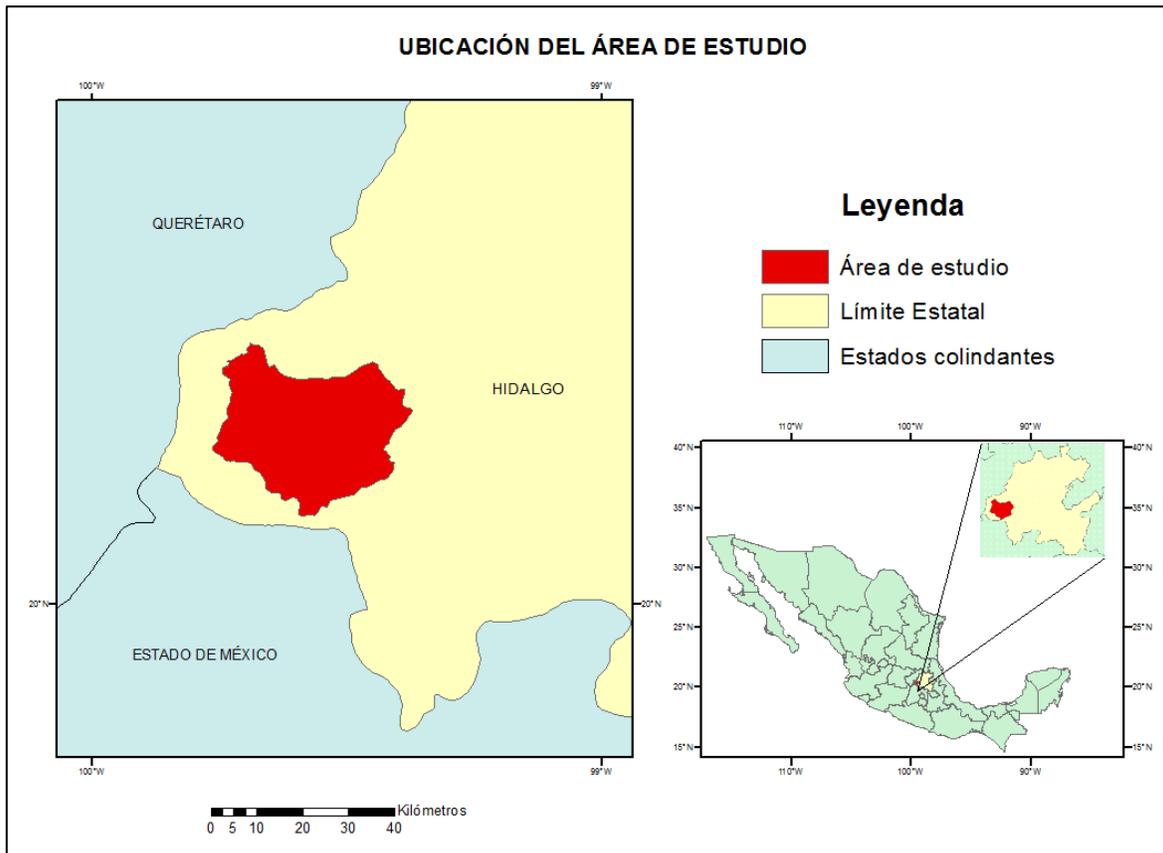


Figura 2: Ubicación del área de estudio. Fuente: Elaboración propia a partir de datos vectoriales de INEGI y digitalización cartográfica.

Antecedentes

La Geomorfología es la ciencia que estudia las formas de relieve sobre la superficie terrestre, los estudios de paisaje surgieron a partir de las enseñanzas y avances de la investigación geomorfológica (Reynard y Panizza, 2007).

El patrimonio natural y la geodiversidad ya no son consideradas sólo como un recurso, es señalado como patrimonio de valor estético, científico, éticos, educativos y culturales. El medio natural pasa a ser de dominio colectivo donde se deben de llevar a cabo estrategias de conservación sostenibles para las generaciones futuras junto con el fomento de valores éticos,

estéticos e históricos que beneficien a una revalorización de la naturaleza y que la conformen como parte de la vida humana, eso es el patrimonio natural (Serrano, 2004).

El proyecto internacional más sobresaliente y precursor de los Geositios, Geomorfositios y Geoparques, tuvo como objeto de estudio el patrimonio geológico, llamado Global Geosites. Éste proyecto inició en 1995 por la IUGS (International Unión of Geological Sciences) el cual tenía por objetivo realizar un inventario de escenarios de interés geológico a escala mundial para promover su conservación y protección. Este proyecto es la referencia de los esfuerzos realizados en distintos países acerca de estas estrategias de conservación, posteriormente en 1997 la UNESCO inicia el proyecto de la Red Global de Geoparques en países Europeos que oficialmente es aceptado en el año 2000, los primeros fueron la Reserva Geológica de Haute-Provence (Francia), el Bosque Petrificado de Lesvos (Grecia), el Parque Geológico de Gerolstein/Vulkaneifel (Alemania) y el Parque Cultural de Maestrazgo (España), actualmente coordina la Global Geoparks Network (GGN) constituida en el año 2004 durante la Primera Conferencia Internacional de Geoparques celebrada en Beijing, China (UNESCO, 2015), conformada inicialmente por 17 geoparques europeos y 8 geoparques chinos donde se promovió la Red Mundial de Geoparques. De acuerdo a la información más reciente, actualmente la GGN está constituida por 111 geoparques, distribuidos en 32 países principalmente europeos y asiáticos (UNESCO, 2014).

En la década pasada la Unión Europea ha publicado el Manifiesto sobre el Patrimonio de la Tierra y la Geodiversidad, apoyado por la Asociación Internacional de Geomorfólogos (I.A.G.). Precisamente en el seno de esta asociación, se creó en Septiembre de 2001 en la 5ta Conferencia Internacional de Geomorfología el Grupo Internacional de Trabajo “*Geomorfositios*”, el proyecto propone la evaluación de aquellos sitios de interés geomorfológico con el propósito de promover el desarrollo de la investigación en temas relacionados, y la creación de nuevas metodologías de evaluación, herramientas cartográficas y conservación/gestión del patrimonio geomorfológico, además teniendo metas sobre la conservación, la promoción de conocimiento mediante la educación y atractivo turístico de los sitios (González, 2006). Los principales objetivos de este trabajo son:

- Mejorar la investigación en temas de Geomorfositos, como mapeo, conservación, educación y promoción turística, así como el desarrollo de una comunidad de investigación en Geomorfositos;
- Desarrollar métodos para su evaluación, así como cartografía;
- Incorporar cursos universitarios sobre Geomorfositos;
- Desarrollar relaciones entre los estudios en Geomorfositos y las ciencias humanas y;
- Desarrollar relaciones con programas internacionales para la conservación geológica-geomorfológica y el geoturismo.

España ha sido un país principal precursor y fundador de los Geoparques, en la actualidad cuenta con 8, además existen otras propuestas formales de Geoparques, ya han sido enviadas para ser sometidas a evaluación por parte del comité encargado de la Red, sin embargo, sólo se evalúan 2 propuestas por año y país, esto significa que seguirá el proceso en España para que las propuestas se evalúen. Además en mayo de 2011 fue creado el Foro Español de Geoparques, en donde tuvieron lugar dos representantes de Geoparques de España, la Comisión Nacional Española de Cooperación con la UNESCO y el Instituto Geológico Minero de España que es un organismo público de investigación, además existe un área de investigación específica sobre el patrimonio geológico y minero la cual fortalece el apoyo hacia los Geoparques por medio de conferencias, cursos y divulgación.

La difusión y promoción se promueve en colaboración con otros Geoparques y apoya a la comisión nacional española de cooperación con la UNESCO con la elaboración de informes para nuevas candidaturas.

Por otro lado, en los países de América Latina sólo existen 4 Geoparques integrados en la Red Global de Geoparques, Araripe en Brasil, Grutas de Palacio en Uruguay fundados en el 2005 y 2013, y apenas en el presente año 2017 fueron aprobados en México 2 Geoparques:

Comarca Minera en Hidalgo y La Mixteca Alta en el Estado de Oaxaca, a partir del 2001 con el Taller Regional “Geoparques: una alternativa para el desarrollo local” con la colaboración de autoridades de la UNESCO y otros profesionales informaron sobre procesos de postulación a la Red Mundial de Geoparques y métodos de gestión aplicados en los Geoparques, desde entonces se han impulsado más talleres y simposios sobre el tema para seguir desarrollando y promoviendo estos proyectos con el fin de promocionar el patrimonio natural, geológico-geomorfológico en distintos países para beneficio de la población, el desarrollo sostenible y la conservación de los ecosistemas.

Debido a su importancia, el desarrollo de los Geoparques se constituyen como una estrategia factible para la conservación de aquellos sitios que presentan una serie de características biofísicas y socio-culturales únicas y los cuales, no pueden ser integrados o declarados bajo ninguna categoría vigente del sistema nacional de áreas naturales protegidas (Garrido, 2004).

En México son pocos los trabajos que se han realizado acerca de Geomorfositos, Geositios y Geoparques, sólo 2 han sido aprobados (Comarca Minera en Hidalgo y La Mixteca Alta en el Estado de Oaxaca) pero a través de un largo proceso para su desarrollo y aprobación, debido a la falta de conocimiento e introducción de éstas estrategias efectivas de conservación y desarrollo sustentable, sin embargo, cabe resaltar algunos esfuerzos realizados en la última década en distintas regiones del país como: el Geoparque del volcán Tancítaro en Michoacán, la Sierra de la Giganta y la del Cabo en Península de Baja California, el distrito minero “El Orito” en Guanajuato, las grutas de Cacahuamilpa en Guerrero, el distrito minero El Oro – Talpujahuá localizado en los estados de México y Michoacán, Los Escarpes del Cerro El Gavilán en el Estado de México, La Huasteca en el Estado de San Luis Potosí, Entre Cañones en el Estado de Chiapas y la Región Loreto-Comondú en el Estado de Baja California Sur. Actualmente se sigue trabajando con la conformación y desarrollo de estos lugares para someterlos a evaluación y para que también puedan ser propuestos por parte de la Red Global de Geoparques de la UNESCO.

Las condiciones de patrimonio geológico y geomorfológico en México presentan diversidad e importancia relevante para la configuración y funcionamiento de algunos territorios ya que

la población y su desarrollo dependen de las actividades socioeconómicas incorporadas a los sitios, además los ecosistemas necesitan estrategias de conservación para su preservación sostenible, es por ello que se busca incorporar estos proyectos de Geoparques al país para la gestión adecuada de los recursos.

Hoy en día las instituciones han incorporado a proyectos referidos a Geomorfositos, Geositos y Geoparques como eje de estudio en distintas regiones del país para promover y evaluar los sitios de interés que cuenten con las condiciones geológicas, geomorfológicas, educativas, culturales y sustentables para que sean evaluados y posteriormente aprobados.

De acuerdo a los trabajos revisados y consultados sobre Geomorfositos y temas relacionados, aportaron un enfoque general de los aspectos que se tienen que considerar para el trabajo de investigación, el procesos metodológico aunque sea de distintos autores mantiene el mismo énfasis de trabajo y los mismos objetivos que son los de evaluar el potencial geológico-geomorfológico y sus valores añadidos de cultura, didactismo, estético y los de usos y gestión que repercuten en los impactos sobre el patrimonio en general con la naturaleza. De este modo como fomento de cultura, conocimiento científico mediante la promoción didáctica y el uso racional de los recursos para desarrollar estrategias de geoconservación, aprovechando los recursos existentes para la práctica del Geoturismo, es decir, promover y valorar el patrimonio abiótico de manera conjunta con los aspectos ya mencionados.

El fomento del potencial físico geológico-geomorfológico requiere ser evaluado para después someterlo a una valoración conjunta de sus atributos y sus relaciones espaciales en el territorio como alternativa de beneficio local, promoviendo estrategias adecuadas de uso y gestión para el desarrollo local de la zona de estudio que incluye la Caldera de Huichapan. Varias son las propuestas que establecen los autores pioneros de estas estrategias de gestión sobre estos sitios con patrimonio y potencialidad ya que intercalan alternativas conjuntas para el establecimiento de un Geoparque. Sin embargo, tal evaluación requiere una selección de sitios con un potencial alto, que tengan representatividad de hechos, fenómenos y procesos espaciales de carácter físico (geológico-geomorfológico) y después se añadan herramientas didácticas y de promoción por medio de programas institucionales conjuntos para su

funcionamiento y establecimiento, además de una preparación adecuada entre la población que realiza actividades dentro del espacio y de uso y gestión para no ejercer presiones e impactos.

Estas estrategias de conservación son favorables si existe una integración y organización entre los distintos sectores del territorio: la población local, el gobierno y las instituciones ya que si no hay tal cosa el funcionamiento y ejecución de las propuestas no se pueden llevar a cabo y no tendrán éxito.

CAPITULO II: METODOLOGÍA

Para realizar la evaluación y valoración de los Lugares de Interés Geomorfológico (Geomorfositos) en la Caldera de Huichapan se modificará la metodología propuesta por Serrano y Gonzáles (2005) que aborda todo el esquema del trabajo enfocado al cumplimiento de los objetivos. De igual manera el proceso metodológico aborda las estrategias y la búsqueda de potencial físico-socioeconómico, es decir, a todas aquellas actividades referidas al aprovechamiento y gestión de los espacios con patrimonio geológico-geomorfológico referidos al geoturismo, además de los socioculturales que se encuentren en la zona de estudio para fomento cultural y didáctico principalmente.

A continuación se muestra un esquema que aborda el proceso metodológico bajo el cual se realizará el trabajo:

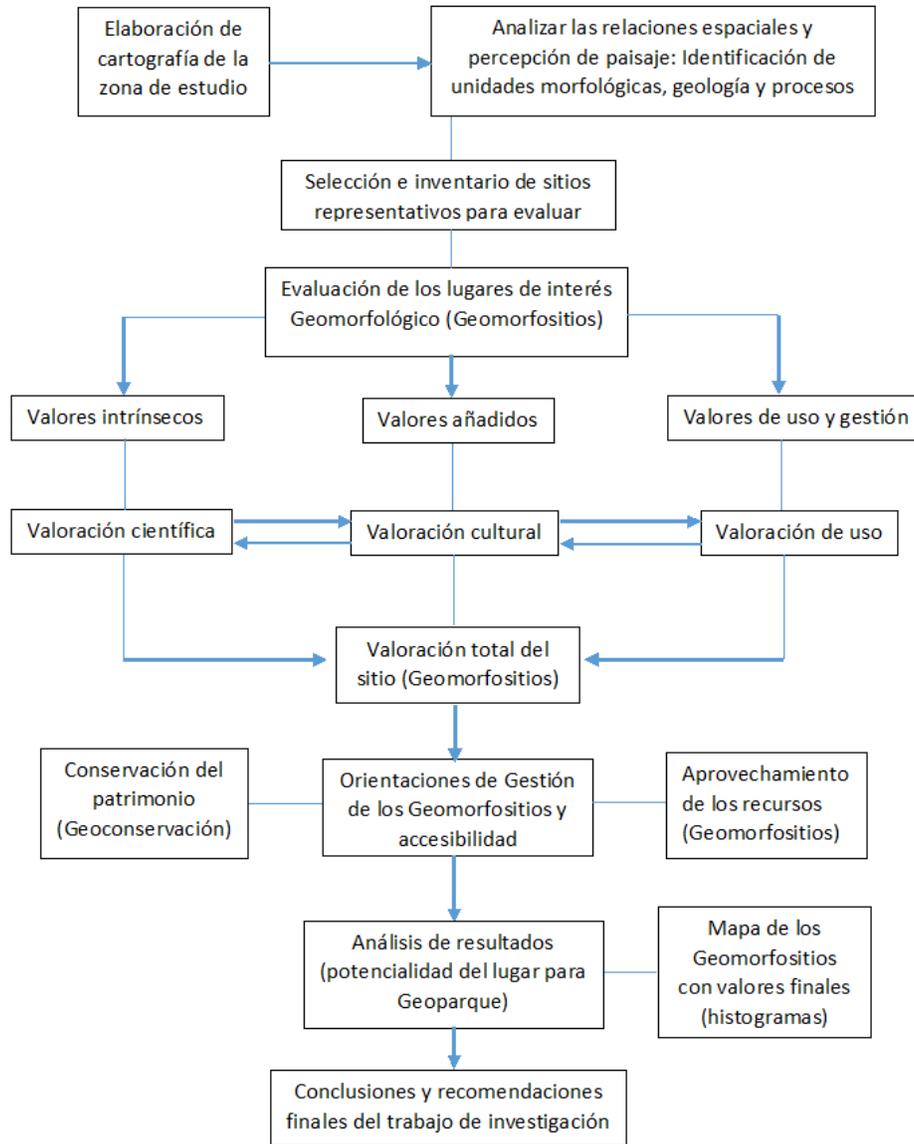


Figura 3: Esquema metodológico del trabajo de investigación: Fuente: Modificado a partir de Serrano y Gonzáles, 2005.

Construcción de Cartografía

Para tener un conocimiento geomorfológico de las formas y procesos del sitio es necesario realizar cartografía para después conformar el mapa geomorfológico, se debe de tener conocimiento a detalle del relieve, así mismo servirá como herramienta básica en el inventario para identificar y catalogar los lugares de interés geomorfológico que se evaluarán en la fase del trabajo de campo.

Lo primero que se realizará en esta fase, será el modelo digital de elevación a partir del procesamiento de información digital en el software Arcgis en el que serán utilizadas las curvas de nivel de las cartas topográficas editadas de INEGI 2015.

Posteriormente se elaborará el mapa geológico con la digitalización en el software Arcgis de la carta geológica-minera correspondiente a la zona de estudio con base a la carta geológico-minera de Pachuca (F14-11) editada por el servicio geológico mexicano a escala 1:250,000 versión 1997 y las cartas geológico-mineras de Huichapan (F14-C78) versión 2009, Tula de Allende (F14-C88) versión 2010 y San Juan del Río (F14-C77) versión 2012 a escala 1,50,000; el producto final de ello será un mapa geológico que permitirá ver los atributos geológicos del relieve y así como su estructura, de igual manera se utilizará para la evaluación de los Geomorfositos referentes a sus propiedades o aspectos geológicos.

También se realizará un mapa altimétrico elaborado a partir de los rangos altitudinales máximos y mínimos en metros utilizados por Lugo et al, (1998): 1, 2235-2250; 2, 2250-2300; 3, 2300-2400; 4, 2400-2500; 5, 2500-2700; 6, 2700-3000; 7, 3000-3500; 8, > 3500. Con secuencia de colores fríos a cálidos para corroborar las altitudes que tiene el relieve y los sitios a inventariar dentro de la zona de estudio. Con base al modelo digital de elevación de la zona de estudio proporcionado por INEGI, versión 2015.

Por último en esta fase se confeccionará el mapa de pendientes utilizando los rangos medidos en grados por Ortiz et al (1998): 0°-3°, 3°-6°, 6°-15°, 15°-30°, 30°-45°, >45°. Construido a partir del modelo digital de elevación editado de INEGI versión 2015. Para observar la estructura del relieve en cuanto a las pendientes que tienen, específicamente ver la composición de las geoformas y observar cuáles tienen atributos connotativos de la zona de estudio y para inventariar en campo.

Inventariado, fichas de descripción y valoración de Geomorfositos

Después de realizar el proceso cartográfico, el proceso metodológico continúa con la identificación de geoformas, unidades y procesos representativos del relieve, para ello es necesario elaborar un inventario para registrar aquellos sitios de interés geomorfológico que tengan una excepcionalidad respecto a los demás en la zona de estudio, posterior a esto se ejercerá su descripción con una ficha descriptiva con criterios establecidos por Serrano y Gonzáles (2005). A continuación se incorpora el modelo de la ficha descriptiva:

LUGAR DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO: DESCRIPCION			
Identificación	Nombre:	Lugar:	N°:
Situación	T° municipal:	Coordenadas:	Altitud:
Geomorfología	Tipo de Geomorfosito	Descripción:	
	Génesis		
	Morfología: Descripción, morfoestructuras, erosión		
	Dinámica:		
	Cronología:		
	Interés principal:		
	Interés secundario:		
	Atribución del LIGm:		
	Usos		
Accesibilidad:			
Grado de Interés:			
Estado de Conservación:			
Usos actuales:			
Comunicaciones:			
Infraestructuras			
Impactos:			
Situación Legal:			

Tabla 2: Ficha descriptiva de los sitios de interés geomorfológico. Fuente: Serrano y Gonzáles Trueba, 2005.

Después de haber realizado el inventario y la descripción general de los sitios, se procede a su evaluación, a través de una triple valoración:

1: Científica (intrínseca): específicamente referida a la geomorfología, que es más objetiva. Se analizan los atributos de cada formación que componen al sitio de interés geomorfológico, y se evalúan mediante la enumeración de atributos que se encuentran, analizando los aspectos sobresalientes del mismo. Para obtener parámetros significativos el valor se representa entre 0 y 5 que son los establecidos por Serrano y González (2005).

Por lo tanto para obtener parámetros significativos, se considera que cada apartado tendría una valoración máxima de presentar 5 elementos valorables, de acuerdo a ello se obtendrán un valor máximo 50, el cual se representará entre 0-50 o entre 0-5.

Para comprender la valoración se adjunta una tabla de la valoración máxima de elementos junto con la definición de los valores a evaluar:

Valoración		Puntuación	Definición
Génesis		Máximo 5	Procesos que han intervenido en su formación
Morfología	Morfoestructuras	Máximo 5	N° de formas individualizadas que componen el LIGm
	Formas de erosión	Máximo 5	
	Formas de acumulación	Máximo 5	
Dinámica	Heredados	Máximo 5	Elementos heredados y funcionales testigos de procesos del pasado o funcionales.
	Proceso actual	Máximo 5	
Cronología		Máximo 5	Períodos o fases genéticas representadas
Litología		Máximo 5	Materiales representados
Estructura	Geológicas	Máximo 5	N° de estructuras visibles representadas
	Sedimentarias	Máximo 5	

Tabla 3: Criterios de la valoración intrínseca. Fuente: Serrano y González, 2005.

2: Cultural o de valores añadidos (extrínsecos): Esta se refiere a los elementos culturales y ambientales que condicionan y que enriquecen a los valores científicos. El valor máximo es 70 (representa 100), para compararlo con los valores científicos debe realizarse la siguiente operación, valor por 100 entre 70 y expresarse de 0 a 100 o 0-10. A continuación se muestra la tabla de valoración de cada atributo junto con la definición de a que se refiere cada valor:

Valoración		Puntuación	Definición
Paisajística y estética (10)		Máximo 10	Consideración escalar paisajística y estética. No existe: 0 Componente ,muy local y puntual: 2 Componente a escala media (valle municipio): 4 Componente comarcal: 6 Componente esencial del paisaje en amplios panoramas (regional): 8 Elemento protegido o gestionado por sus contenidos paisajísticos: 10
Elementos culturales	Asociación a elementos de valor patrimonial	Máximo 10	Elementos patrimoniales (monumentos, yacimientos, poblaciones, construcciones populares, elementos etnológicos, etc.) que están representados.
	Contenido cultural	Máximo 10	Aspectos culturales (mitos, leyendas, literatura, pintura, etc.).
	Contenido histórico	Máximo 10	Fases históricas de uso y ocupación.
Didáctica	Recursos pedagógicos	Máximo 5	Contenidos pedagógicos y docentes.
	Niveles pedagógicos	Máximo 5	Primario, Secundario, Superior, Adultos, Investigación.
Científica	Valor científico	Máximo 5	Áreas científicas con valor significativo.
	Representatividad científica	Máximo 5	Local: 1 Comarcal: 2 Regional: 3 Nacional: 4 Internacional: 5
Turística	Contenidos turísticos reales	Máximo 5	Histórico artístico: Activo (excursionista, otros); paisajístico; esparcimiento-relax; otros
	Atracción turística (potencial)	Máximo 5	Capacidad de atracción turística: local, comarcal, regional, nacional, internacional

Tabla 4: Criterios de la valoración añadida. Fuente: Serrano y Gonzáles, 2005.

3: De uso y gestión (valoración semicuantitativa): dentro de este apartado se evaluarán los componentes territoriales y el uso potencial de los lugares de interés geomorfológico, es decir, de aquellos factores o actividades que se realizan en el sitio y pueden repercutir en su uso adecuado sin tener impactos. A continuación se muestra la tabla con cada elemento a evaluar, sus valores y su definición:

Valoración	Puntuación	Definición
Accesibilidad	ALTA: 2. Buena accesibilidad. MEDIA: 1. Con dificultades. BAJA: 0. Mala accesibilidad.	Utilidad por lo accesible del Geomorfosito para su uso y gestión.
Fragilidad	ALTA: 0. No recomendable. MEDIA: 1. Uso potencial. BAJA: 2. Alto valor de uso.	Grado de fragilidad del LIG por sus características intrínsecas.
Vulnerabilidad	ALTA: 0. Elementos capaces de transformar la estructura o dinámica del Geomorfosito. MEDIA: 1. Transformación en bajo grado. BAJA: 2. No hay vulnerabilidad.	Elementos del entorno del LIG que hacen posibles cambios irreversibles en sus valores intrínsecos y extrínsecos.
Intensidad de uso	ALTA: 0. Alta frecuentación, no permite el incremento de actividades. MEDIA: 1. Frecuentación y uso moderado. BAJA: 2. Frecuentación y uso muy moderado.	Uso actual del Geomorfosito.
Riesgo de degradación	ALTO: 0. MEDIO: 1. BAJO: 2.	Posibilidad de deterioro del Geomorfosito con su uso hasta perder valores intrínsecos y añadidos.
Estado de conservación	ALTO: 2. Permite su uso. MEDIO: 1. Uso restringido. BAJO: 0. No favorece su uso.	
Impactos	ALTOS: 0. Desaconsejan su uso, con orientaciones de restauración. MEDIOS: 1. Permiten usos pero aconsejan restauración o eliminación de impactos. BAJOS: 2. No hay impactos intensos.	Elementos humanos que afectan al Geomorfosito en modo directo (carreteras, canteras, obras, etc.).
Condiciones de observación	ALTAS: 2. MEDIAS: 1. BAJAS: 0.	Existencia o no de condiciones de observación (paisaje, localización, accesibilidad, etc.) para el uso de LIG.
Límites de cambio aceptables	ALTO: 2. Baja fragilidad y débil intensidad de uso, los cambios no implican pérdida de valores. MEDIO: 1. Fragilidad de usos actuales permiten cambios moderados sin pérdida de valores. BAJO: 0. Eleva fragilidad o intensidad de usos, el cambio implica pérdida de valores.	Potencial de cambios que el Geomorfosito puede asumir sin perder sus valores intrínsecos y añadidos. Está en relación con la fragilidad y la intensidad de uso.

Tabla 5: Criterios de la valoración de uso y gestión. Fuente: Serrano y Gonzáles, 2005.

Siguiendo la metodología de acuerdo a Serrano y González (2005) y después de haber obtenido la valoración de cada sitio respecto a su valor científico, cultural o añadido y de uso y gestión, se procede a realizar una suma de todos los valores por Geomorfosítio mediante una ficha de valoración que se divide en tres bloques para cada elemento.

Para cada bloque se han seleccionado los aspectos a valorar y se recurre en las dos primeras (intrínsecos y añadidos) al sistema binario, de tal forma que los valores existentes reciben el valor “1”, los inexistentes valor “0”, sin ponderación subjetiva de unos sobre otros. Además, la puntuación de 0 a 10 permite una comparación inmediata sobre el valor dominante (natural o añadido) y por tanto en el contexto en el que inscribe para su gestión, uso o conservación. En el tercer bloque, con algunos aspectos cargados de mayor subjetividad, se opta por una escala de valores semicuantitativa, valorando con Alto, Medio o Bajo (en función del valor obtenido), complementando la valoración global. La fórmula para sacar el resultado final de cada apartado es multiplicar el número obtenido de cada valor por 100 entre el total de la valoración máxima por apartado y el número se divide entre los dos dígitos para conocer cuál es su grado de importancia de acuerdo a los valores establecidos.

Las fichas y matrices de evaluación y valoración final de los Geomorfosítios que se evaluaron en campo se encuentran en el último apartado de anexos del trabajo de investigación. Toda la información recopilada se añadió al documento para ver cuáles son los elementos y atributos que se tomaron en cuenta para llevar a cabo la valoración de cada sitio en cuestiones intrínsecas, culturales y de uso y gestión.

A continuación se muestra la ficha de valoración conjunta de los tres bloques (valores científicos, añadidos, y de uso y gestión):

LUGAR DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO (Geomorfosito): VALORACIÓN			
Identificación	Nombre:	Lugar:	N°:
Situación	T. Municipal		
	Coordenadas:	Altitud:	
Tipo de Gm	Lugar singular o representativo y elemento singular o representativo		VALORACIÓN
Valores intrínsecos	Génesis (máximo 5)		
	Morfología	Morfoestructuras (máximo 5)	
		Formas de erosión (máximo 5)	
		Formas de acumulación (máximo 5)	
	Dinámica	Heredados (máximo 5)	
		Activo (máximo 5)	
	Cronología (máximo 5)		
	Litología (máximo 5)		
	Estructura	Geológicas (máximo 5)	
		Sedimentarias (máximo 5)	
Valoración			a
Valores añadidos	Valoración paisajística y estética (máximo 10)		
	Elementos culturales (30)	Asociación a elementos de valor patrimonial (máximo 10)	
		Contenido cultural (máximo 10)	
		Contenido histórico (máximo 10)	
	Elementos didácticos y científicos (20)	Recursos pedagógicos (material didáctico de difusión) (máximo 5)	
		Niveles pedagógicos (nivel de comprensión del material didáctico) (máximo 5)	
		Valor científico	Áreas científicas (máximo 5)
	Representatividad científica (máximo 5)		
Contenidos turísticos (10)	Contenido turístico (máximo 5)		
	Atracción turística (máximo 5)		
Valoración			b
Valores de Uso y Gestión	Accesibilidad		
	Fragilidad		
	Vulnerabilidad		
	Intensidad de uso		
	Riesgo de degradación		
	Estado de conservación		
	Impactos		
	Condiciones de observación		
	Límite de cambio aceptable		
	Valoración		
Valoración Global			a/b/c

Tabla 6: Ficha para la valoración global de los lugares de interés geomorfológico. Fuente: Serrano y González, 2005.

El resultado final de la valoración conjunta será triple, mediante una valoración alfanumérica que refleja los tres elementos evaluados, y permitirá comparar la importancia de cada aspecto en la valoración y gestión del sitio. Por lo tanto, al tener este resultado ya se pueden plantear estrategias de uso y gestión sobre los Geomorfositos evaluados para incorporarlos al sistema como recurso potencial de desarrollo y promotor del geoturismo.

Se adjuntan las puntuaciones establecidas por Serrano y González (2005) para la valoración final resultante de los valores intrínsecos, culturales y de uso y gestión, de acuerdo al resultado final se determina qué importancia tienen los Geomorfositos evaluados, estos resultados determinarán la potencialidad de los sitios evaluados y determinarán si la zona de estudio podrá ser propuesta como Geoparque.

Nivel de los valores obtenidos				
Muy alta	Alta	Media	Baja	Muy baja
> 8-10	> 6-8	> 4-6	> 2-4	0-2

Tabla 7: Nivel de valoración de los resultados finales de los lugares de interés geomorfológico. Fuente: Serrano y González, 2005.

Una vez obtenidos los resultados de la valoración total de los sitios evaluados se plantearán estrategias de gestión, de acuerdo a la potencialidad existente de tipo geológica-geomorfológica, estética del paisaje y contenido cultural. Pero si ya se están ejecutando algún tipo de estrategias de conservación y referidas a la promoción geoturística se añadirán otras estrategias donde se involucre y se integre la participación de la población local para el fomento del desarrollo sustentable mediante la preservación de los sitios y para incorporar otras actividades necesarias que se ajusten al desarrollo del lugar para beneficio económico.

Las estrategias deben de estar asociadas con un enfoque de geoconservación, es decir, no sólo ejecutando acciones de uso común a los sitios sino que fomentando la conservación del recurso, en este caso al patrimonio geológico-geomorfológico y a la geodiversidad del sitio (rocas, suelo, vegetación, etc.) con la mantención del relieve y sus atributos en su estado original y natural. De acuerdo al potencial y a la valoración obtenida de los resultados se determinará si el sitio cumple con las condiciones aptas para proponerlo como Geoparque haciendo un análisis sobre cada Geomorfosito elaborando un mapa de histogramas para darle

un sentido más geográfico, incorporando la evaluación final y comparando los resultados obtenidos de la triple evaluación (valores intrínsecos, valores añadidos y de uso).

Finalmente se elaborará un mapa final de localización de los Geomorfositos de la zona de estudio con base a las coordenadas tomadas por GPS en campo, además serán incorporadas las rutas de los caminos y carreteras para que sirva como herramienta adicional y de acceso a los sitios, añadiendo un mapa de histogramas para realizar un análisis espacial y geográfico.

Los valores dados a cada apartado de evaluación y contenido de los Geomorfositos es asignado de manera individual de acuerdo a la percepción que se observó en campo sobre cada sitio, así mismo con la ayuda de las fuentes literarias de los trabajos realizados por investigadores y por la cartografía geológica de la zona de estudio, debido a esto los proyectos de esta índole son diferentes ya que para poder tener un análisis más objetivo y con mayor detalle respecto a los valores se tendría que formar un equipo interdisciplinario.

CAPITULO IV: ORIGEN Y CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA-GEOMORFOLÓGICA DE LA CALDERA DE HUICHAPAN

Introducción

La valoración geomorfológica que aborda el trabajo de investigación junto con los elementos que tienen que ver con la geodiversidad y la gestión y aprovechamiento de la potencialidad física para el desarrollo de estrategias de geoconservación es necesario un conocimiento a detalle de los elementos que se someterán a evaluación, es por ello que se realizará una caracterización de la zona de estudio, partiendo del origen de la formación de la caldera y sus elementos así como las propiedades geomorfológicas para entender la geodiversidad que se manifiesta en cada sitio a evaluar.

Por otro lado, es importante conocer la provincia fisiográfica donde se localiza la Caldera de Huichapan y la zona de estudio como punto de partida ya que al hablar de geología y geomorfología se debe de conocer el origen y las propiedades de los elementos del espacio, en este caso los geológicos y geomorfológicos que son el objeto de partida para la evaluación y valoración del trabajo de estudio. El origen endógeno de la caldera volcánica está asociado a la actividad volcánica y tectónica del Sistema Volcánico Transversal, por ello el punto de partida de la caracterización empezará con la descripción de esta.

Las propiedades geológicas y geomorfológicas de la zona de estudio definirán los sitios donde se deben de realizar las evaluaciones, atribuirán la potencialidad que existen por las condiciones físicas que presentan, ese es el objetivo de la caracterización de este capítulo así mismo para la fundamentación del trabajo de investigación.

El Sistema Volcánico Transversal

En la parte central de México se localiza la provincia fisiográfica del Sistema Volcánico Transversal (figura 2), Santoyo, Ovando-Shelley, Mooser y León, (2005) el cual constituye una representatividad por sus características geológicas en México por la orientación con respecto a la fosa de Acapulco, la cual marca la zona de subducción de la Placa de Cocos debajo de la Placa Norteamericana, este mecanismo es el que origina los magmas de tipo andesítico en dicha provincia,

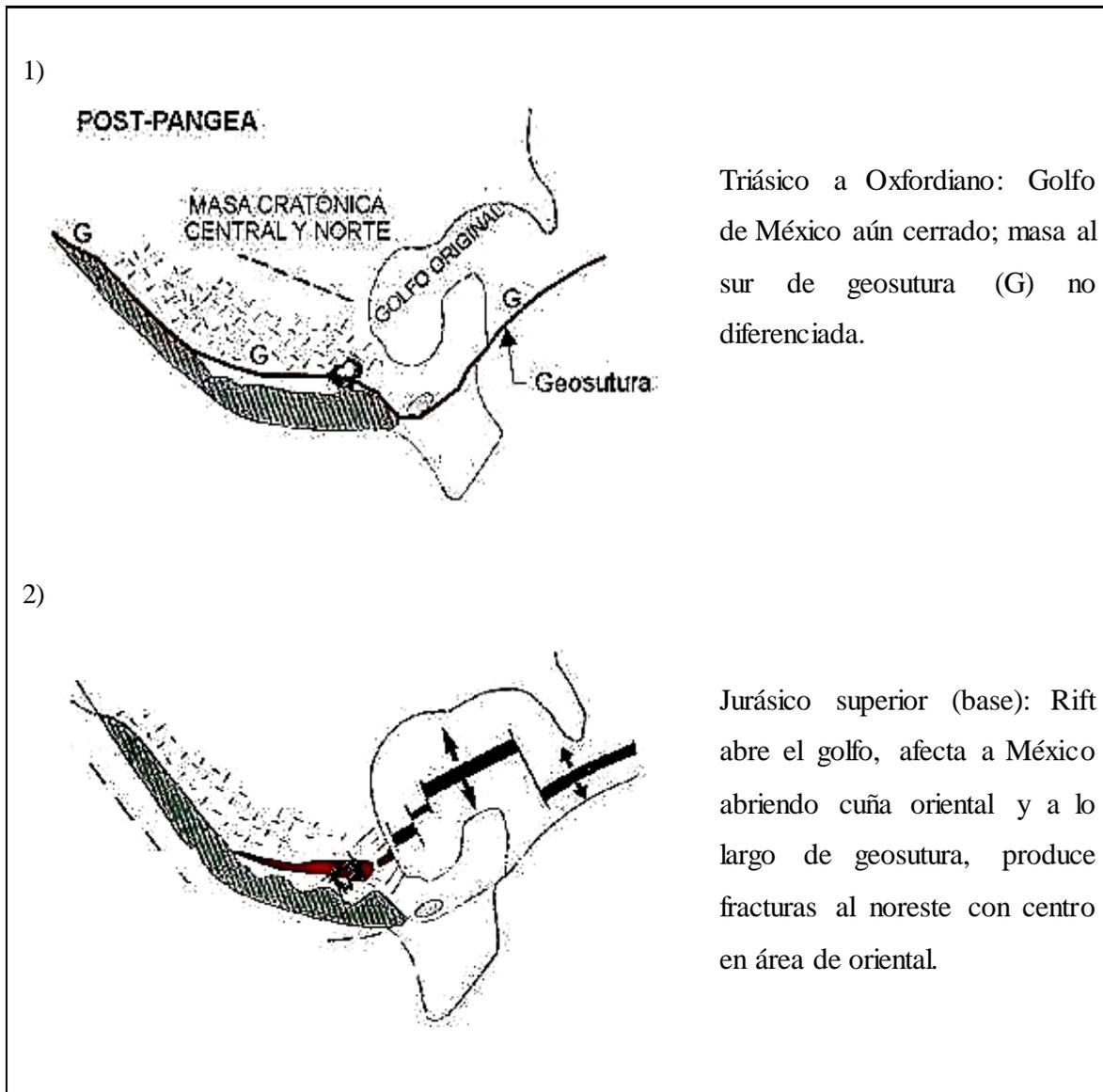


Figura 4: Mapa de localización del Sistema Volcánico Transversal en México. Fuente: Tomado de Demant, 1978.

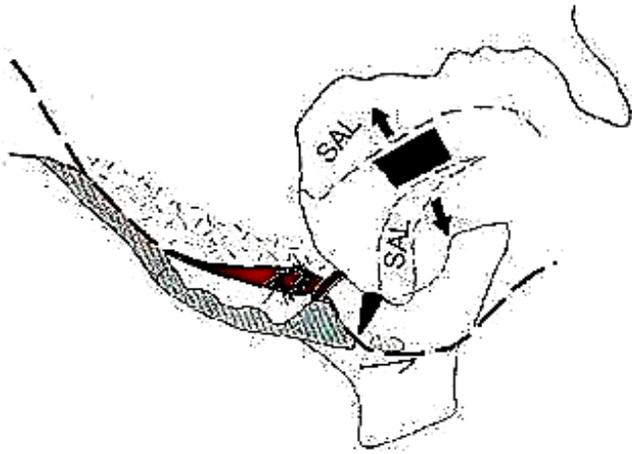
Para la conformación del Sistema Volcánico Transversal Mexicano tuvieron que ver los procesos originados desde un contexto más antiguo que fue la formación de la corteza terrestre mexicana que se desarrolló a lo largo de los últimos 230 millones de años que comenzó desde el Triásico hasta el reciente, llevada a cabo por 9 etapas de procesos de formación que a continuación se describen y se observan (figura 4). (Santoyo, Ovando-Shelley, Mooser y León, 2005)

1. Se parte de la suposición de que la corteza terrestre en la parte sur de México es diferente a la demás masa continental del país y se infiere una antigua geosutura que separa estas dos regiones.
2. Posteriormente, en el Jurásico se lleva a cabo un vulcanismo extenso que afectó a la parte central y poniente meridional de México, representado por la Formación Taxco viejo.
3. Durante el Jurásico pero después del vulcanismo se abre el Golfo de México que ejerció esfuerzos de cuña sobre el suroeste de este mismo en un punto al norte de Veracruz.
4. Al proceso anterior de tensión y de hinchamiento con hundimiento central (dirigido al SW), se le otorga la creación de fracturas profundas paralelas genéticamente ligadas a él.
5. Subsecuentemente con la antigua geosutura se formó un pro-eje volcánico que indica que la apertura del Golfo también quebró el centro de México.
6. La misma apertura pudo haber ejercido otro esfuerzo de cuña en la porción del Istmo.
7. Después, a principio del Terciario, la cubierta de sedimentos mesozoicos depositados sobre la corteza resbaló hacia la parte noreste generando pliegues laramídicos (hace 55 a 65 millones de años) y al terminó de este proceso culminó con la formación de la Sierra Madre Oriental.

8. Al llevarse a cabo el proceso de subducción de la Placa Farallón en el Pacífico produjo en el Oligoceno las vulcanitas ácidas de la Sierra Madre Occidental.
9. Finalmente al trasladarse la subducción a la Trinchera de Acapulco, el primer evento fue el desplazamiento de Centroamérica al oriente y el segundo durante el Mioceno Inferior, el empuje de la masa de Oaxaca al norte lo cual produjo su cabalgadura y con ello la creación de anticlinales en su frente al sur de oriental. (Santoyo, Ovando-Shelley, Mooser y León, 2005)

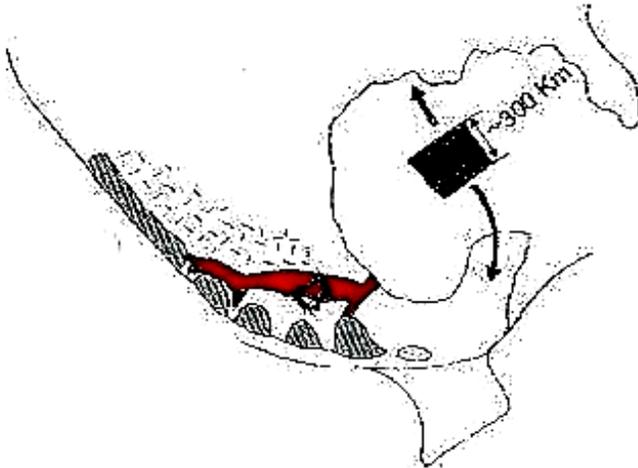


3)



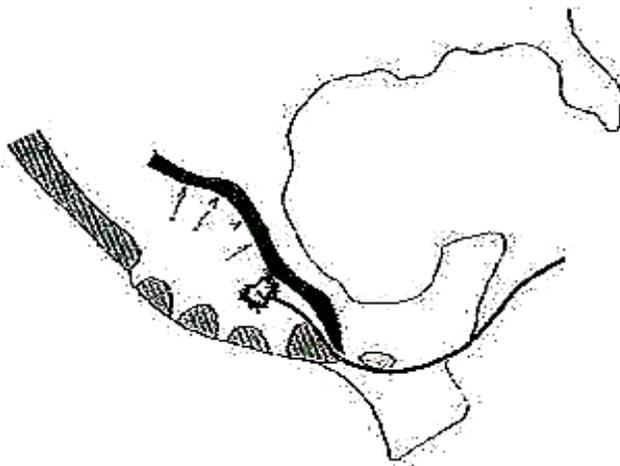
Jurásico superior medio: Rift abre más el golfo y produce cuña ístmica.

4)



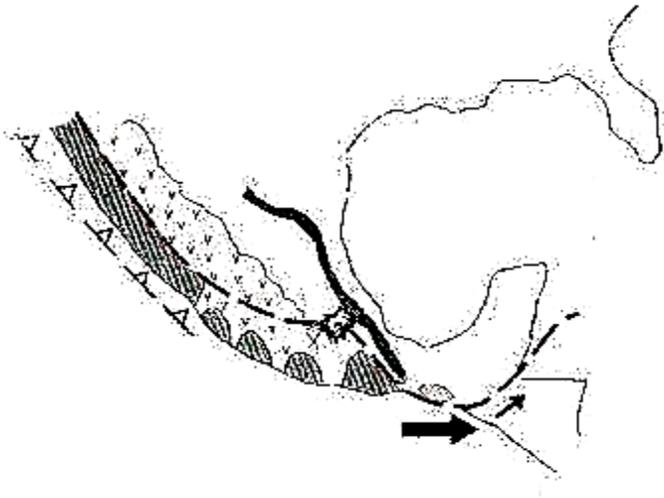
Jurásico superior (cima): Se abre golfo enteramente, amplia apertura del Sistema Volcánico Transversal y produce 2 cuñas en el poniente de la Sierra Madre del Sur (Colima y Nayarit).

5)



Fines del Cretácico y principios del Terciario: Se pliega la Sierra Madre Oriental por decollement desde el poniente.

6)



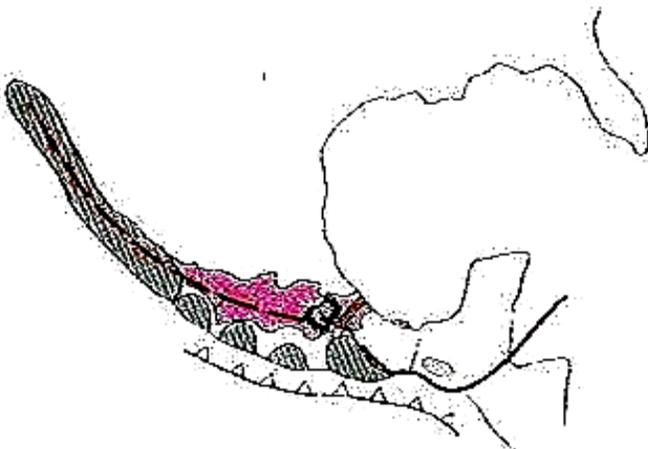
Oligoceno: Subducción de la placa Farallón, genera vulcanitas de la Sierra Madre Occidental y Centroamérica se desplaza al oriente.

7)



Mioceno inferior: La masa de Oaxaca cabalga al norte y produce pliegues oaxaqueños, al mismo tiempo reactiva fracturamientos del Jurásico superior, también se pliega la Sierra Madre de Chiapas, al avanzar la masa de Chiapas al norte a lo largo de la falla transistmica

8)



Mioceno superior reciente: Subducción de la placa de cocos genera el Sistema Volcánico Transversal.

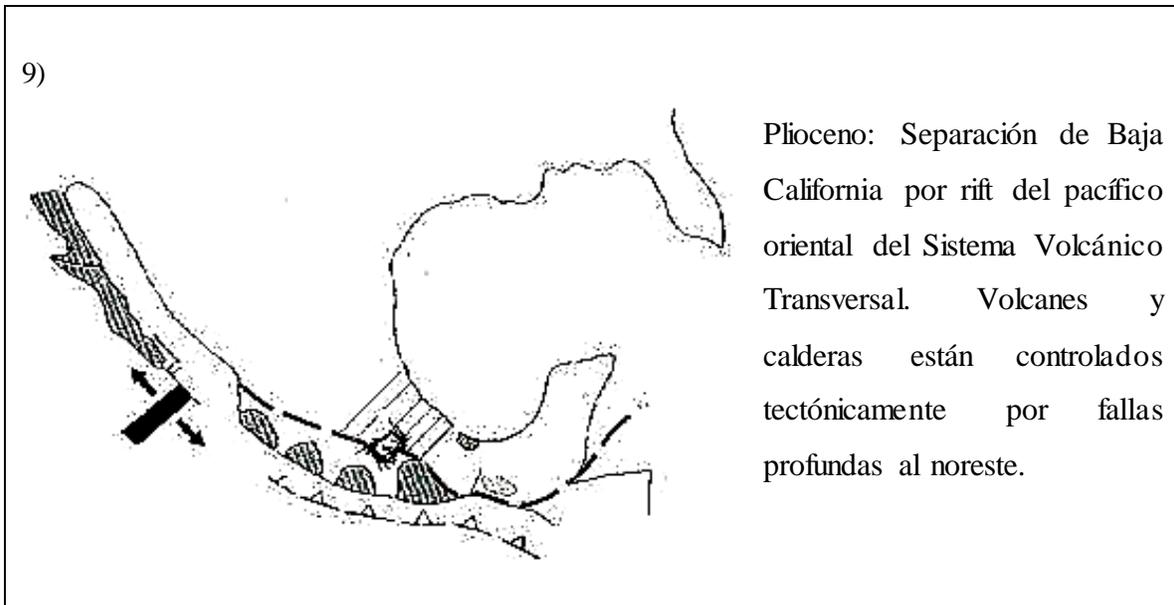


Figura 5: Desarrollo de la corteza terrestre de México desde el Triásico al Cuaternario. Fuente: Tomado de Santoyo, Ovando-Shelley, Mooser y León, 2005.

Después de entender el proceso de formación de la corteza terrestre mexicana es necesario conocer a detalle las propiedades del Sistema Volcánico Transversal y entender su contexto físico, a continuación se mencionan las características distintivas definidas por Ferrari (2000):

- a) El SVT se divide en tres sectores: occidental, central y oriental (figura 3), cada uno con diferentes condiciones significativas de volcanismo y composición química. En el sector occidental, limitado por el rift de Colima, el arco volcánico se superpone a la parte norte del bloque de Jalisco y al límite meridional de la Sierra Madre Occidental. El volcanismo emplazado en el límite sur de la Sierra Madre Occidental es bimodal, está formado por estratovolcanes y complejos de domos dacítico-riolíticos como por centros monogenéticos basálticos. Sin embargo el volcanismo emplazado dentro del Bloque de Jalisco es monogenético y está compuesto por basalto y andesitas. En el sector central, entre el rift de Colima y el sistema de fallas de Taxco-Querétaro (figura 3), se localiza el campo volcánico Michoacán-Guanajuato, formado por centros monogenéticos y pequeños volcanes de tipo escudo de composición basáltica y andesítica. En esta zona no se encuentran estratovolcanes excepto por el Cerro Tancítaro. (Ferrari, 2000)

En el sector oriental, el volcanismo está emplazado en estratovolcánes, calderas y complejos de domos andesíticos y riolíticos alineados, por otra parte los volcánes monogenéticos de composición basáltica representan sólo una fracción del volumen de magma emplazado. Esta zona se emplaza sobre una edad precámbrica de tipo cratónico. (Oaxaquia, Ortega-Gutiérrez et al., 1996).

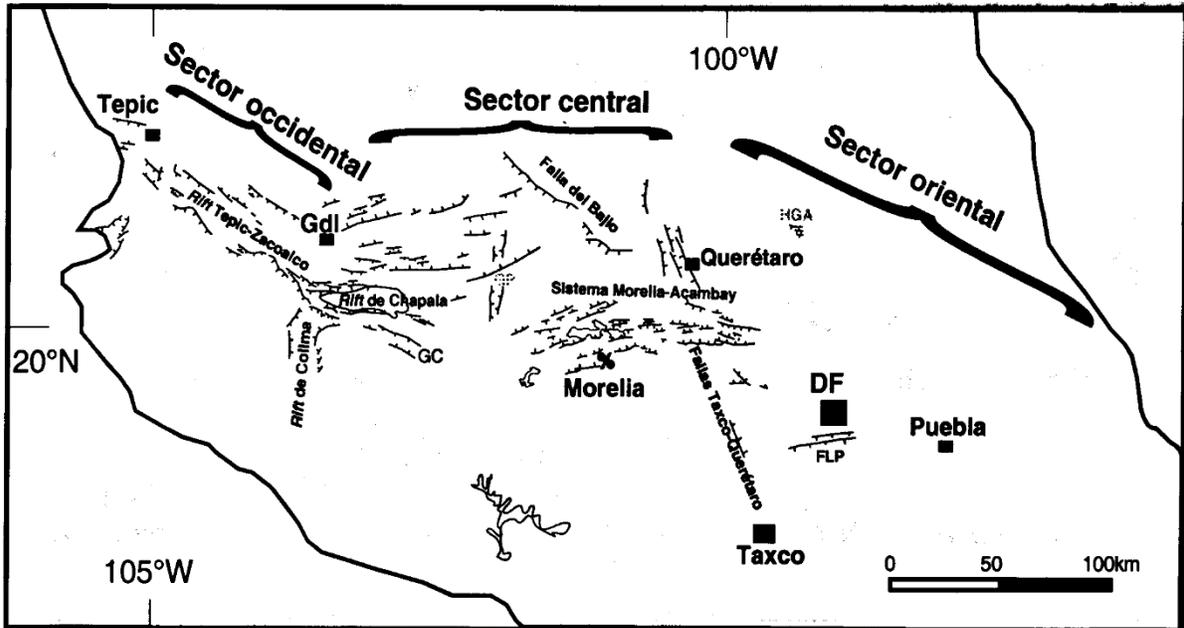


Figura 6: Sectores y principales sistemas de fallas con edades inferiores a los 10 Ma que afectan al Sistema Volcánico Transversal. GC: Grabende Cotija; GP: Graben de Penjamillo; HGA: Semigraben de Aljibes; FLP: Falla de la Pera. Nótese la ausencia de fallamiento en la parte oriental del SVT. Fuente: Tomado de Ferrari, 2000.

- b) En todo el SVT existen variedades de rocas volcánicas alcalinas que han sido emplazadas, solo una parte tiene afinidad intraplaca y puede interpretarse como basaltos de isla oceánica derivados de un manto no contaminado por la subducción. Las lavas se han emplazado desde el Mioceno al Presente a lo largo de todo el SVT pero más frecuentemente en el sector occidental.
- c) El SVT no se localiza a una distancia constante de la trinchera de Acapulco. Mientras que en el sector occidental el frente volcánico es paralelo a la trinchera, en el sector central y oriental tiende a alejarse de ella, debido a esto el frente volcánico tiene un ángulo de 15° aproximadamente con respecto a la trinchera.

d) El emplazamiento volcánico y el área cubierta por el volcanismo Plio-Cuaternario no son homogéneas en el SVT. El arco volcánico Plio-Cuaternario tiene un ancho variable entre un máximo de 200 km en la región del Campo Volcánico Michoacán-Guanajuato y un mínimo de 65 km en las regiones de Chapala y Morelia (figura 4), que corresponden también a las áreas con menor aporte magmático. (Ferrari, 2000).

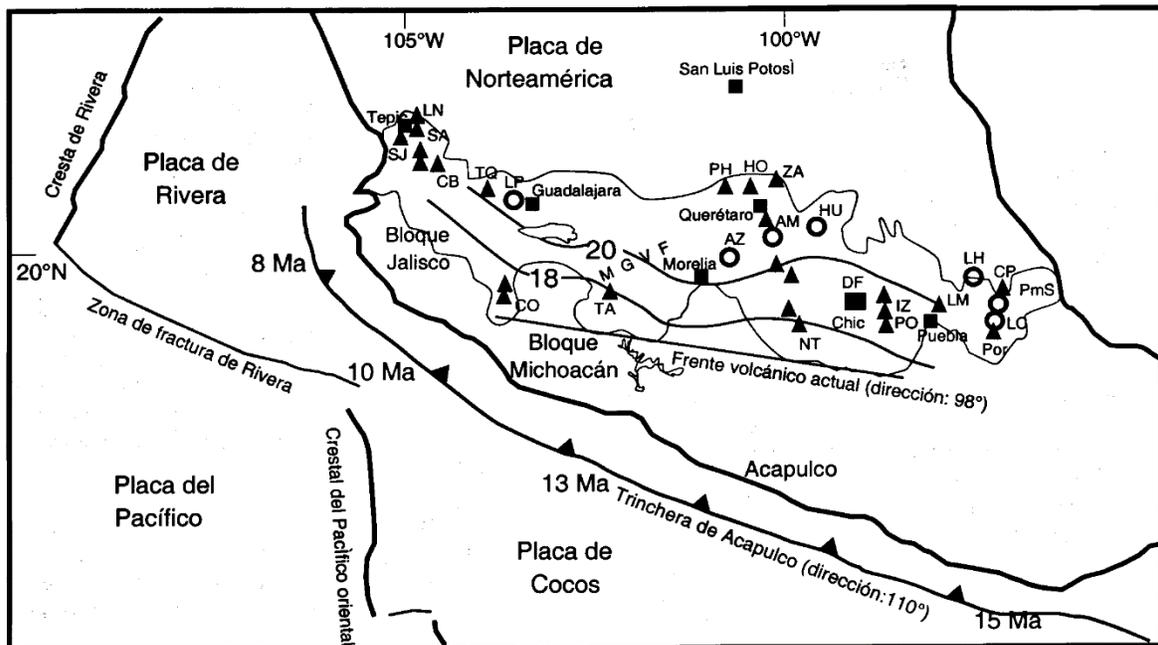


Figura 7: Entorno tectónico y principales centros volcánicos del Sistema Volcánico Transversal. Las edades en la trinchera se refieren a la placa que entra en la zona de subducción. Las líneas interrumpidas representan la posición de las isócronas de la placa subducida, cuyas edades se indican. Los triángulos indican los principales estrato-volcanes; LN: Las Navajas; SA: Sangangüey; SJ: San Juan; CB: Ceboruco; TQ: Tequila; CO: Volcán de Colima; TA: Tancítaro; PH: Palo Huérfano; HO: La Joya; ZA: El Zamorano; NT: Nevado de Toluca; IZ: Iztaccíhuatl; PO: Popocatepetl; LM: La Malinche; CP: Cofre de Perote; Por: Pico de Orizaba. Los círculos indican las calderas; LP: La Primavera; AZ: Los Azufres; AM: Amealco; HU: Huichapan; LH: Los Humeros; LC: La Cumbre. Los campos volcánicos; MGVF: Campo volcánico Michoacán-Guanajuato; Chic: Sierra Chichinautzin; PmS: Chiconquiaco-Palma Sola. Fuente: Tomado de Ferrari, 2000.

Como lo establece Ferrari (2000), a diferencia de otros arcos volcánicos los rasgos peculiares descritos no se relacionan directamente con la edad y estructura térmica de las placas de subducción. La litosfera oceánica Norteamericana y los bloques de Jalisco y Michoacán han demostrado que el volcanismo Terciario de la Sierra Madre Occidental no afecta a la zona que ocupa el bloque de Jalisco pero sí a la zona de Michoacán.

Geodinámica y Tectónica

Al definir los elementos y propiedades volcánicas del SVT es necesario definir las características relacionadas a la dinámica tectónica ya que estos factores provienen del mismo origen endógeno de dicho sistema, estos adquieren una relación directa en cuanto a la geodinámica desde los procesos que le dieron origen al sistema hasta la constante evolución que se sigue llevando a cabo.

Después de que se realizó una relocalización sísmica de la zona de subducción debajo de la zona central de México junto con estudios telúricos han permitido reconstruir la geometría de las placas de subducción, esto demuestra que el frente volcánico del Cuaternario se encuentra entre los 80-100 km de profundidad del plano de Benioff (Ferrari, 2000). Dicho plano define que la placa Rivera por debajo del bloque de Jalisco (Figura 4) tendría un ángulo de 45° - 50° (Pardo y Suárez, 1993; 1995), de acuerdo a ello sería más exterior respecto al bloque de Michoacán hasta tener una estructura subhorizontal en Guerrero y Oaxaca. Dicho ángulo aumentaría sobre la región ístmica y centroamericana (Pardo y Suárez, 1995). Por otra parte, hay ausencia sísmica por debajo del SVT por lo cual no demuestra una geometría de la placa subducida en esta región (Ferrari, 2000).

En base a datos gravimétricos (Urrutia-Fucugauchi y Flores-Ruiz, 1996) muestran que el espesor cortical de la placa superior es máximo en la zona oriental del SVT, el cual llega hasta los 50 km. De acuerdo a esto se infiere la existencia de un núcleo de basamento Precámbrico (Ortega-Gutiérrez et al., 1995). En la zona del occidente el espesor es menor; de 28 km en Arteaga (García-Pérez y Urrutia-Fucuguachi, 1997) hasta el suroeste del campo volcánico Michoacán-Guanajuato.

Existe una deformación en la placa superior y se concentra a lo largo de sector occidental y central de la SVT. Una tectónica transcurrente y/o transtensional caracteriza estas regiones en el Mioceno medio y tardío (Ferrari, 1995; Ferrari et al., 1994a, 1994b, 1997, 1999). Sin embargo, desde finales del Mioceno, ha actuado una extensión casi perpendicular al arco volcánico. Suter et al. (1992 y 1995a y b) han documentado que la extensión intra-arco

reciente y activa en la parte central de la SVT, establecen cálculos de extensión entre 0.7 y 0.4 mm/año. De un mismo modo, en la parte occidental del SVT, se ha reconocido una extensión perpendicular al arco con tasas de extensión inferiores a 1 mm/año activa desde el Mioceno tardío (Ferrari, 2000).

Un modelo establecido por Alaniz-Alvarez et al. (1998, 1999) propone que los centros poligenéticos mayores del SVT están alineados a lo largo de las estructuras transversales al arco debido a que éstas tienen una baja tasa de deformación. En la actualidad, se considera probable que la tectónica extensional de la SVT occidental estuvo relacionada con la reactivación de las fronteras del bloque Jalisco inducida por las fuerzas aplicadas en los límites de placas y, en particular, por la diferente geometría de las placas de Rivera y Cocos subducidas bajo esta parte de México (Bandy et al., 1995; Rosas et al., 1996).

Génesis de los Magmas

De acuerdo a los trabajos de investigación realizados en el SVT se mencionan las características propuestas por distintos autores sobre la genética del material magmático. Gunn y Mooser (1970) establecen que los basaltos en el SVT no son escasos y aparecen en todo el sistema volcánico y se les considera como el magma primario que ha experimentado procesos de fraccionamiento. La cristalización fraccionada está presente en los estratovolcanes de la parte occidental (Demant, 1979) para demostrar cambios respecto a la composición química de los volcanes Ceboruco o Tequila. Sin embargo, el volcanismo de Michoacán (Silva-Mora, 1979) representa una escala regional y no sólo la de un volcán individual.

En la parte Occidental del SVT se ha detectado un frente volcánico potásico (Lange y Carmichael, 1991), en este caso los patrones de elementos indican que los magmas alcalinos provienen de un manto modificado por el proceso de subducción y que su ocurrencia se debe a la extensión que afecta la placa superior (Carmichael et al., 1996). Por otro lado, en la parte noroccidental del SVT (Verma y Nelson, 1989) en el extremo oriental así como en la Sierra

Chichinautzin, ubicada en el frente volcánico de la parte central existen lavas que coinciden con los basaltos de la isla oceánica (OIB), esto indica que el manto no está contaminado por el proceso de subducción.

En base a lo anterior Márquez et al. (1999) propusieron un modelo en el cual establecen que los magmas OIB son la expresión de una pluma de manto que estaría moviéndose de dirección oeste a este a partir del Mioceno tardío por debajo del SVT. Sin embargo, hay un problema de concordancia ya que la evolución temporal del fallamiento y volcanismo OIB en el SVT no muestra la propagación predicha por el modelo. Un modelo alternativo por Luhr (1997), sugiere que la ocurrencia de lavas OIB pueda relacionarse con un flujo de material no contaminado desde la zona de retroarco inducido por la subducción.

Otro proceso fundamental es el de la mezcla de magmas, descrito para el caso del Volcán de Colima, donde cristales de olivino aparecen en andesitas ricas en sílice, el cuál es abundante en pómez que provienen de las erupciones formadoras de la caldera del pasado Volcán de Colima (Demant, 1979). El olivino no es estable en este tipo de lava y su presencia fue interpretada por un magma más básico dentro de una cámara magmática con lavas dacíticas, de acuerdo a esto parece haber provocado erupciones violentas. La repartición lineal de elementos tales como Mg, Ni, Cr, demuestra que se trata de un proceso de mezcla mecánica que no fue acompañado por otro proceso de cristalización fraccionada (Demant, 1982).

El autor anterior establece como conclusión que los magmas primarios del SVT provienen probablemente de la fusión del manto arriba de la placa de hundimiento y las variaciones químicas que se observan en la secuencia son resultado de fenómenos de cristalización fraccionada o mezcla de magmas, y no de fenómenos de contaminación por la corteza continental. Además el volcanismo del SVT es representado por el ambiente tectónico de esta parte meridional de México con las siguientes características: 1) la presencia de dos placas oceánicas, Rivera y Cocos, que se hunden de manera distinta debajo de la Placa Americana; 2) las variaciones de edad, de la parte Oeste hasta el Este de la Placa de Cocos; 3) el aumento del espesor de la placa continental norteamericana en el mismo sentido.

Génesis de la Caldera de Huichapan

En base a los trabajos realizados en el SVT y a la división de sectores del mismo establecen que la Caldera de Huichapan se encuentra dentro del sector central que corresponde a la presencia y exposición de estratovolcanes, calderas y complejos de domos de andesitas y riolitas, además en la zona existen otros volcanes monogenéticos de composición basáltica en general. Sin embargo, en este apartado se profundizara sobre las condiciones propias de la zona de estudio teniendo como eje la evaluación y valoración del potencial geológico-geomorfológico para la orientación y gestión de la geodiversidad de cada espacio fomentando su geoconservación y aprovechamiento sustentable.

La actividad volcánica de la Caldera de Huichapan estuvo dado por varios procesos eruptivos y de reactivación, debido a esto serán descritos cuatro eventos en los cuales Silva-Mora y Córdoba, (1996) sintetizan a continuación:

El primer evento volcánico se le atribuye la formación de la caldera, esta erupción desencadeno una subsidencia progresiva del cráter de la caldera y no tuvo un colapso rápido (Silva-Mora, 1991). Dicho proceso volcánico emplazó la Toba Donguinyó (Seegerstrom, 1961, 1962), la cual está formada por el apilamiento de derrames cineríticos soldados, de color rojizo o guinda, clasificados como ignimbritas con textura vítreo-porfídica. La toba contiene abundantes fiammes negros poco deformados y líticos de roca andesítica que le dan aspecto de arenisca. En base a un estudio petrográfico se identificaron fragmentos y fenocristales de plagiocasa (andesina) + piroxenos (hiperstena + augita) + minerales opacos (magnetita) + fragmentos de roca basáltica, vítrea, granítica y pómez, compuestos en una matriz vítrea de color pardo, sin embargo, no hay presencia de deformaciones profundas por compactación (Silva-Mora, 1991).

En el segundo evento se expulsó la secuencia que se conoce como Toba San Francisco (Herrera-Franco y Milán-Valdez, 1981), conformada por una sucesión de aproximadamente 7 derrames cineríticos que forman cuerpos tabulares de espesor variable entre 3 y 5 m que están bajo condiciones de compactación, sin indicios de piroconsolidación. Dichos derrames

son de color rojizo y en unas ocasiones de color amarillo verdoso, raras veces con presencia de fiammes negros o fragmentos de pómez del mismo color que son abundantes en la Toba Donguinyó. Sus minerales están compuestos por fragmentos de cristales de plagioclasa (andesina) o clinopiroxeno (augita), que constituyen un 5% del volumen, fragmentos líticos con sólo 3% del volumen en una matriz vítrea que forma el volumen mayor. Con intercalación en derrames cineríticos también existen estratos de tefra de tipo piroclastos de onda.

La dispersión de las secuencias respecto al borde de la caldera fue mayor en la parte norte y noroeste, alcanzando aproximadamente 17 km; al sudeste unos 10 km; y al este la dispersión fue limitada por la Sierra de Chilcuautla cuya parte más alta está a 15 km del borde de la caldera y al oeste, llega a sólo 10 o 12 km. De acuerdo al fechamiento de algunas muestras se obtuvieron edades que varían desde 4.5 ± 0.3 hasta 4.2 ± 0.3 Ma (Nichols, 1970; Yañez-García, 1984; Ferriz y Mahood, 1986) que corresponden al Plioceno temprano.

En el tercer evento la actividad fue de menor actividad eruptiva al principio, se inició con la denudación de la estructura y formación de un lago en la parte interna de la caldera, ambiente en el que se depositó el material sedimentario derivado de la destrucción de la caldera recién formada, con intercalaciones de los productos emitidos por la actividad eruptiva incipiente que, al reactivarse, emplazó 2 domos de lava: La Gerja y Hualtepec. El primero es un cuerpo de forma elíptica con un diámetro mayor de 1.5 km y uno menor que 1.2 km y con una altura sobre el valle donde se edificó de 160 m. Compuesto por rocas ácidas de color gris claro y de aspecto púmico en la que se identificaron algunas plagioclasas y cristales de cuarzo (Silva-Mora, 1991). El segundo domo de lava es un cuerpo que describe una traza circular con un diámetro aproximado de 3.4 km y una altura sobre el piso que se emplazó de 490 m conformado por roca de color gris claro que al tener un proceso de intemperismo presenta coloraciones rojizas. En base a la petrografía es una roca con textura porfídica fluidal con cristales de plagioclasa y ortopiroxeno (hiperstena), permitiendo clasificarla como andesita.

De acuerdo a la dinámica y procesos de la formación de este último domo, dio origen a una secuencia volcánico-sedimentaria depositada en el interior de la caldera conocida por una

columna de perforación en los pozos artesianos Astillero 16 y 14 con una profundidad de 161 y 167 m. Por la localización y distancia que hay entre los pozos existen dos versiones diferentes de columnas estratigráficas del valle interno de la caldera (Figura 8).

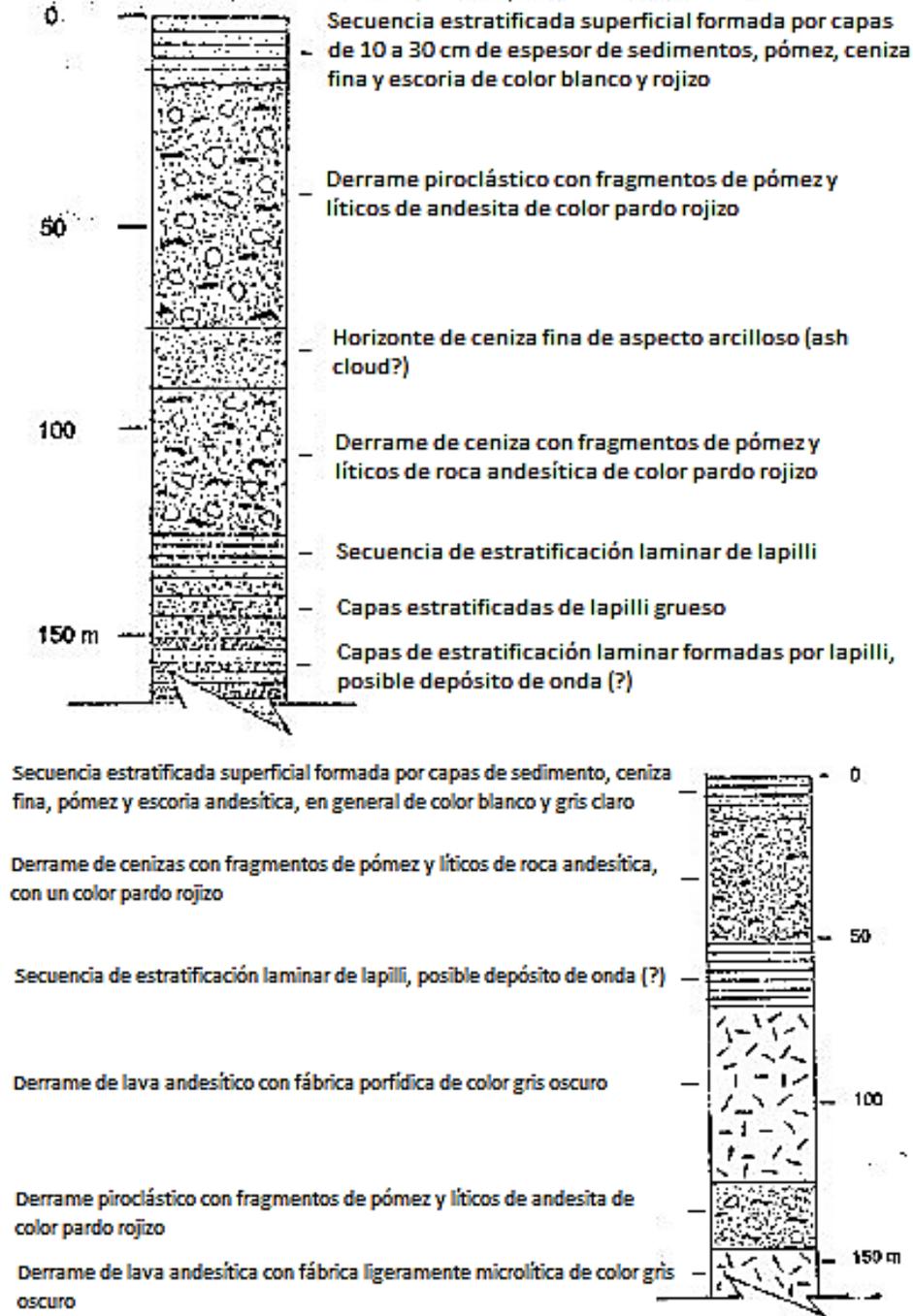


Figura 8: Cortes estratigráficos de los pozos artesianos Astillero 14 y Astillero 16, localizados en el valle interno de la Caldera de Huichapan, al SW y N del poblado del mismo nombre; cortes interpretados. Fuente: Tomado de Silva-Mora y Córdoba, 1996.

El cuarto evento estuvo dado por actividad volcánica caracterizada por la aparición de volcanes monogenéticos que fueron edificados en los flancos septentrional y nororiental de la caldera, como el cerro El Soldado, cuya ubicación indica la existencia de otros conductos de emisión (rim vent), localizados a lo largo de la fractura que dio origen a la caldera. Su dimensión y la cubierta lávica no proporcionan su ubicación exacta, morfológicamente son lomas, sin embargo, por la presencia de brecha y escoria básica señala uno de esos conductos (Silva-Mora, 1991). Por lo anterior estos conductos y volcanes escorianos expulsaron coladas de lava que cubrieron la mayor parte del entorno de la estructura y se introdujeron en el valle central de la caldera.

Debido a los diferentes procesos volcánicos que se llevaron a cabo en la Caldera de Huichapan la morfología del relieve adoptó distintas geofomas las cuáles son representativas dentro del paisaje, además de las características ya vistas en éste capítulo las propiedades geológicas son diversas y se manifiesta la genética de la caldera así como los eventos que se llevaron a cabo para dar resultado a las condiciones actuales de la caldera, esto define una potencialidad geológica y geomorfológica en toda la zona de estudio, por ello el trabajo está enfocado a desarrollar estrategias de geoconservación de los atributos intrínsecos así como su difusión científica.

CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO

Introducción a la Geomorfología

El relieve como elemento principal de configuración espacial física y social ejerce un valor de organización territorial y como proveedor de recursos naturales para las actividades antrópicas y para su desarrollo, además dirige la distribución de factores ambientales: clima, vegetación y usos de suelo, es decir, es el punto de partida para la organización espacial, marcada por límites con características diferentes. Desde el punto de vista de paisaje el relieve es un elemento principal que condiciona las características bióticas y abióticas, así

mismo como su propia estructura morfológica, ya que presenta una diversidad en cuanto a su configuración de formas y procesos de un determinado lugar, el cuál adquiere un aspecto significativo con carácter meramente de patrimonio geomorfológico y paisaje geomorfológico.

Como lo menciona E. Reynard (2005), la Geomorfología es la ciencia que se encarga del estudio de las formas del relieve terrestre. Así mismo Pralong (2003), señala que el relieve es un resultado adquirido por tres historias indisolubles: rocas, deformaciones tectónicas y las formas de modelado heredadas o actuales. De igual manera todos aquellos elementos y agentes que existen en el espacio actúan sobre la modificación del relieve por su constante dinámica a diferentes escalas.

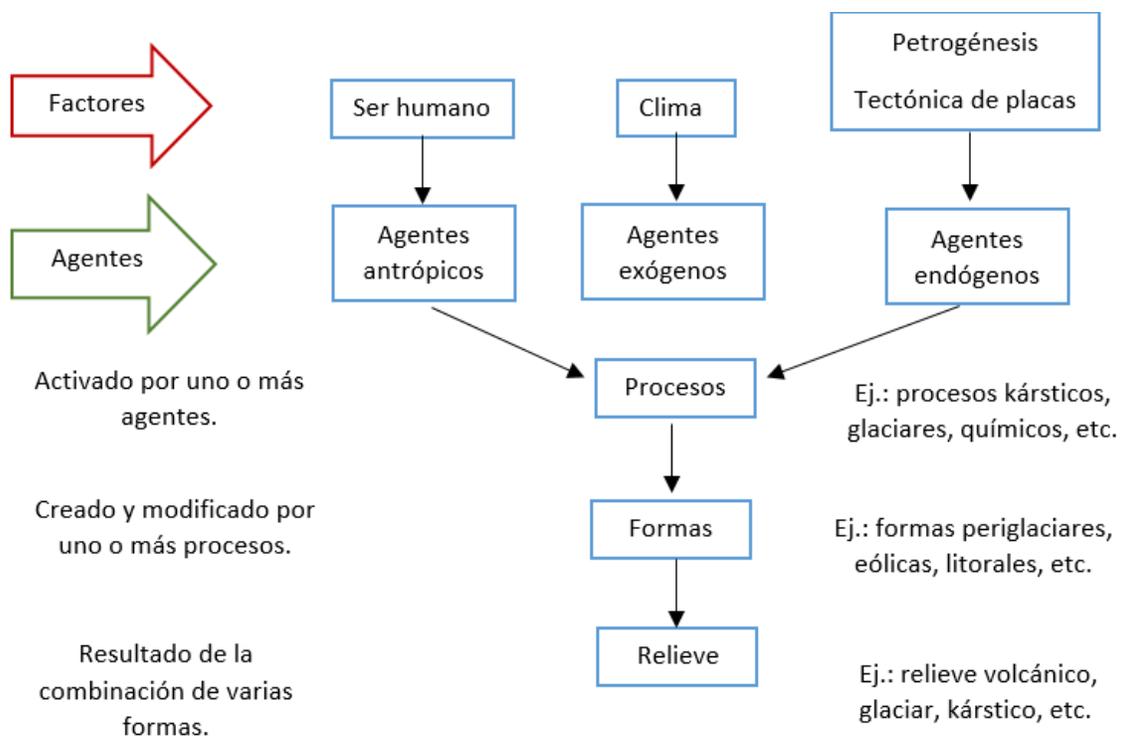


Figura 9: Relaciones entre procesos, formas y relieve. Reynard, 2004.

Geomorfositos

A finales del siglo XX se han desarrollado técnicas y estrategias referidas al aprovechamiento racional de los recursos y a la conservación de los espacios naturales y con patrimonio en donde se desarrollen proyectos integrados de las actividades humanas y la sustentabilidad de los recursos del medio, aprovechando los valores paisajísticos para la promoción de tipo científica, cultural y didáctica, de este modo se pretende incorporar todos aquellos elementos para preservar dichos espacios y cómo proveedores de actividades antrópicas enfocadas al turismo para la integración y desarrollo de la población.

Específicamente los proyectos que son aplicados desde la geomorfología son los Geomorfositos que son aquellos lugares con formas de relieve con aspectos especiales y que además son de interés monumental en aspectos ecológicos, escénicos, culturales, científicos donde se fomenta la conservación ambiental y el valor paisajístico (Panizza & Piacente, 1993, 2003; Reynard, 2005). Otra definición más reciente, menciona que los Geomorfositos son formas de relieve que poseen un valor histórico, cultural, estético y/o socio económico, un punto de vista evidentemente geográfico, que rebasa lo exclusivamente geomorfológico (Reynard y Panizza, 2007).

Varios términos están relacionados con los Geomorfositos ya que a lo largo de su conformación y estudio específico surgen con nuevos enfoques, para ello es necesario analizar distintos conceptos bajo diferentes perspectivas de autores pero con el mismo significado e interés que es el de conservar y preservar aquellos recursos paisajísticos de carácter geomorfológico.

Conceptos relacionados a Geomorfosito		
Término	Autor y Referencia	Definición: valores y criterios de evaluación
Bienes Geomorfológicos	Panizza y Piacente, 1993; Quaranta, 1993	La evaluación puede ser de dos tipos: estética (intuitiva y por tanto subjetiva) y científica (cuantitativa y objetiva) (Panizza y Piacente, 1993).
	Carton et al, 1994	Los bienes geomorfológicos son evaluados a través de cuatro atributos fundamentales: científicos, estéticos, culturales y escénicos. En el caso del valor científico se consideran aspectos básicos: a) representatividad de

		evolución geomorfológica, b) representatividad didáctica, c) registro paleogeomorfológico, d) rareza natural, d) función ecológica, como soporte de un ecosistema.
Sitios Geomorfológicos	Hooke, 1994	Los sitios geomorfológicos se pueden evaluar a través de tres aspectos fundamentales: 1) por la calidad para la observación de procesos, 2) por su valor escénico y 3) por su valor ecológico.
Sitios de interés geomorfológico	Rivas <i>et al</i> , 1997	Estos sitios son definidos en base a su interés científico, educativo y recreacional.
Geomorfositios	Panizza, 2001 Reynard, 2004	Un Geomorfositio es una forma de relieve a la cual se le puede atribuir un valor. El valor puede ser de tipo científico, ecológico, cultural, estético y/o socioeconómico.
Geositio	Brilha, 2005	Un geositio corresponde a un sitio donde se puede presentar uno o más elementos de geodiversidad, geográficamente bien delimitado y que presenta un valor singular desde un punto de vista científico, pedagógico, cultural, turístico u otro.
Lugares de Interés Geomorfológico (LIGm)	Serrano y Gonzáles, 2007a	Se refiere a todos aquellos elementos o lugares geomorfológicos de interés, inventariables, caracterizables y valorables desde tres puntos de vista: 1) Valor científico o intrínseco 2) Valor cultural o añadido 3) Valor de uso y gestión
Geositio	Jorajuria, 2007	Lugar donde se concentran diversas características geomorfológicas y geológicas sobresalientes que le confieren un carácter distintivo a los paisajes. Generalmente, estos lugares contienen una belleza paisajística excepcional, o bien, han adquirido un valor científico, cultural, histórico, estético y/o socioeconómico debido a la percepción y/o explotación.

Tabla 8: Definición de Geomorfositio y términos similares. Fuente: Tomado de Bazán, 2014.

Patrimonio Geológico, Geodiversidad y Geoconservación

Dentro de los Geomorfositios se incluyen elementos relacionados que lo conforman y que lo acompañan en su formación y relaciones espaciales, los geológicos y otros que se refieren a la diversidad que existen en el medio. Carcavilla et al (2007) define al patrimonio geológico como el conjunto de elementos geológicos que destacan por su valor científico, cultural o educativo.

Entonces dicho patrimonio se involucra dentro de los Geomorfositos ya que la geología y la geomorfología van acompañadas con la formación de formas mediante procesos evolutivos y relacionados, de la misma manera se promueven las mismas estrategias de su potencial y de sus atributos representativos y excepcionales.

Otro concepto que liga al patrimonio geológico y a los recursos del medio es la geodiversidad, Nieto (2001) la define como el número y variedad de estructuras (sedimentarias, tectónicas), materiales geológicos (minerales, rocas, fósiles y suelos), que constituyen el sustrato de una región, sobre las que se asienta la actividad orgánica, incluida antrópica, sin embargo, Gray (2004) establece que la geodiversidad es “el rango natural de diversidad de rasgos geológicos (rocas, minerales y fósiles), geomorfológicos (formas del terreno y procesos) y suelos, incluyendo sus relaciones, propiedades, interpretaciones y sistemas”. Este último autor refleja la habitual distinción que hacen los anglosajones de geología, geomorfología y edafología como componentes del medio natural abiótico (Carcavilla, 2007). De acuerdo con estas definiciones se observa la conjunción que tienen los elementos en los espacios físicos, de igual manera estos recursos deben de ser sometidos a estrategias de conservación por parte de la población local, promoviendo el desarrollo sustentable y como recurso de sus actividades socioeconómicas.

Existe otro termino vinculado al patrimonio geológico y a la geodiversidad es la geoconservación que se define como la conservación del patrimonio geológico como la mantención de formaciones terrestres y sitios rocosos expuestos natural o artificialmente, donde procesos geológicos pueden ser vistos en acción en la actualidad (Wilson, 1994). Entonces los lugares que cuenten con tales condiciones deben ser sometidos a su conservación, entre ellos los Geomorfositos que cuentan con estos elementos, como lo menciona Gray (2004), el principio básico para la geoconservación mediante protección de lugares es el de Geodiversidad.

El paisaje y su relación con los Geomorfositos

Gracias a la existencia y representatividad de patrimonio geológico, geodiversidad y estética de paisaje integrada, adquiere un valor notable en el sitio, o en el territorio por su atracción. Todo se engloba en el término de paisaje, según De Olivo (1999) el paisaje es resultado de procesos naturales y de las acciones antrópicas, configurada en la escala de la percepción humana. Se puede decir que el paisaje es la materialización de la acción humana y/o de procesos naturales ocurridos en una determinada área en el transcurrir del tiempo.

De acuerdo con Santos (1982), el paisaje puede ser entendido como el resultado de una acumulación de tiempos. Es la forma espacial presente, testimonio de formas pasadas que podrán persistir o no. A esto, Silva (2004) agrega: Los paisajes son testimonios visuales de elementos estéticos y simbólicos construidos históricamente y, cuando identificados y apropiados, despiertan un renovado interés en el lugar visitado y contribuyen para establecer una valorización cualitativa (Hevia, 2014).

Entonces los espacios o sitios que cuentan con una atracción importante paisajística recurren a la necesidad de ser promovidos y utilizados por su potencial por la población local o los territorios, es por ello que se utilizan como recursos turísticos, Guzmán y Fernández (2002) explica que la disposición de los recursos turísticos en el territorio, la transformación espacial inducida por los equipamientos de ocio y turismo, los impactos positivos y negativos en el medio ambiente y la cultura local, el territorio geográfico, entendido como imagen y producto de destino para las motivaciones de la demanda, son muestras de las estrechas relaciones de interdependencia y articulación sistémica entre territorio, medio ambiente y turismo.

Los Geomorfositos, el patrimonio geológico y la geodiversidad de dichos sitios específicamente son recursos que adquieren un valor turístico pero ya no sólo como actividad si no que son recursos que fomentan el geoturismo. Entre las actividades se encuentra la protección y la administración de lugares geológicamente relevantes, fomentando su desarrollo económico sustentable, así como la difusión, la investigación científica y la educación de la población sobre el patrimonio geológico (Schilling, 2007), pero en este caso

al geológico-geomorfológico, además de que los geomorfositos cuentan con elementos culturales y de gestión.

Dentro del marco teórico de la Geografía y la Geología se adopta el geoturismo que es el concepto referido al turismo pero mediante los recursos de patrimonio geológico y de la geodiversidad. A continuación se muestra una tabla que muestra diferentes definiciones de autores:

Autor y año	Definición
Hose, 1995	Provisión de los servicios de interpretación e instalaciones, con el fin de permitir a los turistas adquirir el conocimiento y la comprensión de sitios geológicos y geomorfológicos.
National Geographic Society, 1997	El geoturismo es un turismo que sustenta o enriquece el carácter geográfico de un lugar y su ambiente, el patrimonio, la estética, la cultura y el bienestar de sus habitantes.
Słomka y Kicińska - Swiderska, 2004	Es una rama del turismo cognitivo y / o turismo de aventura basado en visitas a elementos geológicos (Lugares de Interés Geológico) y el reconocimiento de procesos geológicos integrados con experiencias estéticas obtenidas por el contacto con el Geositio.
Pralong, 2006	El geoturismo es una especie de turismo que explota, de un modo didáctico y entretenido, espacios naturales y paisajes que contienen interesantes rasgos para las ciencias de la tierra.
Dowling y Newsome, 2006	El geoturismo es el turismo sostenible con un enfoque principal en experimentar las características geológicas de la Tierra de una manera que fomenta la comprensión ambiental y cultural, la valoración y la conservación. Es beneficiosa a nivel local.
Ruchkys, 2007	El geoturismo es un segmento de la actividad turística que tiene al patrimonio geológico como principal atractivo y busca la protección por medio de la conservación de sus recursos y de la sensibilización del turista, utilizando la interpretación para volver este patrimonio accesible al público lego y promover la divulgación y desarrollo de las Ciencias de la Tierra.
James y Hose, 2008	Geoturismo comprende formas y procesos de los elementos geológicos, en combinación con los componentes del turismo, tales como atracciones, alojamiento, excursiones, actividades, interpretación, planificación y gestión.
Sadry, 2009	El geoturismo es un tipo de turismo basado en el conocimiento, conservación e interpretación de los atributos abióticos de la naturaleza y su integración interdisciplinar en la industria del turismo, buscando acercar los lugares de interés geológico al público general además de mostrar aspectos culturales con ellos relacionados.
Carcavilla et al., 2011	El geoturismo se basa en la utilización del patrimonio geológico como recurso por su interés científico, naturalístico, cultural, recreativo y didáctico. La existencia de elementos geológicos patrimoniales en una

	región puede constituir un recurso que favorezca el desarrollo social, económico e incluso cultural de la sociedad.
Declaración de Arouca, 2011	Es un turismo que sustenta y mejora la identidad de un territorio, considerando su geología, medio ambiente, cultura, valores estéticos, patrimonio y bienestar de sus residentes. El turismo geológico se asume como uno de los diversos componentes del geoturismo.
Hose, 2012	Es la prestación de servicios de interpretación para sitios geológicos, geomorfológicos y la topografía que abarcan sus artefactos asociados in situ y ex situ, para su conservación generando reconocimiento, aprendizaje e investigación, por y para las generaciones actuales y futuras.

Tabla 9: Definiciones de Geoturismo. Fuente: Tomado de Bazán, 2014.

Como agrega Schilling (2007), los sitios seleccionados y desarrollados para el geoturismo pueden incluir instalaciones hoteleras e infraestructura para la atención del público, mientras que los servicios diseñados para mejorar la experiencia del visitante incluyen rutas de acceso especiales, centros para los visitantes, geotours y tours virtuales de interpretación. Es por ello que los Geomorfositos son útiles y adecuados instrumentos de gestión van siendo incorporados paulatinamente como recursos a escalas regionales, locales o de los espacios protegidos (Panizza & Piacente, 2003; Reynard, 2007). Mediante ello se debe de promover el potencial de estos sitios por la cualidad de sus atributos, con estrategias adecuadas de gestión y uso de tales recursos para el fomento sustentable de la población y la incorporación de actividades socioeconómicas ligadas al geoturismo.

Volviendo al caso de la geodiversidad, la UNESCO (2004) creó la figura de los “Geoparques” como territorios delimitados, y que comprenden un cierto número de lugares de interés geológico y geomorfológico (geositos y/o geomorfositos) de tamaños diversos, complementados por lugares de interés ecológico, arqueológico, histórico, cultural, didáctico etc; por ello su importancia de llevar a cabo su protección en la que se destaque su potencialidad e importancia de su patrimonio geológico y geomorfológico.

La Red Europea de Geoparques de la UNESCO establece los requerimientos característicos para la consideración de un espacio como un “Geoparque” (UNESCO, 2010):

- Una superficie suficiente, que puede variar, como cifra aproximativa, entre las 15.000 – 200.000 ha.

- Un territorio que contenga un particular “Patrimonio Geológico y Geomorfológico”, destacado por su valor científico (rareza o singularidad, representatividad, integridad o grado de conservación, etc.), y pedagógico.
- El patrimonio natural y cultural considerado también puede presentarse como un recurso para el desarrollo económico local, sostenible y perdurable (ej: divulgación de valores, gestión de flujos y desarrollo de geoturismo).
- Debe crearse una “zona experimental” que permita el desarrollo de iniciativas innovadoras en materia de valoración y protección del patrimonio geológico y geomorfológico.
- Todo Geoparque debe contar con un órgano y estructura de gestión claramente definida y funcional, que desarrolle las actuaciones en materia tanto de promoción y desarrollo como de conservación de los valores fundamentales del espacio natural a proteger.

Para ello se debe de evaluar un lugar empezando con la valoración del potencial geológico-geomorfológico de geositos y/o geomorfositos, después de esto y de obtener resultados en valores se determina si las condiciones son favorables y cuentan con una representatividad paisajística y alto contenido de geodiversidad para después llevar a cabo la propuesta del lugar como Geoparque.

CAPITULO V: RESULTADOS

Cartografía

Para tener conocimiento a detalle de la zona de estudio respecto a sus características geológicas y geomorfológicas fue necesario elaborar cartografía para identificar procesos, geoformas, unidades morfológicas, etc, como herramienta para identificación de sitios que

se podrían evaluar en campo y para corroborar la información al realizar el llenado de las fichas de descripción y evaluación.

El primer mapa que se realizó fue el geológico ya que es necesario conocer primeramente la génesis de la caldera volcánica así como de las geoformas y los procesos que han interferido para las condiciones actuales de la estructura así como para tener en cuenta el material litológico. Posteriormente se elaboró el mapa altimétrico que representa los niveles altitudinales del relieve, así como también para analizar la estructura paisajística de la zona de estudio. Y Finalmente se construyó el mapa de pendientes que permite conocer a detalle la estructura del terreno, específicamente de las geoformas y de los elementos geológicos como las fallas, fracturas y lineamientos geológicos.

A continuación se incorpora cada mapa realizado de la zona de estudio para el análisis espacial geológico-geomorfológico y para la definición de los sitios convenientes a evaluar por medio de las características morfológicas y potencialidad del contenido geológico:

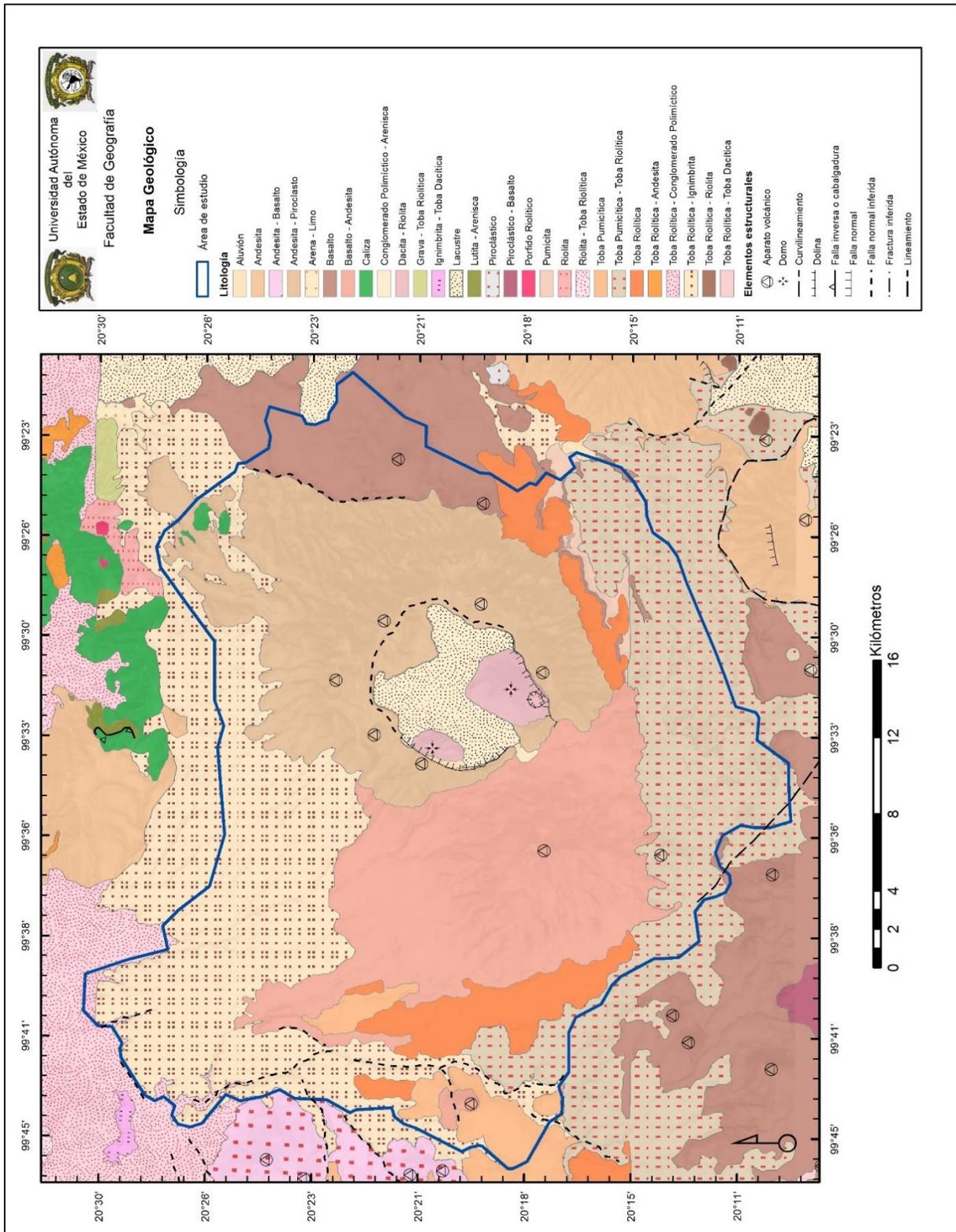


Figura 10: Mapa geológico de la zona de estudio: Fuente: Elaboración propia a partir de la digitalización de las cartas geológico-mineras de Pachuca (F14-11) escala 1:250,000 versión 1997, Huichapan (F14-C78) versión 2009, Tula de Allende (F14-C88) versión 2010 y San Juan del Río (F14-C77) versión 2012 escala 1:50,000 editadas del S.G.M.

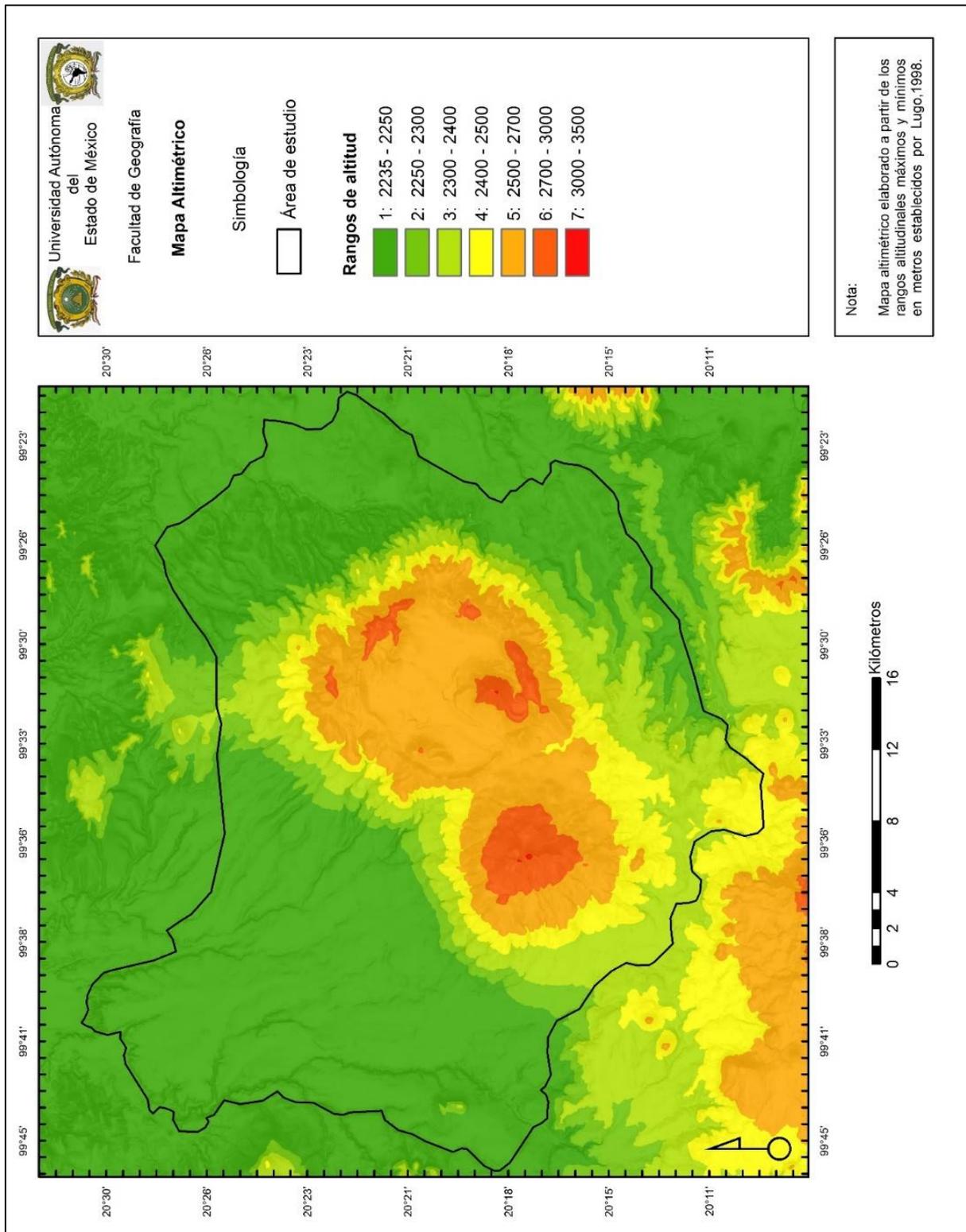


Figura 11: Mapa Altimétrico de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia con base al MDE de la zona de estudio editado de INEGI, versión 2015.

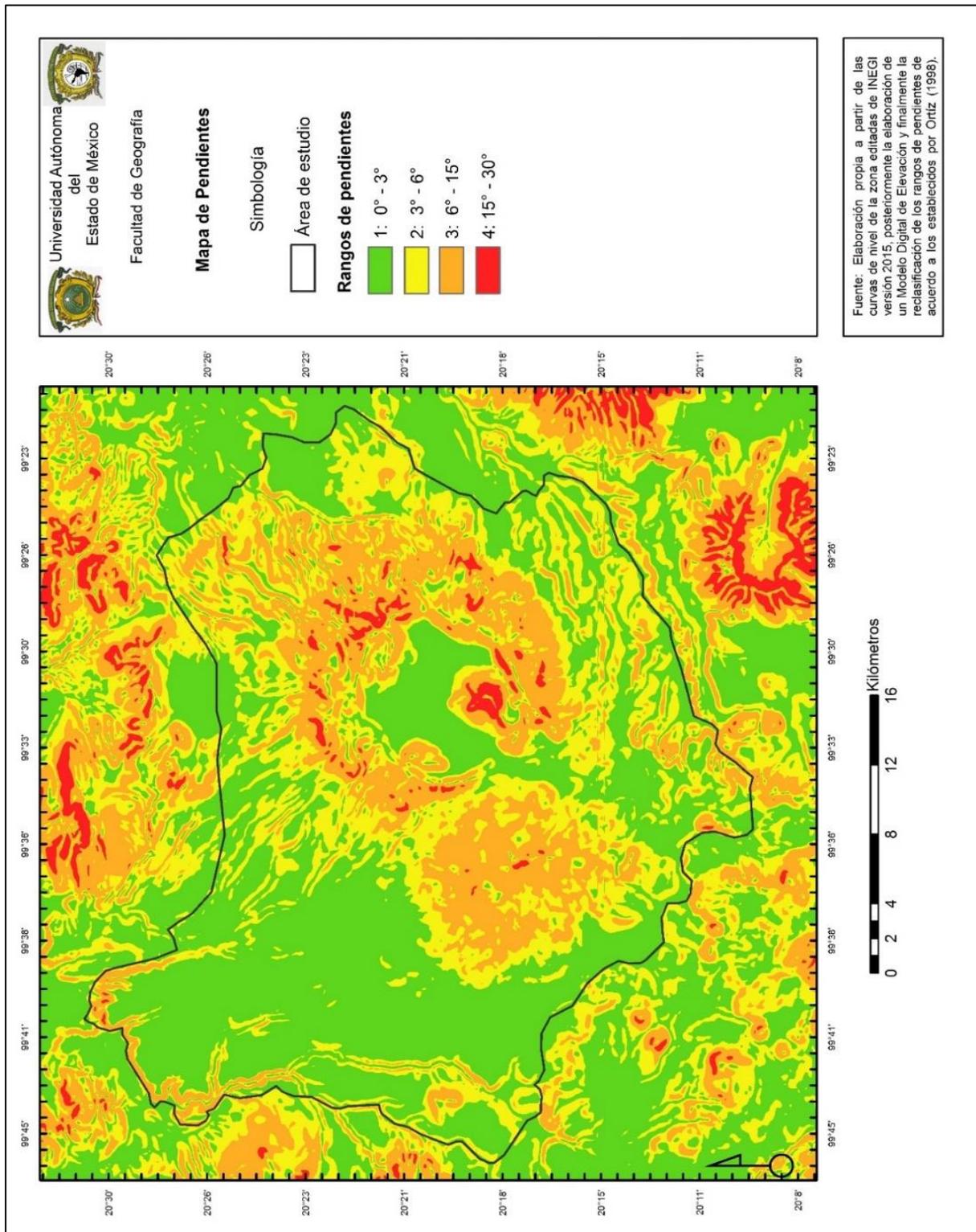


Figura 12: Mapa de pendientes. Fuente: Elaboración propia con base a las curvas de nivel de la zona de estudio editadas de INEGI, versión 2015. Sólo se utilizaron 4 rangos ya que las pendientes de la zona de estudio no son mayores a 30°.

Inventario

De acuerdo a la delimitación morfológica de la superficie que se realizó para obtener la zona de estudio, estuvo conformada por 5 territorios municipales: Huichapan, Nopala, Alfajayucan, Chapantongo y Tecozautla ya que la caldera volcánica abarca los 4 primeros municipios de acuerdo a su tamaño y desarrollo de procesos volcánicos, además de esta geofoma existen otros elementos representativos como domos, fallas, fracturas, derrames lávicos, escarpes de falla y otros volcanes. En base a la mayor potencialidad y representatividad de los procesos geológicos y geomorfológicos es más óptimo desarrollar estrategias de un Geoparque y promoción de los Geomorfositos.

A partir de las características físicas de la superficie en la zona de estudio se realizó un inventario en donde se definieron los elementos más significativos, es decir, los sitios con mayor representatividad geológica-geomorfológica y otros valores relacionados (culturales y de uso y gestión sustentable) y aquellos en donde se pudiera tener acceso en campo.

Después de haber definido los sitios de interés geológico-geomorfológico para someterlos a evaluación se obtuvieron 14 Geomorfositos que en base a su contenido y/o representatividad; 6 son lugares representativos (LR), 6 son lugares singulares (LS), 1 es elemento representativo y finalmente 1 es elemento singular. Tales definiciones fueron establecidas por Serrano y González (2005) para diferenciar la representatividad de los sitios a evaluar por su potencial.

Se construyó un mapa de la ubicación de los Geomorfositos dentro de la zona de estudio, así mismo se incorporó como mapa base la vista de satélite para tener una perspectiva real de la estructura geomorfológica y geológica del relieve, que es el siguiente:

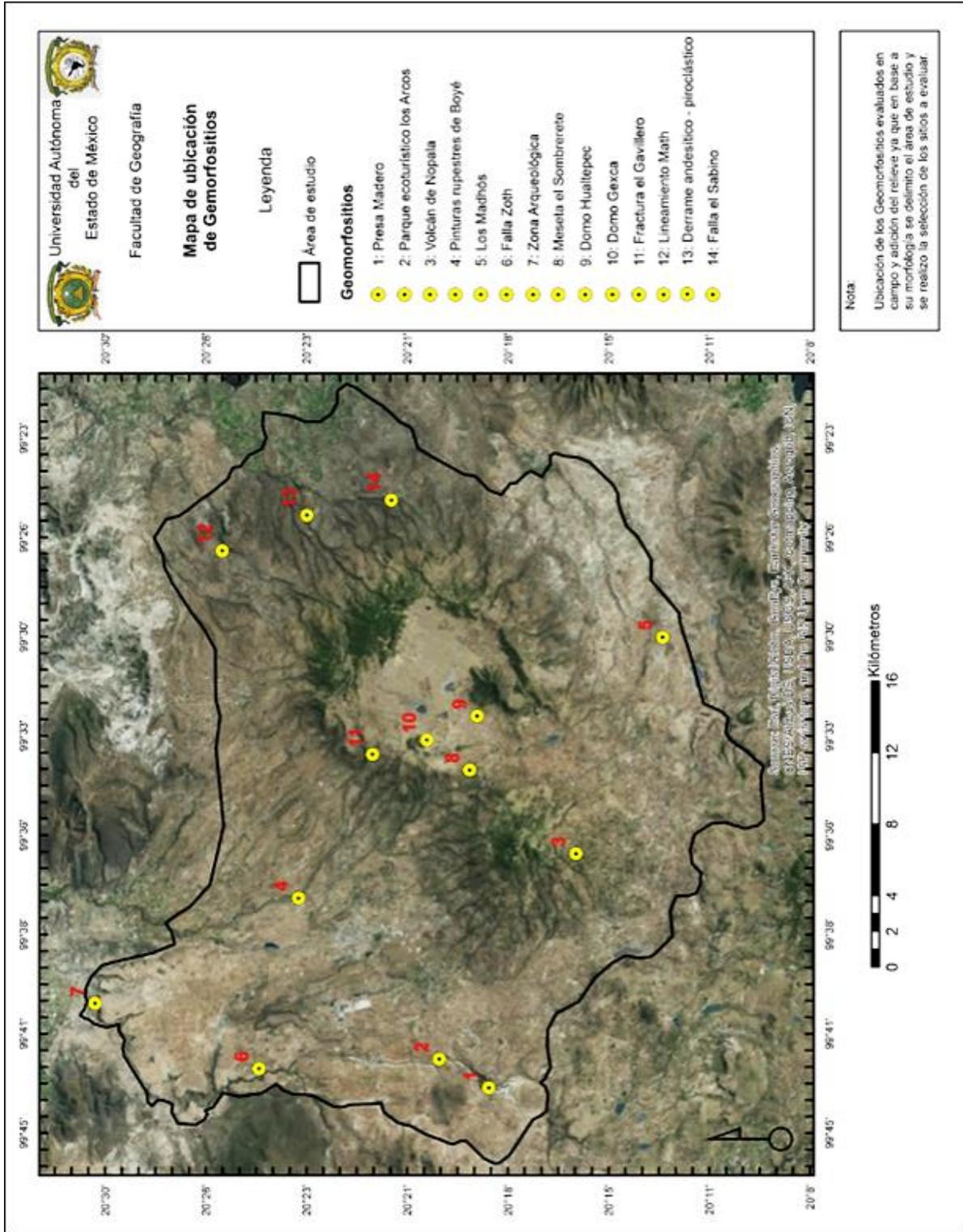


Figura 13: Mapa de ubicación de los Geomorfositos inventariados en la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia con base satelital de Google Earth (2017). Sólo fueron 14 Geomorfositos ya que por condiciones de accesibilidad, restricción de propiedades y características geológicas-geomorfológicas de poca relevancia no se evaluaron más sitios.

Nº	Nombre del Geomorfosio	Tipo	Territorio Municipal
1	Presa Madero	LS	Huichapan
2	Parque Ecoturístico los Arcos	LR	Huichapan
3	Volcán de Nopala	LR	Nopala
4	Pinturas rupestres de Boyé	ER	Huichapan
5	Los Madhós	LS	Chapantongo
6	Falla Zoth	LR	Huichapan
7	Zona Arqueológica	LR	Tecoautla
8	Meseta el sombrero	LS	Huichapan
9	Domo Hualtepec	LR	Chapantongo
10	Domo Gexca	LS	Huichapan
11	Fractura el Gavillero	ES	Huichapan
12	Lineamiento Math	LS	Alfajayucan
13	Derrame andesítico-piroclástico	LR	Alfajayucan
14	Falla el Sabino	LS	Alfajayucan

Tabla 10: Inventario de Geomorfosios seleccionados para evaluar. Fuente: Elaboración propia.

Posterior a la selección de Geomorfosios se realizó la descripción y evaluación en campo de carácter intrínseco, valor añadido y valor de uso y gestión para obtener los puntajes y potencialidad de cada sitio evaluado y así determinar las estrategias de gestión para geoconservación así mismo para definir si la potencialidad de los sitios es representativa para definir si la zona de estudio puede ser propuesta como Geoparque. Por otra parte si la potencialidad no es alta se definirán otras estrategias referidas al geoturismo donde los sitios.

Antes de definir las estrategias de aprovechamiento sustentable de los Geomorfosios se realizará un análisis detallado de los valores obtenidos por cada sitio evaluado en campo. De acuerdo a la metodología los primeros valores que se obtuvieron fueron los de carácter intrínseco, es decir, los relacionados a la geología y geomorfología, después los valores añadidos que tienen que ver con el contenido cultural y paisajístico y finalmente los valores de uso y gestión, posterior a esto se realizarán la operación establecida por Serrano y Gonzáles (2005) para obtener el nivel potencial de cada Geomorfosio.

N°	Nombre del Geomorfosito	Génesis	Morfología					Cronología	Litología	Estructuras	
			Morfoestructuras	F. de erosión	F. de acumulación	Heredados	Proceso actual			Geológicas	Sedimentarias
1	Presa Madero	3	4	1	5	3	3	3	3	5	3
2	Parque Ecoturístico los Arcos	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2
3	Volcán de Nopala	5	3	3	3	5	2	5	3	5	2
4	Pinturas rupestres de Boyé	4	2	2	2	4	3	3	3	3	2
5	Los Madhós	4	1	5	2	5	5	3	2	2	2
6	Falla Zoth	5	3	3	2	4	3	3	3	3	2
7	Zona Arqueológica	5	1	3	2	3	3	3	3	1	2
8	Meseta el Sombrero	4	2	2	2	3	3	3	3	2	2
9	Domo Hualtepec	5	2	2	2	4	1	4	3	3	2
10	Domo Gexca	5	2	5	3	3	3	4	4	2	3
11	Fractura el Gavillero	5	2	4	3	4	4	5	5	5	3
12	Lineamiento Math	5	3	1	1	3	1	5	4	2	1
13	Derrame andesítico-piroclástico	5	3	1	2	5	1	5	4	4	2
14	Falla el Sabino	5	4	2	3	5	2	5	5	5	3

Tabla 11: Valores intrínsecos de los Geomorfositos evaluados. Fuente: Elaboración propia.

N°	Nombre del Geomorfosito	Paisajística y estética	Elementos culturales			Didáctica		Científica		Turística	
			Asociación a elementos de valor patrimonial	Contenido cultural	Contenido histórico	Recursos pedagógicos	Niveles pedagógicos	Valor científico	Representatividad científica	Contenidos turísticos reales	Atracción turística
1	Presa Madero	8	5	8	5	0	0	0	2	3	2
2	Parque Ecoturístico los Arcos	6	8	10	8	0	0	0	2	5	3
3	Volcán de Nopala	8	2	6	5	1	1	1	3	3	2
4	Pinturas rupestres de Boyé	4	5	10	5	1	1	1	3	3	4
5	Los Madhós	4	3	7	5	0	0	0	2	3	2
6	Falla Zoth	6	3	4	4	0	0	0	3	4	2
7	Zona Arqueológica	10	8	10	5	5	5	5	3	5	4
8	Meseta el Sombreroete	6	4	6	4	0	0	0	2	4	2
9	Domo Hualtepec	8	7	10	8	0	0	0	4	5	4
10	Domo Gexca	6	5	4	5	0	0	0	3	4	2
11	Fractura el Gavillero	4	3	4	3	0	0	0	2	2	2
12	Lineamiento Math	6	3	4	3	0	0	0	3	2	3
13	Derrame andesítico-piroclástico	8	1	5	3	0	0	0	3	2	3
14	Falla el Sabino	6	2	4	4	0	0	0	2	3	2

Tabla 12: Valores añadidos de los Geomorfositos evaluados. Fuente: Elaboración propia.

N°	Nombre del Geomorfosio	Accesibilidad	Fragilidad	Vulnerabilidad	Intensidad de Uso	Riesgo de degradación	Estado de conservación	Impactos	Condiciones de observación	Límites de cambio aceptables
1	Presa Madero	2	1	1	1	2	2	1	2	1
2	Parque Ecoturístico los Arcos	2	2	2	1	2	2	2	1	1
3	Volcán de Nopala	1	1	2	1	2	2	2	1	2
4	Pinturas rupestres de Boyé	2	1	2	1	2	2	1	1	1
5	Los Madhós	1	1	2	1	2	2	1	2	1
6	Falla Zoth	2	2	2	1	2	1	1	2	1
7	Zona Arqueológica	2	2	1	2	2	2	2	2	2
8	Meseta el Sombrero	1	2	1	1	2	1	2	2	1
9	Domo Hualtepec	1	2	2	2	2	2	2	2	2
10	Domo Gexca	1	2	1	1	1	2	1	2	1
11	Fractura el Gavillero	1	1	2	1	2	2	2	2	1
12	Lineamiento Math	2	2	2	2	1	2	2	2	2
13	Derrame andesítico-piroclástico	2	2	2	1	2	2	1	2	1
14	Falla el Sabino	1	2	1	1	2	2	2	2	1

Tabla 13: Valores de uso y gestión de los Geomorfosios evaluados. Fuente: Elaboración propia.

Las tablas anteriores muestran los valores obtenidos de cada Geomorfosio, posterior a esto se realizó una suma de los valores para sacar un total de acuerdo a la escala metodológica establecida por Serrano y González (2005) y así obtener un resultado que defina la potencialidad y nivel en que se encuentra cada sitio evaluado. A continuación se incorporan en una tabla los valores totales sumados por cada aspecto evaluado en el apartado intrínseco, añadido y finalmente de uso y gestión. Posterior a esto se realizara la operación para sacar los valores a escala definiendo el grado de importancia en que se ubica cada sitio.

N°	Nombre del Geomorfofitio	V. intrínsecos		V. añadidos		V. de uso y gestión	
		Valor total obtenido	Valor máximo de acuerdo a escala	Valor total obtenido	Valor máximo de acuerdo a escala	Valor total obtenido	Valor máximo de acuerdo a escala
1	Presa Madero	26	50	33	70	13	18
2	Parque Ecoturístico los Arcos	21	50	42	70	15	18
3	Volcán de Nopala	42	50	32	70	14	18
4	Pinturas rupestres de Boyé	28	50	37	70	13	18
5	Los Madhós	31	50	26	70	13	18
6	Falla Zoth	31	50	26	70	14	18
7	Zona Arqueológica	26	50	60	70	17	18
8	Meseta el Sombrerete	26	50	28	70	13	18
9	Domo Hualtepec	28	50	46	70	17	18
10	Domo Gexca	34	50	29	70	12	18
11	Fractura el Gavillero	40	50	20	70	14	18
12	Lineamiento Math	26	50	24	70	17	18
13	Derrame andesítico-piroclástico	32	50	25	70	15	18
14	Falla el Sabino	39	50	23	70	14	18

Tabla 14: Valores totales de los Geomorfofitios, obtenidos de la suma total por apartado, intrínseco, añadido y de uso y gestión con el total máximo establecido por Serrano y Gonzáles (2005) Fuente: Elaboración propia.

Al haber obtenido los resultados sumados por apartado de cada Geomorfofitio se aplicó la fórmula para obtener sus resultados a escala y nivel de potencialidad:

Apartado	Fórmula
Intrínseco	Resultado de la Suma $\times 100 / 50$ (valor máximo)
Añadido	Resultado de la Suma $\times 100 / 70$ (valor máximo)
De uso y gestión	Resultado de la Suma $\times 100 / 18$ (valor máximo)

Tabla 15: Formulas para obtener el resultado por apartado de cada Geomorfofitio. Fuente: Elaboración propia a partir de la fórmula establecida por Serrano y Gonzáles (2005).

N°	Nombre del Geomorfofitio	Tipo	Valor intrínseco (científico)	Valor añadido (cultural)	Valor de uso (gestión)
1	Presa Madero	LS	5,2	4,7	7,2
2	Parque Ecoturístico los Arcos	LR	4,2	6,0	8,3
3	Volcán de Nopala	LR	8,4	4,5	7,7
4	Pinturas rupestres de Boyé	ER	5,6	5,2	7,2
5	Los Madhós	LS	6,2	3,7	7,2
6	Falla Zoth	LR	6,2	3,7	7,7
7	Zona Arqueológica	LR	3,7	8,5	9,4
8	Meseta el Sombreroete	LS	5,2	4,0	7,2
9	Domo Hualtepec	LR	5,6	6,5	9,4
10	Domo Gexca	LS	6,8	4,1	6,6
11	Fractura el Gavillero	ES	8,0	2,8	7,7
12	Lineamiento Math	LS	5,2	3,4	9,4
13	Derrame andesítico- piroclástico	LR	6,4	3,5	8,3
14	Falla el Sabino	LS	7,8	3,2	7,7

Tabla 16: Resultados finales de valoración de Geomorfofitios por apartado, aplicando la fórmula por apartado especificada anteriormente.

Al obtener los valores finales de cada Geomorfofitio es necesario conocer los sitios para tener en cuenta su representatividad estética y paisajística, además de integrar las fotografías se plantearan estrategias y orientaciones de gestión sobre los sitios referidas a la geoconservación y otras que tengan que ver con el aprovechamiento de potencialidad para el desarrollo de geoturismo mediante el desarrollo sustentable y participación de la población local no olvidando la difusión del conocimiento intrínseco de los Geomorfofitios, para ello se incorporan las siguientes fichas:

Fichas de descripción y orientación de los Geomorfositos

Se incorporan las fichas descriptivas y las estrategias de gestión de los Geomorfositos evaluados junto con el mapa de accesibilidad al sitio de interés:

N°:	1	Nombre: Presa Madero		
Valor		Intrínseco	Añadido	Uso
Potencialidad	Muy alto (>8 - 10)			
	Alto (>6 - 8)			7,2
	Medio (>4 - 6)	5,5	4,7	
	Bajo (>2 - 4)			
	Muy bajo (0 - 2)			

Fotografías:



Descripción general y orientaciones de gestión:

De acuerdo a las condiciones que tiene la presa madero referidas a la potencialidad geológica y geomorfológica no se obtuvieron valores altos sin embargo por la apreciación paisajística y estética de observación, añadiendo los procesos erosivos al borde de la presa que se llevan a cabo entre los agentes y el material geológico se pueden implementar estrategias de gestión como miradores y herramientas pedagógicas referidas a los fenómenos mencionados y a la historia de la presa ya que ha pasado por diferentes procesos de ocupación desde su creación.

Tabla 17: Ficha de descripción y orientación de gestión de la Presa Madero. Fuente: Elaboración propia.

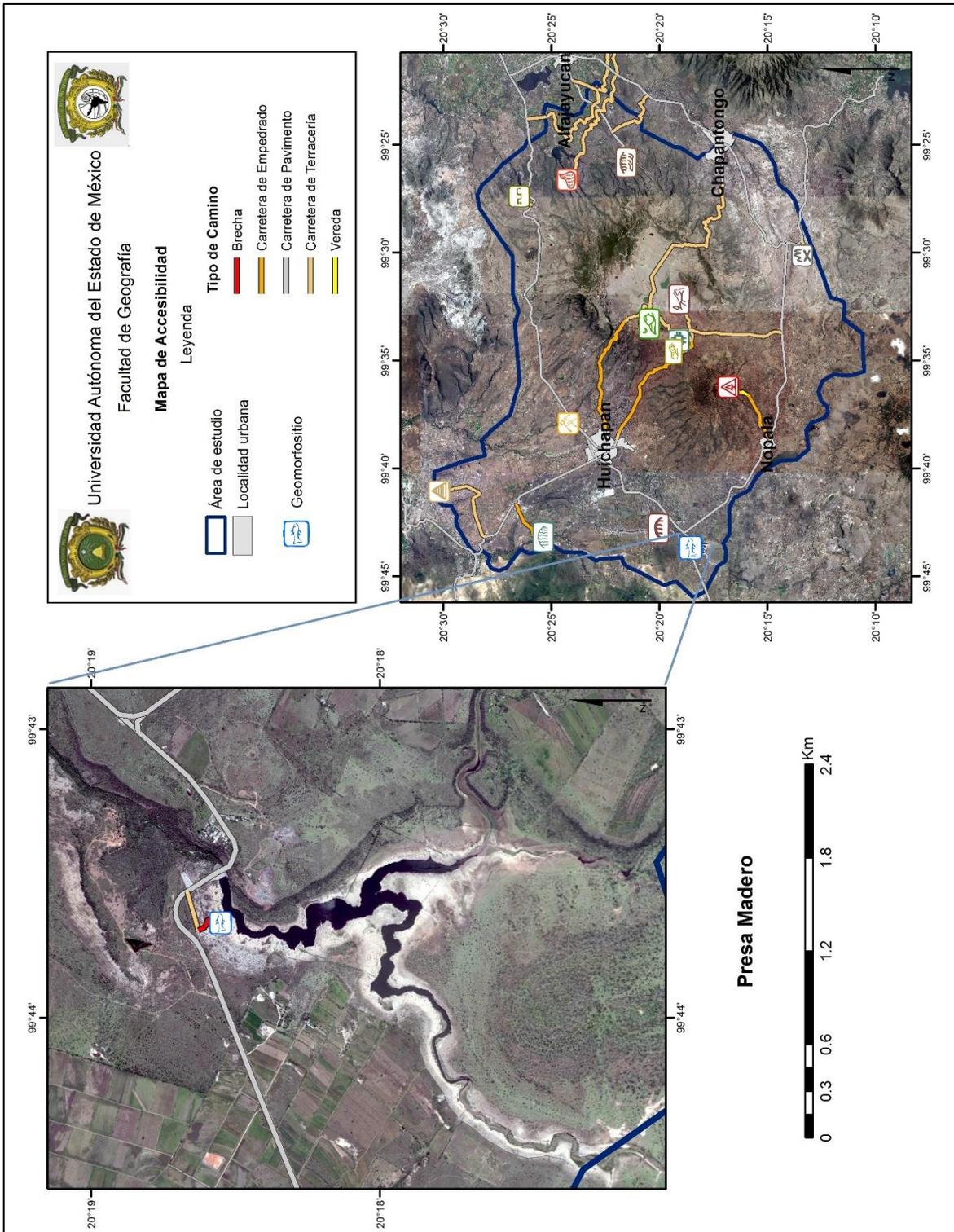
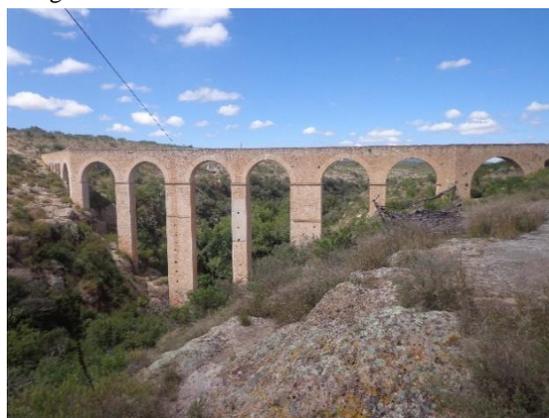


Figura 14: Mapa de accesibilidad al Geomorfofoso "Presas Madero". Fuente: Elaboración propia a partir de la digitalización vectorial de caminos de la base satelital de Google Earth (2017).

Nº:	2	Nombre: Parque Ecoturístico los Arcos		
Valor		Intrínseco	Añadido	Uso
Potencialidad	Muy alto (>8 - 10)			8,3
	Alto (>6 - 8)			
	Medio (>4 - 6)	4,2	6,0	
	Bajo (>2 - 4)			
	Muy bajo (0 - 2)			

Fotografías:



Descripción general y orientaciones de gestión:

Aunque este sitio no cuenta con potencialidad geomorfológica alta adquiere un valor de patrimonio histórico y cultural debido a la representatividad del monumento los Arcos construido en 1732, su ocupación está destinada al desarrollo de parque ecoturístico donde existen actividades de ocio, recreativas y de promoción sustentable de los recursos físicos, el puente pasa sobre la Falla Zoth y los escarpes, debido a esto existe una interacción entre los tres elementos que se consideran, sin embargo, conviene plantear estrategias de promoción del lugar, añadiendo otras actividades que involucren a la población como venta artesanías, venta de alimentos, etc. El sitio ya está destinado como elemento de atracción turística pero se podrían integrar material didáctico sobre la historicidad del monumento y la intervención de los elementos geomorfológicos.

Tabla 18: Ficha de descripción y orientación de gestión del Parque Ecoturístico los Arcos. Fuente: Elaboración propia.

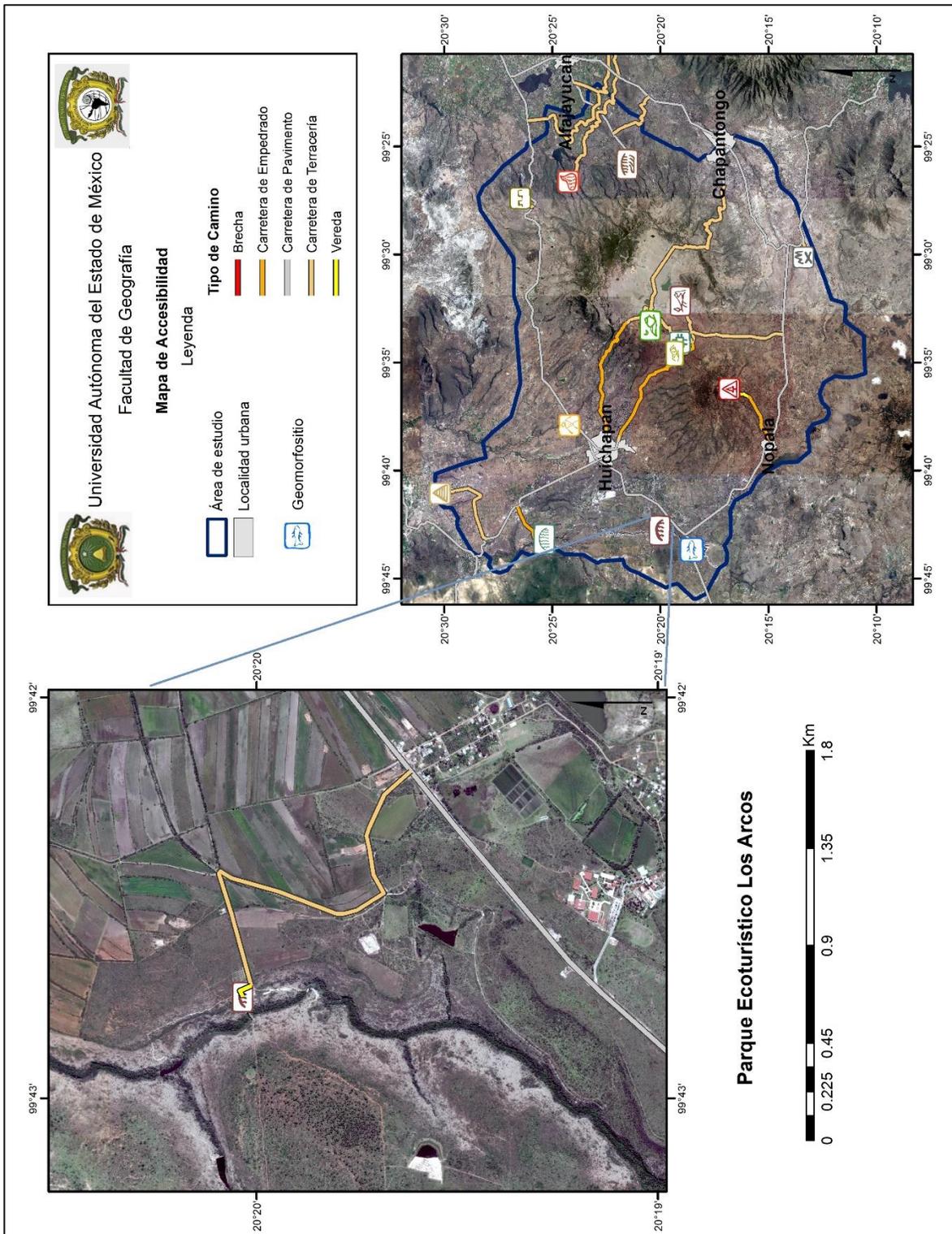


Figura 15: Mapa de accesibilidad al Geomorfofotio "Parque Ecológico Los Arcos". Fuente: Elaboración propia a partir de la digitalización vectorial de caminos de la base satelital de Google Earth (2017).

N°: 3	Nombre: Volcán de Nolapa			
Valor		Intrínseco	Añadido	Uso
Potencialidad	Muy alto (>8 -10)	8,4		
	Alto (>6 - 8)			7,7
	Medio (>4 - 6)		4,5	
	Bajo (>2 - 4)			
	Muy bajo (0 - 2)			

Fotografías:



Descripción general y orientaciones de gestión:

La potencialidad de este sitio en base a sus características físicas, de gestión y uso son altas por la representatividad del volcán obtiene una integración importante debido a que forma parte de una Unidad de Manejo Ambiental (UMA) e introducción de especies para su preservación llevado a cabo por la SEMARNAT en 2008, añadiendo su contenido geológico y geomorfológico se pueden llevar a cabo estrategias referidas directamente a los elementos físicos donde se promueva el sitio por su representatividad estética, paisajística orientada a la importancia y aprovechamiento de recursos protegidos para incorporar los atributos intrínsecos.

Por otro lado, la ocupación del sitio por actividades antrópicas están referidas a la ganadería ya que en este espacio se introducen animales como becerros, vacas y ovejas en menor medida, sin embargo, no hay impactos intensos. La misma población incorpora una gestión adecuada porque los recursos maderables u otros no son explotados, en base a esto la integración existe pero no hay estrategias específicas de fomento geoturístico.

Tabla 19: Ficha de descripción y orientación de gestión del Volcán de Nolapa. Fuente: Elaboración propia.

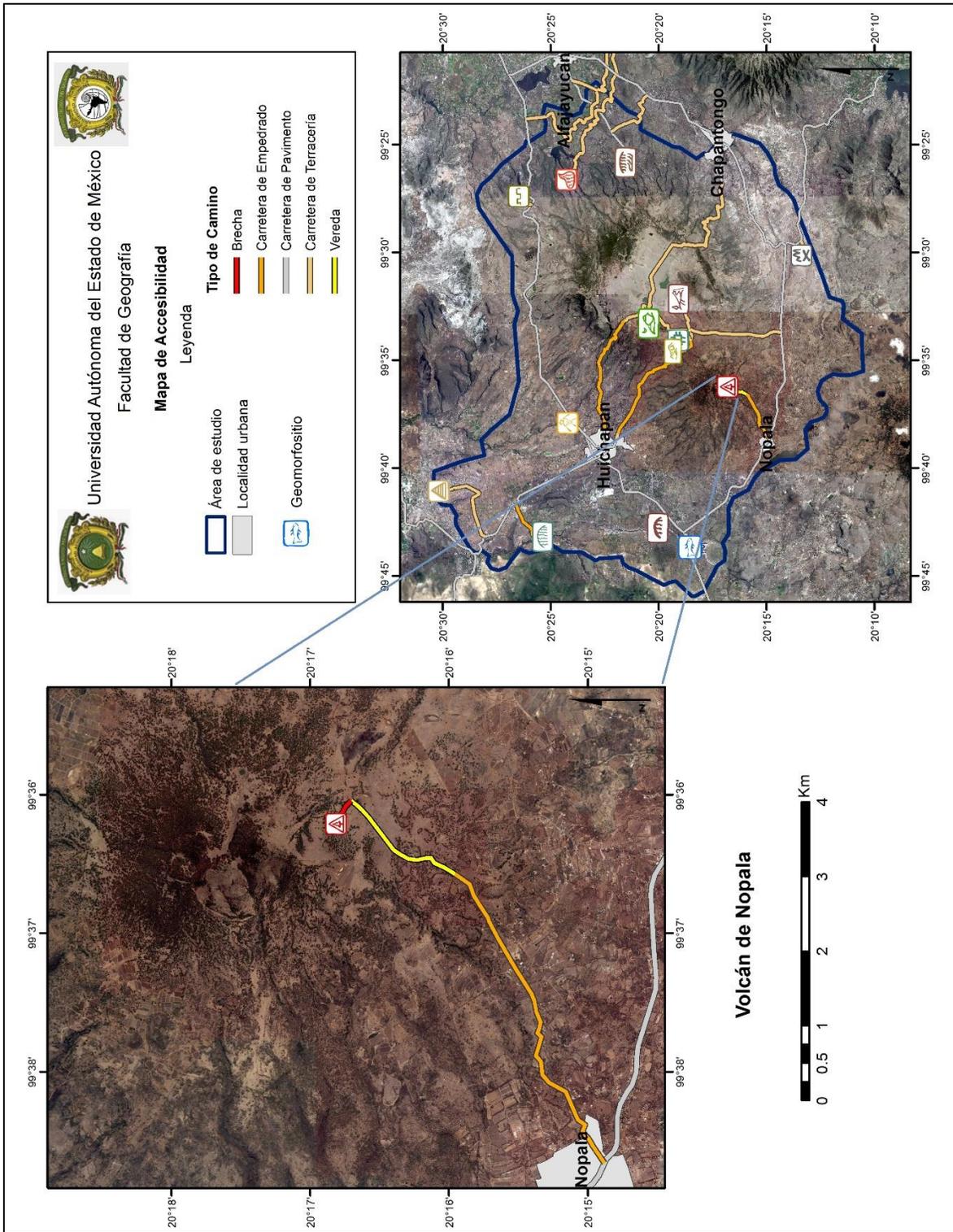
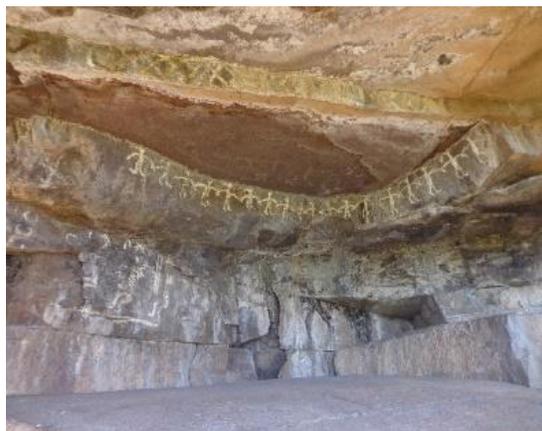
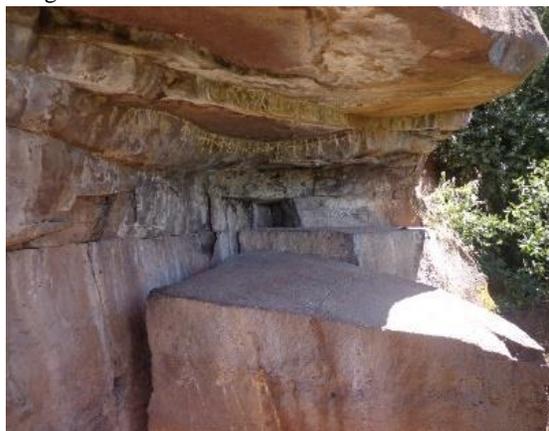


Figura 16: Mapa de accesibilidad al Geomorfosito "Volcán de Nopala". Fuente: Elaboración propia a partir de la digitalización vectorial de caminos de la base satelital de Google Earth (2017).

N°:	4	Nombre: Pinturas Rupestres de Boyé		
Valor		Intrínseco	Añadido	Uso
Potencialidad	Muy alto (>8 -10)			
	Alto (>6 - 8)			7,2
	Medio (>4 - 6)	5,6	5,2	
	Bajo (>2 - 4)			
	Muy bajo (0 - 2)			

Fotografías:



Descripción general y orientaciones de gestión:

La principal característica de este sitio es su representatividad cultural por medio de pinturas rupestres sobre las rocas de riolita y la presencia de una cueva ocupada por la cultura Xajay en el pasado, la integración de los elementos geológicos y geomorfológicos no es tomada en cuenta pero la representatividad resalta ya que existe una interrelación entre el asentamiento de la población con el tipo de material que pudo excavar una cueva amplia y sobre las paredes se pudieron incorporar las pinturas. Además el sitio contaba con otros elementos importantes para esa población, hay un río y un lago donde llevaban actividades encaminadas cotidianas.

El sitio es promocionado por el municipio de Huichapan, sin embargo, no hay material en donde se incorporen las características de la cultura Xajay, el significado de pinturas rupestres, etc. La importancia de la promoción turística tendría que fomentarse por la población ya que estas pinturas son de las más representativas a nivel regional, por lo anterior las personas locales se pueden incorporar dentro de estos espacios como guías y también se podrían llevar a cabo venta de artesanías y de algunos alimentos para el turismo.

Tabla 20: Ficha de descripción y orientación de gestión de las Pinturas Rupestres de Boyé. Fuente: Elaboración propia.

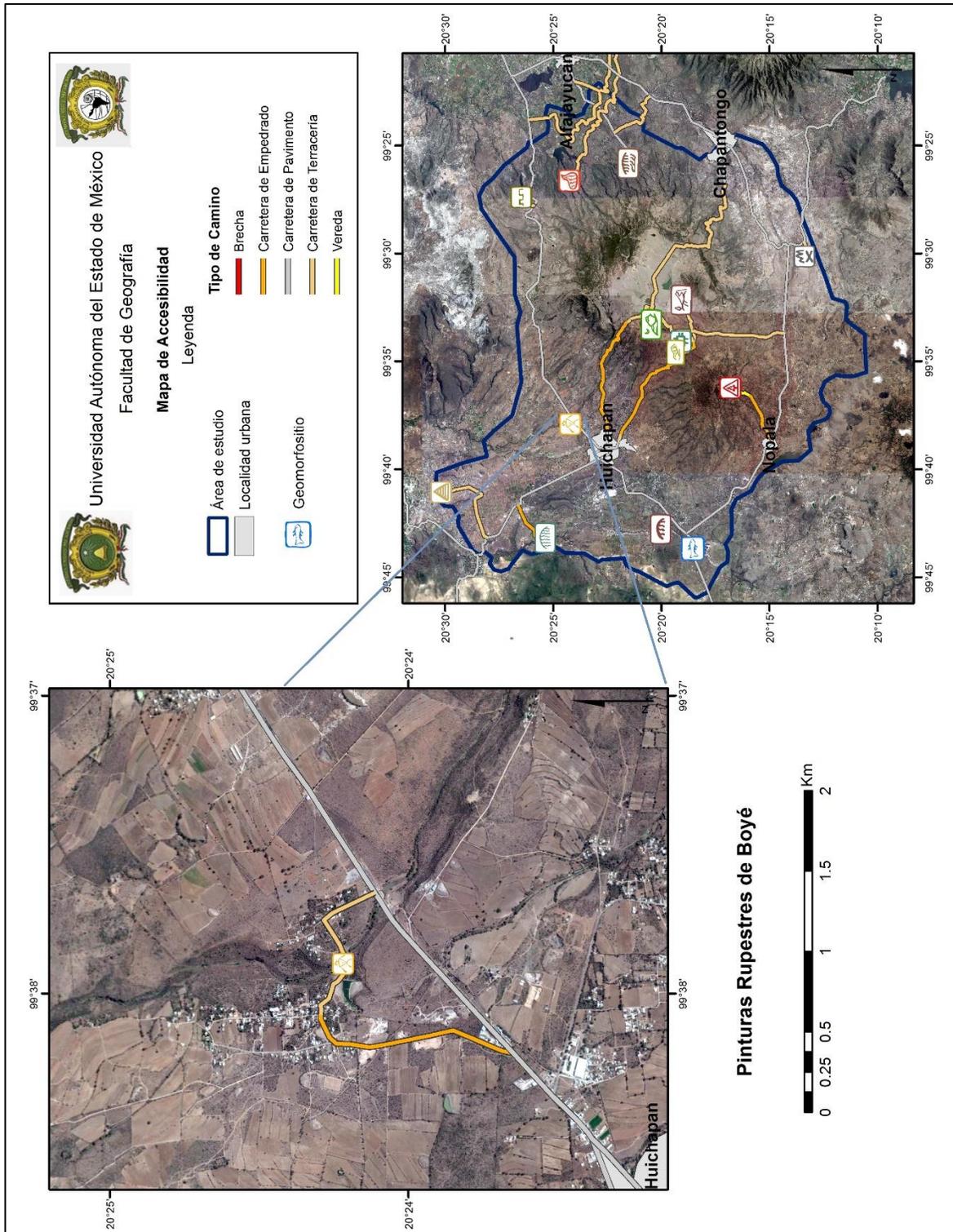


Figura 17: Mapa de accesibilidad al Geomorfofoso "Pinturas Rupestres de Boyé". Fuente: Elaboración propia a partir de la digitalización vectorial de caminos de la base satelital de Google Earth (2017).

N°: 5	Nombre: Los Madhós			
Valor		Intrínseco	Añadido	Uso
Potencialidad	Muy alto (>8 -10)			
	Alto (>6 - 8)	6,2		7,2
	Medio (>4 - 6)			
	Bajo (>2 - 4)		3,7	
	Muy bajo (0 - 2)			

Fotografías:



Descripción general y orientaciones de gestión:

Los Madhós, reciben este nombre en Otomí que significa “Los castigados”, debido a las creencias de la población anterior estas formas geomorfológicas fueron hombres que se convirtieron en roca. Existen centenas de geoformas localizadas en una misma zona con tamaños diversos, sin embargo, no hay promoción alguna del sitio.

Como elemento geomorfológico estas geoformas adquieren un valor y representatividad importante debido a su rareza y al proceso de su formación, las estrategias que se tendrían que llevar a cabo sería la protección del sitio para su preservación y promoción turística donde se incorpore material didáctico que explique a detalle su contenido geológico y geomorfológico así como las etapas de su formación.

Tabla 21: Ficha de descripción y orientación de gestión de Los Madhós. Fuente: Elaboración propia.

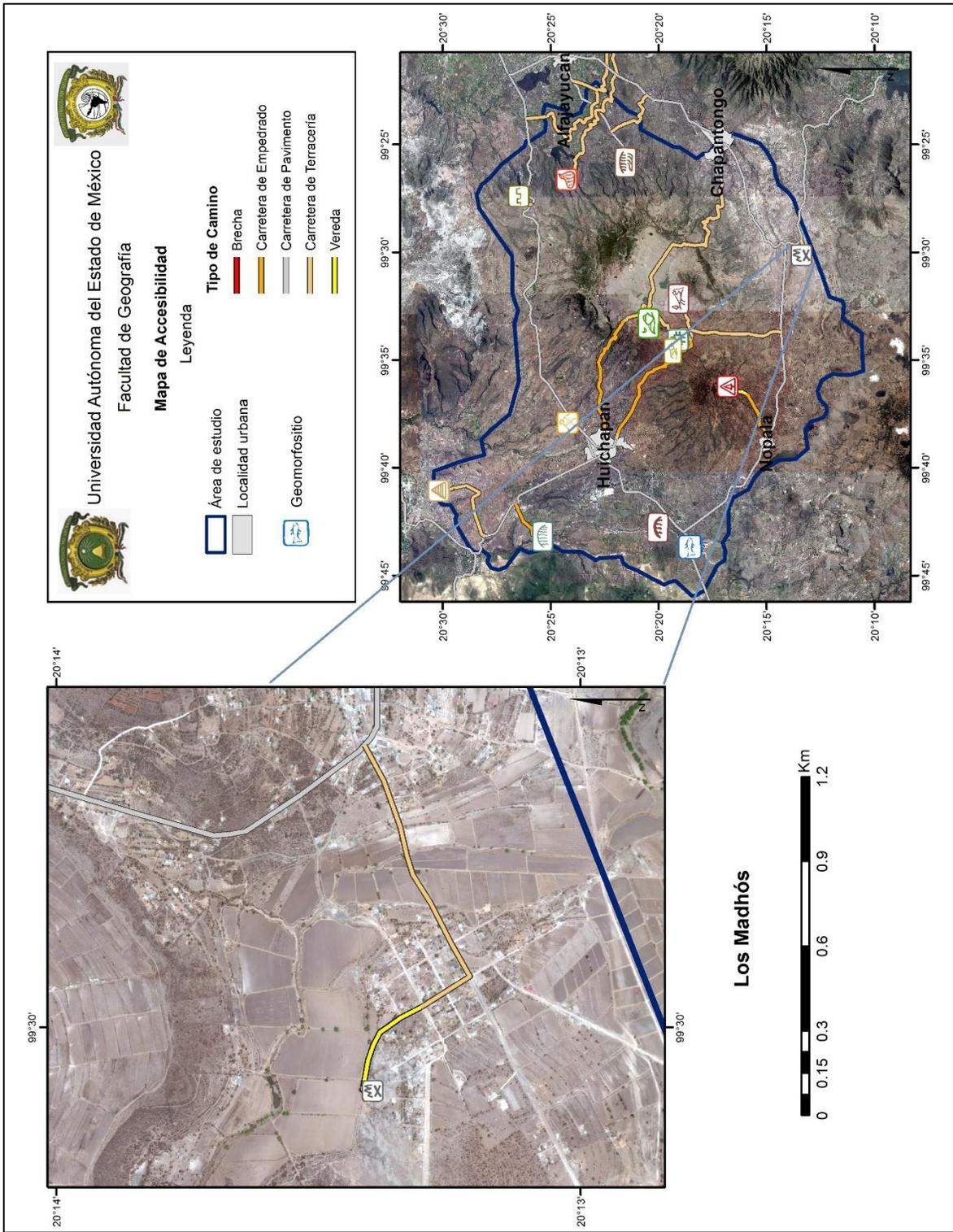


Figura 18: Mapa de accesibilidad al Geomorfofoso "Los Madhós". Fuente: Elaboración propia a partir de la digitalización vectorial de caminos de la base satelital de Google Earth (2017).

N°: 6	Nombre: Falla Zoth			
Valor		Intrínseco	Añadido	Uso
Potencialidad	Muy alto (>8 -10)			
	Alto (>6 - 8)	6,2		7,7
	Medio (>4 - 6)			
	Bajo (>2 - 4)		3,7	
	Muy bajo (0 - 2)			

Fotografías:



Descripción general y orientaciones de gestión:

Esta falla es una de las más extensas de la zona de estudio ya que mide aproximadamente 14 km de longitud, en este sitio el sistema de la falla se tuerce, es decir, hay abertura hacia el este resultado de procesos internos y tectónica, en los escarpes se observan estratos verticales resultado del intemperismo de las rocas pero en la parte inferior se notan paralelos.

La gestión de este sitio está llevada a cabo como recurso turístico por la estética de los escarpes y su importancia paisajística en este punto, sin embargo, no es tan promocionada por la población y es un elemento que se podría aprovechar más por su potencial físico, incorporando miradores y otros espacios antes de llegar al sitio como zonas de acampar y recreativas añadiendo infraestructura específica que no impacte el espacio.

Tabla 22: Ficha de descripción y orientación de gestión de la Falla Zoth. Fuente: Elaboración propia.

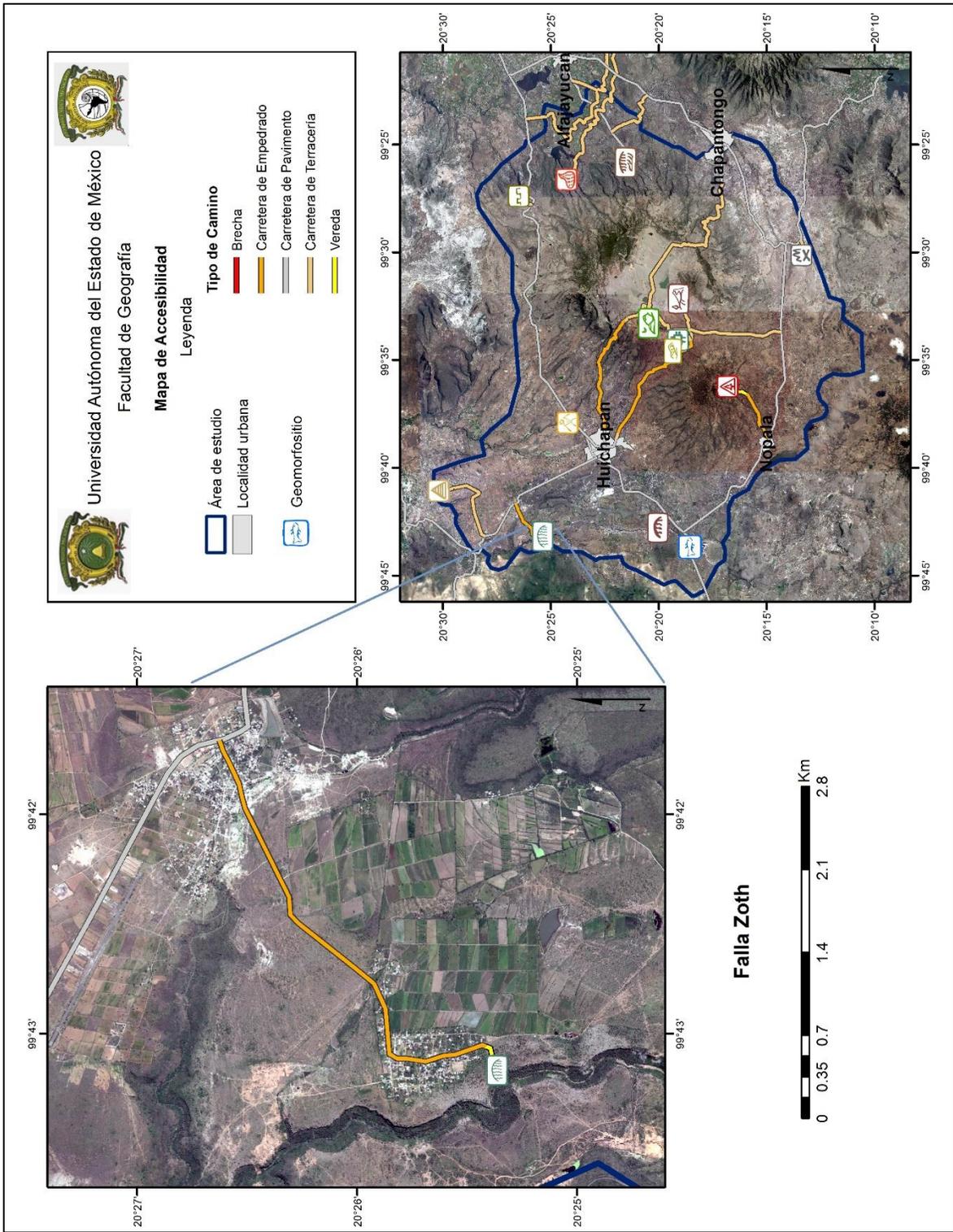
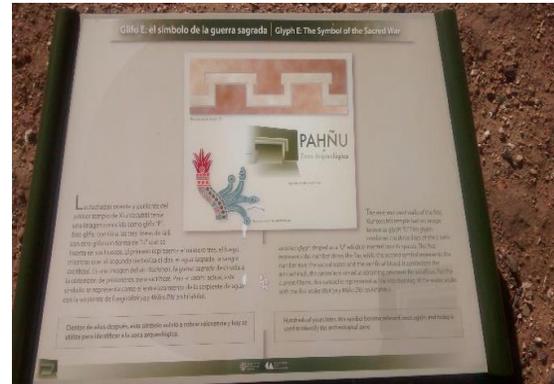


Figura 19: Mapa de accesibilidad al Geomorfofoso "Falla Zoth". Fuente: Elaboración propia a partir de la digitalización vectorial de caminos de la base satelital de Google Earth (2017).

N°:	7	Nombre: Zona Arqueológica		
Valor		Intrínseco	Añadido	Uso
Potencialidad	Muy alto (>8 -10)		8,5	9,4
	Alto (>6 - 8)			
	Medio (>4 - 6)			
	Bajo (>2 - 4)	3,7		
	Muy bajo (0 - 2)			

Fotografías:



Descripción general y orientaciones de gestión:

Esta zona arqueológica de nombre Pañú alberga a la cultura Xajay en tiempos anteriores, la principal potencialidad del sitio es de carácter cultural, la gestión de este lugar es a nivel federal, existe material didáctico y un museo que promueve el conocimiento respecto a la descripción de la cultura. Algo muy importante es la ubicación de esta cultura sobre los límites del terreno ya que existe diferencia altitudinal por la morfología del terreno y por la presencia de la Falla Atenco.

Dentro de este sitio se podría incorporar fomento de conocimiento científico por medio de la representatividad del paisaje referida a los escarpes, las formas de erosión y acumulación, la correlación de la morfología del terreno fue factor para el asentamiento estratégico de esta cultura, por ello se deberían de integrar los elementos físicos y culturales bajo un mismo enfoque de localización.

Tabla 23: Ficha de descripción y orientación de gestión de la Zona Arqueológica. Fuente: Elaboración propia.

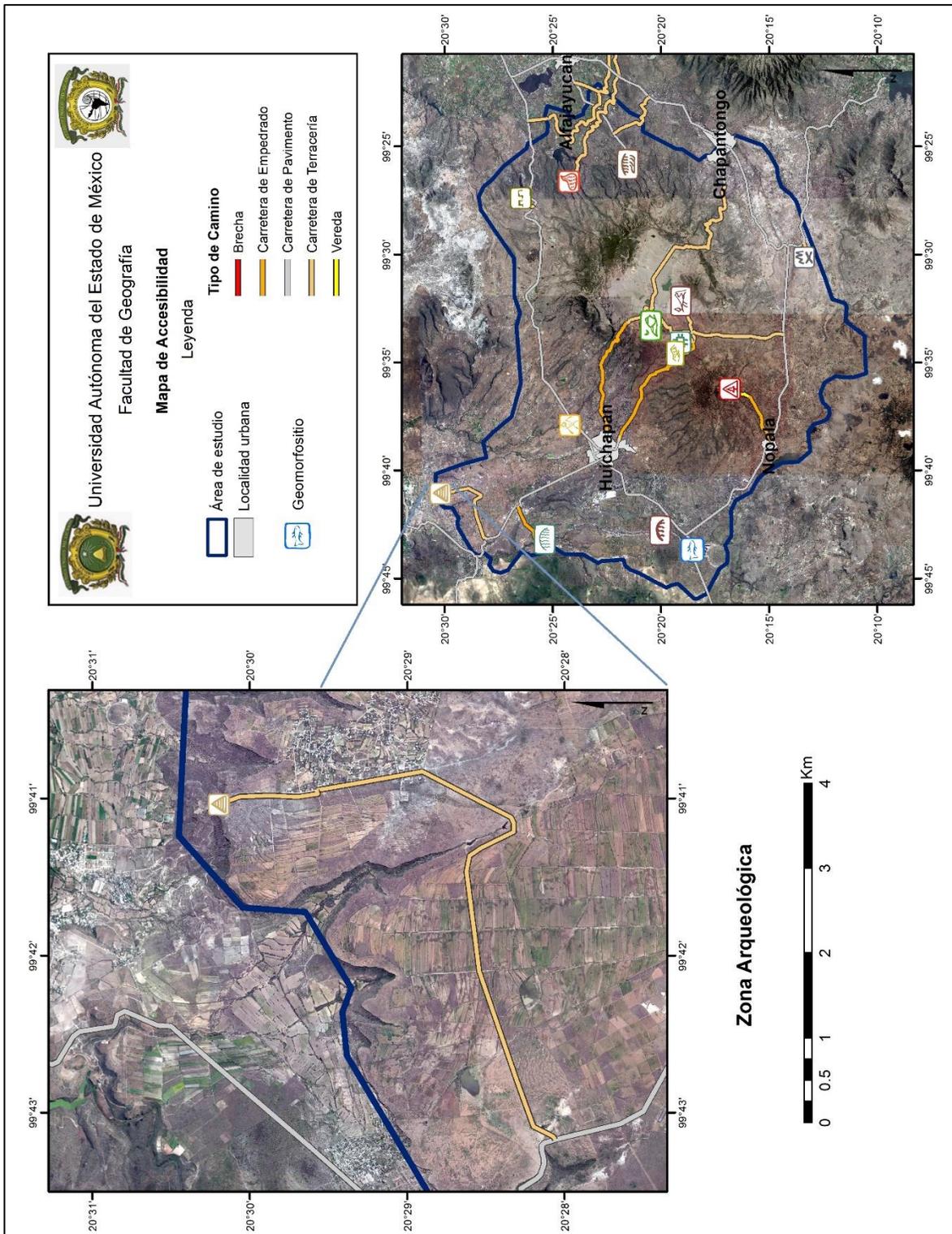
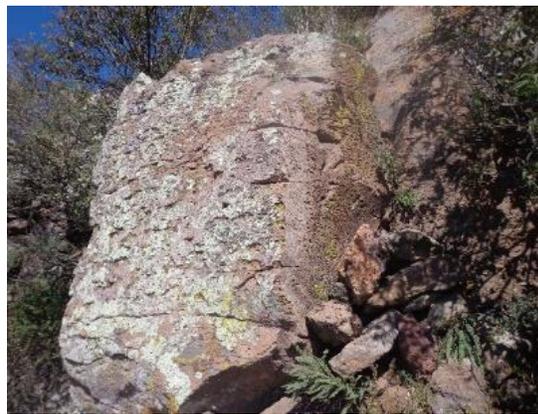
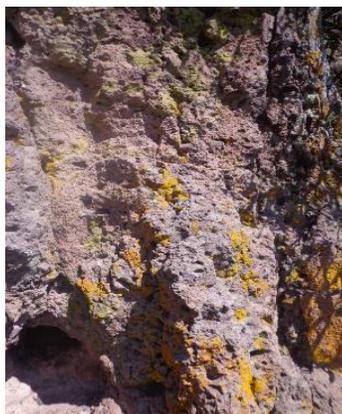


Figura 20: Mapa de accesibilidad al Geomorfofotio "Zona Arqueológica". Fuente: Elaboración propia a partir de la digitalización vectorial de caminos de la base satelital de Google Earth (2017).

N°: 8	Nombre: Meseta El Sombrerete			
Valor		Intrínseco	Añadido	Uso
Potencialidad	Muy alto (>8 -10)			
	Alto (>6 - 8)			7,2
	Medio (>4 - 6)	5,2		
	Bajo (>2 - 4)		4,0	
	Muy bajo (0 - 2)			

Fotografías:



Descripción general y orientaciones de gestión:

Esta estructura circular en forma de meseta es parte del borde (oeste) de la caldera volcánica, debido a la rareza de la geoforma es representativa dentro del paisaje y perspectiva estética, el valor intrínseco y cultural no son notables pero respecto a su uso no tiene impactos y la accesibilidad al sitio es buena y sin dificultades. El uso que se le podría dar al sitio sería referente a caminatas y zonas de relax con visitas individuales sin necesidad de guías ya que los asentamientos humanos y las carreteras están cercanos. Otro uso sería como mirador ya que hacia la parte este se percibe todo el borde de la caldera así como el domo Hualtepec y domo Gexca, de esta forma se puede entender el resultado estructural de dicha geoforma y hacia la parte oeste es notable el Volcán de Nopala y se aprecia su forma en escudo considerablemente.

Tabla 24: Ficha de descripción y orientación de gestión de la Meseta el Sombrerete. Fuente: Elaboración propia.

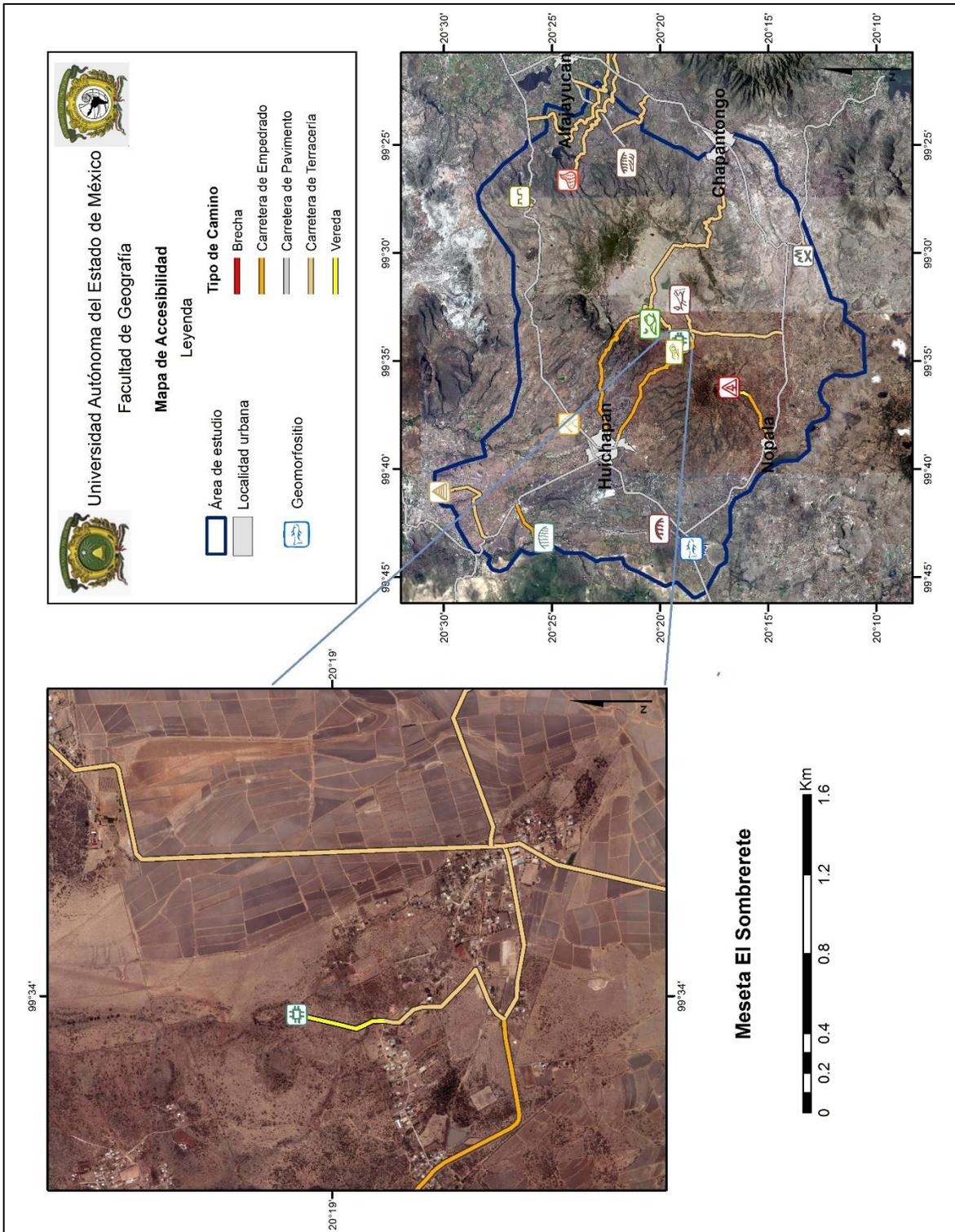
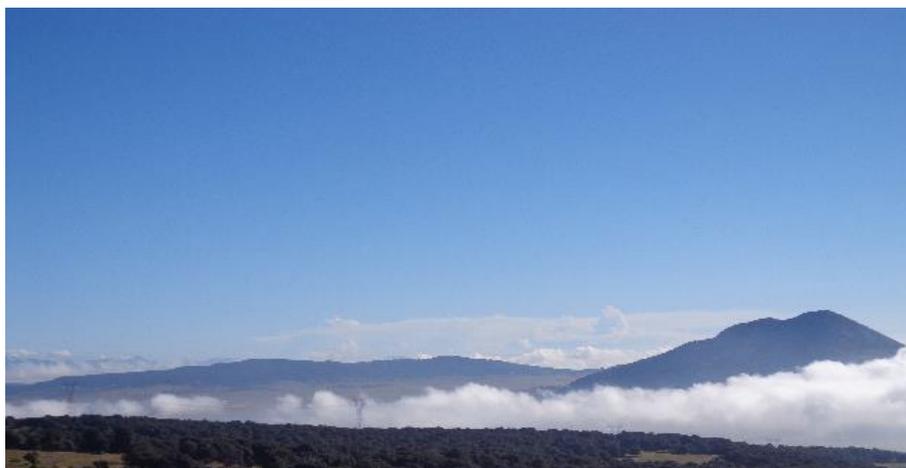


Figura 21: Mapa de accesibilidad al Geomorfofoso "Meseta El Sombrerete". Fuente: Elaboración propia a partir de la digitalización vectorial de caminos de la base satelital de Google Earth (2017).

N°:	9	Nombre: Domo Hualtepec		
Valor		Intrínseco	Añadido	Uso
Potencialidad	Muy alto (>8 - 10)			9,4
	Alto (>6 - 8)		6,5	
	Medio (>4 - 6)	5,6		
	Bajo (>2 - 4)			
	Muy bajo (0 - 2)			

Fotografías:



Descripción general y orientaciones de gestión:

Este sitio no adquiere un valor alto por su contenido geomorfológico pero cuenta con otras condiciones de estética de paisaje importante por la morfología del domo volcánico con pendientes fuertes y con altitud que sobrepasa los 3000 msnm.

La potencialidad del sitio se basa principalmente en la gestión y fomento de la geoconservación, no existen actividades antrópicas que impacten el sitio, para tener un mejor aprovechamiento se tendrían que promover estrategias referidas a la apreciación paisajística relacionada con los procesos geológicos y geomorfológicos que tuvieron que ver para su formación por medio de material didáctico en placas, desarrollar caminatas dentro del sitio para observar en varios puntos la geoforma y debido al espacio de planicies desarrollar zonas recreativas y de acampar haciendo participe a la población para vender productos e infraestructura de alojamiento como cabañas.

Tabla 25: Ficha de descripción y orientación de gestión del Domo Hualtepec. Fuente: Elaboración propia.

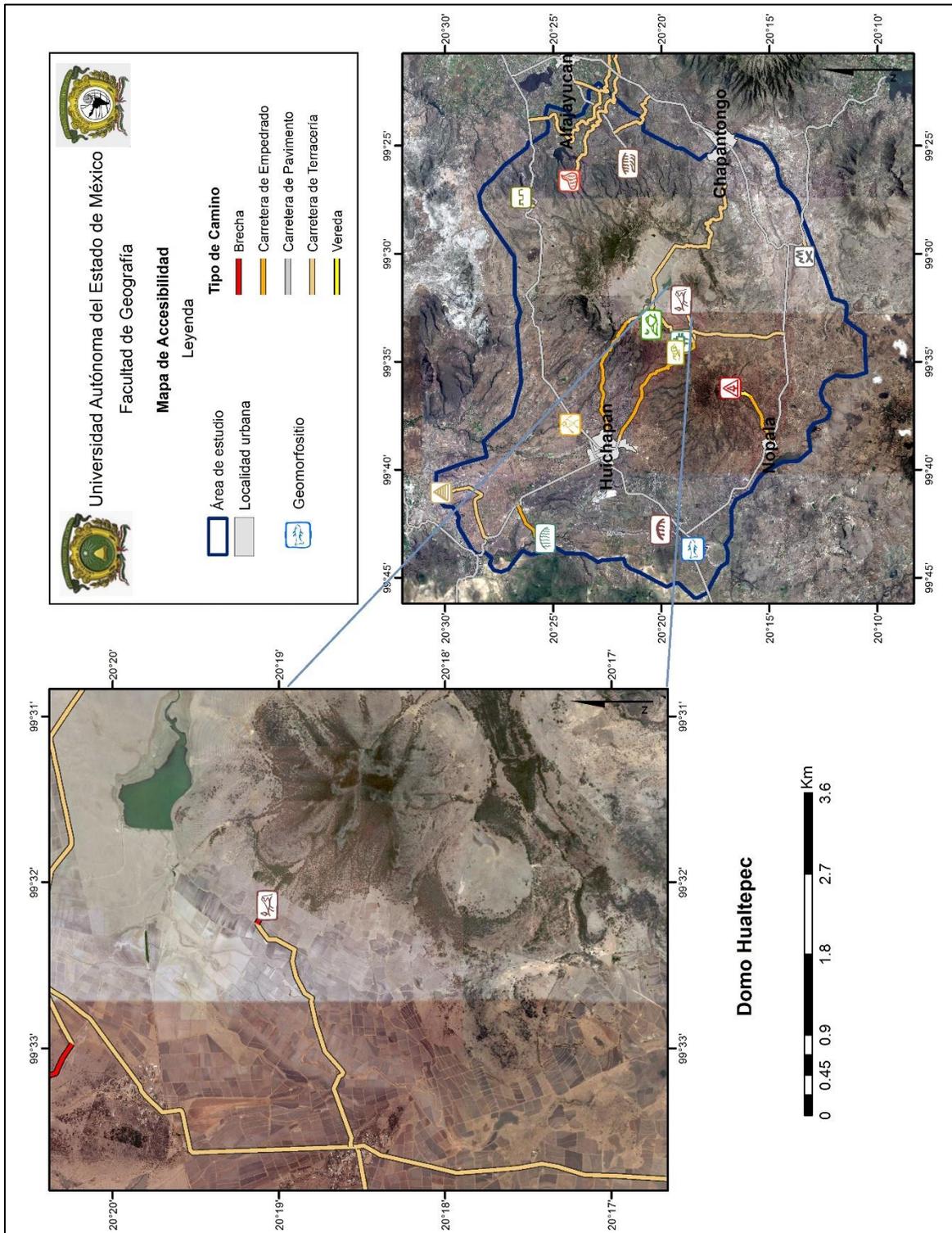
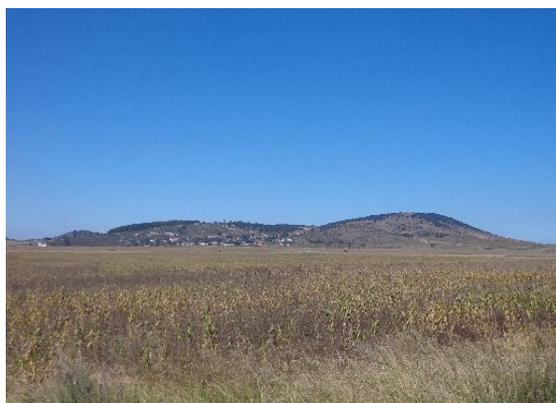


Figura 22: Mapa de accesibilidad al Geomorfofito "Domo Hualtepec". Fuente: Elaboración propia a partir de la digitalización vectorial de caminos de la base satelital de Google Earth (2017).

N°: 10	Nombre: Domo Gexca			
Valor		Intrínseco	Añadido	Uso
Potencialidad	Muy alto (>8 - 10)			
	Alto (>6 - 8)	6,8		6,6
	Medio (>4 - 6)		4,1	
	Bajo (>2 - 4)			
	Muy bajo (0 - 2)			

Fotografías:



Descripción general y orientaciones de gestión:

Domo volcánico al interior de la caldera en la parte oeste donde se encuentra material dacítico y sedimentario principalmente, representativo por su morfología y como resultado de la dinámica interna de la caldera. Este sitio adquiere un valor alto y cuenta con potencial para ser fomentado y promocionado como elemento al geoturismo que cuenta con zonas de reforestación en la parte sur del domo y las condiciones para realizar visitas es factible, se podrían incorporar materiales o anuncios sobre la representatividad del sitio respecto a la caldera ya que esta geoforma es resultado de los procesos de reactivación volcánica, además por sus características referidas a los procesos erosivos, formas circulares, cárcavas, escalonamientos e intemperismo del suelo en el mismo sitio lo cual lo hace más completo en contenido desde su origen hasta la dinámica que se sigue llevando a cabo.

Tabla 26: Ficha de descripción y orientación de gestión del Domo Gexca. Fuente: Elaboración propia.

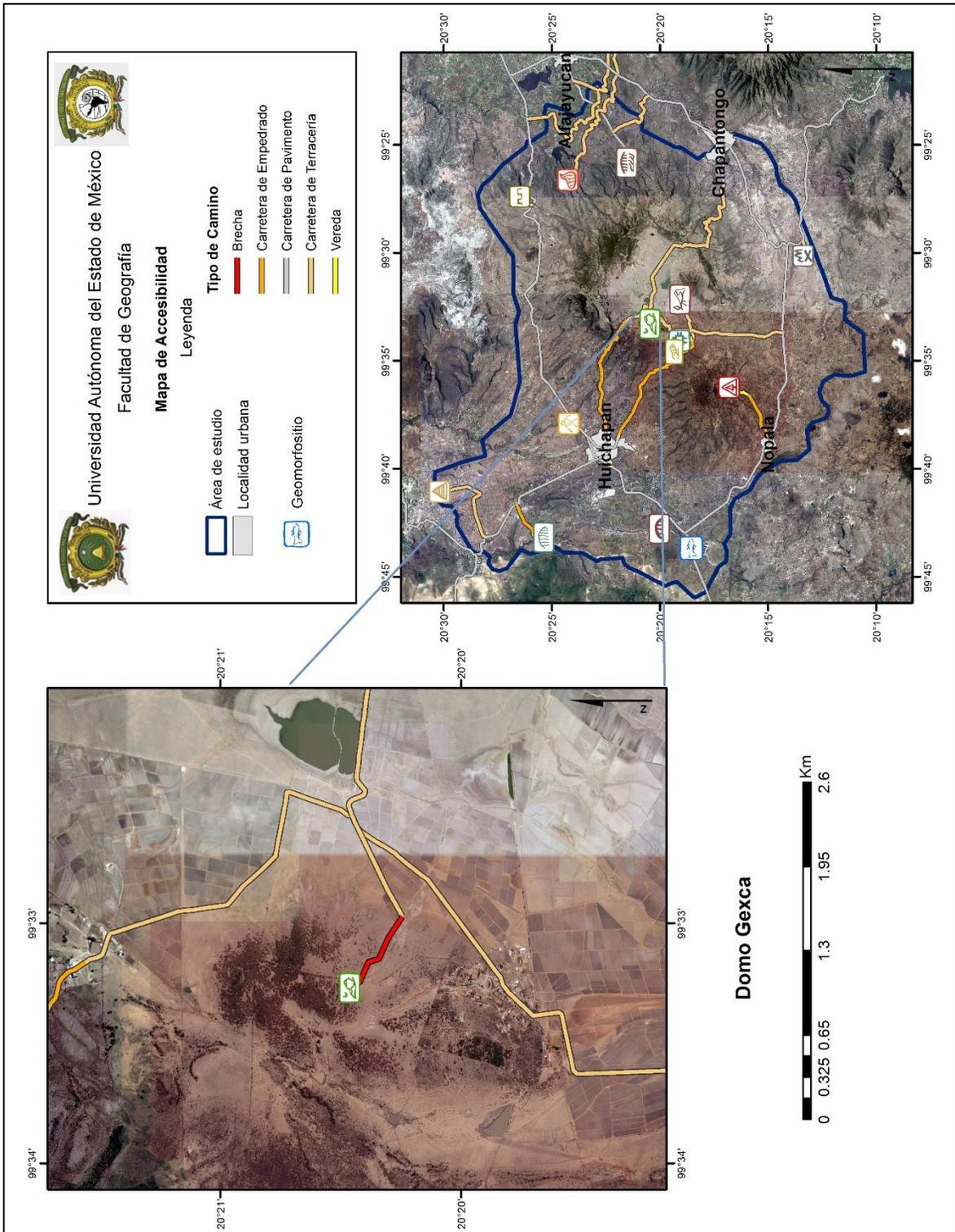


Figura 23: Mapa de accesibilidad al Geomorfofoso "Domo Gexca". Fuente: Elaboración propia a partir de la digitalización vectorial de caminos de la base satelital de Google Earth (2017).

N°: 11	Nombre: Fractura el Gavillero			
Valor		Intrínseco	Añadido	Uso
Potencialidad	Muy alto (>8 -10)			
	Alto (>6 - 8)	8,0		7,7
	Medio (>4 - 6)			
	Bajo (>2 - 4)		2,8	
	Muy bajo (0 - 2)			

Fotografías:



Descripción general y orientaciones de gestión:

Esta fractura tiene un potencial alto en cuanto a valores intrínsecos, centro de su contenido geológico observan en las paredes los materiales arrojados por la caldera, basalto, andesita, arena y ceniza, además el cauce muestra material sedimentario, derrame lávico y procesos erosivos entre el agente agua con las rocas de la superficie.

La utilidad del sitio como recurso geoturístico podría destinarse sobre caminatas guiadas y explicaciones sobre las condiciones físicas, referente a la geoconservación el espacio está dentro de una zona de preservación de fauna silvestre, sería conveniente promover el sitio con señalamientos sobre la carretera y desarrollarlo como parque Ecoturístico donde la población local se incorpore y ejerza actividades enfocadas a la promoción de servicios para el turismo.

Tabla 27: Ficha de descripción y orientación de gestión de la Fractura el Gavillero. Fuente: Elaboración propia.

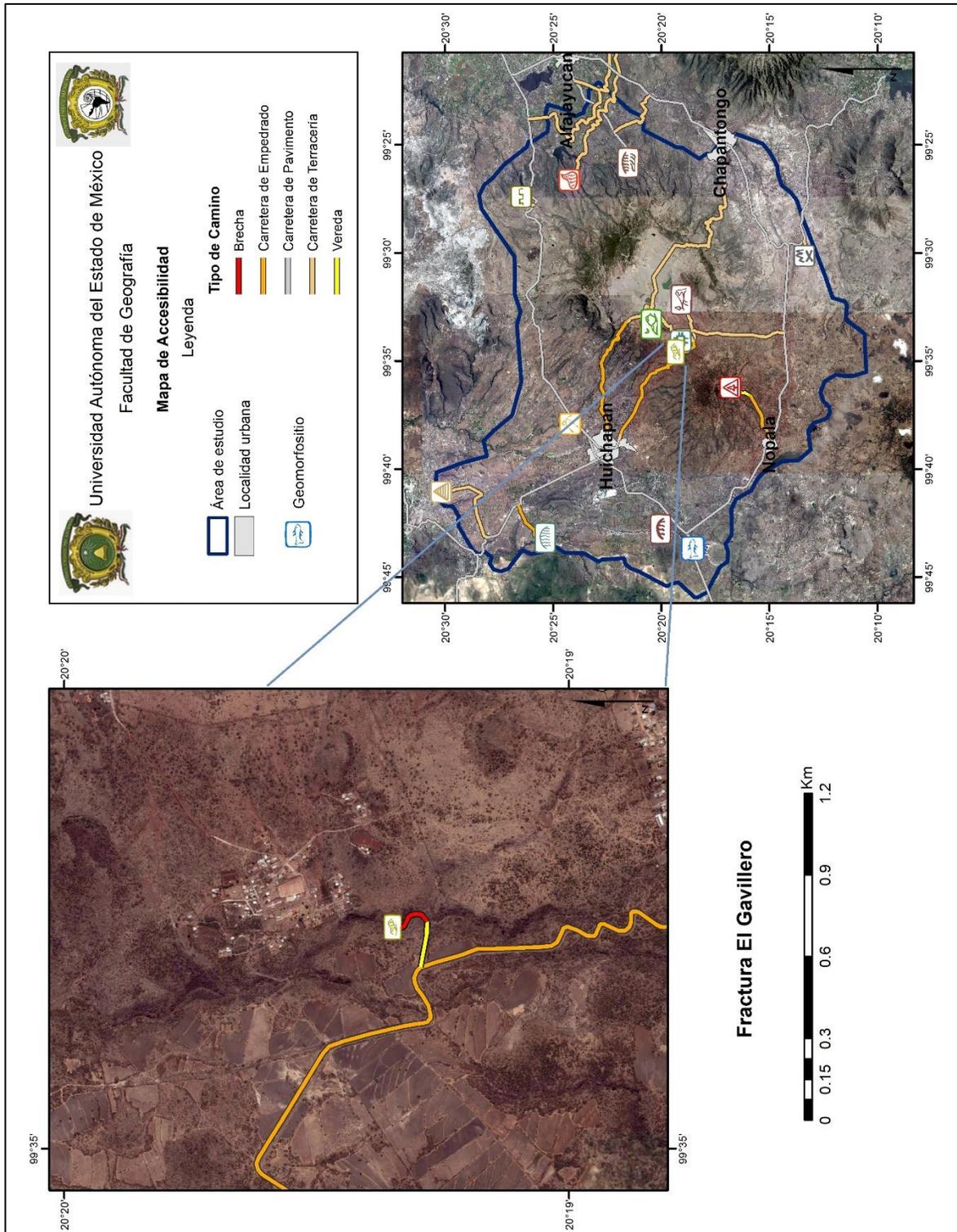


Figura 24: Mapa de accesibilidad al Geomorfosito "Fractura El Gavillero". Fuente: Elaboración propia a partir de la digitalización vectorial de caminos de la base satelital de Google Earth (2017).

N°: 12	Nombre: Lineamiento Math			
Valor		Intrínseco	Añadido	Uso
Potencialidad	Muy alto (>8 - 10)			9,4
	Alto (>6 - 8)			
	Medio (>4 - 6)	5,2		
	Bajo (>2 - 4)		3,4	
	Muy bajo (0 - 2)			

Fotografías:



Descripción general y orientaciones de gestión:

Aunque la potencialidad de elementos geomorfológicos no tiene un valor alto de representatividad este sitio cuenta con condiciones para ser promovido por la apreciación del paisaje en donde es notable un valle y las paredes del terreno muestran una estética singular, además las condiciones de accesibilidad al sitio son factibles y puede ser fomentado por la población local y usado como recurso geoturístico por la estética y estructura del terreno.

Este sitio puede ser promocionado como zona de relax debido a que no hay alteraciones ni usos antrópicos dentro del espacio lo cual genera comodidad de tranquilidad, también se podrían llevar a cabo caminatas guiadas y explicación del relieve en cuanto a su estructura.

Tabla 28: Ficha de descripción y orientación de gestión del Lineamiento Math. Fuente: Elaboración propia.

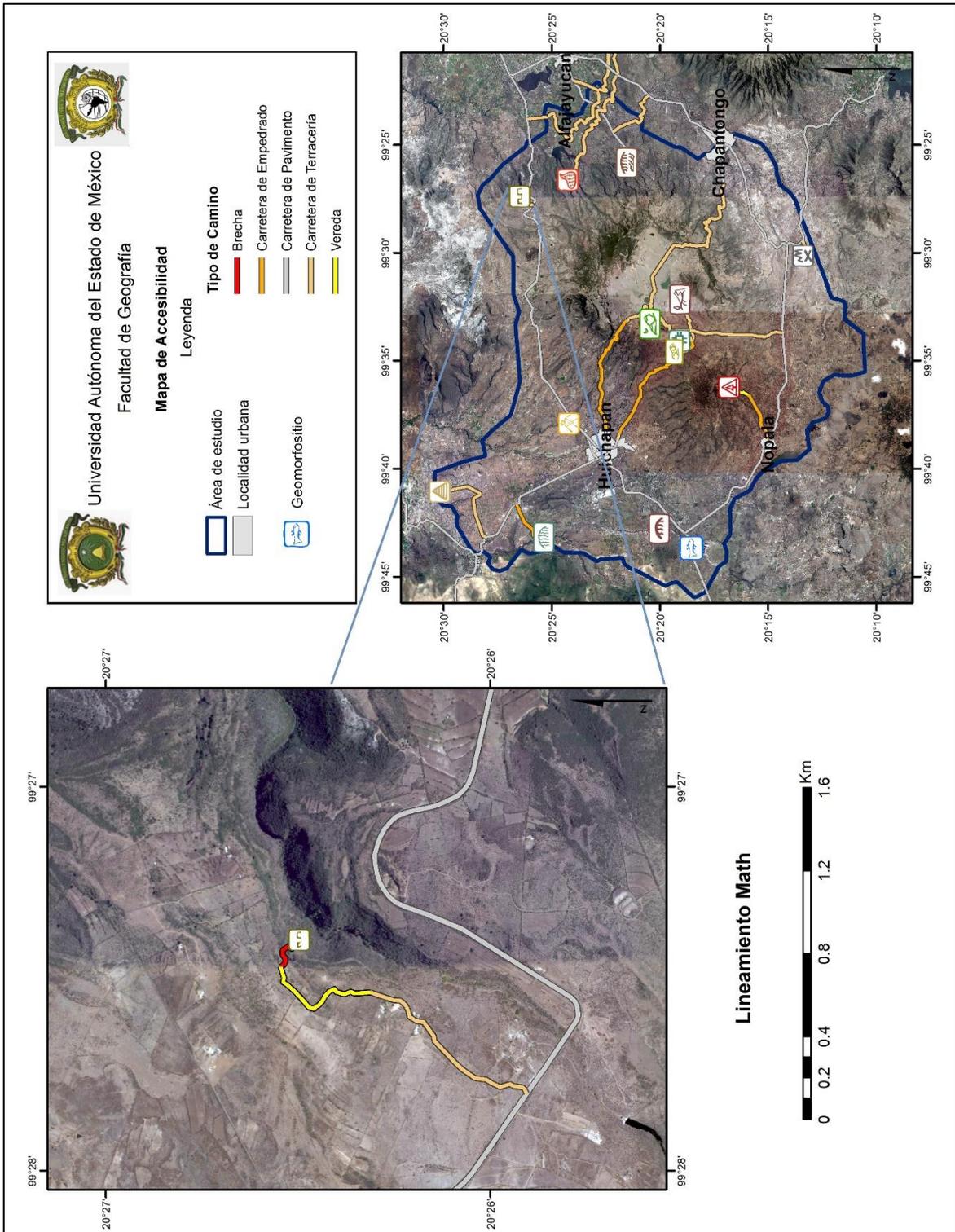


Figura 25: Mapa de accesibilidad al Geomorfofoso "Lineamiento Math". Fuente: Elaboración propia a partir de la digitalización vectorial de caminos de la base satelital de Google Earth (2017).

N°: 13	Nombre: Derrame andesítico - piroclástico			
Valor		Intrínseco	Añadido	Uso
Potencialidad	Muy alto (>8 -10)			
	Alto (>6 - 8)	6,2		7,2
	Medio (>4 - 6)			
	Bajo (>2 - 4)		3,5	
	Muy bajo (0 - 2)			

Fotografías:



Descripción general y orientaciones de gestión:

Dentro de este sitio existe potencial geológico y geomorfológico de alto contenido donde se observan diferentes características estructurales, por lineamientos del terreno que surgen desde los bordes externos de la caldera, estratos que muestran el material expulsado por los procesos volcánicos, edificios volcánicos y el derrame lávico de andesitas y piroclastos que presentan plegamiento en algunas zonas y son muy notorios, todo esto se incorpora en los procesos de formación y dinámica que tuvo la caldera.

En este sitio ya se llevan a cabo estrategias de geoconservación con la introducción de especies faunísticas para su preservación que el ecosistema alberga condiciones favorables de hábitat, solo sería cuestión de integrar los aspectos físicos por medio de la definición de rutas de caminata para conocer y apreciar los diferentes elementos físicos llevada a cabo por guías y adaptar miradores en zonas específicas para la observación del paisaje.

Tabla 29: Ficha de descripción y orientación de gestión del Derrame andesítico-piroclástico. Fuente: Elaboración propia.

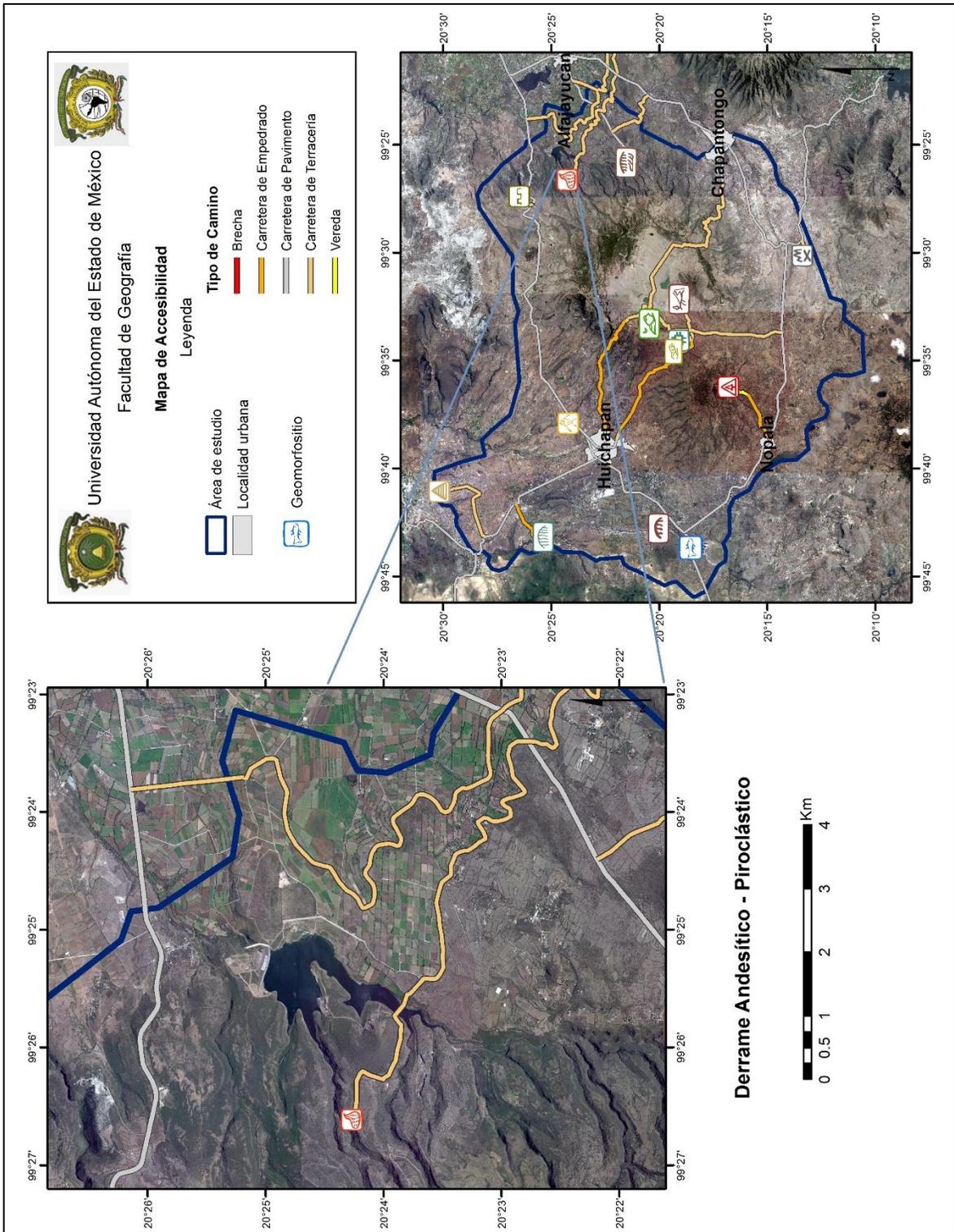


Figura 26: Mapa de accesibilidad al Geomorfosito "Derrame Andesítico - Piroclástico". Fuente: Elaboración propia a partir de la digitalización vectorial de caminos de la base satelital de Google Earth (2017).

N°: 14	Nombre: Falla el Sabino			
Valor		Intrínseco	Añadido	Uso
Potencialidad	Muy alto (>8 -10)			
	Alto (>6 - 8)	7,2		7,7
	Medio (>4 - 6)			
	Bajo (>2 - 4)		3,2	
	Muy bajo (0 - 2)			

Fotografías:



Descripción general y orientaciones de gestión:

La potencialidad geomorfológica de este sitio es alta por el contenido geológico referido a las características estructurales del terreno por lineamientos y por la falla, en las paredes se observan diferencias de material en cada escarpe, por un lado derrames lávicos de andesitas y piroclastos y por el otro los estratos muestran material basáltico, arenoso y de ceniza volcánica, dentro de este espacio no hay impactos por actividades antrópicas por lo cual beneficiaría a la promoción del sitio y fomento de geoturismo donde se podría incorporar material didáctico que explique el contenido geológico y geomorfológico de los escarpes, zonas recreativas y guías por parte de la población local.

Tabla 30: Ficha de descripción y orientación de gestión de la Falla el Sabino. Fuente: Elaboración propia.

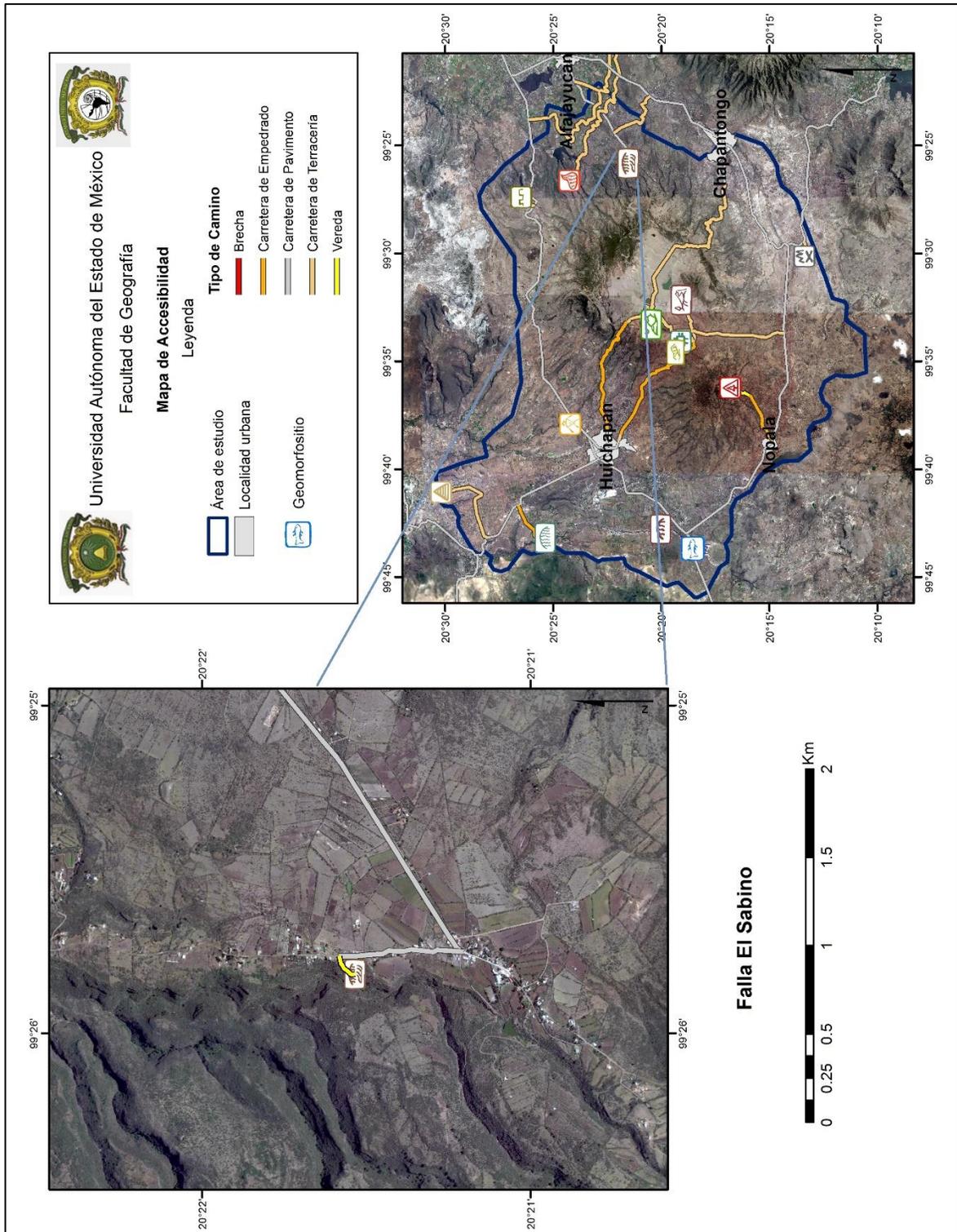


Figura 27: Mapa de accesibilidad al Geomorfofotito "Falla El Sabino". Fuente: Elaboración propia a partir de la digitalización vectorial de caminos de la base satelital de Google Earth (2017).

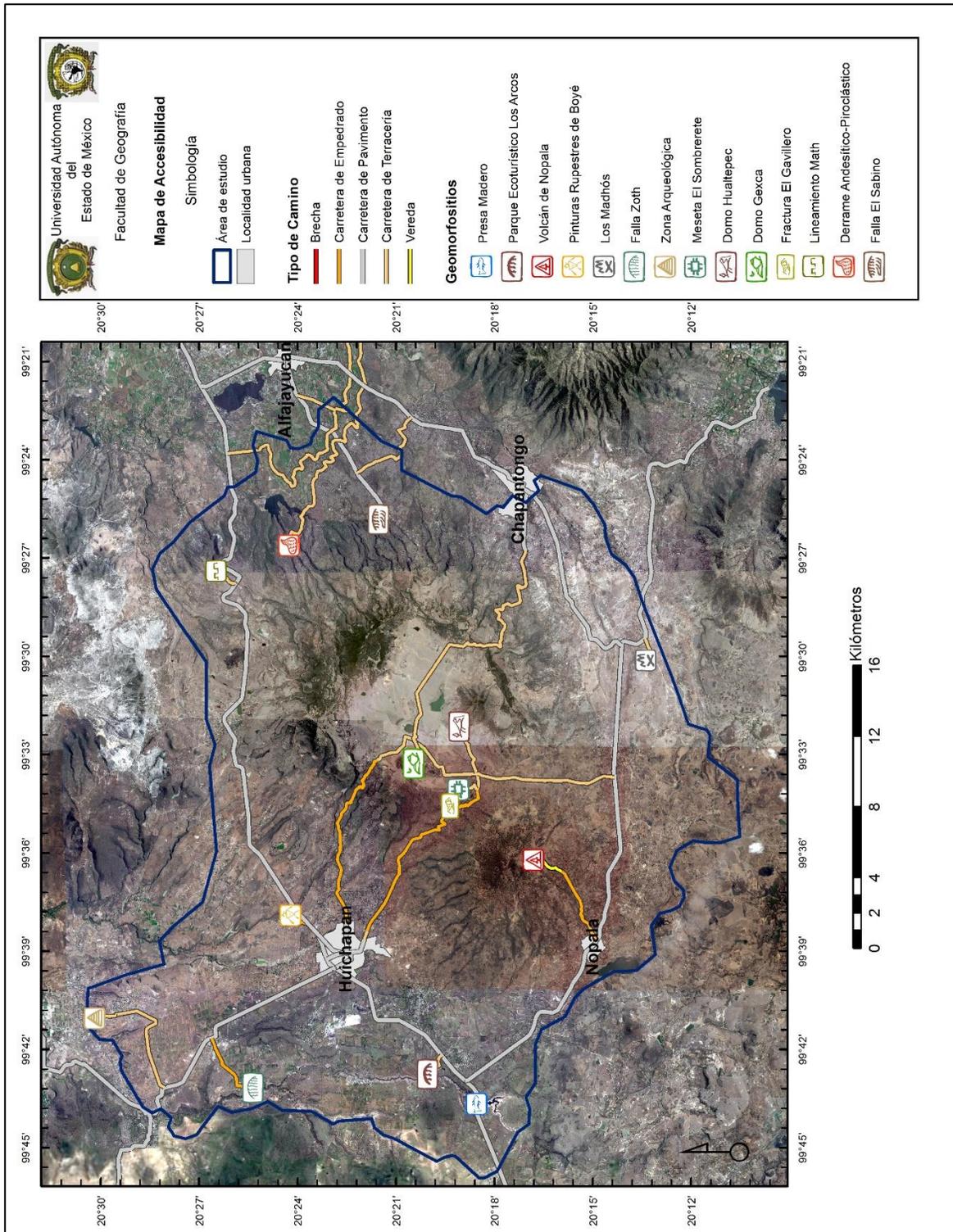


Figura 28: Mapa de accesibilidad general propio de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia a partir de la base de Google Earth (2017). Se incorporó este mapa para tener una perspectiva propia de la zona de estudio y de los Geomorfositos.

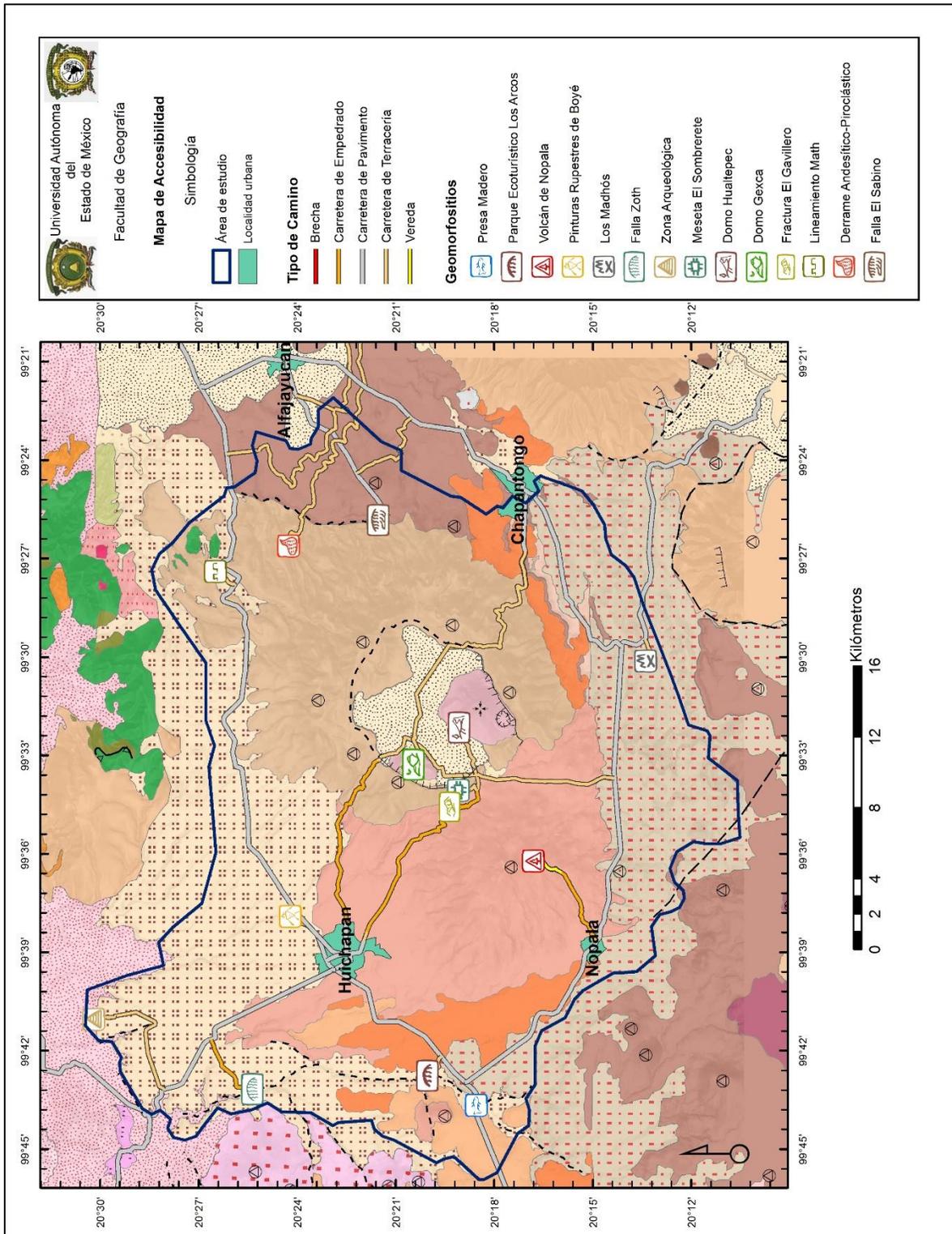


Figura 29: Mapa general de accesibilidad y panorama geológico de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia a partir de la digitalización vectorial de caminos y geología elaborada en el mapa geológico anterior.

Análisis espacial de la potencialidad de los Geomorfositos

Los resultados finales adquirieron diferentes niveles de acuerdo a la escala de potencialidad, por ello se incorporan los Geomorfositos con sus respectivos valores obtenidos en un diferente apartado para después realizar un análisis detallado junto con un mapa de histogramas que se construyó de la zona de estudio.

Nombre del Geomorfosito	Identificador numérico
Presa Madero	1
Parque Ecoturístico los Arcos	2
Volcán de Nopala	3
Pinturas rupestres de Boyé	4
Los Madhós	5
Falla Zoth	6
Zona Arqueológica	7
Meseta el Sombrero	8
Domo Hualtepec	9
Domo Gexca	10
Fractura el Gavillero	11
Lineamiento Math	12
Derrame andesítico-piroclástico	13
Falla el Sabino	14

Tabla 31: Geomorfosito con su identificador. Fuente: Elaboración propia.

Valoración	Cantidad de Geomorfositos	Identificador del Geomorfosito
Muy alta (8-10)	2	3, 11
Alta (6-8)	5	5, 6, 10, 13, 14
Media (4-6)	6	1, 2, 4, 8, 9, 12
Baja (2-4)	1	7
Muy Baja (0-2)		
Total de Geomorfositos	14	

Tabla 32: Identificación de los Geomorfositos según su valor intrínseco. Fuente: Elaboración propia.

Valoración	Cantidad de Geomorfositos	Identificador del Geomorfosito
Muy alta (8-10)	1	7
Alta (6-8)	2	2, 9
Media (4-6)	5	1, 3, 4, 8, 10,
Baja (2-4)	6	5, 6,11, 12, 13, 14
Muy Baja (0-2)	0	
Total de Geomorfositos	14	

Tabla 33: Identificación de los Geomorfositos según su valor añadido. Fuente: Elaboración propia.

Valoración	Cantidad de Geomorfositos	Identificador del Geomorfosito
Muy alta (8-10)	5	2, 7, 9, 12, 13
Alta (6-8)	9	1, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 14
Media (4-6)	0	
Baja (2-4)	0	
Muy Baja (0-2)	0	
Total de Geomorfositos	14	

Tabla 34: Identificación de los Geomorfositos según su valor de uso y gestión. Fuente: Elaboración propia.

La potencialidad de los Geomorfositos en cuestiones intrínsecas está con una valoración alta en los siguientes: 3 (Volcán de Nopala), 11 (Fractura el Gavillero) y el 14 (Falla Zoth), los demás sitios están entre los valores medios y bajos, esto quiere decir que la potencialidad geomorfológica no es tan potencial debido a que no en todos los sitios se encuentran condiciones relevantes en cuanto a diferencias de estructuras, geoformas, y propiedades genéticas que tengan una representatividad y rareza con valor alto.

Por otra parte, la potencialidad de los Geomorfositos referidas al contenido añadido y cultural sólo hay un sitio con valor alto que es el 7 (Zona Arqueológica), debido al asentamiento e historicidad de la cultura asentada sobre este espacio y al fomento turístico que tiene bajo las funciones federales, los demás sitios están entre los valores medios y altos debido a que no hay representatividad cultural y no hay fomento del turismo.

Finalmente los valores de uso referidos a las condiciones de gestión y estado de conservación de los sitios son los que tienen mayor potencialidad, sin necesidad de especificar los sitios se observa que todos están entre los valores altos y muy altos ya que en todos los sitios no hay impactos de la población que repercutan a su estado natural y las ocupaciones no alterarían su estado, cabe señalar que varios sitios tienen un uso específico referido a la geoconservación, tal es el caso del número 2 (Parque Ecoturístico los Arcos) que tiene un aprovechamiento y gestión de lugar de recreación y fomento sustentable de los recursos, 3 (Volcán de Nopala) que forma parte de una zona de manejo ambiental (UMA) de la SEMARNAT, 4 (Pinturas rupestres de Boyé) donde hay protección del sitio por parte del municipio de Huichapan, 7 (Zona Arqueológica) que es un espacio gestionado y preservado a nivel federal, 9 (Domo Hualtepec) lugar donde se introdujeron especies para su preservación y existe una protección del sitio a nivel municipal, 10 (Domo Gexca) aunque tiene impactos antrópicos por asentamientos humanos e infraestructura, una parte del área está destinada al desarrollo de la reforestación por parte de la SEMARNAT y 11 (Fractura el Gavillero) que también pertenece a una zona de preservación de especies de fauna.

Los Geomorfositos evaluados en la zona de estudio no presentan condiciones potenciales en cuanto a la geomorfología ya que sólo existen tres con valores altos, sin embargo, la gestión de los sitios es adecuada y no hay impactos dentro de cada uno, no se cumplen con las condiciones para Geoparque pero sí para otra gestión y promoción del geoturismo.

A continuación se muestra un mapa de Histogramas de los Geomorfositos evaluados en la zona de estudio para corroborar los valores potenciales en cada uno de sus apartados, así mismo para tener en cuenta la espacialidad que tienen, es decir, no se cumplen con las condiciones para proponer el lugar como Geoparque pero sí para realizar otras estrategias referidas al Geoturismo para el aprovechamiento de los recursos geológicos y geomorfológicos, además para promover el paisaje de la Caldera de Huichapan ya que es desconocida por la población. La incorporación de Geomorfositos dentro de la zona de estudio puede adoptar actividades turísticas sólo con su promoción ya que integralmente los sitios están cercanos unos con otros y resultan factibles los recorridos así como las condiciones en algunos sitios en donde ya hay actividades sustentables.

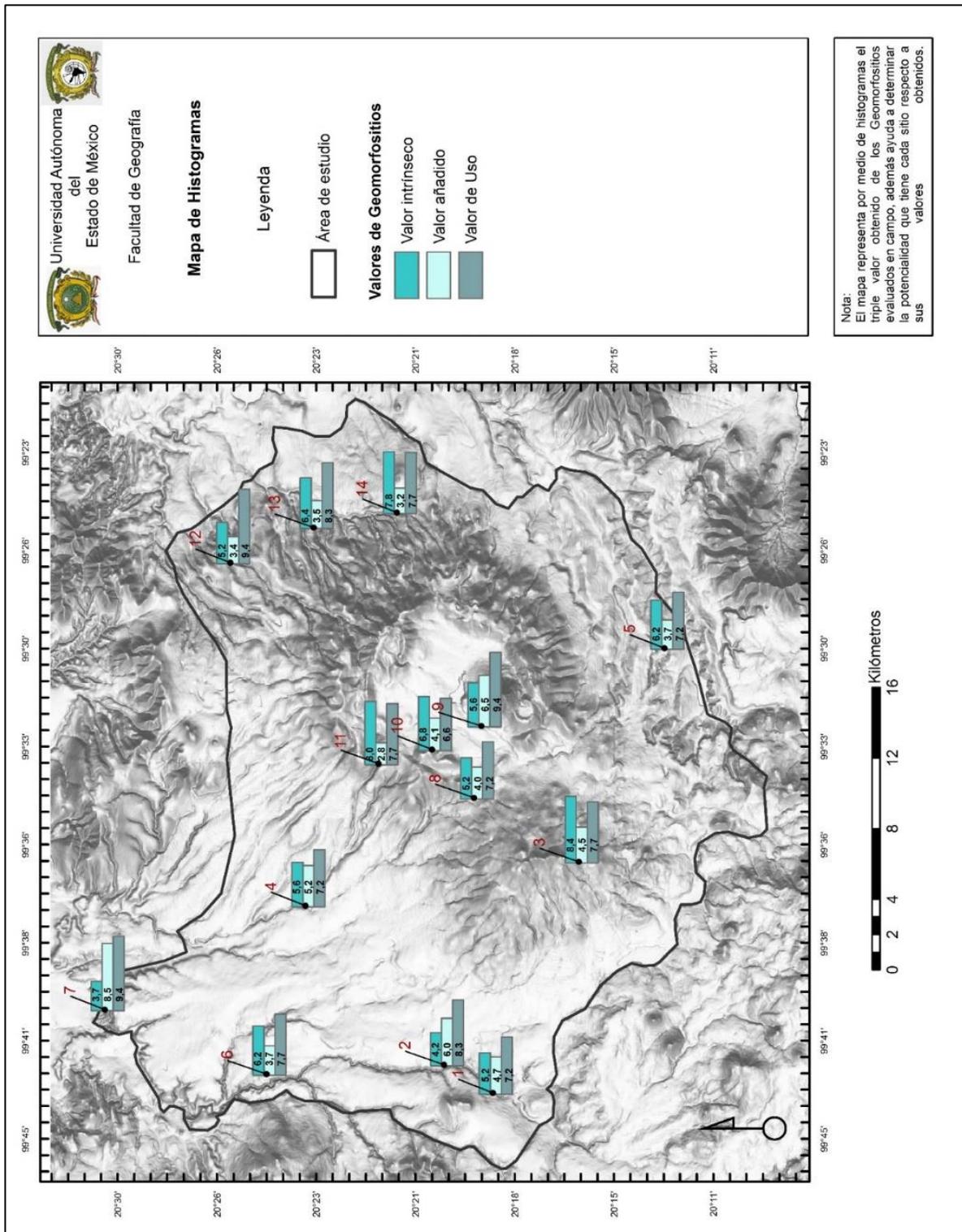


Figura 30: Mapa de histogramas que muestra los resultados finales de los Geomorfositos y que permite identificar la potencialidad de los valores a nivel espacial en la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

Los Geomorfositos son sitios de interés geomorfológico donde su representatividad y esencia está basada principalmente en las formas del relieve pero además en su contenido estético, paisajístico, cultural y pedagógico que mediante su evaluación permite desarrollar estrategias de gestión adecuadas para su preservación y utilización como recursos geoturísticos que la misma población local puede llevar a cabo para su funcionamiento y difusión mediante una preparación de trabajo y organización dada por un grupo interdisciplinario de profesionales que se encargan de desarrollar el proyecto en un lugar determinado, así mismo con la preparación científica a los pobladores respecto a la descripción de los sitios de interés basado en su contenido geomorfológico.

La potencialidad de los Geomorfositos no sólo se basa en los atributos meramente geomorfológicos y geológicos sino también en todos aquellos elementos de representatividad cultural y de gestión, por lo tanto son integrales ya que almacenan distintos atributos en un mismo sitio, respecto a esto es necesario realizar una evaluación que permita conocer los valores del contenido intrínseco, cultural y de uso y gestión para conocer si el sitio es potencial y los valores de sus atributos son altos y favorables para el desarrollo de un Geomorfosito.

En la Caldera de Huichapan se cuenta con un potencial geomorfológico por las condiciones fisiográficas donde se encuentra ya que pertenece al Sistema Volcánico Transversal caracterizado por ser una zona de actividad volcánica donde los procesos internos dieron como resultado la formación de volcanes y estructuras potenciales y de representatividad geomorfológica y geológica. De acuerdo a la relevancia geomorfológica con la que cuenta la zona de estudio es necesario que se lleven a cabo estrategias de gestión para el aprovechamiento de estos recursos. Los Geomorfositos identificados en la zona de estudio cuentan con una relevancia que puede ser aprovechada por medio de su difusión científica que genere recursos para la población local, a partir de una organización territorial de los cuatro municipios donde se realizó el trabajo (Huichapan, Nopala, Chapantongo, Alfajayucan y Tecozautla).

El potencial de la zona de estudio no sólo se basa en cuestiones intrínsecas sino en contenido cultural y de gestión ya que estos valores son potenciales y aptos para ser promovidos con la presencia de zonas donde existen estrategias sustentables de los ecosistemas con la protección e introducción de fauna y flora para su preservación. Por otro lado el contenido de historicidad y cultural es amplio ya que existen zonas arqueológicas y museos que enriquecen el contenido de los Geomorfositos y de atracción al territorio. Todo lo anterior beneficia a gestionar los sitios y lugares con potencialidad, sólo es necesario incorporar a la población el conocimiento y organización adecuada que se debe de tener en cuenta para favorecer el desarrollo de los Geomorfositos y de esta manera sea promovido al público en general pero a partir de la gestión de la población local, siendo alternativa y recurso geoturístico para que beneficie su desarrollo.

La población desconoce estas propuestas y por ello no hay oportunidad de difundir los Geomorfositos en la zona de estudio por ello es que muchos sitios pasan desapercibidos por la misma población local y no se les da una relevancia ni existe un interés hacia los sitios, de acuerdo a esto el potencial geomorfológico se puede perder por las actividades antrópicas que se generen posteriormente si no hay conciencia acerca de los recursos con los que cuentan para desarrollar alternativas de trabajo y preservación. De acuerdo a esto se deben de integrar profesionistas que elaboren los esquemas de trabajo y que sean los encargados de preparar a la población en cuestiones científicas y de organización para que efectúen estas estrategias y así sea promovido el conocimiento de los lugares de interés geomorfológico y de la misma manera se enriquezca la atracción de una zona que ofrece geoturismo y geoconservación geomorfológica que educa y difunde conocimiento científico de manera cotidiana.

Los valores obtenidos de los Geomorfositos que cuentan con mayor potencial son los referidos a uso y gestión ya que en toda la zona de estudio no hay impactos severos de la población hacia la geodiversidad y existe la preservación de plantas y animales que han sido introducidos por instituciones gubernamentales. Posterior a esto se encuentran los valores añadidos referidos al contenido cultural, los atributos históricos y fases de ocupación por culturas ancestrales permiten un contenido potencial mediante la presencia de arqueología, pinturas rupestres y lugares históricos donde se llevaron a cabo acontecimientos importantes.

Por último los valores que tienen menor valor son los intrínsecos debido a que existe una irregularidad de contenido geomorfológico potencial en los diferentes sitios de interés que se evaluaron de acuerdo a los parámetros utilizados en la metodología. Sin embargo los valores obtenidos de los Geomorfositos no representan una potencialidad alta o favorable para la propuesta o alternativa de gestión de Geoparque pero si para llevar a cabo otras alternativas de geoturismo donde los sitios no pierdan el grado de ser Geomorfositos sólo por no tener valores altos de acuerdo a la metodología. Si se puede hacer una integración del conocimiento y difusión geomorfológico mediante estrategias correctas de gestión donde la población local sea integrada para llevar a cabo actividades y donde la población aledaña aprenda nuevo conocimiento científico ya que se lleva a cabo el turismo en la zona de estudio, sólo debe de ser de mayor atractivo desde una perspectiva diferente.

Los Geomorfositos son espacios donde se integran elementos físicos geomorfológicos y geológicos que pueden ser gestionados por la población mediante actividades sostenibles y educativos. Entonces visto desde la Geografía el Geomorfosito cumple con todas las características geográficas para ser entendido ya que su promulgación y evaluación dependen de una integración de elementos y factores que actúan en un mismo sitio mediante actividades entre el hombre y la naturaleza estrechamente directas, de otra forma no habría funcionamiento y no sería posible considerarlo así, por ello también el trabajo de investigación es un ejemplo claro de transmitir el conocimiento geográfico.

RECOMENDACIONES

El trabajo de investigación sirvió de ejercicio para comprender la importancia de los Geomorfositos y así mismo para conocer la organización y la potencialidad que debe de tener un Geoparque para que sea consolidado. Es necesario que un trabajo de este tipo sea ejecutado por un equipo interdisciplinar de profesionistas ya que estos trabajos abordan varios temas para luego poder hacer una integración para beneficio de la población local.

La difusión de conocimiento geomorfológico debe ser más conocido desde la Geografía ya que muchas veces solo se hace referencia al concepto general del relieve, por tal motivo la comprensión científica carece y se desconoce en algunos casos, para esto se deben de mejorar los sistemas educativos para enriquecer las ciencias geográficas.

Las estrategias de Geoparque deben de ser introducidas al sector gubernamental y a otras dependencias institucionales ya que muchas veces aún se desconocen aún por profesionistas y por tomadores de decisiones para llevar a cabo proyectos que beneficien al medio natural, al uso de suelo y al desarrollo de las poblaciones mediante actividades encaminadas al desarrollo sustentable y geoturístico. En varias ocasiones existen las posibilidades de fomentar el geoturismo aprovechando y conservando la potencialidad del paisaje pero sin embargo la gestión de los lugares o sitios no es llevada a cabo de una buena manera por la falta de conocimiento de mejores alternativas de preservación tales como la de Geoparque.

En México hay un amplia geodiversidad y patrimonio geomorfológico por lo cual se deben de realizar trabajos de esta índole por parte de las universidades que tengan que ver con la gestión del territorio, protección de medio ambiente y las ciencias de la Tierra con mayor énfasis ya que a partir de éstas surgen los Geomorfositos así mismo con la integración de nuevas leyes de protección para áreas naturales protegidas donde se inserten o adecuen las estrategias de Geoparque y de Geomorfositos.

REFERENCIAS

Aguirre, D., y López, M. 2009. Geologic evolution of the Donguinyó-Huichapan caldera complex, central Mexican Volcanic Belt, Mexico. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 179. p. 133-148.

Aguirre, D., y López, M. 2009. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 179, p. 133-148.

Alaniz, S., Nieto, A., y Ferrari, L. 1998. Effect of strain rate in the distribution of monogenetic and polygenetic volcanism in the Transmexican Volcanic Belt. *Geology*, 26, p. 591-594.

Alaniz, S., Nieto, A., y Ferrari L. 1999. Effect of the Strain Rate in the Distribution of Monogenetic and Polygenetic Volcanism in the Transmexican Volcanic Belt. Reply to comments by M. Suter, Contreras y Gómez, Siebe et al., *Geology*, 27, p. 573-575.

Bandy, W., Mortera, C., Urrutia, J., y Hilde, T. 1995. The subducted Rivera-Cocos plate boundary: where is it, what is it and what is its relationship to the Colima rift?: *Geophysical Research Letters*, 22, p. 3,075-3,078.

Bazán, H. (2014). *La interpretación del patrimonio geomorfológico en los picos de Europa: una propuesta para su aprovechamiento didáctico y geoturístico*. Tesis doctoral. Universidad de Valladolid. Departamento de Geografía. Valladolid, España.

Brilha, J. 2002. Geoconservation and protected areas. *Environmental Conservation*, 29 (3); p. 273-276.

Brilha, J., 2005. Patrimonio Geológico y Geoconservación. En J. Brilha, *Patrimonio Geológico y Geoconservación* (pp. 183). Braga: Palimage Editores.

British Geological Survey. (2014). *Why are geodiversity conservation issues important to councillors?* Recuperado en http://www.bgs.ac.uk/planning4minerals/Geodiversity_1.htm

Carcavilla, L., López, J., y Duran, J. 2007. Patrimonio Geológico y Geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid, España, p. 360.

Carcavilla, L., De la Hera, A., Durán, J., Gracia, F., Pérez, A., y Robledo P. (2008a). El papel de la geología y la geomorfología en la Directiva Hábitats de la Unión Europea. In: J. Benavente., y F. Gracia (Ed.), *Comunicaciones de la XII Reunión Nacional de Geomorfología*, Cádiz, p. 431–434.

Carcavilla, L., López, J., y Duran J. 2010. Geodiversidad: concepto y relación con el patrimonio geológico.

Carmichael, I., Lange, R., y Luhr, J. 1996. Quaternary minettes and associated volcanic rocks of Mascota, western Mexico—a consequence of plate extension above a subduction modified mantle wedge: *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 124, p. 302-333.

Cendrero, A., 1996. El patrimonio geológico. Ideas para su protección, conservación y utilización. *Serie monografías. Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente, Madrid*, p. 17-28.

De Bolos, M. (1981). La problemática actual de los estudios de Paisaje integrado. *Revista de Geografía*. Universidad de Barcelona, Departamento de Geografía, Barcelona, España, vol. XV, p. 45-68.

De Bolos, M., Tura, M., Estruch, X., Pena, R., Ribas, J., y Soler, J. (1992). *Manual de Ciencia del paisaje: Teoría, métodos y aplicaciones*. Barcelona: Ed. Massons, p. 273.

Demant, A. (1978). Características del Eje Neovolcánico Transmexicano y sus problemas de interpretación. *Revista del Instituto de Geología, UNAM*, vol. 2, 2, p. 172-187.

Demant, A. (1979). Vulcanología y petrografía del sector occidental del Eje Neovolcánico *Revista del Instituto de Geología, UNAM*, vol. 3, p. 39-57.

Demant, A. (1982). Interpretación Geodinámica del Volcanismo del Eje Neovolcánico Transmexicano. *Revista del Instituto de Geología, UNAM*, vol. 5, 2, p. 217-222.

Dowling, R. & Newsome, D. 2006. Geotourism. Oxford, Elsevier Butterworth-Heinemann. Xxviii, p. 260.

Ferrari, L., Conticelli, S., Vaggelli, C., Petrone, C., y Manetti, P. 1999. Late Miocene mafic volcanism and intra-arc tectonics during the early development of the Trans-Mexican Volcanic Belt: Tectonophysics, en prensa.

Ferrari, L., Garduño, V., Pasquarè, G., y Tibaldi, A. 1994a. Volcanic and tectonic evolution of Central Mexico-Oligocene to Present: *Geofísica Internacional*, 33, p. 91-105.

Ferrari, L., Nelson, S., Rosas, J., y Venegas, S. 1997. Tectonics and volcanism of the western Mexican Volcanic Belt: Magmatism and Tectonics of central and northwestern Mexico. A selection of the 1997 IAVCEI General Assembly Excursions. *Instituto de Geología, UNAM*, p. 85-129.

Ferrari, L., Pasquarè, G., Venegas, S., Castillo, D., y Romero, F. 1994b. Regional tectonics of western Mexico and its implications for the northern boundary of the Jalisco Block: *Geofísica Internacional*, 33, p. 139-151.

Ferrari, L. 1995. Miocene shearing along the northern boundary of the Jalisco block and the opening of the southern Gulf of California: *Geology*, 23, p. 751-754.

Ferrari, L. (2000). Avances en el conocimiento de la Faja Volcánica Transmexicana durante la última década. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Instituto de Geología UNAM*, vol. 53.

Ferrari, L. 2011. Tectónica y Volcanismo en el Cinturón Volcánico Trans-Mexicano. Centro de Geociencias e Instituto de Geología. UNAM.

Ferriz, H., y Mahood, G. 1986. Volcanismo riolítico en el Eje Neovolcánico Mexicano: *Geofísica Internacional*, México, vol. 25, 1, p. 117-156.

Gallego, E., y García, A. (1996). Patrimonio Geológico y espacios naturales protegidos. *Geogaceta*, 19, p. 202-206.

García, F., y Urrutia, J. 1997. Crustal structure of the Arteaga Complex, Michoacán, Southern Mexico, from gravity and magnetics: *Geofísica Internacional*, 36, p. 235-244.

Garrido A. (2004). *A GIS-oriented method for landscape evaluation within the framework of Geopark. A case study of the "Pico de Tancitaro" area in central Mexico*. Tesis de Maestría en Ciencias, Publicada por: International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC). Enschede, Países Bajos, p. 152.

Giménez, G., y Héau, C. 2007. El desierto como territorio, paisaje y referente de identidad. *Culturales*, 3, 5, p. 7-42.

González, M., Serrano, E., y Gonzeles, M. (2014). Lugares de interés geomorfológico, geopatrimonio y gestión de espacios naturales protegidos: el Parque Natural de Valderejo (Ávala, España). *Revista de Geografía Norte Grande*, 59. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

González, J. 2006. *El macizo central de los Picos de Europa: geomorfología y sus implicaciones geoecológicas en la alta montaña cantábrica*. Tesis de doctorado, Universidad de Cantabria, Santander.

Gray, M. 2004. *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. England: John Wiley and Sons, p. 434.

Gunn, B., y Mooser, F. 1970. Geochemistry of the volcanics of central Mexico: *Bull. Volcanol.*, vol. 34, p. 577-616.

Guzman, R., y Fernández, A. 2002. El turismo desde la geografía. *Biblio 3W, Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, Universidad de Barcelona, vol. 7, 365. <http://www.ub.es/geocrit/b3w-365.htm> [ISSN 1138-9796]

Guzman, A. 1997. Turismo desde la geografía. Vera Fernando J. (Coord.). Análisis territorial del turismo. *Revista bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, Universidad de Barcelona ISSN: 1138-9796. Depósito Legal: B. 21, p. 742-98, vol. 7, 365, 13 de abril de 2002.

Herrera, J., y Milán, M. 1981. Estudio geológico de las zonas geotérmicas de Yesthó, Pathé y Taxidó, estados de Hidalgo y Querétaro: Comisión Federal de Electricidad, Informe interno, p. 13-81 (inédito).

Hevia, J. 2014. Geoconservación y turismo en Ciudad Bolívar: posibilidad de su patrimonio geológico. *Revista espacio*, vol. 35 (Nº 1-Especial). Año 2014. INEGI, 2015. Datos vectoriales de Huichapan, carta topográfica digital topográfico.

Lange, R., y Carmichael, I. 1991. A potassic volcanic front in western Mexico-lamprophyric and related lavas of San Sebastian: *Geological Society of America Bulletin*, 103, p. 928-940.

Linton, D. (1968). The assessment of scenery as a natural resource, *Scottish Geographical Magazine*, vol. 84, 3, p. 219-238.

Lugo, J., Ortiz, M., Bocco, G., y Palacio, J. 1998. La geomorfología en México, memorias de la V Reunión Nacional de Geomorfología, 21 al 25 de septiembre, Facultad de Ciencias. UNAM, México, p. 19-21.

Lugo, J. 1988. Elementos de Geomorfología Aplicada (Métodos Cartográficos). Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía, p. 128.

Luhr, J. 1997, Extensional tectonics and the diverse primitive volcanic rocks in the western Mexican Volcanic Belt: *The Canadian Mineralogist*, 35, p. 473-500.

Marquez, A., Oyarzun, R., Doblas, M., y Verma, S. 1999. Alkalic (OIB type) and calc-alkalic volcanism in the Mexican Volcanic Belt: a case for plume-related magmatism and propagating rifting at an active margin?: *Geology*, vol. 27, p. 51-54.

Mercado, M. 1999. Patrimonio Geológico de Colombia: una propuesta preliminar para su inventario. *III international Symposium PROGEO on the Conservation of the Geological Heritage*, p. 13 (inédito).

Milán, M., Yáñez, C., Navarro, I., Verma, S., y Carrasco, G. 1993. Geología y geoquímica de elementos mayores de la Caldera de Huichapan, Hidalgo, México. *Geofísica Internacional (México)*, vol. 32, 2, p. 261-276.

Nowlan, S., Bobrowsky, P., y Clague, J. (2004). *Protection of geological heritage: a North American perspective on Geoparks*, Episodes, vol. 27, 3.

Nichols, C. (1970). *The geology and geochemistry of the Pathé geothermal zone, Hidalgo, Mexico: Oklahoma, The University of Oklahoma Dissertation* doctoral, p. 178 (inédita).

Nieto, L. (2001). Geodiversidad: propuesta de una definición integradora. *Boletín Geológico y Minero*, vol. 112, 2, p. 3-12.

Ortega, F., Ruiz, J., y Centeno, E. 1995. Oaxaquia, a Proterozoic microcontinent accreted to North America during the late Paleozoic: *Geology*, vol. 23, p. 1,127-1,130.

Panizza, M., y Piacente, S. (1993). Geomorphological assets evaluation. - In: *Zeitschrift für Geomorphologie*, N.F., Suppl. Bd. 87:13-18.

Panizza, M. y Piacente, S. (2003). *Geomorfologia culturale*. - Bologna: Pitagora.

Panizza, M. (2001). Geomorphosites: Concepts, methods and examples of geomorphological survey. *chineses science bulletin*, vol.46, p. 4-6.

Pardo, M., y Suárez, G. 1993. Steep subduction geometry of the Rivera plate beneath the Jalisco block in western Mexico: *Geophysical Research Letters*, 20, p. 2,391-2,394.

Pardo, M., y Suárez, G. 1995. Shape of the subducted Rivera and Cocos plates in southern Mexico: seismic and tectonic implications: *Journal of Geophysical Research*, 100, p. 12,357-12,373.

Pralong, J. 2003. Valorisation et vulgarisation des Sciences de la Terre: les concepts de temps et d'espace et leur application à la randonnée pédestre, in: *Géomorphologie et Tourisme*, Actes de l'Assemblée annuelle de la Société Suisse de Géomorphologie (SSGm), Finhaut (CH), 21-23 septembre 2001, Eds. E. Reynard, C. Holzmann, D. Guex, N. Summermatter, p. 115-127.

Reynard, E. 2003. Géomorphosites et paysages. *Geomorphologie. Relief, processus, environnement*. 3, p. 181-188.

Reynard, E. 2003. Welcoming Address. En *Geomorphological sites: assessment and mapping*. Cagliari, Italy: Università degli Studi di Cagliari International Association of Geomorphologists. Asociación Internacional de Geomorfólogos.

Reynard, E. 2004. Geosite. In: *Encyclopedia of geomorphology*. Goudie, A., Routledge, London, p. 440.

Reynard, E. 2004. Géotopes, géomorphosites et paysages géomorphologiques. En E. Reynard, y J. Pralong (Eds.), *Paysages Géomorphologiques* (pp. 123-136), Lausana: Université de Lausanne.

Reynard, E. 2004. La géomorphologie et la création des paysages. En E. Reynard, y J. Pralong (Eds.), *Paysages Géomorphologiques* (pp. 9-20), Lausana: Université de Lausanne.

Reynard, E., y Panizza, M. 2007. Geomorphosites: definition, assessment and mapping. *Géomorphologie: relief, processus, environnement*, p. 177-180.

Reynard, E. (2009), Geomorphosites: definition and characteristics, En: E. Reynard, P. Coratza, G. Regolini, (2009), *Geomorphosites* (pp. 9-20). Verlag, Dr. Friedrich Pfiel, München,

Ros, F. 2006. Tristes tópicos sobre el turista inocente. *Revista Gazeta*, 26 ISSN 0214-7564.

Rosas, J., Ferrari, L., Garduño, V., y Urrutia, J. 1996. Continental boundaries of the Jalisco block and their influence in the Pliocene-Quaternary kinematics of western Mexico: *Geology*, 24, 10, p. 921-924.

Salgado, E. 2012. Guía para elaborar citas y referencias en formato APA. ULACIT, Costa Rica. Recuperado de <http://www.apastyle.org>

Santos, M. 1982. *Pensando o espaço do homem*. Editorial Oikos-tu. Barcelona, España.

Santoyo, E., Ovando, E., Mooser, F., y León, E. (2005). *Síntesis Geotécnica de la Cuenca del Valle de México*. D. F., México: Editorial TGC.

Sarmiento, G. 2005. Aspectos Socioeconomicos del Patrimonio Geologico. Libro de Resúmenes del IV Seminario de Recursos Geologicos, Ambiente e Ordenamiento de Territorio, Vila Real.

Schilling, M. 2007. Geoparques y geositos: posibilidades de educación, difusión y valoración del patrimonio geológico a través del Geoturismo en Chile. *Revista Ecoengen*, 7, p. 19-27.

Segerstrom, K. 1961. Geología del suroeste del Estado de Hidalgo y del Noreste del Estado de México: *Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*, vol. 13, 3-4, p. 147-168.

Segerstrom, K. 1962. Geology of south-central Hidalgo and northeastern Mexico: *U.S. Geological Survey Bulletin*, vol. 1104-C, p. 87-149.

Serrano, E., y González, J. 2005. Assessment of geomorphosites in natural protected areas: the Picos de Europa National Park (Spain). *Geomorphologie: relief, processus, environnement*, 3, p. 197-208.

Serrano, E., y González, L. (2004). Geomorphology and landscape analysis of the Natural Protected area of Ebro and Rudrón canyons (Castilla y León, Spain). En *Proceeding 32 International Geological Congress. Workshop on Geomorphosites*. I.U.G.S., Florencia, p. 137-138.

Serrano, E., y Ruiz, P. (2007). *Geodiversidad: concepto, evaluación y aplicación territorial. El caso de Tierras Caracena (Soria)*, en *Boletín de la A.G.E.* 45, p. 79-98.

Sharples, C. 2002. *Concepts and principles of Geoconservation*. Disponible en: *Tasmanian Parks y Wildlife Service Websit*. Recuperado de [http://www.dpiw.tas.gov.au/inter.nsf/Attachments/SJON57W3YM/\\$FILE/geoconservation.pdf](http://www.dpiw.tas.gov.au/inter.nsf/Attachments/SJON57W3YM/$FILE/geoconservation.pdf).

Silva, L., y Córdoba, D. (1996). Vulcanismo explosivo al norte y oeste de la Ciudad de Tula, Estado de Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, UNAM, vol. 13, 1, p. 52-64.

Silva, L. (1979). Contribution a la connaissance de l'Áxe Volcanique Transmexicain; étude géologique et pétrologique des laves du Michoacán oriental: Marsella, Tesis Doctoral. Univ. Aix-Marseille III, p. 230.

Silva, L. 1991. Caldera de Huichapan o del Astillero. Excursión geológica, Instituto de Geología, UNAM, p. 18.

Silva, R. (2004). Redes socio-institucionales, dinámica innovadora y disfunciones territoriales en los sistemas agrocomerciales andaluces. *Revista de Estudios Regionales*, 70, p. 13-40.

Suter, M., Carrillo, M., López, M., y Farrar, E. 1995b. The Aljibes halfgraben, active extension at the boundary between the trans-Mexican Volcanic Belt and the southern Basin and Range. *Geological Society of America Bulletin*, 107, p. 627-641.

Suter, M., Quintero, O., López, M., Aguirre, G., y Farrar, E. 1995^a. The Acambay graben—active intra-arc extension in the Trans-Mexican Volcanic Belt, Mexico: *Tectonics*, 14, p. 1,245-1,262.

Suter, M., Quintero, O., y Johnson, C. 1992. Active faults and state of stress in the central part of the Mexican Volcanic Belt—the Venta de Bravo fault: *Journal of Geophysical Research*, 97, p. 11,983-11,994.

UNESCO. (2010). *Guidelines and Criteria for National Geoparks seeking UNESCO's assistance to join the Global Geoparks Network (GGN)*, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO).

UNESCO. (2016). *Ciencias de la Tierra para la sociedad*. Recuperado de <http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/earth-sciences/global-geoparks/some-questions-about-geoparks/what-is-a-global-geopark/>

UNESCO. (2016). *Geoparques*. Recuperado de <http://www.ugr.es/~mlamolda/PICG/geoparque.html>

UNESCO. (2016). Global Geoparks. Recuperado de <http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/earth-sciences/global-geoparks/>

UNESCO. (2016). *Red mundial de Geoparques*. Recuperado de UNESCO, Ciencias de la Tierra para la sociedad <http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/earth-sciences/global-geoparks/>

Urrutia, J., y Flores, J. (1996). Bouguer gravity anomalies and regional crustal structure in central Mexico: *International Geology Review*, vol. 38, p. 176-194.

Verma, S., y Nelson, S. 1989. Isotopic and trace element constraints on the origin and evolution of alkaline and calcalkaline magmas in the northwestern Mexican Volcanic Belt: *Journal of Geophysical Research*, vol. 94, p. 4,531-4,544.

Wilson, C. (Ed.). 1994. *Earth Heritage Conservation*. Milton Keynes, UK: The Open University, p. 272.

Yáñez, C. 1984. Exploración geológica de la caldera de Huichapan, Estado de Hidalgo, Resúmenes de la Sociedad Geológica Mexicana, Convención Geológica Nacional, 7, p. 171-173 (resumen).

ANEXOS

A continuación se muestran las matrices obtenidas del trabajo de campo con la descripción y los valores obtenidos de los Geomorfositos evaluados:

LUGAR DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO: DESCRIPCIÓN			
Identificación	Nombre: Presa Francisco Madero	Lugar: Llano Largo	Nº: 1
Situación	Territorio municipal: Huichapan	Coordenadas: N: 20°18'34" W: 99°43'37"	Altitud: 2169
Geomorfología	Tipo de Geomorfosito:	Lugar singular Descripción: Presa cuya disposición y estructura está determinada por condiciones tectónicas, además el modelado erosivo del material al borde presenta morfología en bloques circulares.	
	Génesis	El origen de la presa está determinado por las condiciones morfoestructurales del terreno y de acuerdo al material geológico, la primer etapa fue de sedimentación y acumulación y posteriormente consolidación de toba por un lado y por el otro el material es basalto, producto de las emisiones volcánicas de los aparatos volcánicos.	
	Morfología: Descripción, morfoestructuras, erosión	La parte norte de la presa está condicionada por escarpe de falla y en la parte sur el material está modelado por los procesos fluviales y pluviales, además del viento y las condiciones de temperatura originando bloques de tipo circular y cavidades sobre algunos bloques.	
	Dinámica:	Procesos erosivos dinámicos de tipo, fluvial, pluvial, eólico y por temperatura y humedad que determinan la forma del material geológico.	
	Cronología:	Los procesos de consolidación del material y la emisión volcánica proceden del Terciario Neógeno.	
	Interés principal:	Modelado del material consolidado en bloques con morfología circular.	
	Interés secundario:	Morfoestructural debido a las condiciones tectónicas del terreno.	
	Atribución del LIGm:	La dinámica del agua sobre el material consolidado como principal agente erosivo.	
	Usos y Gestión	Contenido cultural:	Pinturas rupestres cerca de la zona, siguiendo el cauce del río, monumento de la compuerta y etapas históricas de construcción añadiendo características sociopolíticas y administrativas.
Accesibilidad:		Buena accesibilidad para llegar y observar el sitio, carretera de pavimento y terracería en tramo corto, además para recorrer los bordes de la presa a pie con buenas condiciones de terreno.	
Grado de Interés:		Alto, debido a su buena visibilidad y acceso al sitio donde se puede observar el paisaje en determinados puntos de la orilla de la presa.	
Estado de Conservación:		Bueno, permite su uso debido a que no hay restricción al sitio y no hay impactos negativos.	
Usos actuales:		Para riego sobre cultivos en algunas zonas del lugar y de uso excursionista y ocio individual.	
Comunicaciones:		Camino de pavimento y terracería.	
Infraestructuras		Cortina de la presa.	
Impactos:		Extracción de material pero no sobre los bordes de la presa, a unos 100 m aproximadamente.	
Situación Legal:	Público, de tipo ejidal de la comunidad.		

LUGAR DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO: VALORACIÓN				
Identificación	Nombre: Presa Francisco Madero	Lugar: Llano Largo	Nº: 1	
Situación	Territorio Municipal: Huichapan			
	Coordenadas: N: 20°18'34" W: 99°43'37"		Altitud: 2169	
Tipo de Geomorfofitio	Lugar Singular		Valoración	
Valores intrínsecos	Génesis (máximo 5)		3	
	Morfología	Morfoestructuras (máximo 5)	4	
		Formas de erosión (máximo 5)	1	
		Formas de acumulación (máximo 5)	5	
	Dinámica	Heredados (máximo 5)	3	
		Activo (máximo 5)	3	
	Cronología (máximo 5)		3	
	Litología (máximo 5)		3	
	Estructura	Geológicas (máximo 5)	5	
		Sedimentarias (máximo 5)	3	
Valoración			S=26 R=5,2	
Valores añadidos	Valoración paisajística y estética (máximo 10)		8	
	Elementos culturales (30)	Asociación a elementos de valor patrimonial (máximo 10)	5	
		Contenido cultural (máximo 10)	8	
		Contenido histórico (máximo 10)	5	
	Elementos didácticos científicos (20) y	Recursos pedagógicos (máximo 5)		0
		Niveles pedagógicos (máximo 5)		0
		Valor científico	Áreas científicas (máximo 5)	0
			Representatividad científica (máximo 5)	2
	Contenidos turísticos (10)	Contenido turístico (máximo 5)		3
		Atracción turística (máximo 5)		2
Valoración			S= 33 R= 4,7	
	Accesibilidad		2	
	Fragilidad		1	
	Vulnerabilidad		1	
	Intensidad de uso		1	
	Riesgo de degradación		2	
	Estado de conservación		2	
	Impactos		1	
	Condiciones de observación		2	
	Límite de cambio aceptable		1	
	Valoración			S=13 F= 7,2
Valoración Global			5,2/4,7/7,2	

LUGAR DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO: DESCRIPCIÓN			
Identificación	Nombre: Parque Ecoturístico los Arcos	Lugar: Saucillo	Nº: 2
Situación	Territorio municipal: Huichapan	Coordenadas: N: 20°20'03" W: 99°42'45"	Altitud: 2115
Geomorfología	Tipo de Geomorfofitio	Elemento representativo	
		Descripción: El sitio está representado por condiciones estructurales tectónicas, se observa escarpe de falla, material basáltico y procesos erosivos con dinámica, el cauce del río está condicionado por vegetación arbórea y los arcos miden 300 m en el punto más alto que atraviesan de un lado a otro.	
	Génesis	De origen tectónico y procesos de fracturación locales.	
	Morfología: Descripción, morfoestructuras, erosión	Morfoestructural tectónico, escarpe de falla con procesos lentos de erosión debido a la vegetación del sitio, escarpe de falla visible en ambos lados.	
	Dinámica:	Los procesos erosivos más dinámicos se localizan sobre el escarpe de la parte norte, donde el material está modelado principalmente por las precipitaciones y escorrenría del agua.	
	Cronología:	Pertenece al Terciario Neógeno,	
	Interés principal:	Morfoestructural: Falla Zoth	
	Interés secundario:	Morfología del cauce, atracción turística entre la visibilidad de los escarpes de falla, límite de material geológico, toba dacítica y conglomerado polomíctico.	
	Atribución del LIGm:	La integración de los elementos, geológicos-geomorfológicos, culturales e históricos en el mismo sitio.	
Usos y Gestión	Contenido cultural:	Monumento histórico de los Arcos construidos en 1732 y los diferentes momentos de ocupación hasta los actuales, además del uso turístico establecido.	
	Accesibilidad:	Buena, por carretera de pavimento y hasta el sitio carretera de terracería en condiciones aptas.	
	Grado de Interés:	Alto, por la conformación de Parque Ecoturístico.	
	Estado de Conservación:	Alto, las condiciones físicas no son modificadas a pesar del uso turístico.	
	Usos actuales:	Turístico.	
	Comunicaciones:	Caminos a pie y terracería poco transitados.	
	Infraestructuras	Cerca de la zona se localizan cercas de alambrado.	
	Impactos:	Ninguno.	
Situación Legal:	De uso Ecoturístico y recreativo.		

LUGAR DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO: VALORACIÓN			
Identificación	Nombre: Parque Ecoturístico los Arcos	Lugar: Saucillo	Nº: 2
Situación	Territorio Municipal: Huichapan		
	Coordenadas: N: 20°20'03" W: 99°42'45"		Altitud: 2115
Tipo de Geomorfofitio	Elemento Representativo		Valoración
Valores intrínsecos	Génesis (máximo 5)		2
	Morfología	Morfoestructuras (máximo 5)	2
		Formas de erosión (máximo 5)	2
		Formas de acumulación (máximo 5)	2
	Dinámica	Heredados (máximo 5)	2
		Activo (máximo 5)	2
	Cronología (máximo 5)		2
	Litología (máximo 5)		3
	Estructura	Geológicas (máximo 5)	2
		Sedimentarias (máximo 5)	2
Valoración			S= 21 R= 4,2
Valores añadidos	Valoración paisajística y estética (máximo 10)		6
	Elementos culturales (30)	Asociación a elementos de valor patrimonial (máximo 10)	8
		Contenido cultural (máximo 10)	10
		Contenido histórico (máximo 10)	8
	Elementos didácticos y científicos (20)	Recursos pedagógicos (máximo 5)	0
		Niveles pedagógicos (máximo 5)	0
		Valor científico	Áreas científicas (máximo 5)
	Representatividad científica (máximo 5)		2
	Contenidos turísticos (10)	Contenido turístico (máximo 5)	5
		Atracción turística (máximo 5)	3
Valoración			S= 42 R= 6,0
Valores de Uso y Gestión	Accesibilidad		2
	Fragilidad		2
	Vulnerabilidad		2
	Intensidad de uso		1
	Riesgo de degradación		2
	Estado de conservación		2
	Impactos		2
	Condiciones de observación		1
	Límite de cambio aceptable		1
	Valoración		
Valoración Global			4,2/6,0/8,3

LUGAR DE INTERES GEOMORFOLOGICO: DESCRIPCION			
Identificación	Nombre: Volcán de Nopala	Lugar: Siempre viva	Nº: 3
Situación	Territorio municipal: Nopala	Coordenadas: N: 20°15'58" W: 99°36'33"	Altitud: 2719
Geomorfología	Tipo de Geomorfofitio	Lugar representativo	
		Descripción: Volcán escudo con diferentes etapas eruptivas, que dieron origen a derrames en distintos puntos de su alrededor, debido a esas fases se formaron tres domos en la cima del volcán divididos por una notable fractura en el terreno.	
	Génesis	Volcán formado sobre la caldera volcánica de Huichapan ya que los procesos de reactivación volcánica fueron dinámicos sobre la misma zona, posteriormente se conformó el edificio volcánico en la parte suroeste de la caldera acompañado de procesos tectónicos de la caldera, resultado de su colapso.	
	Morfología: Descripción, morfoestructuras, erosión	La morfología del volcán está determinada por pendientes moderadas prolongadas, además el edificio está marcado por fracturas y patrones de drenaje marcados. La cima está conformada por 3 conos volcánicos resultado de sus fases eruptivas.	
	Dinámica:	Procesos erosivos principalmente por agentes gravitacionales.	
	Cronología:	En secuencia volcánica con la Caldera de Huichapan y procesos estructurales de fallas y fracturas.	
	Interés principal:	La estructura del volcán y las diferentes fases de erupción.	
	Interés secundario:	El material volcánico expulsado del volcán en diferentes condiciones, bombas volcánicas y derrames observado en las partes bajas del volcán y suelo.	
	Atribución del LIGm:	Modelación del edificio volcánico y conformación de una Unidad de Manejo Ambiental e introducción de especies en todo el cuerpo volcánico.	
Usos y Gestión	Contenido cultural:	Pinturas rupestres sobre una fractura, monumentos históricos y zona ecoturística.	
	Accesibilidad:	Medio, ya que existen varios caminos para subir al sitio, sin embargo algunos no son tan transitables debido a sus condiciones, son de terracería y empedrado.	
	Grado de Interés:	Alto, además de sus características geológicas y geomorfológicas representa una zona importante de preservación de especies de fauna.	
	Estado de Conservación:	Alto, no hay alteraciones antrópicas y no hay extracción de recursos naturales.	
	Usos actuales:	Zona de preservación de Fauna para su preservación por la SEMARNAT.	
	Comunicaciones:	Caminos de terracería y empedrado.	
	Infraestructuras	Pocos asentamientos humanos, infraestructura hidráulica en algunos puntos y líneas de conductividad eléctrica.	
	Impactos:	Al parecer no existen, los usos actuales no repercuten en el espacio.	

	Situación Legal:	Ejidal y la parte alta del volcán es una Unidad de Manejo Ambiental.
--	------------------	--

LUGAR DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO: VALORACIÓN				
Identificación	Nombre: Volcán de Nopala	Lugar: Siempre viva	Nº: 3	
Situación	Territorio Municipal: Nopala			
	Coordenadas: N: 20°15'58" W: 99°36'33"		Altitud: 2719	
Tipo de Geomorfofitio	Lugar representativo		Valoración	
Valores intrínsecos	Génesis (máximo 5)		5	
	Morfología	Morfoestructuras (máximo 5)	3	
		Formas de erosión (máximo 5)	3	
		Formas de acumulación (máximo 5)	3	
	Dinámica	Heredados (máximo 5)	5	
		Activo (máximo 5)	2	
	Cronología (máximo 5)		5	
	Litología (máximo 5)		3	
	Estructura	Geológicas (máximo 5)	5	
		Sedimentarias (máximo 5)	2	
Valoración			S= 42 R= 8,4	
Valores añadidos	Valoración paisajística y estética (máximo 10)		8	
	Elementos culturales (30)	Asociación a elementos de valor patrimonial (máximo 10)	2	
		Contenido cultural (máximo 10)	6	
		Contenido histórico (máximo 10)	5	
	Elementos didácticos científicos (20) y	Recursos pedagógicos (máximo 5)		1
		Niveles pedagógicos (máximo 5)		1
		Valor científico	Áreas científicas (máximo 5)	1
			Representatividad científica (máximo 5)	3
	Contenidos turísticos (10)	Contenido turístico (máximo 5)		3
Atracción turística (máximo 5)		2		
Valoración			S= 32 R= 4,5	
Valores de Uso y Gestión	Accesibilidad		1	
	Fragilidad		1	
	Vulnerabilidad		2	
	Intensidad de uso		1	
	Riesgo de degradación		2	
	Estado de conservación		2	
	Impactos		2	
	Condiciones de observación		1	
	Límite de cambio aceptable		2	
	Valoración			S= 14 R= 7,7
Valoración Global			8,4/4,5/7,7	

LUGAR DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO: DESCRIPCIÓN			
Identificación	Nombre: Pinturas Rupestres de Boyé	Lugar: El Boyé	Nº: 4
Situación	Territorio municipal: Huichapan	Coordenadas: N: 20°24'13" W: 99°37'54"	Altitud: 2034
Geomorfología	Tipo de Geomorfofitio	Elemento representativo	
		Descripción: Fractura geológica que surge desde el borde de la caldera en la parte noroeste hasta el norte de la zona de estudio. En este sitio se observa la estratificación del material litológico y el derrame lávico de la caldera de Huichapan.	
	Génesis	De origen volcánico en distintas fases eruptivas de la caldera y emisión del material, cauce formado por la fracturación del terreno.	
	Morfología: Descripción, morfoestructuras, erosión	Fractura geológica que presenta dinámica ocasionada por movimientos tectónicos y por emisión de lava debido a la estructura del material en el escarpe.	
	Dinámica:	De formación causada por levantamiento del terreno y actualmente se siguen llevando a cabo los procesos erosivos fluviales sobre el cauce del río.	
	Cronología:	Procesos acumulativos y consolidación del material acompañados de tectónica durante el Terciario Neógeno.	
	Interés principal:	Pinturas rupestres sobre el escarpe y la estratificación del material consolidado en toba.	
	Interés secundario:	La estructura del cauce del río y el contenido del material geológico, derrame lávico, toba, cantos rodados y rocas sedimentarias.	
	Atribución del LIGm:	Visualización estructural del material geológico en el sitio.	
Usos y Gestión	Contenido cultural:	Pinturas rupestres, cueva, lugar de sacrificios humanos y acontecimientos de la cultura ancestral Xajay y turismo.	
	Accesibilidad:	Buena, por carretera pavimentada y posteriormente por carretera de terracería y hasta el sitio a pie.	
	Grado de Interés:	Alto, de tipo científico que integra las condiciones geológicas-geomorfológicas con las culturales.	
	Estado de Conservación:	Medio, algunas zonas han sido deterioradas por que no hay protección para las pinturas y en algunas zonas hay contaminación del agua y basura en el cauce.	
	Usos actuales:	Turismo.	
	Comunicaciones:	Carreteras de terracería y empedrado de uso local.	
	Infraestructuras	Asentamientos humanos a 100 m aproximadamente y una presa.	
	Impactos:	Contaminación sobre el río.	
	Situación Legal:	Zona Arqueológica protegida por el Municipio.	

LUGAR DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO: VALORACIÓN			
Identificación	Nombre: Pinturas rupestres de Boyé	Lugar: El Boyé	Nº: 4
Situación	Territorio Municipal: Huichapan		
	Coordenadas: : N: 20°24'13" W: 99°37'54"		Altitud: 2034
Tipo de Geomorfofitio	Elemento representativo		Valoración
Valores intrínsecos	Génesis (máximo 5)		4
	Morfología	Morfoestructuras (máximo 5)	2
		Formas de erosión (máximo 5)	2
		Formas de acumulación (máximo 5)	2
	Dinámica	Heredados (máximo 5)	4
		Activo (máximo 5)	3
	Cronología (máximo 5)		3
	Litología (máximo 5)		3
	Estructura	Geológicas (máximo 5)	3
		Sedimentarias (máximo 5)	2
Valoración			S=28 R= 5,6
Valores añadidos	Valoración paisajística y estética (máximo 10)		4
	Elementos culturales (30)	Asociación a elementos de valor patrimonial (máximo 10)	5
		Contenido cultural (máximo 10)	10
		Contenido histórico (máximo 10)	5
	Elementos didácticos científicos (20) y	Recursos pedagógicos (máximo 5)	1
		Niveles pedagógicos (máximo 5)	1
		Valor científico	Áreas científicas (máximo 5)
	Representatividad científica (máximo 5)		3
	Contenidos turísticos (10)	Contenido turístico (máximo 5)	3
		Atracción turística (máximo 5)	4
Valoración			S= 37 R= 5,2
Valores de Uso y Gestión	Accesibilidad		2
	Fragilidad		1
	Vulnerabilidad		2
	Intensidad de uso		1
	Riesgo de degradación		2
	Estado de conservación		2
	Impactos		1
	Condiciones de observación		1
	Límite de cambio aceptable		1
	Valoración		
Valoración Global			5,6/5,2/7,2

LUGAR DE INTERES GEOMORFOLOGICO: DESCRIPCION			
Identificación	Nombre: Los Madhós	Lugar: San Bartolo Ozocalpan	Nº: 5
Situación	Territorio municipal: Chapantongo	Coordenadas: N: 20°13'23" W: 99°30'01"	Altitud: 2237
Geomorfología	Tipo de Geomorfofitio	Lugar representativo	
		Descripción: Sitio donde los procesos erosivos han modelado el material acumulado y consolidado en geoformas de columnas triangulares y puntiagudas en sus partes altas.	
	Génesis	Material erosionado por los agentes eólicos y pluviales principalmente además de los gravitacionales, el origen está basado en una zona de acumulación de material que posteriormente se consolido en toba y los procesos geodinámicos originaron geoformas de columnas triangulares puntiagudas.	
	Morfología: Descripción, morfoestructuras, erosión	Las Geoformas son columnas en forma de triángulo que son el resultado de una dinámica constante de erosión.	
	Dinámica:	Procesos erosivos pluviales, eólicos y gravitacionales.	
	Cronología:	Zona de depósito de material volcánico dacítico que posteriormente se consolido en toba riolítica y dacítica pertenecientes al Terciario Neógeno.	
	Interés principal:	Geoformas de material dacítico consolidado.	
	Interés secundario:	Modelado del relieve e interacción de los agentes erosivos.	
	Atribución del LIGm:	Combinación de litología y agentes erosivos para moldear el relieve.	
Usos y Gestión	Contenido cultural:	Contenido de mitos y leyendas por la población local y turismo poco fomentado.	
	Accesibilidad:	EN general los caminos están en mal estado y para llegar al sitio es de preferencia a pie durante unos 5 minutos después de terracería en malas condiciones.	
	Grado de Interés:	Alto, por la excepcionalidad de las geoformas.	
	Estado de Conservación:	Medio, existen algunos asentamientos laterales en algunas geoformas.	
	Usos actuales:	Turismo, pero sin fomento y de bajo conocimiento del sitio.	
	Comunicaciones:	Carreteras de terracería.	
	Infraestructuras	Asentamientos humanos, puente y canal de agua.	
	Impactos:	Infraestructura de asentamientos humanos colocados sobre algunas geoformas que quitan valor estético.	
Situación Legal:	Privado.		

LUGAR DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO: VALORACIÓN				
Identificación	Nombre: Los Madhós	Lugar: San Bartolo Ozocalpan	Nº: 5	
Situación	Territorio Municipal: Chapantongo			
	Coordenadas: N: 20°13'23" W: 99°30'01"		Altitud: 2237	
Tipo de Geomorfofitio	Lugar representativo		Valoración	
Valores intrínsecos	Génesis (máximo 5)		4	
	Morfología	Morfoestructuras (máximo 5)	1	
		Formas de erosión (máximo 5)	5	
		Formas de acumulación (máximo 5)	2	
	Dinámica	Heredados (máximo 5)	5	
		Activo (máximo 5)	5	
	Cronología (máximo 5)		3	
	Litología (máximo 5)		2	
	Estructura	Geológicas (máximo 5)	2	
		Sedimentarias (máximo 5)	2	
Valoración			S= 31 R= 6,2	
Valores añadidos	Valoración paisajística y estética (máximo 10)		4	
	Elementos culturales (30)	Asociación a elementos de valor patrimonial (máximo 10)	3	
		Contenido cultural (máximo 10)	7	
		Contenido histórico (máximo 10)	5	
	Elementos didácticos científicos (20) y	Recursos pedagógicos (máximo 5)		0
		Niveles pedagógicos (máximo 5)		0
		Valor científico	Áreas científicas (máximo 5)	0
			Representatividad científica (máximo 5)	2
	Contenidos turísticos (10)	Contenido turístico (máximo 5)		3
		Atracción turística (máximo 5)		2
Valoración			S= 26 R= 3,7	
Valores de Uso y Gestión	Accesibilidad		1	
	Fragilidad		1	
	Vulnerabilidad		2	
	Intensidad de uso		1	
	Riesgo de degradación		2	
	Estado de conservación		2	
	Impactos		1	
	Condiciones de observación		2	
	Límite de cambio aceptable		1	
	Valoración			S= 13 R= 7,2
Valoración Global			6,2/3,7/7,2	

LUGAR DE INTERES GEOMORFOLOGICO: DESCRIPCION			
Identificación	Nombre: Falla Zoth	Lugar: Dandhó	Nº: 6
Situación	Territorio municipal: Huichapan	Coordenadas: N: 20°25'21" W: 99°43'11"	Altitud: 2004
Geomorfología	Tipo de Geomorfofitio	Lugar representativo Descripción: Falla geológica en forma semicircular que muestra escarpe en ambas secciones y en la parte inferior se observa estratificación horizontal con características diferentes en cuanto al color y longitud, además de que el cauce del río presenta vegetación abundante y material sedimentario.	
	Génesis	De origen tectónico y material consolidado de tipo dacítico y riolítico por los procesos de acumulación y sedimentación del material, la forma abierta se produjo quizás por presión tectónica en el mismo punto o por procesos erosivos intensos.	
	Morfología: Descripción, morfoestructuras, erosión	Morfoestructural con sistemas semicirculares, escarpe de falla con material dacítico consolidado, además la falla condiciona el cauce del río y actualmente sigue en dinámica la erosión fluvial principalmente.	
	Dinámica:	Erosión fluvial y algunos procesos gravitacionales en puntos donde el material está fracturado.	
	Cronología:	Los estratos representan distintos eventos pero están determinados por el Terciario Neógeno.	
	Interés principal:	Estructura semicircular de la falla y el escarpe.	
	Interés secundario:	La fracturación del material geológico y el escarpe alto de la falla en ambos lados.	
	Atribución del LIGm:	Morfología resultante de la falla en el sitio muestreado.	
	Usos y Gestión	Contenido cultural:	Turismo en baja medida y sin fomento.
Accesibilidad:		Medio, caminos de empedrado y angostos en algunos puntos para llegar hasta el sitio.	
Grado de Interés:		Alto, por la representatividad y estética de la forma semicircular y composición estructural de la falla.	
Estado de Conservación:		Alto, no hay impactos cerca de la zona.	
Usos actuales:		Turismo, en baja medida.	
Comunicaciones:		Carreteras de empedrado.	
Infraestructuras		Asentamientos humanos a 200 m del sitio aproximadamente y cercas de alambrado.	
Impactos:		Ninguno, solo en amenaza por extracción de material de cantera.	
Situación Legal:		Comunal.	

LUGAR DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO: VALORACIÓN				
Identificación	Nombre: Falla Zoth	Lugar: Dandhó	Nº: 6	
Situación	Territorio Municipal: Huichapan			
	Coordenadas: N: 20°25'21" W: 99°43'11"		Altitud: 2004	
Tipo de Geomorfofitio	Lugar representativo		Valoración	
Valores intrínsecos	Génesis (máximo 5)		5	
	Morfología	Morfoestructuras (máximo 5)	3	
		Formas de erosión (máximo 5)	3	
		Formas de acumulación (máximo 5)	2	
	Dinámica	Heredados (máximo 5)	4	
		Activo (máximo 5)	3	
	Cronología (máximo 5)		3	
	Litología (máximo 5)		3	
	Estructura	Geológicas (máximo 5)	3	
		Sedimentarias (máximo 5)	2	
Valoración			S= 31 R= 6,2	
Valores añadidos	Valoración paisajística y estética (máximo 10)		6	
	Elementos culturales (30)	Asociación a elementos de valor patrimonial (máximo 10)	3	
		Contenido cultural (máximo 10)	4	
		Contenido histórico (máximo 10)	4	
	Elementos didácticos y científicos (20)	Recursos pedagógicos (máximo 5)		0
		Niveles pedagógicos (máximo 5)		0
		Valor científico	Áreas científicas (máximo 5)	0
			Representatividad científica (máximo 5)	3
	Contenidos turísticos (10)	Contenido turístico (máximo 5)		4
		Atracción turística (máximo 5)		2
Valoración			S= 26 R= 3,7	
Valores de Uso y Gestión	Accesibilidad		2	
	Fragilidad		2	
	Vulnerabilidad		2	
	Intensidad de uso		1	
	Riesgo de degradación		2	
	Estado de conservación		1	
	Impactos		1	
	Condiciones de observación		2	
	Límite de cambio aceptable		1	
	Valoración			S= 14 R= 7,7
Valoración Global			6,2/3,7/7,7	

LUGAR DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO: DESCRIPCIÓN			
Identificación	Nombre: Zona Arqueológica	Lugar: La Mesilla	Nº: 7
Situación	Territorio municipal: Tecozautla	Coordenadas: N: 20°30'10" W: 99°40'59"	Altitud: 1871
Geomorfología	Tipo de Geomorfo sitio	Lugar representativo	
		Descripción: Falla que determina límites morfológicos y de altitud, además los procesos erosivos son notables ya que en la parte baja se observa aluvión del material erosionado de origen dacítico, en esta zona se encuentra una zona arqueológica de la cultura Xajay que se ubicó en el borde de la parte alta del escarpe.	
	Génesis	Material de origen volcánico expulsado por los cuerpos volcánicos de la zona que se consolidaron y formaron toba y actualmente el escarpe de la falla sigue en constante cambio debido a los agentes erosivos.	
	Morfología: Descripción, morfoestructuras, erosión	La estructura del escarpe de falla ha sido modificada debido a la erosión del material, y en algunas zonas por el drenaje y la presencia de fracturas.	
	Dinámica:	Los procesos erosivos gravitacionales y fluviales principalmente siguen modificando el escarpe de la falla.	
	Cronología:	Diferente material litológico pero se encuentran dentro del Terciario Neógeno, los procesos han ocurrido en esta misma era.	
	Interés principal:	Morfología del terreno por diferencias altitudinales.	
	Interés secundario:	Estructura de la falla por dinámica erosiva.	
	Atribución del LIGm:	Zona arqueológica en el borde del escarpe de la falla.	
Usos y Gestión	Contenido cultural:	Zona arqueológica de la cultura Xajay y turismo fomentado.	
	Accesibilidad:	Buena, por carretera de concreto y terracería en buen estado hasta el sitio.	
	Grado de Interés:	Alto, por la integración de la cultura localizada en la parte alta del escarpe de falla.	
	Estado de Conservación:	Bueno, no hay modificaciones o alteraciones antrópicas.	
	Usos actuales:	Turismo fomentado de acuerdo al potencial antropológico de la cultura principalmente.	
	Comunicaciones:	Carretera de concreto y de terracería por configuración de zona rural.	
	Infraestructuras	Asentamientos humanos a 200 m aproximadamente, un museo y una presa sobre una fractura.	
	Impactos:	Ninguno antrópico.	
	Situación Legal:	Federal, por la zona arqueológica.	

LUGAR DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO: VALORACIÓN				
Identificación	Nombre: Zona arqueológica	Lugar: La Mesilla	Nº: 7	
Situación	Territorio Municipal: Tecozautla			
	Coordenadas: N: 20°30'10" W: 99°40'59"		Altitud: 1871	
Tipo de Geomorfofitio	Lugar representativo		Valoración	
Valores intrínsecos	Génesis (máximo 5)		5	
	Morfología	Morfoestructuras (máximo 5)	1	
		Formas de erosión (máximo 5)	3	
		Formas de acumulación (máximo 5)	2	
	Dinámica	Heredados (máximo 5)	3	
		Activo (máximo 5)	3	
	Cronología (máximo 5)		3	
	Litología (máximo 5)		3	
	Estructura	Geológicas (máximo 5)	1	
		Sedimentarias (máximo 5)	2	
Valoración			S= 26 R= 3,7	
Valores añadidos	Valoración paisajística y estética (máximo 10)		10	
	Elementos culturales (30)	Asociación a elementos de valor patrimonial (máximo 10)	8	
		Contenido cultural (máximo 10)	10	
		Contenido histórico (máximo 10)	5	
	Elementos didácticos científicos (20) y	Recursos pedagógicos (máximo 5)		5
		Niveles pedagógicos (máximo 5)		5
		Valor científico	Áreas científicas (máximo 5)	5
			Representatividad científica (máximo 5)	3
	Contenidos turísticos (10)	Contenido turístico (máximo 5)		5
Atracción turística (máximo 5)		4		
Valoración			S= 60 R= 8,5	
Valores de Uso y Gestión	Accesibilidad		2	
	Fragilidad		2	
	Vulnerabilidad		1	
	Intensidad de uso		2	
	Riesgo de degradación		2	
	Estado de conservación		2	
	Impactos		2	
	Condiciones de observación		2	
	Límite de cambio aceptable		2	
	Valoración			S= 17 R= 9,4
Valoración Global			3,7/8,5/9,4	

LUGAR DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO: DESCRIPCIÓN			
Identificación	Nombre: Meseta el Sombrerete	Lugar: La Escondida	Nº: 8
Situación	Territorio municipal: Huichapan	Coordenadas: N: 20°19'08" W: 99°34'01"	Altitud: 2654
Geomorfología	Tipo de Geomorfo sitio	Lugar singular	
		Descripción: Geoforma perteneciente al borde de la caldera volcánica de Huichapan en la parte oeste, derivada de procesos erosivos gravitacionales principalmente.	
	Génesis	Su formación es a partir del colapso de la caldera, que originó sus bordes bien definidos con material andesítico y basalto.	
	Morfología: Descripción, morfoestructuras, erosión	Meseta resultante de procesos de intemperismo y erosión en sus bordes, por caída de material por factores gravitacionales, con cima plana y en forma circular.	
	Dinámica:	En constante cambio lento por procesos erosivos y caída de bloques por fracturación en las rocas expuestas en la superficie.	
	Cronología:	Fases eruptivas volcánicas, colapso de la caldera y derrames lávicos durante el Terciario Neógeno.	
	Interés principal:	La estética y rareza de la geoforma en el borde de la caldera volcánica.	
	Interés secundario:	Estructura en los bordes de la Geoforma.	
	Atribución del LIGm:	La fracturación del borde de la Geoforma por estar expuesta a la intemperie.	
Usos y Gestión	Contenido cultural:	Turismo en baja medida y actividades de exploración individuales o en grupo.	
	Accesibilidad:	Carreteras de empedrado en estado irregular y hasta el sitio camino entre pastizales y arbustos.	
	Grado de Interés:	Medio, conocido más por la población comarcal.	
	Estado de Conservación:	Se permite su uso y no hay impactos antrópicos.	
	Usos actuales:	Turismo de exploración individual.	
	Comunicaciones:	Carreteras de empedrado y terracería cerca del sitio.	
	Infraestructuras	Asentamientos humanos a 150 m aproximadamente.	
	Impactos:	Ninguno.	
	Situación Legal:	Comunal.	

LUGAR DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO: VALORACIÓN				
Identificación	Nombre: Meseta el sombrerete	Lugar: La Escondida	Nº: 8	
Situación	Territorio Municipal: Huichapan			
	Coordenadas: N: 20°19'08" W: 99°34'01"		Altitud: 2654	
Tipo de Geomorfofitio	Lugar singular		Valoración	
Valores intrínsecos	Génesis (máximo 5)		4	
	Morfología	Morfoestructuras (máximo 5)	2	
		Formas de erosión (máximo 5)	2	
		Formas de acumulación (máximo 5)	2	
	Dinámica	Heredados (máximo 5)	3	
		Activo (máximo 5)	3	
	Cronología (máximo 5)		3	
	Litología (máximo 5)		3	
	Estructura	Geológicas (máximo 5)	2	
		Sedimentarias (máximo 5)	2	
Valoración			S= 26 R= 5,2	
Valores añadidos	Valoración paisajística y estética (máximo 10)		6	
	Elementos culturales (30)	Asociación a elementos de valor patrimonial (máximo 10)	4	
		Contenido cultural (máximo 10)	6	
		Contenido histórico (máximo 10)	4	
	Elementos didácticos científicos (20) y	Recursos pedagógicos (máximo 5)		0
		Niveles pedagógicos (máximo 5)		0
		Valor científico	Áreas científicas (máximo 5)	0
			Representatividad científica (máximo 5)	2
	Contenidos turísticos (10)	Contenido turístico (máximo 5)		4
		Atracción turística (máximo 5)		2
Valoración			S= 28 R= 4,0	
Valores de Uso y Gestión	Accesibilidad		1	
	Fragilidad		2	
	Vulnerabilidad		1	
	Intensidad de uso		1	
	Riesgo de degradación		2	
	Estado de conservación		1	
	Impactos		2	
	Condiciones de observación		2	
	Límite de cambio aceptable		1	
	Valoración			S= 13 R= 7,2
Valoración Global			5,2/4,0/7,2	

LUGAR DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO: DESCRIPCIÓN			
Identificación	Nombre: Domo Hualtepec	Lugar: Colindante con el astillero	Nº: 9
Situación	Territorio municipal: Chapantongo	Coordenadas: N: 20°18'55" W: 99°32'24"	Altitud: 2547
Geomorfología	Tipo de Geomorfofitio	Lugar representativo Descripción: Domo volcánico que se localiza dentro de la caldera volcánica Huichapan en la parte sureste, formado después del colapso y posteriormente por procesos de reactivación volcánica de la caldera	
	Génesis	De origen volcánico al interior de la caldera por procesos de reactivación de la caldera pero en distintas fases y eventos volcánicos eruptivos.	
	Morfología: Descripción, morfoestructuras, erosión	El cuerpo volcánico presenta pendientes fuertes con forma de estratovolcán, en la parte sur se encuentra otro cráter en forma circular y un domo con pendientes suaves que casi no se observa resultado de los procesos eruptivos hacia esta parte.	
	Dinámica:	Los procesos endógenos no están activos desde la percepción superficial y los procesos erosivos son bajos debido a la vegetación y ausencia de actividades antrópicas.	
	Cronología:	Los procesos volcánicos pertenecen al Terciario Neógeno.	
	Interés principal:	Principal cuerpo volcánico al interior de la caldera, por su altitud y representatividad.	
	Interés secundario:	Morfología del aparato volcánico con pendientes inclinadas.	
	Atribución del LIGm:	Estética paisajística del volcán por sus condiciones.	
Usos y Gestión	Contenido cultural:	Turístico en baja medida, hallazgos arqueológicos y antropológicos de la cultura azteca.	
	Accesibilidad:	Media, debido a que las carreteras están en estado irregular y hasta el sitio es por medio de caminata.	
	Grado de Interés:	Alto, por su representatividad endógena volcánica.	
	Estado de Conservación:	Bueno, no hay impactos.	
	Usos actuales:	Área de preservación e introducción de fauna silvestre.	
	Comunicaciones:	Por carretera de empedrado y terracería.	
	Infraestructuras	Presas y algunas cercas de alambrado y rocas.	
	Impactos:	Ninguno.	
Situación Legal:	Ejidal		

LUGAR DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO: VALORACIÓN			
Identificación	Nombre: Domo Hualtepec	Lugar: Colindante con el astillero	Nº: 9
Situación	Territorio Municipal: Chapantongo		
	Coordenadas: N: 20°18'55" W: 99°32'24"		Altitud: 2547
Tipo de Geomorfofitio	Lugar representativo		Valoración
Valores intrínsecos	Génesis (máximo 5)		5
	Morfología	Morfoestructuras (máximo 5)	2
		Formas de erosión (máximo 5)	2
		Formas de acumulación (máximo 5)	2
	Dinámica	Heredados (máximo 5)	4
		Activo (máximo 5)	1
	Cronología (máximo 5)		4
	Litología (máximo 5)		3
	Estructura	Geológicas (máximo 5)	3
		Sedimentarias (máximo 5)	2
Valoración			S= 28 R= 5,6
Valores añadidos	Valoración paisajística y estética (máximo 10)		8
	Elementos culturales (30)	Asociación a elementos de valor patrimonial (máximo 10)	7
		Contenido cultural (máximo 10)	10
		Contenido histórico (máximo 10)	8
	Elementos didácticos científicos y (20)	Recursos pedagógicos (máximo 5)	0
		Niveles pedagógicos (máximo 5)	0
		Valor científico	Áreas científicas (máximo 5)
	Representatividad científica (máximo 5)		4
	Contenidos turísticos (10)	Contenido turístico (máximo 5)	5
		Atracción turística (máximo 5)	4
Valoración			S= 46 R= 6,5
Valores de Uso y Gestión	Accesibilidad		1
	Fragilidad		2
	Vulnerabilidad		2
	Intensidad de uso		2
	Riesgo de degradación		2
	Estado de conservación		2
	Impactos		2
	Condiciones de observación		2
	Límite de cambio aceptable		2
	Valoración		
Valoración Global			5,6/6,5/9,4

LUGAR DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO: DESCRIPCIÓN			
Identificación	Nombre: Domo Gexca	Lugar: El Astillero	Nº: 10
Situación	Territorio municipal: Huichapan	Coordenadas: N: 20°20'24" W: 99°37'07"	Altitud: 2651
Geomorfología	Tipo de Geomorfofitio	Lugar representativo	
		Descripción: Domo volcánico al interior de la caldera de Huichapan ubicado en la parte noroeste, resultado de procesos de reactivación volcánica de la caldera.	
	Génesis	Su origen volcánico tiene que ver con las emisiones volcánicas posteriores al colapso de la caldera, tales procesos se reactivaron y formaron el domo.	
	Morfología: Descripción, morfoestructuras, erosión	El edificio presenta pendientes suaves y extendidas hacia la parte sur, en la parte media tiene una división que divide el domo en dos partes, con altitud similar, debido al cauce que divide las formas se presentan procesos de erosión de tipo fluvial y gravitacionales principalmente y en algunas partes la socavación es más intensa debido a las condiciones del material dacítico y sedimentario en las partes bajas.	
	Dinámica:	Procesos de intemperismo y erosión.	
	Cronología:	Su formación y procesos de emisión se efectuaron durante el Terciario Neógeno.	
	Interés principal:	La evidencia de reactivación de la caldera después de su colapso.	
	Interés secundario:	La morfología del domo extendido hacia la parte sur.	
	Atribución del LIGm:	Formas de erosión circulares, barrancos y en la parte centro del domo mantiene un uso de reforestación y preservación ecosistémica.	
Usos y Gestión	Contenido cultural:	Turismo en baja medida y acontecimientos históricos de uso y ocupación, mitos y monumentos históricos.	
	Accesibilidad:	Carretera de empedrado y terracería en algunas zonas, y hasta el sitio a pie.	
	Grado de Interés:	Alto, por su representatividad geológica y dinámica volcánica en el interior de la caldera.	
	Estado de Conservación:	Medio, no toda la zona cuenta con protección y en la parte sur hay asentamientos humanos.	
	Usos actuales:	De reforestación y asentamientos humanos en la parte sur.	
	Comunicaciones:	Carreteras de empedrado y terracería.	
	Infraestructuras	Asentamientos humanos, vías de cableado, puentes, y otra de tipo rural.	
	Impactos:	Altos, debido a que en la parte sur del domo existe población asentada.	
	Situación Legal:	Comunal y en la zona de reforestación.	

LUGAR DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO: VALORACIÓN				
Identificación	Nombre: Domo Gexca	Lugar: El Astillero	Nº: 10	
Situación	Territorio Municipal: Huichapan			
	Coordenadas: N: 20°20'24" W: 99°37'07"		Altitud: 2651	
Tipo de Geomorfofitio	Lugar representativo		Valoración	
Valores intrínsecos	Génesis (máximo 5)		5	
	Morfología	Morfoestructuras (máximo 5)	2	
		Formas de erosión (máximo 5)	5	
		Formas de acumulación (máximo 5)	3	
	Dinámica	Heredados (máximo 5)	3	
		Activo (máximo 5)	3	
	Cronología (máximo 5)		4	
	Litología (máximo 5)		4	
	Estructura	Geológicas (máximo 5)	2	
		Sedimentarias (máximo 5)	3	
Valoración			S= 34 T= 6,8	
Valores añadidos	Valoración paisajística y estética (máximo 10)		6	
	Elementos culturales (30)	Asociación a elementos de valor patrimonial (máximo 10)	5	
		Contenido cultural (máximo 10)	4	
		Contenido histórico (máximo 10)	5	
	Elementos didácticos científicos (20) y	Recursos pedagógicos (máximo 5)		0
		Niveles pedagógicos (máximo 5)		0
		Valor científico	Áreas científicas (máximo 5)	0
			Representatividad científica (máximo 5)	3
	Contenidos turísticos (10)	Contenido turístico (máximo 5)		4
		Atracción turística (máximo 5)		2
Valoración			S= 29 R= 4,1	
Valores de Uso y Gestión	Accesibilidad		1	
	Fragilidad		2	
	Vulnerabilidad		1	
	Intensidad de uso		1	
	Riesgo de degradación		1	
	Estado de conservación		2	
	Impactos		1	
	Condiciones de observación		2	
	Límite de cambio aceptable		1	
	Valoración			S= 12 R= 6,6
Valoración Global			6,8/4,1/6,6	

LUGAR DE INTERES GEOMORFOLOGICO: DESCRIPCION			
Identificación	Nombre: Fractura el Gavillero	Lugar: El gavillero	Nº: 11
Situación	Territorio municipal: Huichapan	Coordenadas: N: 20°22'01" W: 99°33'33"	Altitud: 2479
Geomorfología	Tipo de Geomorfofitio	Lugar singular Descripción: Fractura geológica que muestra en las paredes laterales la evidencia de los distintos procesos volcánicos de la caldera, la estratificación muestra materiales dacíticos, andesitas y arena, y sobre el cauce del río erosión laminar sobre las rocas de la superficie.	
	Génesis	Su origen está bien representado por diversos estratos del suelo de acuerdo a las diferencias litológicas, de acuerdo a las diferentes fases eruptivas de la caldera desde su formación hasta las fases se reactivación después de colapsar.	
	Morfología: Descripción, morfoestructuras, erosión	Morfoestructural por la presencia de dos lineamientos geológicos, fractura de aproximadamente 25 m de altitud, procesos erosivos eólicos, gravitacionales y fluviales por el material sedimentario en el cauce y la socavación en algunas zonas.	
	Dinámica:	Derrumbes, y procesos erosivos fluviales por el río.	
	Cronología:	Distintos eventos de erupción volcánica de la caldera por la estratificación y diferencias litológicas pertenecientes al Terciario Neógeno.	
	Interés principal:	El contenido litológico marcado por los estratos y los tipos de material, en algunas zonas plegamientos.	
	Interés secundario:	Las formas de erosión y adaptación de la vegetación sobre las paredes de la fractura.	
	Atribución del LIGm:	Formas de erosión en rocas sobre el cauce del río y contenido de material sedimentario.	
	Usos y Gestión	Contenido cultural:	Mitos, leyendas y uso histórico de ocupación.
Accesibilidad:		Por carretera de empedrado y hasta el sitio a pie por el cauce del río.	
Grado de Interés:		Alto, por la representatividad geológica.	
Estado de Conservación:		Bueno, no hay impactos antrópicos en el sitio.	
Usos actuales:		Ninguno.	
Comunicaciones:		Carretera de empedrado y caminos de la población local.	
Infraestructuras		Sólo una presa pero a unos 100 m aproximadamente.	
Impactos:		Ninguno.	
Situación Legal:	Comunal.		

LUGAR DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO: VALORACIÓN				
Identificación	Nombre: Fractura el Gavillero	Lugar: El Gavillero	Nº: 11	
Situación	Territorio Municipal: Huichapan			
	Coordenadas: N: 20°22'01" W: 99°33'33"		Altitud: 2479	
Tipo de Geomorfofitio	Lugar singular		Valoración	
Valores intrínsecos	Génesis (máximo 5)		5	
	Morfología	Morfoestructuras (máximo 5)	2	
		Formas de erosión (máximo 5)	4	
		Formas de acumulación (máximo 5)	3	
	Dinámica	Heredados (máximo 5)	4	
		Activo (máximo 5)	4	
	Cronología (máximo 5)		5	
	Litología (máximo 5)		5	
	Estructura	Geológicas (máximo 5)	5	
		Sedimentarias (máximo 5)	3	
Valoración			S= 40 R= 8,0	
Valores añadidos	Valoración paisajística y estética (máximo 10)		4	
	Elementos culturales (30)	Asociación a elementos de valor patrimonial (máximo 10)	3	
		Contenido cultural (máximo 10)	4	
		Contenido histórico (máximo 10)	3	
	Elementos didácticos científicos (20) y	Recursos pedagógicos (máximo 5)		0
		Niveles pedagógicos (máximo 5)		0
		Valor científico	Áreas científicas (máximo 5)	0
			Representatividad científica (máximo 5)	2
	Contenidos turísticos (10)	Contenido turístico (máximo 5)		2
		Atracción turística (máximo 5)		2
Valoración			S= 20 R= 2,8	
Valores de Uso y Gestión	Accesibilidad		1	
	Fragilidad		1	
	Vulnerabilidad		2	
	Intensidad de uso		1	
	Riesgo de degradación		2	
	Estado de conservación		2	
	Impactos		2	
	Condiciones de observación		2	
	Límite de cambio aceptable		1	
	Valoración			S= 14 R= 7,7
Valoración Global			8,0/2,8/7,7	

LUGAR DE INTERES GEOMORFOLOGICO: DESCRIPCION			
Identificación	Nombre: Lineamiento Math	Lugar: Donguinyó	Nº: 12
Situación	Territorio municipal: Alfajayucan	Coordenadas: N: 20°26'30" W: 99°27'24"	Altitud: 2070
Geomorfología	Tipo de Geomorfofitio	Lugar singular Descripción: Este lineamiento tiene la forma de un valle uve debido a sus características físicas de las paredes del terreno y el cauce del río, muestra evidencia de fracturación y el derrame lávico durante los procesos eruptivos de la caldera de Huichapan hacia la parte noreste.	
	Génesis	De los primeros procesos eruptivos de actividad volcánica de la caldera, posteriormente la formación de la toba de Donguinyó.	
	Morfología: Descripción, morfoestructuras, erosión	El lineamiento tiene su origen desde el borde exterior de la caldera en la parte noreste hasta este sitio donde el sistema estructural se tuerce hacia el oeste, el valle tiene forma de uve y las paredes del terreno están completamente llenas de vegetación arbustiva, de matorral, nopalera y pastizales, además existen evidencias del derrame lávico en la superficie.	
	Dinámica:	Los procesos erosivos fluviales debido al cauce del río aunque en baja medida porque no hay demasiado material sedimentario.	
	Cronología:	Procesos volcánicos de la caldera en su primera etapa y posteriormente de otros edificios volcánicos al exterior de la caldera y la etapa de fracturación o formación del lineamiento geológico.	
	Interés principal:	La Morfoestructura del terreno, desde el borde de la caldera hasta donde se tuerce el sistema.	
	Interés secundario:	La forma del valle en uve.	
	Atribución del LIGm:	La estética y apreciación del sitio por sus condiciones morfológicas y de amplia vegetación.	
	Usos y Gestión	Contenido cultural:	Algunos mitos y leyendas y de uso y ocupación histórico.
Accesibilidad:		Por carretera de pavimento, terracería y hasta el sitio a pie.	
Grado de Interés:		Alto, debido a sus condiciones físicas y de observación de paisaje.	
Estado de Conservación:		Bueno, no hay impactos antrópicos que modifiquen o alteren el sitio.	
Usos actuales:		Ninguno, muy pocos de turismo.	
Comunicaciones:		Carreteras y sendas de la población local.	
Infraestructuras		Asentamientos humanos a 100 m aproximadamente, tubería de agua y algunas cercas de rocas.	
Impactos:		Ninguno.	
Situación Legal:		Comunal.	

LUGAR DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO: VALORACIÓN				
Identificación	Nombre: Lineamiento Math	Lugar: Donguinyó	Nº: 12	
Situación	Territorio Municipal: Alfajayucan			
	Coordenadas: N: 20°26'30" W: 99°27'24"		Altitud: 2070	
Tipo de Geomorfofitio	Lugar singular		Valoración	
Valores intrínsecos	Génesis (máximo 5)		5	
	Morfología	Morfoestructuras (máximo 5)	3	
		Formas de erosión (máximo 5)	1	
		Formas de acumulación (máximo 5)	1	
	Dinámica	Heredados (máximo 5)	3	
		Activo (máximo 5)	1	
	Cronología (máximo 5)		5	
	Litología (máximo 5)		4	
	Estructura	Geológicas (máximo 5)	2	
		Sedimentarias (máximo 5)	1	
Valoración			S= 26 R= 5,2	
Valores añadidos	Valoración paisajística y estética (máximo 10)		6	
	Elementos culturales (30)	Asociación a elementos de valor patrimonial (máximo 10)	3	
		Contenido cultural (máximo 10)	4	
		Contenido histórico (máximo 10)	3	
	Elementos didácticos científicos (20) y	Recursos pedagógicos (máximo 5)		0
		Niveles pedagógicos (máximo 5)		0
		Valor científico	Áreas científicas (máximo 5)	0
			Representatividad científica (máximo 5)	3
	Contenidos turísticos (10)	Contenido turístico (máximo 5)		2
		Atracción turística (máximo 5)		3
Valoración			S= 24 R= 3,4	
Valores de Uso y Gestión	Accesibilidad		2	
	Fragilidad		2	
	Vulnerabilidad		2	
	Intensidad de uso		2	
	Riesgo de degradación		1	
	Estado de conservación		2	
	Impactos		2	
	Condiciones de observación		2	
	Límite de cambio aceptable		2	
	Valoración			S= 17 R= 9,4
Valoración Global			5,2/3,4/9,4	

LUGAR DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO: DESCRIPCIÓN			
Identificación	Nombre: Derrame andesítico–piroclástico	Lugar: Las Cruces	Nº: 13
Situación	Territorio municipal:	Coordenadas: N: 20°24'16" W: 99°26'36"	Altitud: 2071
Geomorfología	Tipo de Geomorfofitio	Lugar representativo	
		Descripción: Derrame lávico de la caldera durante sus procesos eruptivos y de reactivación, además de la edificación de otros cuerpos volcánicos que también tuvieron actividad, se observan escalonamientos del terreno, plegamiento del material geológico que muestra cómo fue su transporte hacia la parte noreste de la caldera.	
	Génesis	Específicamente de origen volcánico por los diferentes eventos volcánicos de la caldera, posteriormente la edificación de los cuerpos volcánicos en la parte exterior de la caldera como reactivación de la cámara magmática y liberación de material.	
	Morfología: Descripción, morfoestructuras, erosión	Estructural por lineamientos y escarpes, además de edificios volcánicos, plegamiento del material, estratos diferenciados principalmente por arenas y cenizas volcánicas.	
	Dinámica:	No hay evidencias de actividad volcánica ni procesos de erosión debido a la vegetación abundante que cubre la superficie.	
	Cronología:	Marcada por diferentes eventos, derrames lávicos durante la primer etapa de actividad de la caldera, formación de volcanes que también tuvieron actividad y posteriormente la morfología estructural por lineamientos y escarpes.	
	Interés principal:	Morfología de lineamientos y plegamiento del derrame lávico como consecuencia de transporte hacia las zonas bajas hasta los procesos de enfriamiento.	
	Interés secundario:	Edificación de otros cuerpos volcánicos al exterior de la caldera en la parte noreste.	
	Atribución del LIGm:	Diferencias de material geológico, en algunos escarpes andesítico y piroclástico y en otra zona material arenoso y de ceniza.	
Usos y Gestión	Contenido cultural:	Solo lo referente a uso y ocupación histórica en algunas zonas.	
	Accesibilidad:	Caminos de terracería en estado medio, debido a las condiciones de la carretera en estado irregular y en algunas partes es angosta.	
	Grado de Interés:	Alto, debido a la evidencia del derrame lávico de la caldera, como la zona principal de emisión de material andesítico, piroclastos y arena.	
	Estado de Conservación:	Bueno, no hay impactos ni asentamientos humanos o población que amenace el sitio con modificaciones.	
	Usos actuales:	De almacenamiento de agua pero en zonas que no impactan los sitios de interés.	
	Comunicaciones:	Carreteras de pavimento y terracería.	
	Infraestructuras	Jaulas de ganado, bordos y una presa.	
	Impactos:	Ninguno.	
	Situación Legal:	Comunal.	

LUGAR DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO: VALORACIÓN				
Identificación	Nombre: Derrame andesítico-piroclástico	Lugar: Las Cruces	Nº: 13	
Situación	Territorio Municipal: Alfajayucan			
	Coordenadas:		Altitud: 2071	
Tipo de Geomorfofitio	Lugar representativo		Valoración	
Valores intrínsecos	Génesis (máximo 5)		5	
	Morfología	Morfoestructuras (máximo 5)	3	
		Formas de erosión (máximo 5)	1	
		Formas de acumulación (máximo 5)	2	
	Dinámica	Heredados (máximo 5)	5	
		Activo (máximo 5)	1	
	Cronología (máximo 5)		5	
	Litología (máximo 5)		4	
	Estructura	Geológicas (máximo 5)	4	
		Sedimentarias (máximo 5)	2	
Valoración			S= 32 R= 6,4	
Valores añadidos	Valoración paisajística y estética (máximo 10)		8	
	Elementos culturales (30)	Asociación a elementos de valor patrimonial (máximo 10)	1	
		Contenido cultural (máximo 10)	5	
		Contenido histórico (máximo 10)	3	
	Elementos didácticos científicos (20) y	Recursos pedagógicos (máximo 5)		0
		Niveles pedagógicos (máximo 5)		0
		Valor científico	Áreas científicas (máximo 5)	0
			Representatividad científica (máximo 5)	3
	Contenidos turísticos (10)	Contenido turístico (máximo 5)		2
		Atracción turística (máximo 5)		3
Valoración			S= 25 R= 3,5	
Valores de Uso y Gestión	Accesibilidad		2	
	Fragilidad		2	
	Vulnerabilidad		2	
	Intensidad de uso		1	
	Riesgo de degradación		2	
	Estado de conservación		2	
	Impactos		1	
	Condiciones de observación		2	
	Límite de cambio aceptable		1	
	Valoración			S= 15 R= 8,3
Valoración Global			6,4/3,5/8,3	

LUGAR DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO: DESCRIPCIÓN			
Identificación	Nombre: Falla el Sabino	Lugar: Xothé	Nº: 14
Situación	Territorio municipal: Alfajayucan	Coordenadas: N: 20°21'34" W: 99°25'49"	Altitud: 2127
Geomorfología	Tipo de Geomorfofitio	Lugar singular Descripción: Falla que marca límites litológicos de material volcánico y del derrame lávico de la caldera de acuerdo a la morfología del terreno, además los escarpes son más prolongados en cuanto a altitud y donde se encuentran evidencias de la fluidez de la lava y su proceso de enfriamiento.	
	Génesis	Su origen está dividido durante las primeras fases eruptivas de la caldera y los siguientes procesos de reactivación volcánica al interior y al exterior por otros cuerpos volcánicos, la estratificación de los escarpes lo denota por las diferencias de sus propiedades físicas.	
	Morfología: Descripción, morfoestructuras, erosión	Morfoestructural, la falla principal y lineamientos existentes que tienen origen en el borde de la caldera hasta esta falla, estratos de andesitas, piroclastos y arenas con procesos erosivos fluviales al interior del cauce del río y gravitacionales en algunas zonas de los escarpes.	
	Dinámica:	Los procesos erosivos fluviales y gravitacionales.	
	Cronología:	Formado por diferentes eventos volcánicos pero por los mismos procesos volcánicos de la dinámica de la caldera y el origen de la falla durante el Terciario Neógeno.	
	Interés principal:	Morfoestructural, apreciación y estética de paisaje geomorfológico.	
	Interés secundario:	Representatividad del material geológico en los estratos de los escarpes.	
	Atribución del LIGm:	Panorámica del paisaje geológico y geomorfológico.	
	Usos y Gestión	Contenido cultural:	Turismo poco fomentado, leyendas y mitos.
Accesibilidad:		Por camino pavimentado en estado irregular y hasta el sitio a pie.	
Grado de Interés:		Alto, por el contenido geológico-geomorfológico del sitio.	
Estado de Conservación:		Bueno, a pesar de que existe población no hay impactos sobre el sitio.	
Usos actuales:		De turismo pero sólo de visitas exploratorias o individuales.	
Comunicaciones:		Carreteras pavimentadas y de terracería de la población local.	
Infraestructuras		Asentamientos humanos, una presa y cercas de alambrado.	
Impactos:		Ninguno.	
Situación Legal:	Comunal.		

LUGAR DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO: VALORACIÓN				
Identificación	Nombre: Falla el Sabino	Lugar: Xothé	Nº: 14	
Situación	Territorio Municipal: Alfajayucan			
	Coordenadas: N: 20°21'34" W: 99°25'49"		Altitud: 2127	
Tipo de Geomorfofitio	Lugar singular		Valoración	
Valores intrínsecos	Génesis (máximo 5)		5	
	Morfología	Morfoestructuras (máximo 5)	4	
		Formas de erosión (máximo 5)	2	
		Formas de acumulación (máximo 5)	3	
	Dinámica	Heredados (máximo 5)	5	
		Activo (máximo 5)	2	
	Cronología (máximo 5)		5	
	Litología (máximo 5)		5	
	Estructura	Geológicas (máximo 5)	5	
		Sedimentarias (máximo 5)	3	
Valoración			S= 39 R= 7,8	
Valores añadidos	Valoración paisajística y estética (máximo 10)		6	
	Elementos culturales (30)	Asociación a elementos de valor patrimonial (máximo 10)	2	
		Contenido cultural (máximo 10)	4	
		Contenido histórico (máximo 10)	4	
	Elementos didácticos y científicos (20)	Recursos pedagógicos (máximo 5)		0
		Niveles pedagógicos (máximo 5)		0
		Valor científico	Áreas científicas (máximo 5)	0
			Representatividad científica (máximo 5)	2
	Contenidos turísticos (10)	Contenido turístico (máximo 5)		3
		Atracción turística (máximo 5)		2
Valoración			S= 23 R= 3,2	
Valores de Uso y Gestión	Accesibilidad		1	
	Fragilidad		2	
	Vulnerabilidad		1	
	Intensidad de uso		1	
	Riesgo de degradación		2	
	Estado de conservación		2	
	Impactos		2	
	Condiciones de observación		2	
	Límite de cambio aceptable		1	
	Valoración			S= 14 R= 7,7
Valoración Global			7,8/3,2/7,7	

