



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN GEOGRAFÍA
GEOGRAFÍA AMBIENTAL

SIERRA DE LAS NAVAJAS Y SU EVALUACIÓN COMO INTEGRANTE
DEL GEOPARQUE DE LA COMARCA MINERA, HIDALGO

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN GEOGRAFÍA

PRESENTA:

JANNU LIRA ALATORRE

TUTOR DE TESIS: DR. LORENZO VÁZQUEZ SELEM
INSTITUTO DE GEOGRAFÍA, UNAM

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR:

DR. JOSÉ LUIS PALACIO PRIETO

INSTITUTO DE GEOGRAFÍA, UNAM

MTRA. NORMA LÓPEZ CASTAÑEDA

ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS DE LA TIERRA, ENCIT, UNAM

DR. SERAFÍN SÁNCHEZ PÉREZ

ESCUELA NACIONAL DE ANTROPOLOGÍA E HISTORIA, ENAH

DRA. MARIANA FAVILA VÁZQUEZ

CENTRO DE INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS SUPERIORES EN ANTROPOLOGÍA SOCIAL, CIESAS

CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MÉXICO, NOVIEMBRE 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A mis Padres:

Martha Araceli Alatorre Campos

Héctor Leopoldo Lira Herrera *In memoriam*

Por todo el apoyo y amor para con su hijo, porque sigo aprendiendo de ustedes.

A la Comunidad del Ejido El Nopalillo, Hgo.

Por todos estos años de compartir experiencias y amistades.

Agradecimientos

Al Programa de Becas de Posgrado de Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico prestado para la realización de este trabajo de investigación.

En especial al Dr. Lorenzo Vázquez Selem que siempre tuvo la paciencia y confianza para esta investigación, por todo el apoyo a través de los años; gracias por acercarme a nuevas facetas de la Geografía y las Ciencias de la Tierra.

Al Dr. Serafín Sánchez Pérez por siempre impulsarme a terminar, por ser un excelente profesor y un entrañable amigo.

A la Dra. Mariana Favila Vázquez, por siempre estar para apoyarme; por ser una excelente amiga en todos estos años.

Al Dr. José Luis Palacio Prieto y Mtra, Norma López Castañeda por el tiempo y dedicación para leer y hacer todas las anotaciones.

A las familias de los Mineros-Artesanos Juan Castelán Mata, Sixto Arista y Pelcastre por permitirme conocerlos y que nos enseñaron todo sobre del mundo de la obsidiana.

Gracias a mi tía Martha, Javier y Luis, por siempre apoyarme.

Para mi hermana Ivonne porque siempre estás y tienes un lugar muy especial en mi corazón, empezamos juntos y aquí seguimos. A Oma Riusech por todo su cariño y apoyo y a Eckart con todo mi cariño.

A mi tío Armando Alatorre Campos que ha seguido mis pasos y es partícipe de esta aventura desde la licenciatura y que nunca perdió la esperanza de ver concluido este ciclo.

A familia Ávila

A Edgar Israel Mendoza Cruz, Axel Jaime Olay Sánchez, José Daniel Vélez Pérez, Itzel Chagoya Ayala, Fernando Javier Trejo Nava, Marcelo y Miguel Ibarra, porque me han enseñado a ser una mejor persona e investigador; gracias por estos años de aventura, amistad y ser parte de mi familia.

A Itzel Gabriela Gutiérrez Enríquez por ser una gran amiga y una muy eficiente adjunta en clases y también a Pedro David Barrera porque la aventura no termina.

Rubén Eduardo Mendiola por todas las pláticas, consejos y claro, el chisme.

A Raúl Cervantes Aldave y Erika Moranchel Mondragón por todo el cariño y las enseñanzas.

Martha María López Chávez, Edgar Hernández Sánchez y familia por todo el cariño y apoyo.

A DIVU, A.C. por arroparme en el maravilloso espacio de las ciencias, Astron Martínez y Fernando Patlán gracias por siempre estar al pendiente y apoyar los proyectos y nuestras luchas.

A mi familia de Inclusivo quien lo Lea — Colectivo Alfa, porque en esta aventura son parte de mi corazón, Lucia Ortega Cabello y José de Jesús Lira Ricárdez por todo el cariño, apoyo y ayudar en las revisiones de este texto; a nuestro Alfa Rogelio José Gómez Rivera por ser la guía e inspirador de sueños.

A Omar Enrique González Cortes, por todos estos años de amor y comprensión.

Resumen

La Sierra de las Navajas, en el actual Estado de Hidalgo, fue desde el Preclásico medio (600 aC.) una fuente primordial de un recurso esencial – la obsidiana –, y se mantiene así hasta nuestros días. A sólo unos 30 minutos de la zona urbana de Pachuca en el estado de Hidalgo, encontramos uno de los yacimientos de obsidiana más importantes para el mundo prehispánico y para la actividad moderna de artesanía de este vidrio volcánico. Debido a sus características geológicas, el yacimiento ha captado la atención del público nacional, extranjero, de grandes investigadores y ahora de notoriedad mundial al ser parte del Geoparque Comarca Minera.

Los objetivos de esta tesis son analizar las variables que hacen de Sierra de las Navajas un área fundamental para el Geoparque Comarca Minera y analizar el impacto antrópico de la minería de obsidiana que inciden en la conservación de Sierra de las Navajas y ampliar e incluir activamente sus puntos de interés.

Se justifica la investigación debido a que las actividades extractivas de obsidiana y arena, así como el turismo sin control llevarían a perder los valores científicos y culturales con los que ahora cuenta y que son fundamentales para la salvaguarda del geopatrimonio.

La teoría con la que se sustenta el trabajo proviene de la antropología, el turismo sustentable, el geopatrimonio y los Geoparques, donde una visión multidisciplinaria ayuda a sumar para la valorización y conservación de los geositos.

Para este fin es necesario retomar las metodologías aplicadas a la formulación de proyectos y declaratorias de geoparques que se han utilizado en México y en específico para el área de la Comarca Minera y Sierra de las Navajas. Éstas han sido adaptadas al contexto nacional desde visiones provenientes de España, Colombia, Brasil y consideraciones propias de México.

La propuesta de incluir especificidades para la parte del patrimonio cultural, así como la aplicación del área para la enseñanza a diferentes niveles nos lleva al uso y valoración de estas metodologías para obtener nuevos valores que nos permitan incrementar el valor científico, didáctico y turístico de Sierra de las Navajas.

Los resultados permiten visualizar al área de estudio con una importante dinámica geológica, geomorfológica y cultural que es vital como parte del patrimonio del Geoparque Mundial UNESCO Comarca Minera y que aporta al conocimiento desde las Ciencias de la Tierra y la Antropología —principalmente—. Además, se proponen nuevos puntos de relevancia para ser visitados por los diferentes tipos de turismo y se definen nuevas rutas para la visita del área.

Lo anterior permite proponer que Sierra de las Navajas sea un área integrada por varios geositos y sitios de la geodiversidad y que éstos se anexasen al corpus del Geoparque Comarca Minera.

Tabla de contenido

Resumen.....	1
Índice de Figuras.....	3
Índice de Tablas.....	4
Capítulo I Introducción.....	5
Antecedentes.....	7
Planteamiento de la Investigación.....	16
Justificación.....	16
Hipótesis.....	18
Objetivos Generales.....	18
Capítulo II Teorías aplicadas al estudio de los diversos tipos de patrimonio y su relación con el área de estudio.....	20
Marco Teórico.....	20
Sobre el concepto de Patrimonio y la conservación.....	20
Antropología y Arqueología.....	22
Turismo Sustentable.....	24
Geopatrimonio, Geoconservación, Geodiversidad y Geoparques.....	26
Capítulo III Las diversas metodologías de evaluación de Sierra de las Navajas.....	40
Metodologías.....	40
Zona de estudio.....	40
Métodos y técnicas de investigación.....	41
Capítulo IV Resultados.....	59
Valoración del conjunto de la Sierra de las Navajas.....	59
Sitios propuestos para Sierra de las Navajas por su relevancia científica, didáctica y turística.....	63
Valoración de los sitios propuestos.....	64
Sobre la Silvicultura en el parque Ecoturístico Las Navajas.....	69
Reflexiones sobre los diferentes tipos de turismo en el área de estudio.....	70
Sobre las rutas de visita.....	74
Ruta escenográfica (figura 21):.....	75
Ruta Mina de Arena y zonas culturales (figura 22).....	76
Ruta del Patrimonio Arqueológico (figura 22).....	77
Ruta ecológica (figura22).....	77

<i>Ruta Minera (figura 21)</i>	78
<i>Sitios Arqueológicos (figura 21 y 22)</i>	79
<i>Reflexión final</i>	80
<i>Bibliografía</i>	82
<i>Anexo 1 Fichas Descriptivas de los geositios y sitios de la geodiversidad propuestos</i>	87

Índice de Figuras

Figura 1 Ubicación general de Sierra de las Navajas, con respecto a las poblaciones de Pachuca de Soto, Epazoyucan, Huasca de Ocampo y Tulancingo, Hgo. La coordenada de referencia de Cruz del Milagro 547173 E, 2220775 N, Zona 14Q. Google Earth 2023.	5
Figura 2 Delimitación geográfica de Sierra de las Navajas con base en la carta topográfica F14D82 (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, 1998) (modificado de: Schönleber y Lira, 2007).....	6
Figura 3 Sierra de las Navajas donde aparece con la designación de Geositio, Google Earth 2022. ...	7
Figura 4 Recorte de mapa de García Cubas, donde podemos observar las poblaciones de Pachuca, el Sembo (Zembo) y las estructuras del Águila y los Pelados. Imagen modificada por Jannu Lira Alatorre (García Cubas 1884).	9
Figura 5 Depósito en las Minas de Obsidiana (Holmes, 1900).....	10
Figura 6 Propuesta de Schönleber y Lira (2007) sobre la composición de Sierra de las Navajas, sobre Carta Topográfica F14D82 (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, 1998).	14
Figura 7 Geositios de área sur del Geoparque de la Comarca Minera (Canet Miquel & García Alonso, 2021).....	15
Figura 8 Sobre los elementos de la geoconservación (reproducido de Brilha, (2016)	28
Figura 9 Los valores culturales del Geopatrimonio (Martínez Miranda, 2017; Palacio Prieto, et al., 2018). Se modifica con la propuesta a los sitios arqueológicos prehispánicos, coloniales y sobre los contextos industriales.	30
Figura 10 Diferentes tipos de turismo y sus relaciones, propuesto por Dowling (2011). Las relaciones más fuertes están representadas por el grosor de línea.	36
Figura 11 Representación de los diversos tipos de geoturistas, según Grant (en Dowling 2011; Palacio Prieto, et al. 2018).	37
Figura 12 Esquema sobre los elementos de la Geodiversidad, el número de página indica donde se encuentra la definición.....	39
Figura 13 Ubicación y delimitación de la Sierra de las Navajas, el área de estudio (modificado de: Schönleber y Lira, 2007).	41
Figura 14 Propuesta de Solís García (2015) para la valoración y selección de sitios, donde Vc= valor científico.	45
Figura 15 Esquema con los parámetros propuestos por Martínez Miranda (2017), para la identificación, caracterización y evaluación de los sitios propuestos.	49

Figura 16 Jales de mina en septiembre del 2010, cercanos al campo de golf en la ciudad de Pachuca, Hgo. El corte se hizo para la construcción del Boulevard Nuevo Hidalgo. Foto Jannu Lira Alatorre.	53
Figura 17 Modificaciones a la propuesta de Martínez Miranda (2017) sobre el valor cultural en el rubro del valor histórico y arqueológico.	54
Figura 18 Fórmulas para cálculo de valores científico, didáctico y turístico de los geositos del Geoparque Comarca Minera de Cruz Pérez (2020).	55
Figura 19 Los once geositos y sitios de la geodiversidad propuestos para Sierra de las Navajas, Hgo. Google Earth 2023.	64
Figura 20 Página oficial de Turismo del municipio de Epazoyucan, Hidalgo. Donde se muestran los lugares de interés para el visitante. (H. Ayuntamiento del Municipio de Epazoyucan, Hidalgo, 2020).	72
Figura 21 Mapa elaborado por el autor sobre una imagen de Google Earth (2022) con dos rutas para visita que se proponen.	75
Figura 22 Mapa elaborado por el autor sobre una imagen de Google Earth (2022) con tres rutas para visita que se proponen.	76

Índice de Tablas

Tabla 1 Valores científicos, didácticos y culturales, correspondiente a la representatividad y rareza propuestas por Solís (2015).	42
Tabla 2 Geositos y geomorfositos propuestos por Solís (2015).	46
Tabla 3 Extracto de la tabla de resultados de la investigación de Ana Itzel Solís (2015).	46
Tabla 4 Elementos para la cuantificación del valor científico (Vc) de los Geositos. El máximo es de 20 puntos correspondientes a la suma de los 5 rubros, donde $Vc=Dv+Rp+Ra+In+As$. Tomado de Martínez Miranda (2017).	50
Tabla 5 Formato de Ficha de identificación-caracterización, del trabajo de Martínez Miranda (2017) y Palacio et al. (2018).	51
Tabla 6 Tabla de parámetros y valores propuestos para la evaluación de los geositos por Cruz Pérez (2020).	56
Tabla 7 Fórmula y valores para el cálculo de la vulnerabilidad antrópica Cruz Pérez (2020).	57
Tabla 8 Fórmula y tabla de valores de referencia para calcular el riesgo de degradación por amenazas antrópicas (Rda) de Cruz Pérez (2020).	57
Tabla 9 Resultados de las valoraciones de los geositos analizados por Cruz Pérez (2020). Se presenta un extracto de la tabla. Sierra de las Navajas recibe aquí el nombre de “Cerro de las Navajas”	58
Tabla 10 Resultados de Vc, Vd, Vt y Rda para Sierra de las Navajas por el nuevo ejercicio de valoración.	62
Tabla 11 Tabla de valoración de geositos y sitios de la diversidad propuestos para la Sierra de las Navajas según la metodología de Solís García (2015).	65
Tabla 12 Nuevos valores de referencia para cálculos del Vc, Vd y Vt , Va, Sda y Rda según la metodología de Cruz Pérez (2020). Para mayor detalle de los parámetros revisar tabla 6 y 7	66
Tabla 13 Resultados de la valoración de geositos, según la metodología de Cruz Pérez (2020). Para más detalle ver figura 18 y tabla 6.	67

Capítulo I Introducción

El área de Sierra de las Navajas —a la cual se le han asignado diversos nombres—es desde la antigüedad, uno de los yacimientos de obsidiana más importantes en el mundo prehispánico (Schönleber y Lira, 2007). Se continuó su uso en el periodo de contacto y Colonia teniendo sólo un breve periodo de receso en las actividades extractivas en el siglo XIX. Después ya durante el siglo XX, se reanudó su explotación para satisfacer la demanda de este vidrio volcánico para la creciente actividad de la artesanía de la obsidiana.

A escasos 30 minutos de la ciudad de Pachuca, Hidalgo (figura 1), tomando la carretera hacia Tulancingo y la desviación hacia el Ejido el Nopalillo, se encuentra esta compleja y singular estructura geológica (figura 2) que ahora se considera como un geosítio (figura 3) dentro del Geoparque Mundial UNESCO Comarca Minera (Canet Miquel & García Alonso, 2021).

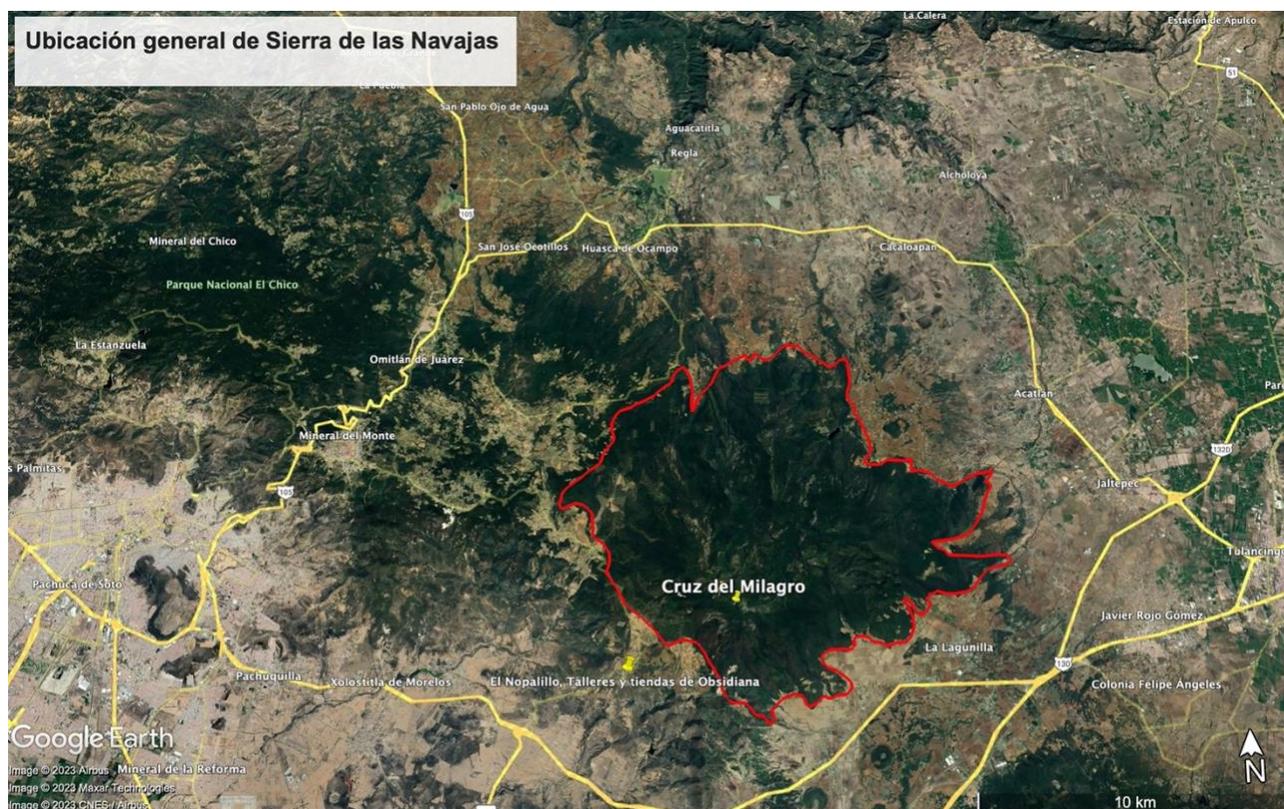


Figura 1 Ubicación general de Sierra de las Navajas, con respecto a las poblaciones de Pachuca de Soto, Epazoyucan, Huasca de Ocampo y Tulancingo, Hgo. La coordenada de referencia de Cruz del Milagro 547173 E, 2220775 N, Zona 14Q. Google Earth 2023.

La minería de la obsidiana ha sido y es desde tiempos prehispánicos una fuente primordial de recursos no solamente para las grandes civilizaciones del pasado sino también para las comunidades del presente, en específico para la sociedad que se desarrolla en el Ejido del Nopalillo, a las faldas de Sierra de las Navajas, en el estado de Hidalgo (figura 2 y 3).

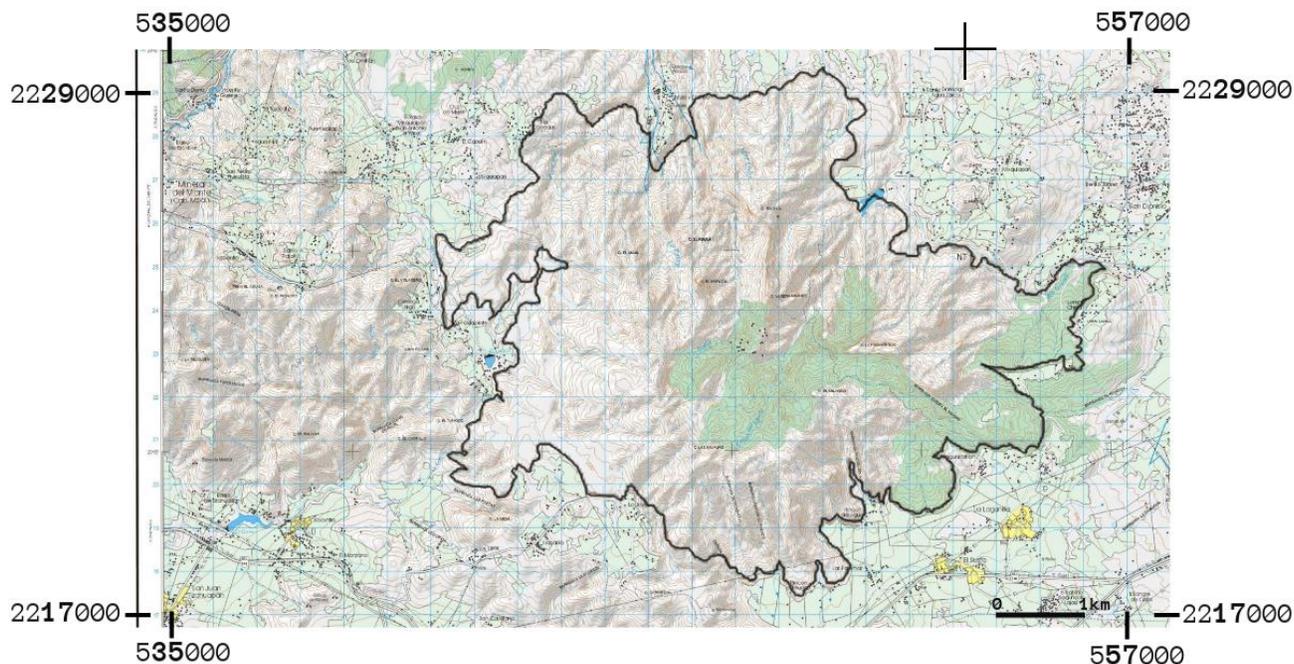


Figura 2 Delimitación geográfica de Sierra de las Navajas con base en la carta topográfica F14D82 (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, 1998) (modificado de: Schönleber y Lira, 2007).

La dinámica geomorfológica que se genera debido a la alteración por parte de la minería (procesos de intemperismo, erosión, remoción y acumulación) es un factor ineludible por tomar en cuenta para garantizar la estabilidad ambiental en Sierra de las Navajas y por lo tanto para el desarrollo de actividades económicas primordiales y colaterales que contribuirán de manera significativa a elevar el nivel de vida de la población, así como la preservación del patrimonio geológico y arqueológico.



Figura 3 Sierra de las Navajas donde aparece con la designación de Geosito, Google Earth 2022.

Antecedentes

Los trabajos geológicos y topográficos, que se han realizado en la zona de la Sierra de las Navajas, en su mayoría son superficiales, quedando un sinnúmero de interrogantes en diferentes áreas del conocimiento y que tienen una relación intrínseca entre ellas. De hecho, textos de minería que retoman de manera general la parte de la explotación prehispánica, no mencionan la extracción de la obsidiana como un elemento significativo dentro de la economía del mundo prehispánico y colonial (Coll-Hurtado, et al., 2002). Sin embargo, este material transformado en diversas herramientas era una de las bases económicas para el desarrollo de los pueblos prehispánicos y del México colonial (Schönleber y Lira, 2007).

La introducción de herramientas metálicas a la vida cotidiana se da hacia finales del siglo XVIII; por lo tanto, desde la llegada de los españoles la obsidiana fue vista como el sustituto de los metales para las culturas hispánicas, de tal manera que¹, la explotación de los diferentes yacimientos de obsidiana en América se ha tenido por varios miles de años y

¹ Los antecedentes de investigación son —en parte— el resumen del trabajo de Schönleber y Lira (2007).

las problemáticas asociadas a los talleres, áreas de actividad (Manzanilla, 1986), han de ser estudiadas con enfoques interdisciplinarios (Cobean, 1991) (Cobean, 2002).

Como comentan Pastrana (1998) y Niederberger (1976) las explotaciones extensivas del yacimiento se realizaron por teotihuacanos, toltecas y aztecas (200 al 1521 d.C.), aunque en el registro arqueológico aparecen las primeras a mediados del Formativo medio (600 – 400 a.C.).

La Sierra de las Navajas ha tenido un papel fundamental no solo en la época prehispánica, sino también durante los primeros momentos del contacto con los españoles (1521 al 1525 d.C. aproximadamente), la Colonia y el México independiente y moderno; así que, para entender su relación y su importancia con el Geoparque de la Comarca Minera, es necesario hacer un breve recuento de las menciones e investigaciones que se ha realizado en la zona.

Quizá el primero en mencionar brevemente la localización de las obsidias es Friedrich Traugott Sonneschmid (1763–1824) que en 1804 publica su obra —en alemán— titulada como *Descripción mineralógica de los principales distritos mineros de México o Nueva España* (Mentz von, 1980), y que en algunas citas se refiere como *Descripción mineralógica de las importantes regiones mineras de México o Nueva España* (Morelos, 2018).

La Sierra de las Navajas siempre ha sido un lugar atractivo para los investigadores y ya Alexander Von Humboldt (2004) menciona desde su ensayo sobre la Nueva España —trabajo publicado originalmente en 1822— la ubicación y denominación de este yacimiento:

Como quiera que sea, ello es cierto que la falta de hierro se advertía menos entre las naciones que sabían ligar otros metales de un modo tan útil. Los instrumentos cortantes de los mexicanos eran unos de cobre y otros de obsidiana (iztli). Esta última substancia se beneficiaba en grande, según aparece, por el sin número de tiros abiertos en la montaña de los Cuchillos, cerca del pueblo indio de Atotonilco el Grande,² (Humboldt, 2004, p. 324).

También hacia mediados del siglo XIX la Escuela práctica de Minas (1853-1863) hace recorridos con estudiantes y maestros a las regiones de “...Hacienda de San Miguel Regla, Pachuca, Actopan, el Cardonal, Real del Monte, los cerros del Zumate y Las Navajas, los minerales de El Chico, la Barranca Huasca y Morán” (Morelos, 2018, p. 125).

Dos años más tarde en 1865 se publican los trabajos de José M. Romero donde encontramos la mención de Los Pelados y menciona que “... se encuentran cubiertos por

² Entendemos montaña de los Cuchillos como Sierra de las Navajas

renuevos de multitud de ocotes, y en toda su extensión se halla la obsidiana en grandes cantidades” (Romero, 2014, p. 182), también se mencionan las localidades de El Jacal, El Horcón, El Águila, Los Metlapiles (El Anfiteatro), Los Peñascos de las Navajas. Se ha de anotar que estas formas del terreno solo son vistas desde la parte norte de la estructura de Sierra de las Navajas con vista hacia el sur, actualmente desde la población conocida como El Zembo (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, 1998).

La primera referencia a nivel cartográfico es la que se encuentra en el mapa elaborado por García Cubas (1884) donde aparecen mencionadas las estructuras de Los Pelados, El Águila y el Jacal, además de las poblaciones como del Guajolote y Sembo, que siguen —hoy en día— conservando esa denominación, aunque con diferente ortografía (figura 4) (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, 1998).



Figura 4 Recorte de mapa de García Cubas, donde podemos observar las poblaciones de Pachuca, el Sembo (Zembo) y las estructuras del Águila y los Pelados. Imagen modificada por Jannu Lira Alatorre (García Cubas 1884).

Otro de los investigadores que hace visitas a la zona a finales del Siglo XIX es W.H. Holmes (1900), donde nuevamente menciona a Los Jacales y de igual manera la Sierra de las Navajas o “Mountain of the Knives”, se debe anotar que el viaje de este investigador parte

desde Real del Monte. Es realmente la primera mención que tenemos del tipo de minería que se realizó en la zona y también cuenta con una muy buena descripción —para la época— de los materiales (figura 5).



Photo by G. K. Gilbert

Figura 5 Depósito en las Minas de Obsidiana (Holmes, 1900).

Desde la geología y minería Ordóñez (1900, 1901) apunta —entre varios temas— que en la Sierra de Pachuca en general destacan las elevaciones al sureste Real del Monte con su principal estructura denominada Cerro de los Ingleses con 3,500 msnm y también menciona al Cerro de las Navajas con una altitud de 3,212 msnm (Schönleber y Lira, 2007). La zona de mayor abundancia de obsidiana se localiza en la “falda occidental de Peña del Jacal y en la barranca llamada del Milagro, cerca del Cerro de las Navajas” (Ordoñez, 1900, p. 39). Es en esta zona donde podemos observar a la obsidiana en grandes bloques envueltos en una toba amarilla de consistencia regular; además de que el autor retoma a Humboldt (2004), quien se refiere a la región sureste de Pachuca en donde abundan las “rhyolitas litoides” y las obsidianas.

Desde la antropología se relata la visita y el uso de los recursos de la zona en los estudios de Manuel Gamio (Gamio, 1979a, 1979b) para apoyar las actividades para las familias de la reciente apertura al público de la zona arqueológica de Teotihuacan, en la que más tarde se implementará la escuela de artes y oficios, donde una de las actividades era que los pobladores aprendieran a trabajar la obsidiana para elaborar artesanías. Este proyecto arroja sus frutos hasta la década de 1950 y está ligado directamente a la Sierra de las Navajas porque era ahí donde los nuevos artesanos realizaban la recolecta en superficie de la obsidiana, la cual era —muchas de las veces— restos de la minería prehispánica.

Durante la década de 1960 Geyne (1963) y colaboradores realizaron un exhaustivo estudio acerca de la región de Pachuca y Real del Monte en la cual localizan un área que fue conceptualizada como Riolitas Navajas —Sierra de las Navajas—, y definen esta formación como:

... un área de afloramiento casi triangular de rocas riolíticas, centrada en el Cerro de las Navajas, se halla solo a 3 ó 4 km al oriente del distrito minero... está constituida por derrames de lava, por capas de brecha y toba y por depósitos de aludes ardientes, todos interestratificados entre sí (Geyne, et al., 1963, pp. 54-55).

Hasta ese año es quizá el trabajo más extenso de la zona a nivel geológico.

Entre las primeras investigaciones que incluyen la arqueología y la geología que se realizan en la zona —desde 1969— se encuentran las de Robert H. Cobean (1991, 2002), donde se marca este yacimiento como uno de los más importantes en época prehispánica y en la actualidad. El objetivo central de las investigaciones del autor dentro del proyecto —a largo plazo— de la Universidad de Missouri fue “definir y diferenciar con mayor precisión los principales yacimientos mesoamericanos de obsidiana mediante el análisis de activación de neutrones (NAA)...” (Cobean, 2002, p. 36).

Ya en la última década del Siglo XX la zona ha contado con diversos estudios arqueológicos a corto y largo plazo. Las primeras investigaciones sistemáticas comienzan con Rafael Cruz Antillón (Cruz, 1994) quien realiza un listado de los yacimientos con evidencia arqueológica más importantes para Mesoamérica y enumera 25. Entre los que menciona el autor se encuentran: Sierra de las Navajas, El Durazno, Cerro de los Pelados, Barranca de Iztlá (Barranca del Milagro), Peña del Águila, Ocosingo, Cerro Piñal, La Esperanza; siendo ahora englobados en la Sierra de las Navajas.

Este trabajo describe las técnicas de explotación minera, las cuales se determinan por la presencia de los materiales cerámicos; propone que hacia la zona de Cruz del Milagro la explotación fue por culturas distintas a la Azteca, cosa distinta para el área de las Minillas que fue explotada por este grupo. Así se considera que las primeras minas se localizan en donde la obsidiana se encuentra en afloramientos en superficie y según fue aumentando la demanda se tuvieron que adecuar nuevas formas de explotación, llevando a estos grupos a los límites topográficos (sugeridos por el autor) de este yacimiento, implementando minería subterránea (Schönleber y Lira, 2007).

Otro de los investigadores que ha mantenido un proyecto a largo plazo en la zona es Alejandro Pastrana (1998; Pastrana, et al., 2018) el cual apunta sobre las diferentes formas y áreas de explotación de la obsidiana. Hace un repaso sobre los diferentes sistemas mineros y las formas de distribución de la obsidiana, así como sus usos para actividades productivas, rituales y militares.

Uno de los trabajos que continúa con la caracterización geológica del yacimiento es el de Lighthart (2004), en donde se hace una propuesta sobre la formación de la estructura volcánica, así como los diferentes depósitos. El trabajo también recurre a los análisis por fluorescencia de rayos X (XRF) para determinar la geoquímica del yacimiento y que es importante como punto de comparación con los trabajos de Cobean (2002). Finalmente, una parte importante trata sobre la distribución y comercialización de la obsidiana de Sierra de las Navajas en los diferentes periodos históricos. Este trabajo muestra la variabilidad y complejidad de Sierra de las Navajas desde una visión geológica y que por sí mismo el yacimiento se debe estudiar y caracterizar puntualmente desde las Ciencias de la Tierra.

En el trabajo de Schönleber y Lira (2007) antecedente directo de este trabajo, se conforma un modelo sobre la minería de la obsidiana, con una caracterización y delimitación de la estructura volcánica de Sierra de las Navajas (mapa 3) y los indicadores para el reconocimiento de los contextos arqueológicos afectados por la minería actual.

Como una parte importante de los estudios en la zona, no podemos desligar a Sierra de las Navajas de otras estructuras geomorfológicas fundamentales para las actividades económicas en la zona y que datan de los inicios de la Colonia, específicamente de la minería de plata en el área de Pachuca y Real del Monte, Hidalgo (Romero, 2014). Sabemos que uno de los tantos nombres de la zona de estudio, “Los Pelados”, se debe a que desde la Colonia existen las menciones que es en Sierra de las Navajas de donde se extrae la madera para hacer los ademes que se usan en las minas de plata (Ordoñez, 1900).

Otro de los trabajos que ahonda en la caracterización geoquímica de Sierra de las Navajas está plasmado en el artículo de Argote-Espino y colaboradores (2012) donde a través de la Espectrometría de masas por inducción de plasma acoplado (ICP-MS) se aplica a 19 muestras de obsidiana de este yacimiento —además del de Otumba. Con esto se permitió determinar ligeras variaciones en la composición geoquímica de las obsidianas dentro de la Sierra de las Navajas.

Como uno de los últimos trabajos geológicos que se han hecho sobre Sierra de las Navajas se presenta la tesis de Miriam Valeria Núñez Velásquez (Núñez, 2018) sobre los procesos geológicos y geoquímicos que ocurrieron durante el proceso de formación y evolución de la estructura volcánica. Este trabajo ahonda en las propuestas sobre la geología que se hacen en el trabajo de Schönleber y Lira (2007) (figura 6), donde se propone la secuencia de flujos riolíticos, tobas y obsidianas, caldera y fallas, brechas y piroclastos, para finalmente domos y tobas post caldera. Con lo anterior se logran despejar dudas sobre los procesos eruptivos que tuvieron lugar, así como la edad del yacimiento.

Finalmente se presenta en el 2022 el trabajo de Martínez-Serrano y colaboradores (2022) donde analizan a profundidad las diversas fases deposicionales de los materiales geológicos, así como las nuevas fechas para los depósitos, los cuales rondan de manera general para las obsidianas entre 2.58 Ma y 2.2 Ma. También se dan las interpretaciones de los análisis por XRF además de las propuestas sobre las fuentes magmáticas y modelos tectónicos.

Como otro punto fundamental, en las últimas dos décadas se ha avanzado en diversas investigaciones —en México— que se han enfocado en el reconocimiento y protección del patrimonio natural a partir de los conceptos y figuras de geodiversidad, geopatrimonio, y geoconservación enfocados hacia la identificación y conformación de geositos y geoparques (Pemberton, 2007) (Solís García, 2015) (Palacio Prieto, et al., 2018)(Canet Miquel, 2018). En México se reconocieron a partir del 2017 los Geoparques de la Mixteca Alta y Comarca Minera (Palacio Prieto, et al., 2018).

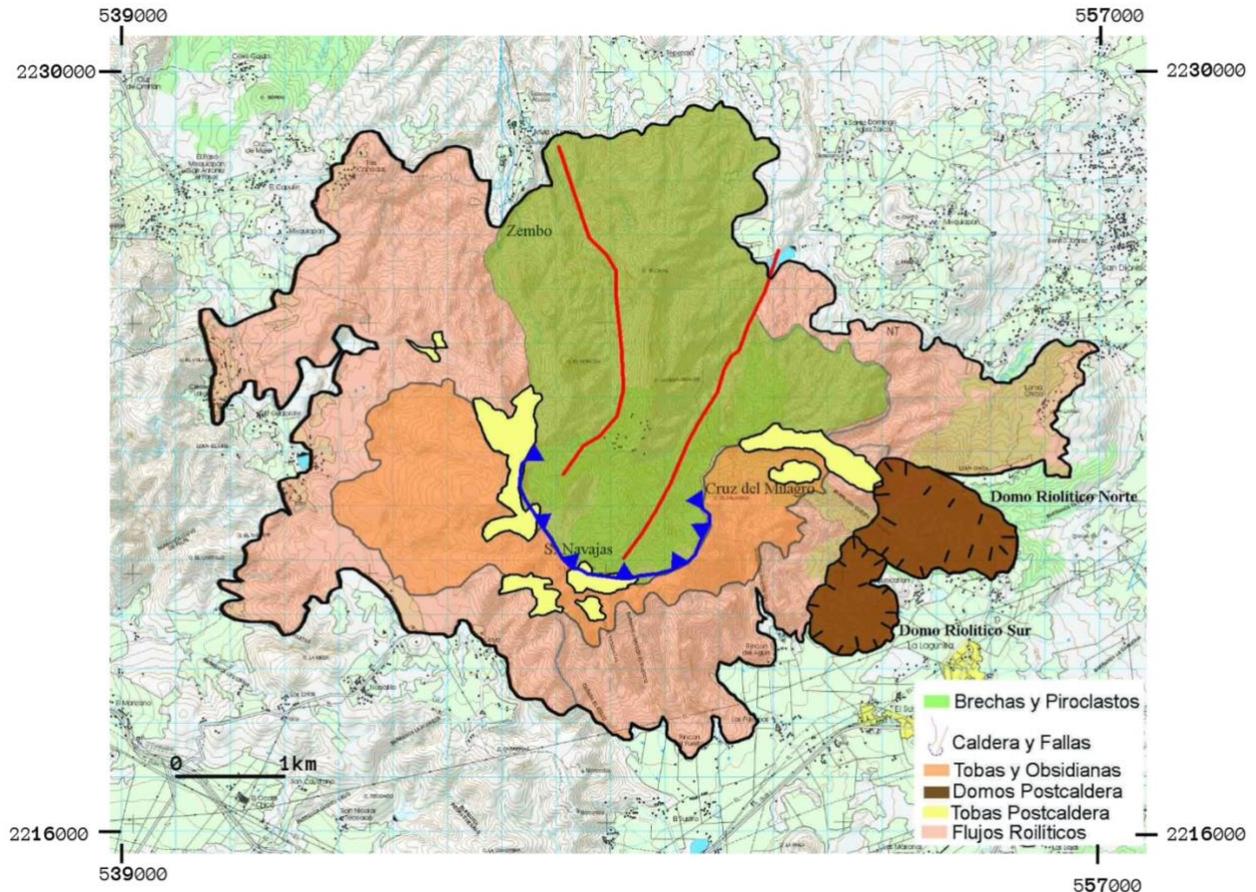


Figura 6 Propuesta de Schönleber y Lira (2007) sobre la composición de Sierra de las Navajas, sobre Carta Topográfica F14D82 (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, 1998).

De estos trabajos y apoyando directamente esta investigación tenemos los desarrollados para el área de Hidalgo en lo que se conformó como el Geoparque de la Comarca Minera, Hidalgo, entre los que se encuentran la tesis de Ana Itzel Solís García (2015) titulada *Identificación y Valoración de Geositos y Geomorfositos en Huasca de Ocampo, Hidalgo*. En esta investigación se hace el estudio de los geositos propuestos correspondientes a Sierra de las Navajas y las Minas de Obsidiana —solo 2— (Solís García, 2015); sin embargo —según nuestra visión—, quedan pendiente algunos factores que tomar en cuenta para incrementar y reforzar su importancia dentro del Geoparque.

Este texto forma parte de los documentos para apoyar la candidatura de la zona de la Comarca Minera —en 2016— que fue acreditada como Geoparque en el 2017 durante la 201ª sesión del Consejo Ejecutivo de la UNESCO en la que se ratificó la decisión de su designación (Palacio Prieto, et al., 2018)(Canet Miquel, 2018).

Para el 2018 se publica la Guía de Campo del Geoparque de la Comarca Minera (Canet Miquel, 2018) donde se presenta el resultado final del proyecto y declaratoria por la UNESCO —trabajo base para esta investigación— (figura 7).

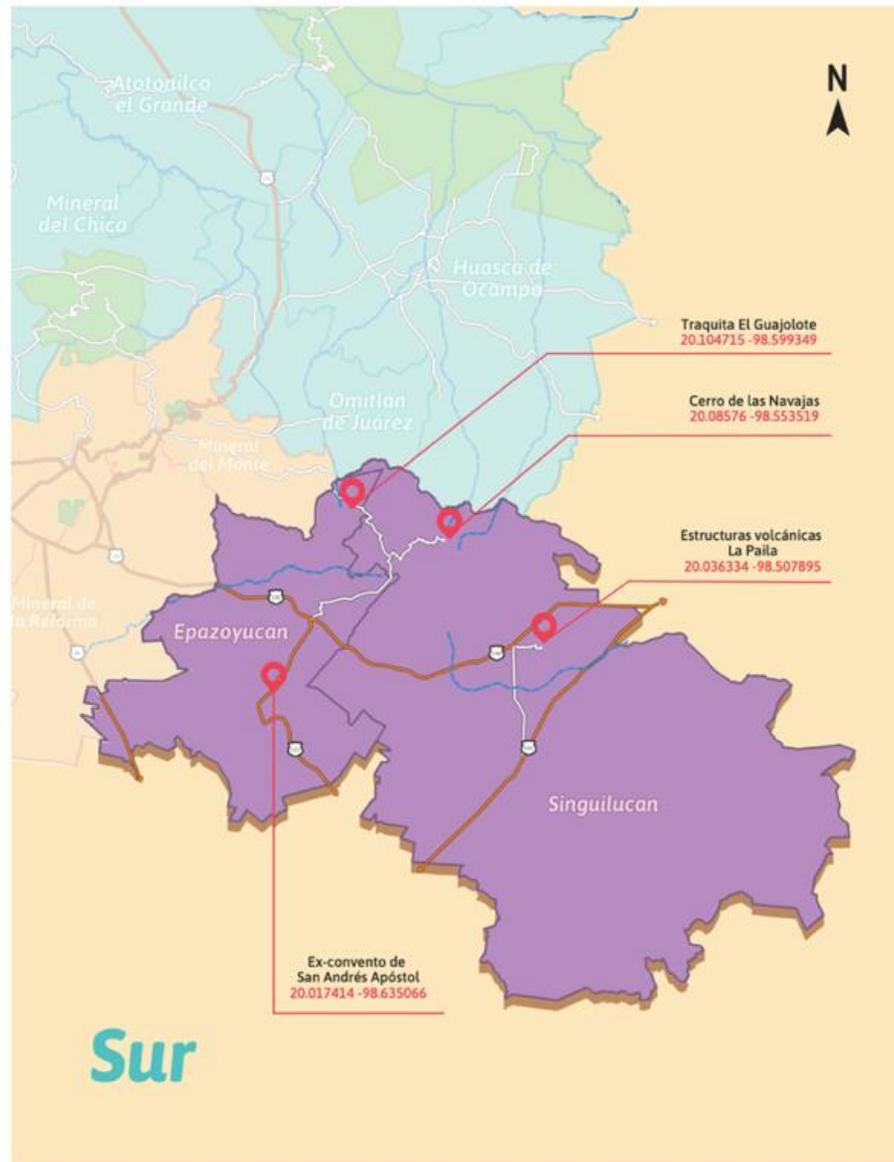


Figura 7 Geositios de área sur del Geoparque de la Comarca Minera (Canet Miquel & García Alonso, 2021).

Como uno de los últimos trabajos generales se incluye el artículo “Green and Golden Obsidian of Cerro de Las Navajas...” (Cruz-Pérez, et al., 2021) donde se presenta un resumen sobre los datos geológicos, geoquímicos, así como de algunas propiedades físicas y la importancia del patrimonio geoarqueológico y su importancia por seguir investigando y conservando.

Planteamiento de la Investigación

Desde la década de 1970 se ha venido dando un interés cada vez mayor sobre la protección de los diferentes aspectos que relacionan los factores bióticos y abióticos en diversas áreas del planeta, quizá los primeros ejemplos que de esto tenemos procedan mucho antes de eso, hacia finales del siglo XIX con la creación de los Parques Nacionales y Monumentos Nacionales en EUA.

Posteriormente diferentes iniciativas en diversos países —como Nueva Zelanda y Escocia— (Brocx & Semeniuk, 2007) nos muestran la importancia de la protección de áreas que no solo reflejen la riqueza por su diversidad biológica, sino que también esto está intrínsecamente relacionado a la geología y geomorfología —como ejemplos el tipo de roca madre, suelos y los procesos endógenos y exógenos del área—, en el marco de los conceptos de geopatrimonio y geoconservación (Pemberton, 2007).

En este sentido debemos ver los diferentes actores que se entrelazan en las áreas que se quiere proteger. No solamente podemos hablar de los factores naturales, es básico considerar también los factores antrópicos. Las sociedades desde la antigüedad han aprovechado los recursos que se tienen a disposición para satisfacer sus necesidades básicas —determinadas como servicios— y que nacen del núcleo básico de la sociedad, la familia (Engels, 1970).

Por lo tanto, es necesario conjuntar información que parte de estudios desde diversas áreas del conocimiento. La geología, geomorfología, antropología y arqueología son el sustento para este trabajo.

Justificación

La minería es una de las actividades que ha estado presente desde el inicio de la humanidad, sea desde las formas más sencillas como la recolección en superficie llamada minería de placer, hasta las grandes actividades subterráneas, ya sean a mano o mecanizadas. Las sociedades han logrado satisfacer necesidades de herramientas y artefactos —tanto de índole productiva como ideológica— por vía de la extracción de rocas y minerales presentes en la corteza terrestre, dando lugar a vastas zonas donde se han conformado áreas mineras y sitios arqueológicos relacionados a estas actividades.

La relación de estos contextos de actividad minera ha mostrado la variabilidad natural y cultural de nuestro mundo, que poco a poco se ha constituido como parte del patrimonio de las naciones y la humanidad. Para investigar y entender la minería tanto moderna como prehispánica debemos conservar los vestigios de esa actividad, y los yacimientos donde se ubican. Esto nos lleva a pensar no solamente en el ámbito reducido de las áreas mineras sino en la relación entre los contextos de extracción y su formación geológica y su ubicación; así como en las interacciones con las poblaciones actuales que pueden o no estar relacionadas con esta actividad.

Existen diversos trabajos que contemplan las zonas naturales y culturales que han llevado a la formación del Geoparque Comarca Minera, Hidalgo. Por ello la pregunta obligada que surge es ¿cuál es la importancia de realizar este trabajo?

La respuesta es compleja, si bien la Sierra de las Navajas se ha contemplado como un área de importancia dentro de los geositos (Solís García, 2015) (Canet Miquel, 2018), hay un sesgo que ha limitado otros puntos que se pueden añadir para realzar el valor del patrimonio de todo el geoparque. Si añadimos espacios de interés científico, cultural y turístico se mejoran los atractivos, haciendo más deseable su visita y la difusión de su existencia para los diferentes tipos de visitantes (Palacio Prieto, et al., 2018). Estos se traducirán como nuevos geositos y sitios o elementos de la geodiversidad.

La diversidad del patrimonio natural y cultural se puede usar por los diferentes tipos de visitantes o turistas (se desarrollará la idea en capítulos posteriores) desde los casuales hasta los expertos, esto también puede ayudar a su conservación.

La relación entre la conservación y el turismo no debe de estar desvinculada; de hecho, podemos sacar beneficios de ambas —si bien esto ha sido tema de debates. En los últimos 20 años se han propuesto pautas para un turismo sustentable (Honey, 2008) que permita convivir con otro tipo de actividades como las científicas y académicas. Esto también se relaciona en la forma de vida de los habitantes de las zonas —en este caso Sierra de las Navajas— consideradas dentro de los geoparques y que su economía está íntimamente ligada a las actividades que se sellan a cabo en estos espacios.

Mientras se puedan vincular áreas de visita para los diferentes ramos y se incluya a las poblaciones que viven y se relacionan con estos espacios podemos lograr una sana convivencia entre los diversos actores.

El ejido de El Nopalillo está relacionado con la Sierra de las Navajas no solo por su ubicación, sino porque desde la década de 1980 se reinstauró la minería de la obsidiana de

forma subterránea (Schönleber y Lira, 2007). Desde ese momento este se relacionó directamente con las diversas actividades mineras y artesanales de toda la zona, así como con los sitios arqueológicos que se encuentran en el área.

De ello surge la necesidad de afianzar las áreas y las actividades económicas de los habitantes del ejido El Nopalillo (Schönleber y Lira, 2008) y todo lo que conlleva el Geoparque Comarca Minera; ya que mientras mayor número de atractivos científicos, académicos y turísticos se tengan en el geoparque, mayor valor tendrá desde y para la sociedad; por lo tanto, será más fácil su protección y conservación.

Como un área de gran riqueza desde el punto de vista del geopatrimonio, a la Sierra de las Navajas no se le ha dado la debida importancia y actualmente solo se le considera desde el punto de vista geológico y geomorfológico, dejando casi de lado la importancia cultural (Proyecto Comarca Minera Geoparque Hidalgo, 2016). Vincular las diversas áreas arqueológicas como una parte fundamental ayuda a mejorar su evaluación y significancia dentro del discurso de la conservación, protección y economía de las poblaciones.

Hipótesis

- La Sierra de las Navajas, y en particular las zonas de actividad minera actual y prehispánica, contienen espacios de gran valor que cumplen con todos los requisitos para ser propuestos como geositos y sitios de la geodiversidad —específicamente los que destacan por su valor arqueológico e histórico—.
- Si la aplicación y contraste de las diversas metodologías de evaluación a Sierra de las Navajas y sus puntos de interés geológicos, culturales —arqueológicos e históricos— y bióticos nos permite generar nuevos valores que muestran la importancia de la zona de estudio como un área de aporte científico, cultural y turístico, entonces esto contribuye a acrecentar el patrimonio del Geoparque de la Comarca Minera.

Objetivos Generales

- Analizar las variables que hacen de Sierra de las Navajas un sitio fundamental para el geopatrimonio del Geoparque de la Comarca Minera, Hidalgo.
- Analizar el impacto antrópico de la minería de obsidiana para la conservación de la Sierra de las Navajas y ampliar e incluir activamente sus geositos en el Geoparque Comarca Minera.

Objetivos específicos

- Examinar y determinar las localidades que puedan servir como geositos para integrarse dentro del Geoparque de la Comarca Minera, Hidalgo.
- Determinar los valores para incluir nuevos puntos y sitios tanto geológicos como culturales —en específico arqueológicos— dentro del Geoparque de la Comarca Minera, Hidalgo.
- Proponer estrategias para aminorar el impacto de la minería de arena y obsidiana

Sobre lo anterior se construye esta investigación, con el propósito de incorporar nuevos sitios de interés geológico, geomorfológico y áreas de valor cultural que permitirán incrementar la valoración de la Sierra de las Navajas como una parte fundamental para que se cumplan los objetivos del geoturismo (National Geographic Society, 2020) y los propuestos por la UNESCO para los geoparques (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2017a).

Debido a la complejidad y riqueza que integra el geopatrimonio de Sierra de las Navajas, nos resulta complejo apuntar que es un solo geosito; las características que se presentarán en los capítulos siguientes nos hacen reflexionar sobre que a esta gran área de estudio la integran diversos geositos y sitios de la geodiversidad.

Capítulo II Teorías aplicadas al estudio de los diversos tipos de patrimonio y su relación con el área de estudio

Marco Teórico

Los ambientes mineros siempre han sido un atractivo no solamente desde el punto de vista económico. Los sitios arqueológicos mineros prehispánicos han estado relacionados a partir de la época del contacto y de la Colonia con las poblaciones europeas ya que fueron estas las que realizaron las primeras menciones (Schönleber & Lira, 2007) y siguieron retomando el modelo extractivo prehispánico para el aprovechamiento en la época novohispana. También así la relación en los viajes e investigaciones de los primeros exploradores (Holmes, 1900) (Pastrana, 1998) con diferentes objetivos y temáticas de investigación.

Los estudios que relacionan áreas mineras —de cualquier tipo de materiales—, sitios arqueológicos y áreas de conservación deben de ser vistos desde diferentes puntos de análisis teórico, con el propósito de darles enfoques multidisciplinarios que ayuden a enriquecer las interpretaciones y explicaciones de este tipo de contextos.

Para un manejo ordenado se ha separado este apartado en cuatro áreas de conocimiento: una correspondiente a la conceptualización del Patrimonio y su valor dentro de la sociedad; la relativa a la arqueología y antropología que tiene que ver con la investigación y el cuidado del patrimonio; siguiendo con el apartado de ecoturismo, que se enlaza con el último punto centrado en el geopatrimonio, la geoconservación y los geoparques.

Sobre el concepto de Patrimonio y la conservación

Para poder investigar y conservar necesitamos conceptualizar el Patrimonio apegándonos a las definiciones emanadas de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), y que se relaciona directamente con la idea de geoparques, ya que la misma institución posee el Consejo de Geoparques Globales.

El patrimonio es un concepto holístico que se ha explicado en dos ámbitos principales según la Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural

(Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 1972, p. 2).
Así entendemos que:

Artículo 1

A los efectos de la presente Convención se considerará "patrimonio cultural":

- Los monumentos: obras arquitectónicas, de escultura o de pintura monumentales, elementos o estructuras de carácter arqueológico, inscripciones, cavernas y grupos de elementos, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista de la historia, del arte o de la ciencia,
- Los conjuntos: grupos de construcciones, aisladas o reunidas, cuya arquitectura, unidad e integración en el paisaje les dé un valor universal excepcional desde el punto de vista de la historia, del arte o de la ciencia,
- Los lugares: obras del hombre u obras conjuntas del hombre y la naturaleza así como las zonas, incluidos los lugares arqueológicos que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista histórico, estético, etnológico o antropológico.

Artículo 2

A los efectos de la presente Convención se considerarán "patrimonio natural":

- Los monumentos naturales constituidos por formaciones físicas y biológicas o por grupos de esas formaciones que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista estético o científico,
- Las formaciones geológicas y fisiográficas y las zonas estrictamente delimitadas que constituyan el hábitat de especies, animal y vegetal, amenazadas, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista estético o científico,
- Los lugares naturales o las zonas naturales estrictamente delimitadas, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista de la ciencia, de la conservación o de la belleza natural.

Debemos retomar las dos variantes del patrimonio debido a que precisamente en el Geoparque Comarca Minera, conviven ambos tipos que como vemos no son excluyentes, sino que se apoyan para la mejorar la comprensión, protección y conservación de la zona.

En el área de Sierra de las Navajas encontramos diversos sitios arqueológicos que están protegidos por la Ley federal sobre monumentos y zonas arqueológicos, artísticos e históricos (CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN, 1972) y que entran en relación directa con el concepto de patrimonio cultural de la UNESCO, aspecto fundamental

que apoya la puesta en valor del área de estudio dentro del geoparque y que nos encadena de forma directa con la antropología y arqueología.

Dentro de los conceptos clave que debemos comprender existe uno que ha sido trabajado a partir de diferentes visiones, nos referimos al “paisaje”, necesario para conceptualizar los diferentes tipos de patrimonio.

La naturaleza y su interacción con las sociedades es un sistema interrelacionado (Quezada, 1978), además de simbiótico, en el cual se aspira a captar la unión total de los elementos que se ubican en un espacio determinado denominado “paisaje”, donde todos los elementos geográficos que lo conforman son la síntesis de un todo. Como mencionan Cosgrove y Jackson (Blunt, 2003), el “paisaje” por sí mismo es una sofisticada construcción cultural. Ésta se puede concebir como “... la imagen del territorio que es percibida y valorada por el hombre, considerándose, así, más una creación de la mente humana que una realidad en sí misma”, como lo apunta Martínez de Pisón, en García y Muñoz (2002, p. 15).

El paisaje por lo tanto depende de las poblaciones y su valoración de los componentes de los medios naturales, sociales y sus relaciones. Precisamente la puesta en valor nos lleva a considerarlo como patrimonio y la necesidad de su protección.

Antropología y Arqueología

Los estudios que tratan de poblaciones actuales se pueden abordar desde diferentes puntos de vista; la antropología nos proporciona estrategias para realizar estudios de las poblaciones vivas y sus formas de vida.

Desde hace 23 años la Escuela Nacional de Antropología e Historia a través del Laboratorio de Análisis Lítico y Experimentación. Litoteca ha desarrollado un estudio a largo plazo con los mineros y artesanos del Ejido El Nopalillo usando herramientas etnográficas como una forma eficaz para recopilar datos según los objetivos de cada investigación (Schönleber y Lira, 2007). De estas premisas y datos surgieron algunos cuestionamientos que dieron pie a esta investigación; sobre todo, los correspondientes a la protección del patrimonio arqueológico —en primera instancia— y al natural, cuando se estudió la dinámica de las actividades silvícolas del área.

Entrando en materia arqueológica el concepto de “contexto” se refiere a las relaciones espaciotemporales en cuatro dimensiones³ entre los materiales arqueológicos (Butzer, 1989), entendidos como los restos de la cultura material que han sido elaborados, usados y desechados por una sociedad; los elementos en activo —uso— se consideran un contexto sistémico (Schiffer, 1972), es decir herramientas y artefactos que forman parte de las actividades de la vida cotidiana y que tienen un uso para esa sociedad.

Los contextos arqueológicos y que alguna vez estuvieron en contexto sistémico (Schiffer, 1972), son el resultado de la interacción del humano con el medio, esto como un sistema de intercambio que no se detiene por la reactivación o el abandono de la actividad, en este caso de la minería. Así, las nuevas acciones que se realizan en el mismo espacio —aunque no en el mismo tiempo— crean nuevos contextos que se superponen y afectan a los arqueológicos (Stein, 2001).

La Teoría de Sistemas es una base adecuada para explicar estas relaciones de intercambio entre los contextos arqueológicos y sistémicos como un sistema vivo y dinámico. Aunque muchos de los trabajos que se basan en esta teoría se fundan en la cibernética, lo importante es la retroalimentación de este sistema como uno donde no solamente se piense en situaciones o factores estáticos, sino en procesos donde hay cambios en los distintos integrantes del sistema. Por eso se hace énfasis en un sistema vivo; no se debe considerar a éste como un ente mecánico o biológico exclusivamente, pues esto iría en detrimento de las explicaciones; sino como un ser social, interactivo, el cual nos permitirá identificar los factores y variantes del cambio social (Trigger, 1992) y por lo tanto del contexto.

Así, las explicaciones y fundamentaciones para la investigación de los contextos y patrimonios naturales y culturales van de la mano, no deben de verse como elementos aislados ni debería haber una preponderancia de uno sobre otro.

El funcionalismo es la base de la que se desprende la Teoría de Sistemas, Gouldner (en: (Harvey, 1983, p. 470), apunta que “el funcionalismo no es sino el análisis de las estructuras sociales como parte de sistemas más amplios...”. Aunque parte de la sociología —el funcionalismo—, el punto determinante es la explicación social; ésta debe partir de modelos o paradigmas, los cuales son:

... modelos de la realidad y de su funcionamiento, compartidos y generalizados en una determinada comunidad científica indican cuales son los problemas cuyo estudio es pertinente, y las reglas que deben cumplirse al intentar solucionarlos... No puede haber

³ Se entiende como las relaciones entre los objetos en un mismo nivel y aquellos elementos que se encuentran después en la secuencia estratigráfica aunado a esto la temporalidad de los sucesos y materiales.

investigación científica sin paradigmas; muchas veces lo que sucede es que éstos no son explicitados... lo que tiende a dar una impresión de que la investigación carece de ellos (Gándara, 1992, p. 25).

En los trabajos ya realizados en la zona (Schönleber y Lira, 2007) se ha visto que se generan cambios en los diversos contextos que componen el área de Sierra de las Navajas, que incluyen las transformaciones en las actividades económicas de los habitantes del ejido El Nopalillo, pero también cambios en los aspectos naturales en relación con su conservación. El uso de los diversos patrimonios en el área hace necesarios los estudios a largo plazo y que integren diferentes disciplinas.

Al respecto, en el año 2008 comenzó — como una iniciativa de la población del Ejido el Nopalillo— el proyecto de Parque Ecoturístico Las Navajas, que iba encaminado precisamente a salvaguardar el patrimonio natural y cultural del área (Schönleber y Lira, 2008).

A todo esto, podemos añadir los cambios sobre la percepción del patrimonio natural y cultural que se han dado en la zona minera de Pachuca, que han devenido en lo que ahora se conoce como Geoparque Comarca Minera, Hidalgo (Palacio Prieto, et al., 2018); estos últimos conceptos tienen una relación directa con lo que se llama turismo sustentable, que se debe de entender como una actividad que apoya la noción de patrimonio y conservación de recursos.

Turismo Sustentable

Desde que inició la reducción de los tiempos de traslado mediante la modernización de los transportes durante el siglo XX, se intensificaron los viajes denominados como turísticos y es en los últimos 30 años cuando se ha dado la nueva forma de acercarse a los diferentes destinos y también han variado los intereses para los viajes (Honey, 2008). De ser exclusivamente viajes de placer, éstos ahora son vistos con objetivos académicos y de aprendizaje, también para ayudar a diferentes poblaciones (Travel Industry Association of America, 2003).

Así, desde la década de 1990 la Sociedad Internacional de Ecoturismo (TIES por sus siglas en inglés), considera que éste debe ser entendido “como un viaje responsable a las áreas naturales que conservan el ambiente y mejoran el bienestar de la población local” (Honey, 2008, p. 6).

Sobre esta definición Honey (2008, p. 29-31) enumera una serie de siete principios para quienes están involucrados en este modo de vida, donde se debe:

- Involucrar viajes a destinos naturales.
- Reducir los impactos no positivos tanto para la comunidad como para el medio (natural y social).
- Generar respeto y conciencia de tipo cultural y ambiental.
- Enfocar parte de los beneficios económicos obtenidos de esta actividad a la conservación.
- Generar beneficios financieros y empoderamiento para la población local.
- Respetar la cultura local.
- Respalda los derechos humanos y los movimientos democráticos.

En los últimos años se ha modificado la definición y los objetivos de la TIES (2019), adaptándose a la variabilidad social y natural. Ahora se considera al ecoturismo como “viajes responsables a áreas naturales que conservan el ambiente, sustentan el bienestar de la población local e involucran la interpretación y educación” (TIES, 2019); donde se hace el énfasis en la educación tanto para los visitantes como para los residentes. De esto se desprende la revisión de los principios básicos del ecoturismo por la TIES (2019):

- Es no consuntiva / no extractiva.
- Crea una conciencia ecológica.
- Mantiene una ética y valores centrados en su relación con la naturaleza.

Sobre esta base y para clarificar TIES (2019) propone:

- Minimizar los impactos físicos, sociales, conductuales y psicológicos.
- Crear conciencia y respeto ambiental y cultural.
- Proporcionar experiencias positivas tanto para los visitantes como para los anfitriones.
- Producir beneficios financieros directos para la conservación.
- Generar beneficios financieros tanto para la población local como para la industria privada.
- Brindar experiencias interpretativas memorables a los visitantes que ayuden a aumentar la sensibilidad hacia los climas políticos, ambientales y sociales de los países anfitriones.
- Diseñar, construir y operar instalaciones de bajo impacto.
- Reconocer los derechos y creencias espirituales de los Pueblos Indígenas en su comunidad y trabajar en sociedad con ellos para crear empoderamiento.

Estos son conceptos clave que en varios países se han manejado desde hace tiempo —entre 30 y 40 años— cuando la conservación y el turismo comenzaron a ser parte de las políticas públicas y se convirtieron en elementos importantes a mediano plazo como fuente de recursos.

En cuanto al análisis del ecoturismo, éste será de vital importancia para comprender cómo ha cambiado la actividad económica y si realmente esto es una alternativa de modo de vida para los habitantes del ejido El Nopalillo (Schönleber y Lira, 2008), que obviamente va de la mano con la protección del patrimonio en sus ámbitos naturales y culturales.

Geopatrimonio, Geoconservación, Geodiversidad y Geoparques

En este punto es necesario recapitular varios de los conceptos teóricos fundamentales para la investigación y conservación del patrimonio que se integra por los sitios que presentan una variabilidad y relevancia geológica y geomorfológica.

La diversidad geológica y también geomorfológica está relacionada directamente con las características bióticas de un medio en específico (ambiente) (Palacio Prieto, et al., 2018) y no podemos dejar de anotar que es una relación bidireccional (Arribas y Durán, 1998). A ello se debe añadir el aspecto de la actividad antrópica como un modificador del paisaje, así podemos entender que “Biodiversity is reliant on geodiversity and ecosystems also depend on their non-living parts be they bedrock, landforms or soils to function properly” (Pemberton, 2007, p. 1).

El término geodiversidad ha comenzado a ser usado por sinnúmero de investigadores, pero las bases datan del siglo XIX (Pemberton, 2007) (Gray, 2004). El concepto ha tomado fuerza desde la última década del siglo XX y ha tenido diversas definiciones; es decir, se ha enriquecido (Solís García, 2015). La Australian Heritage Commission la ha definido como “The range or diversity of geological (bedrock), geomorphological (landform) and soil features assemblages, system and process” (Gray, 2004, p. 7).

También Gray (2004, p. 8) ha elaborado su definición anotando que se le considera como “the natural range (diversity) of geological (rocks, minerals, fossils), geomorphological (landform, processes) and soil features. It includes their assemblages, relationships, properties, interpretations and systems” (Gray, 2005, p. 5). Si bien estas dos definiciones se parecen mucho, podemos ver algunas diferencias en cuanto a que la segunda contempla con mayor especificidad los sistemas con los que se relacionan los diferentes actores y las interpretaciones de los procesos.

Koslowski (2004, p. 834) propone que “geodiversity is the natural variety of the Earth’s surface, referring to geological and geomorphological aspects, soils and surface waters, as well as to other systems created as a result of both natural (endogenic and exogenic) processes and human activity”. Esta definición es más cercana a una visión holística del problema de estudio, ya que en la categorización del patrimonio por la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 1972) ambas partes —cultural y natural— se encuentran protegidas y consideradas con la misma importancia. La actividad humana ha sido en el último milenio y sobre todo en el siglo XX un modelador del terreno, superando a los procesos endógenos y exógenos que modifican la superficie de la Tierra (Koslowski, 2004).

El concepto de geodiversidad va de la mano de la conceptualización del patrimonio referenciado a la geología y están consideradas de manera explícita por la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 1972), si bien fue hasta la mitad de la década de 1990 cuando la International Union of Geological Sciences, con apoyo de la UNESCO, promovió el proyecto para generar una base de datos para formular un inventario global de sitios con relevancia geológica (Wimbledon, et al., 2000).

La geodiversidad se integra de elementos que se refieren al valor científico, didáctico, estético, recreativo o turístico (Brilha 2016; Palacio Prieto, et al., 2018). De ahí pasamos al patrimonio geológico o geopatrimonio. Mucho se ha discutido sobre estos términos (Brocx & Semeniuk, 2007) (Palacio Prieto, et al., 2018), pero este trabajo retoma la definición de José Brilha (2016, p. 120), donde (Figura 8):

Geological heritage, or geoheritage, refers to (i) in situ occurrences of geodiversity elements with high scientific value—geosites and (ii) ex situ geodiversity elements that, in spite of being displaced from their natural location of occurrence, maintain a high scientific value (for instance, minerals, fossils, and rocks available for research in museum collections)—geoheritage elements. In addition to scientific value, both in situ and ex situ geoheritage may also have educational, aesthetic, and cultural value, which also justify their necessary use by society, teaching/learning, tourism, leisure, etc.). Geoheritage is a general term that encompasses more specific designations when considering particular types of geodiversity elements with exceptional scientific value (Brilha, 2016, p. 120).

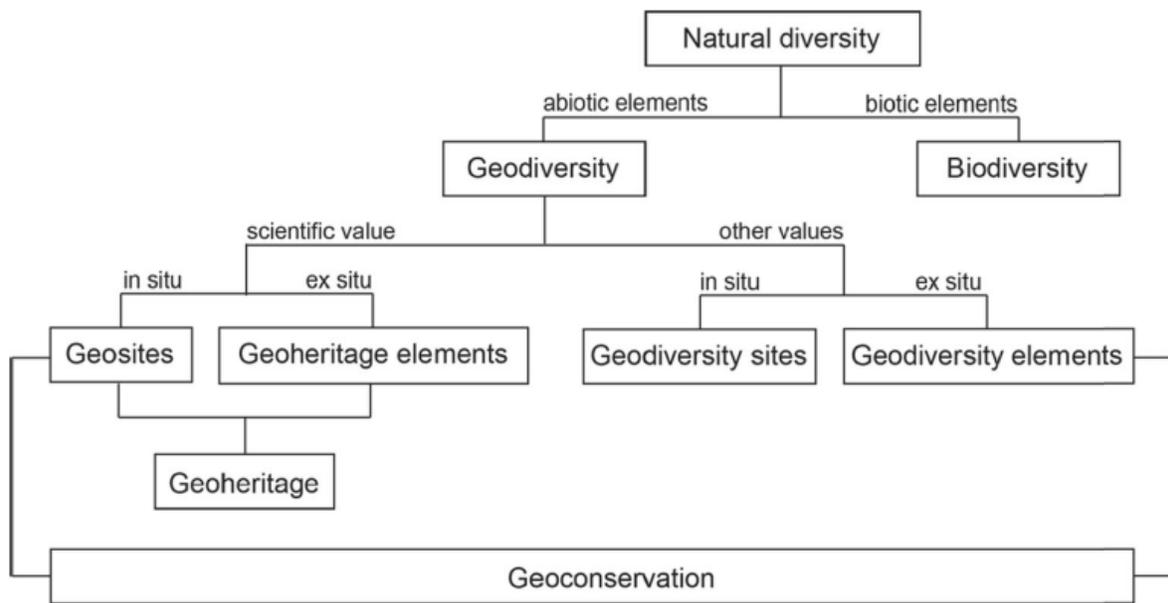


Figura 8 Sobre los elementos de la geoconservación (reproducido de Brilha, (2016)

Podemos anotar que los elementos ex situ también se les denomina “elementos del patrimonio geológico” (Brilha, 2016) (Palacio Prieto, et al., 2018).

Debemos clarificar que el geositio se entiende como un lugar o punto de interés geológico con características excepcionales representativas de los diferentes paisajes de nuestro planeta (Wimbledon 1996 y 1999; Wimbledon et al. 2000). También podemos retomar la que menciona que son aquellos sitios de interés exclusivamente científico que se formaron por procesos geológicos y que se ubican en su lugar original (Brilha, 2016) (Palacio Prieto, et al., 2018).

Otro de los términos usados en la literatura es de geomorfositio, el cual se entiende como aquellas formas del relieve a las que se les atribuyen valores estéticos, socioeconómicos, culturales o científicos, de acuerdo con la percepción humana o con fines de la explotación (Martínez Miranda, 2017).

Con respecto a los valores del geopatrimonio, aparte del científico se han retomado los que han propuesto Brilha (2016) y Gray (2004) y también retomados por Martínez Miranda (2017) y Palacio (Palacio Prieto, et al., 2018):

- Científicos -Que tiene que ver con la investigación en el campo de las ciencias de la Tierra.
- Educativos -Enseñanza en el campo de las ciencias de la Tierra y afines a nivel académico (como la arqueología) así como a un público en general.

- Turísticos -Actividades turísticas por especialistas, público interesado o general.
- Culturales -Son aquellos a los que se les asigna un significado social.

Como hablamos de una actividad minera en la zona del Ejido el Nopalillo que inició desde la época prehispánica y que hasta la actualidad —en sus diversas modalidades— se sigue practicando como la extracción de lapilli y la obsidiana, debemos entender los diversos escenarios posibles con respecto a las consideraciones del geopatrimonio visto desde la arqueología, antropología y geografía. Así, compartimos la visión de Brilha (2016) donde:

In a certain way, mining heritage is also related to geoheritage and geodiversity. Usually, the term 'mining heritage' applies to whatever is involved in active and inactive mining exploration, such as minerals and rocks that are being (or were) extracted, industrial facilities, historical documentation of old mines, exploitation processes and techniques, and even mining communities' stories and traditions. If mineral and rock occurrences are still available and have scientific value, they should be considered geoheritage (mineralogical or petrological heritage). Sometimes, these occurrences only have educational and/or touristic value and, if this is the case, they should be called geodiversity sites. All the other mentioned assets are considered mining heritage, which is not a specific type of geological heritage. When considering just the industrial and mechanical facilities used during mining activity, the term 'industrial heritage' should be used instead. Experts on industrial archaeology study this type of heritage as a contribution to the history of technology (Brilha, 2016, p. 121).

Retomando, entonces también se catalogan los sitios de la geodiversidad: aquellos cuyo valor primordial no es el científico (por ejemplo, cultural) para este caso sitios arqueológicos que están relacionados con las actividades extractivas (Palacio Prieto, et al., 2018) (Brilha, 2016).

También tenemos que tomar en cuenta que existen los elementos de la geodiversidad, que son aquellos cuyo valor principal es diferente al científico (geológico y geomorfológico) que a pesar de ser desplazados de su ubicación natural mantienen una importancia significativa para el conocimiento de la geodiversidad, directamente relacionados con los geositos (Palacio Prieto, et al., 2018). Como ejemplo colecciones arqueológicas relacionadas con la actividad minera.

Tomando en cuenta estos conceptos se propone la puntualización de las categorías sobre las evidencias o vestigios arqueológicos (figura 9); ya que en zonas del Geoparque Comarca Minera tenemos contextos que nos hablan de la explotación de la plata en diferentes épocas y esto se considera parte de los industriales.

Con respecto a los arqueológicos e históricos, dentro del área de estudio de Sierra de las Navajas encontramos áreas de actividad relacionadas con la extracción, transformación y aprovechamiento de la obsidiana, que son contextos de las diferentes etapas de explotación prehispánica y novohispana —por lo tanto históricos—. Esta precisión de los vestigios arqueológicos e históricos nos permitirá enfatizar su valor para una mejor propuesta de conservación y uso.

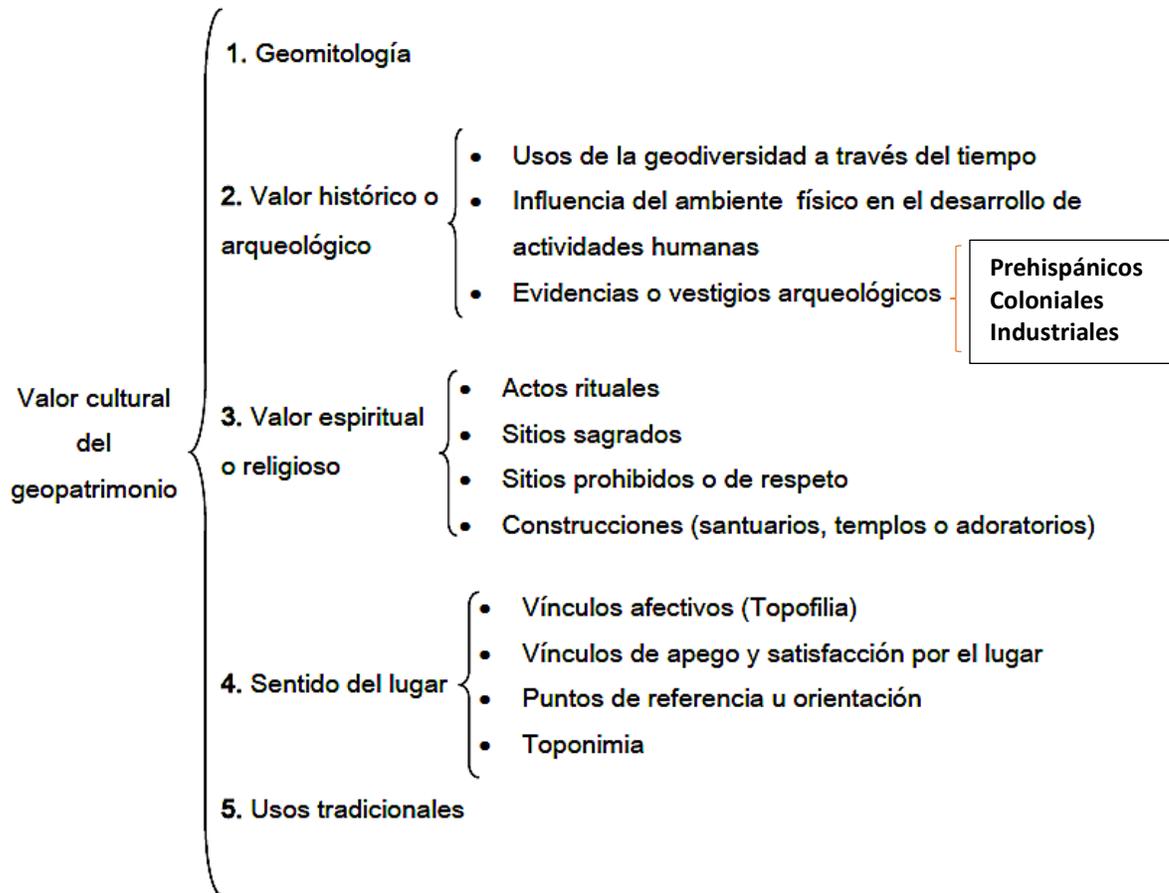


Figura 9 Los valores culturales del Geopatrimonio (Martínez Miranda, 2017; Palacio Prieto, et al., 2018). Se modifica con la propuesta a los sitios arqueológicos prehispánicos, coloniales y sobre los contextos industriales.

La Sierra de las Navajas —desde el proyecto original del Geoparque Distrito Minero Hidalgo, ahora llamado Geoparque Comarca Minera— se presenta como un área relevante por sus puntos de interés geológico, geomorfológico además de los culturales y que debemos entenderla como una zona amplia donde encontraremos puntos representativos que serán básicos para la valorización de toda la estructura geológica. Así también, lo categorizamos como patrimonio minero activo e inactivo, considerando las comunidades mineras arqueológicas y actuales.

Con respecto a los valores de la geodiversidad, es ahí donde este trabajo realzará su importancia para dar un mayor sustento a los puntos propuestos, donde la puesta en uso y valor generarán una mayor conciencia en los diferentes tipos de público que tienen y tendrán acceso a las diversas áreas del geoparque y en específico del área de Sierra de las Navajas; esta conciencia redundará en la apropiación del patrimonio y por lo tanto la importancia de la conservación o geoconservación.

Sobre este punto son diversos los ejemplos que se tienen sobre los primeros intentos de protección de las áreas naturales, no solamente incluyendo los elementos bióticos, sino en muchos de los casos partiendo de las características geológicas y geomorfológicas (Pemberton, 2007); aquellos que iniciaron en la segunda década del siglo XIX con los ejemplos de Edimburgo en Escocia, pasando por el final del siglo XIX con el establecimiento de los primeros parques nacionales en Estados Unidos de América (Gray, 2004) y como en otros muchos ejemplos en diversos países durante el siglo XX (Gray, 2005), haciendo énfasis en lo que algunos llaman la cuna de la geoconservación en Reino Unido (Brocx & Semeniuk, 2007) y sobre todo en Europa (Zouros, 2010), se ha venido tratando de proteger el patrimonio geológico y geomorfológico (Koslowski, 2004) (Pemberton, 2007) .

La geoconservación se ha definido como “The identification and conservation of geodiversity for intrinsic, ecological or heritage values” (Pemberton, 2007, p. 7); una forma donde podemos incluir los diversos componentes como los geositos y sus valores in situ y ex situ entre los otros que hemos enumerado (Brilha, 2016).

También existen otras definiciones como las de Eberhard y Sharples (2002) que de igual manera contemplan la geología y geomorfología, el geopatrimonio, la geodiversidad como partes esenciales (Palacio Prieto, et al., 2018). El propósito de la geoconservación es la puesta en valor de los activos que conforman el geopatrimonio. Si retomamos los conceptos que hemos visto en párrafos anteriores, comprenderemos que protegemos para conservar, investigar-estudiar, y difundir.

Los esfuerzos de conservación emanados de la Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural de 1972 (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 1972) dan la pauta formal que introduce la idea sobre la conservación.

Artículo 4

Cada uno de los Estados Partes en la presente Convención reconoce que la obligación de identificar, proteger, conservar, rehabilitar y transmitir a las generaciones futuras el patrimonio cultural y natural situado en su territorio, le incumbe primordialmente.

Procurará actuar con ese objeto por su propio esfuerzo y hasta el máximo de los recursos de que disponga, y llegado el caso, mediante la asistencia y la cooperación internacionales de que se pueda beneficiar, sobre todo en los aspectos financiero, artístico, científico y técnico (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 1972, p. 3).

Otro de los puntos clave que se mencionan en el artículo 4º tiene que ver con la transmisión del patrimonio, para lo cual son necesarios su supervivencia, protección y conservación. Aquí surge la pregunta ¿para qué hacerlo si la población en general —la no especializada— no comprende cuál es la importancia de eso que tratamos de proteger? Ahí está el punto clave sobre la difusión de los valores y en general de la pertenencia de una sociedad hacia sus activos naturales y culturales.

Es un ejercicio de doble vía, donde la investigación —en todos los niveles— debe aterrizar en esfuerzos sobre la comunicación y la importancia del geopatrimonio; pero también se debe tener la retroalimentación por parte de la población sobre la percepción del valor, en este caso de las áreas a proteger.

Con discursos enfocados a los diferentes tipos de públicos y visitantes, se puede captar mejor la atención sobre los contenidos que queremos transmitir; por lo tanto, comenzaremos a mejorar la percepción sobre el geopatrimonio. La conciencia y la pertenencia sobre los valores —para este caso naturales y culturales— nace desde la misma persona y sociedad que experimenta y aprende del contexto al que se enfrenta durante su vida.

¿Cómo hacer que la población experimente y se acerque a las áreas donde existen todos los elementos de los que hemos venido hablando? La respuesta que en muchos lugares se ha planteado es el turismo enfocado en áreas especializadas para aprender, disfrutar y concientizar sobre la pertinencia de la conservación.

Sobre este punto Chris Sharples (2002, p. 11) apunta que el geopatrimonio puede ser valioso para la sociedad por lo siguiente:

- Proporcionar evidencia científica del desarrollo del pasado de la Tierra y de la evolución de la vida en la Tierra
- Sitios de importancia para la investigación y educación
- Características que nos inspiran por sus cualidades estéticas o por los conocimientos que nos dan sobre la naturaleza y el origen de la Tierra y de la vida en la Tierra
- Características de importancia recreativa o turística (por ejemplo, montañas, acantilados, cuevas, playas, etc.)

- Características que forman la base de los paisajes que han contribuido al “sentido de lugar” de comunidades humanas particulares
- Características que juegan un papel en los valores culturales o espirituales de las comunidades humanas (por ejemplo, cuevas sagradas y montañas).

Estamos de acuerdo en que “Geoconservation will only progress forward with education, the formation of community interest groups, and a sea change in the misperception that geoconservation leads to a loss of employment for geologists and loss of revenue to the State” (Brocx & Semeniuk, 2007, p. 72).

Dentro de este discurso encontramos dos temas esenciales: el geoturismo y los geoparques, cuyos objetivos se enfocan hacia conocer, comprender y difundir el geopatrimonio.

Al turismo enfocado a visitar y conocer los valores científicos y culturales del geopatrimonio se le ha denominado geoturismo. Éste se relaciona con el apartado anterior del turismo sustentable, de hecho, se le considera una forma relativamente nueva del ecoturismo (Travel Industry Association of America, 2003) y que durante algún tiempo fue confundido con otras formas de turismo como el de la vida salvaje o el de aventura (Honey, 2008).

El creador del término es Jonathan Tourtellot —Editor Senior de National Geographic— donde el geoturismo es “...tourism that sustains or enhances the geographical character of the place being visited, including its environment, culture, aesthetics, heritage and the well-being of its residents...” (Travel Industry Association of America, 2003, p. 1), que es una visión adaptada a los objetivos propios de las Ciencias de la Tierra pero sin demeritar otro tipo de activos y valores.

National Geographic propone 13 principios para el Geoturismo (National Geographic Society, 2020):

1. Integridad del lugar: Realzar el carácter geográfico del destino desarrollándolo y mejorándolo de formas distintivas. Fomentar la diferenciación del mercado y el orgullo cultural en formas que reflejen el patrimonio natural y cultural.
2. Códigos internacionales: Adherirse a los principios consagrados en el Código Ético Mundial para el Turismo de la Organización Mundial del Turismo y los principios de la Carta de Turismo Cultural establecida por el Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS).
3. Participación de la comunidad: Basar el turismo en los recursos de la comunidad en la medida de lo posible, alentando a las pequeñas empresas locales y los grupos cívicos a crear asociaciones para promover y proporcionar una experiencia de visitante

distintiva y honesta y comercializar sus lugares de manera efectiva. Ayudar a las empresas a desarrollar enfoques de turismo que se basen en la naturaleza, la historia y la cultura del área, incluida la comida y la bebida, la artesanía, las artes escénicas y similares.

4. Beneficio comunitario: Fomentar las microempresas y las medianas empresas y las estrategias comerciales turísticas que enfatizan los beneficios económicos y sociales para las comunidades involucradas, especialmente el alivio de la pobreza, con una comunicación clara de las políticas de administración del destino necesarias para mantener esos beneficios.
5. Satisfacción del turista: Asegurarse de que los geoviajeros satisfechos y emocionados traigan nuevas historias de vacaciones a casa y envíen a sus amigos a experimentar lo mismo, proporcionando así una demanda continua para el destino.
6. Conservación de recursos: Animar a las empresas a minimizar la contaminación del agua, los desechos sólidos, el consumo de energía, el uso de agua, los productos químicos para el paisajismo y la iluminación nocturna demasiado brillante. Anuncie estas medidas de manera que atraiga al gran mercado turístico que respeta el medio ambiente.
7. Protección y mejora del atractivo del objetivo: Animar al destino a mantener los hábitats naturales, los sitios patrimoniales, el atractivo estético y la cultura local. Evite la degradación manteniendo el volumen de turistas dentro de los límites máximos aceptables. Busque modelos comerciales que puedan operar de manera rentable dentro de esos límites. Utilice la persuasión, los incentivos y la aplicación de la ley según sea necesario.
8. Planificación: Reconocer y respetar la necesidad económica inmediata sin sacrificar el carácter a largo plazo y el potencial geoturístico del destino. Donde el turismo atraiga la inmigración de trabajadores, desarrollar nuevas comunidades que constituyan en sí mismas una mejora del destino. Esforzarse por diversificar la economía y limitar la afluencia de población a niveles sostenibles. Adoptar estrategias públicas para mitigar prácticas incompatibles con el geoturismo y dañinas a la imagen del destino.
9. Uso del suelo: Anticiparse a las presiones del desarrollo y aplicar técnicas para prevenir el sobredesarrollo y la degradación no deseados. Contener la expansión de complejos turísticos y casas vacacionales, especialmente en costas e islas, para retener una diversidad de entornos naturales y escénicos y garantizar el acceso continuo de los residentes a los frentes de agua. Fomentar que las principales atracciones turísticas autónomas, como parques temáticos y centros de convenciones a gran escala no relacionados con el carácter del lugar, se ubiquen en lugares más necesitados sin activos ecológicos, escénicos o culturales significativos.

10. Diversidad del mercado: Fomentar una gama completa de instalaciones adecuadas de alimentación y alojamiento, para atraer a todo el espectro demográfico del mercado del geoturismo y así maximizar la capacidad de recuperación económica tanto a corto como a largo plazo.
11. Interpretación interactiva: Involucrar a visitantes y anfitriones en el aprendizaje del lugar. Animar a los residentes a mostrar el patrimonio natural y cultural de sus comunidades, para que los turistas obtengan una experiencia más rica y los residentes se sientan orgullosos de sus lugares.
12. Selectividad de mercado: Fomentar el crecimiento en los segmentos del mercado turístico que es más probable que aprecien, respeten y difundan información sobre los activos distintivos del lugar.
13. Evaluación: Establecer un proceso de evaluación que se llevará a cabo de forma regular por un panel independiente que represente los intereses de todas las partes interesadas y publicar los resultados de la evaluación

Sobre estos puntos podemos ver cómo coinciden en los aspectos generales con aquellos propuestos por el ecoturismo, pero más puntualmente hacia las temáticas que parten desde las Ciencias de la Tierra; como sería el conocimiento geográfico, geológico, geomorfológico y lo relacionado con la geoconservación así como la difusión y divulgación del conocimiento.

Ross Dowling (2011) nos facilita la comprensión sobre el geoturismo con el esquema donde se hacen enfáticas las ligas entre lo que el autor considera los lazos más fuertes con otros tipos de turismo (Figura 10). Sin embargo, desde nuestro punto de vista podemos reforzar la liga entre el turismo cultural y el geoturismo, ya que, con un buen manejo de la información de los puntos de interés geológico y geomorfológico, así como los elementos de la geodiversidad, podemos llevar a un visitante de una forma a otra de turismo.

Es ahí donde encontramos el compromiso de los actores —académicos, administrativos y de servicio— que están en contacto con los diferentes tipos de visitante. En el caso del turismo de aventura el vínculo con otros tipos de turismo es un poco más complicado, pero no necesariamente imposible, depende de las estrategias que se empleen, sobre todo el tipo de información que se transmita.

Esta primera visión del autor se enfoca directamente en las características geológicas y del paisaje, apartando como ecoturismo los factores bióticos; sin embargo, nosotros consideramos —como ya lo hemos apuntado— que se debe de ver de una forma integral ya que es un todo.

Esta forma de ver al geoturismo es la que precisamente ya se ha discutido en el Congreso de Geoturismo en Arouca, Portugal en el 2011, auspiciado por la UNESCO. Dowling (2013) propone el acercamiento sobre los elementos Abióticos, Bióticos y Culturales, lo que se llama el enfoque ABC; también marca un punto determinante sobre que el geoturismo se puede realizar en ambientes naturales y urbanos —esto es esencial para comprender el Geoparque Distrito Minero, Hidalgo— y debemos comprender que, ante el avance de los asentamientos humanos, cada vez tendremos una relación más estrecha con los ambientes urbanos.

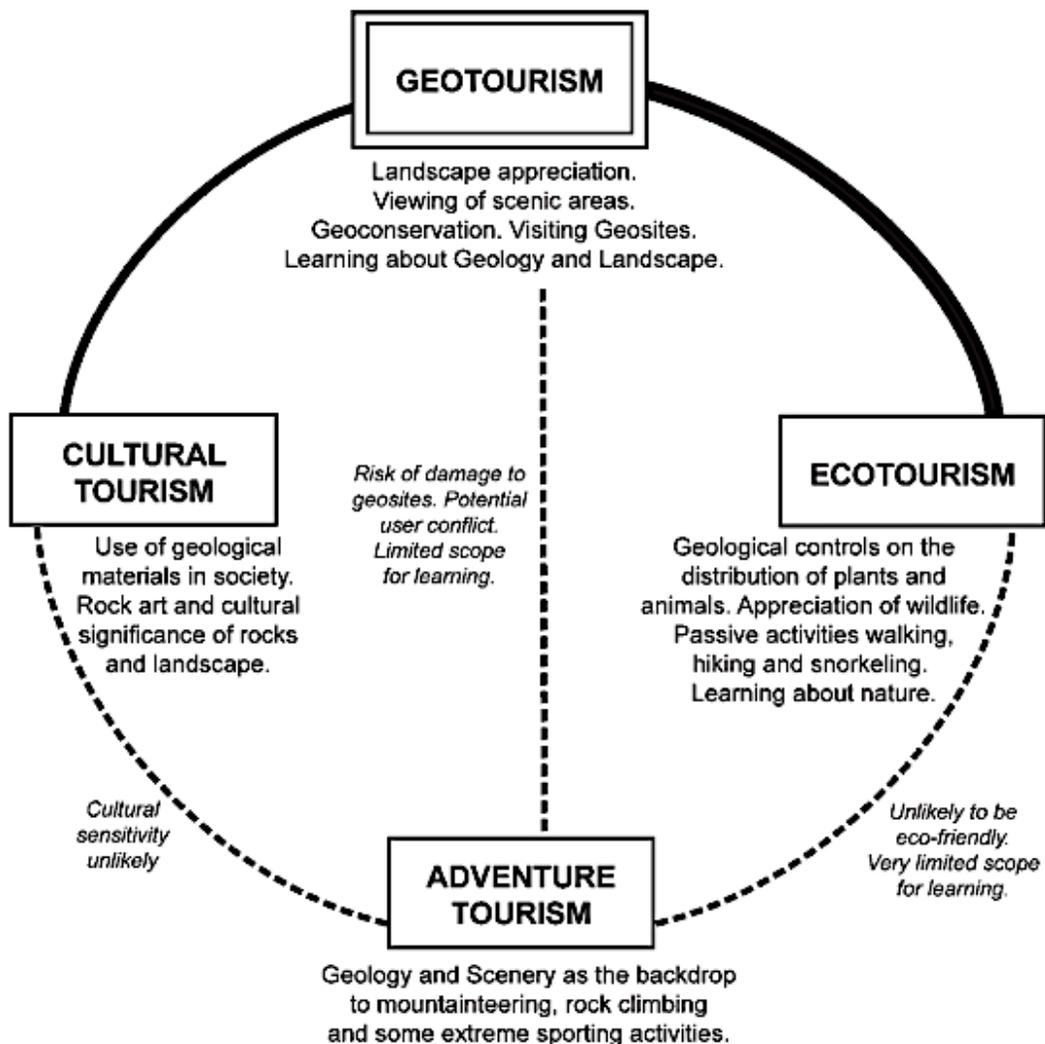


Figura 10 Diferentes tipos de turismo y sus relaciones, propuesto por Dowling (2011). Las relaciones más fuertes están representadas por el grosor de línea.

A este respecto Grant (Dowling, 2011; Palacio Prieto, et al., 2018) ha propuesto la tipología del geoturista que va desde el visitante casual, el informado, el interesado, pasando al geoaficionado, al geoespecialista y finalmente al geoexperto (figura 11).

Estos diferentes tipos de turistas nos permiten también proponer y plantear la información y las estrategias para atender a los visitantes. Esto va directamente relacionado con la capacitación del personal que atiende las diferentes áreas con el fin de crear y mantener una relación que permita cumplir con los objetivos de geoturismo.

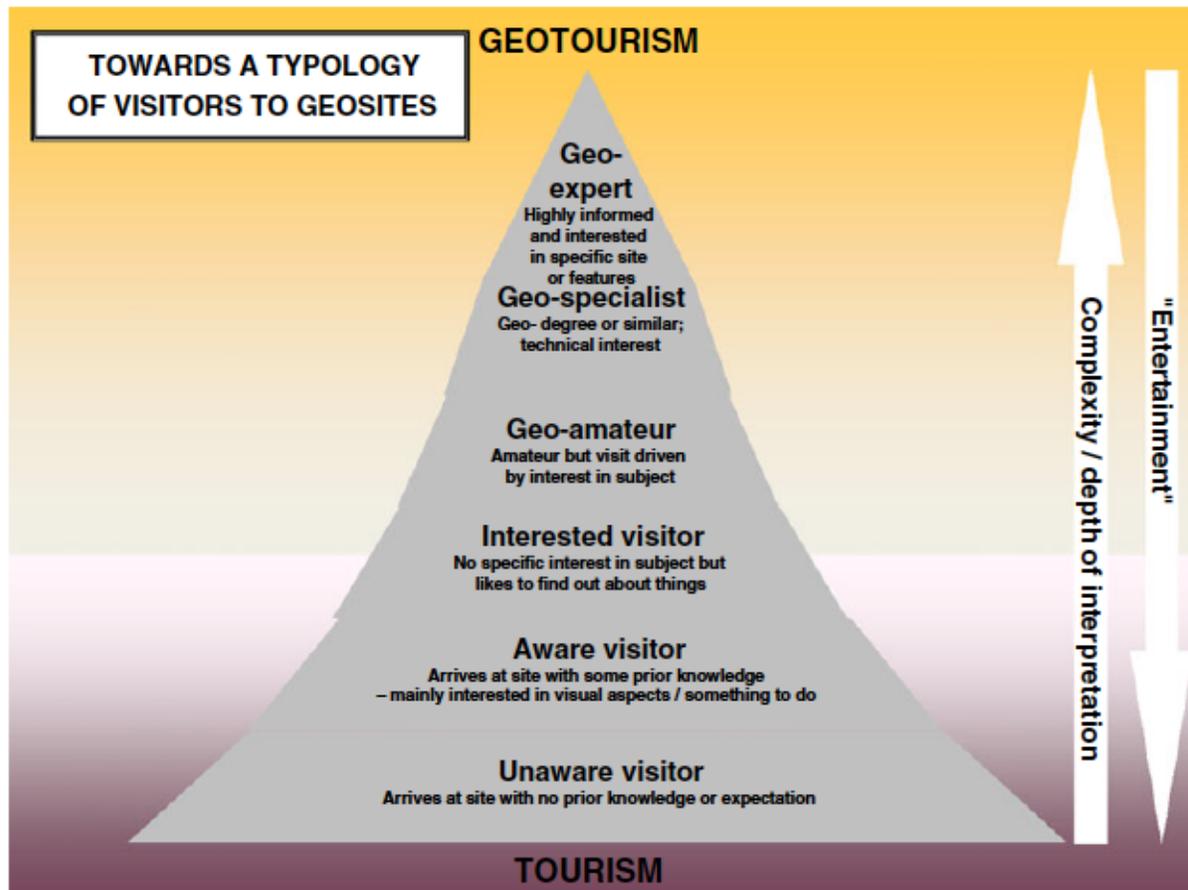


Figura 11 Representación de los diversos tipos de geoturistas, según Grant (en Dowling 2011; Palacio Prieto, et al. 2018).

El ecoturismo y el geoturismo debemos de pensarlo en áreas específicas donde se reúnan las características y valores que nos ayuden a cumplir nuestros objetivos como investigadores, visitantes, viajeros, profesores y alumnos. Es en este punto donde surge la categoría del Geoparque.

La idea de Geoparque como tal no es nueva, ya que desde 1997 en la 29ª conferencia General de la UNESCO se planteó por primera vez crear una red mundial de sitios con importancia geológica (Palacio Prieto, et al., 2018). “Los Geoparques Globales de la UNESCO son áreas geográficas únicas y unificadas donde los sitios y paisajes de importancia geológica internacional se gestionan con un concepto holístico de protección, educación y desarrollo sostenible” (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2017b). Así entendemos que el geoparque es un área dedicada a resaltar las características geológicas que destaquen por su significado, rareza o belleza, y que sean representativas de la historia geológica de un área en particular (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2017; Palacio Prieto, et al., 2018).

Las áreas que se integran a esta categoría deben de contemplar 4 características principales (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2017a):

- Patrimonio Geológico: con valor internacional evaluado por expertos del Equipo de Evaluación de los Geoparques Mundiales de la UNESCO.
- Manejo: Los geoparques deben contar con un plan de manejo que se apruebe por las autoridades de cada país; y que se apegue a las leyes vigentes.
- Visibilidad: Promover la economía local sustentable y principalmente el geoturismo y hacer visible el geoparque en las diferentes plataformas de la UNESCO.
- Trabajo en red: Donde no solo es trabajar con las poblaciones que se encuentran en el área, sino además crear y mantener relaciones a través de la Red Global de Geoparques y sus variantes regionales.

Para el caso de este trabajo ya está conformado el Geoparque Distrito Minero Hidalgo, ahora llamado Geoparque Comarca Minera desde el 5 de mayo de 2017 y que se integra en la Red Global de Geoparques.

El marco teórico-conceptual es el soporte que permitirá determinar la pertinencia de incluir sitios al Geoparque Comarca Minera dentro del área que corresponde exclusivamente a la Sierra de las Navajas.

Para resumir, de la Geodiversidad se desprende el geopatrimonio y la geoconservación, estos conceptos nos llevan al planteamiento del Geoparque que a su vez se integra de Geositios, Geomorfositos, elementos del patrimonio geológico, Sitios de la Geodiversidad y Elementos de la geodiversidad (figura 12).

De las definiciones de cada uno de ellos, nuevamente nos surge la reflexión sobre el tamaño y características de las localidades que integran Sierra de las Navajas y que más adelante se propondrán como geositos propios.

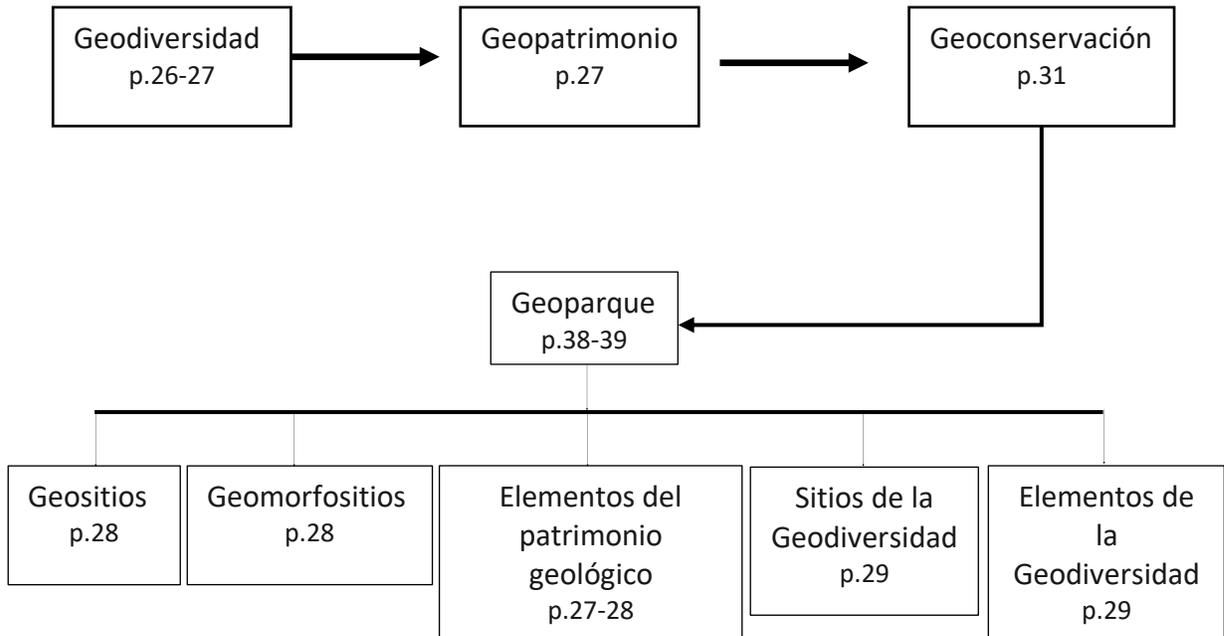


Figura 12 Esquema sobre los elementos de la Geodiversidad, el número de página indica donde se encuentra la definición.

Capítulo III Las diversas metodologías de evaluación de Sierra de las Navajas

Metodologías

Como hemos visto, la geoconservación tiene que ver con el geopatrimonio, geositios, elementos de la geodiversidad, así como el geoturismo. Para poder generar un cúmulo de información que nutra a la geoconservación de Sierra de las Navajas y del Geoparque Comarca Minera Hidalgo se tienen que seleccionar los geositios y sitios de la geodiversidad y los valores a considerar. Éstos deben de responder a los principios y objetivos de la geoconservación, geoparques y geoturismo. Como hemos visto hay objetivos compartidos y otros que perfectamente son complementarios.

Existe actualmente una serie de metodologías que se han aplicado al sitio de Sierra de las Navajas y que se usan como base para obtener nuevos valores, según los criterios que se justificarán en este capítulo.

Zona de estudio

Nuestra zona de estudio se centra en lo que se ha delimitado como la Sierra de las Navajas en el estado de Hidalgo, en la que se ubica el yacimiento de obsidiana verde más explotado desde la época prehispánica hasta nuestros días (figura 13), localizado según la cartografía de INEGI⁴, en las coordenadas geográficas: Long W 98° 35'00'' / Lat. N 20° 04'00'', y UTM: Zona 14, E 543,500 / N 2,218,000 (INEGI, 1983b) (INEGI 1998). Sobre este yacimiento se localizan tres ejidos conocidos por la siguiente denominación: El Nopalillo, El Guajolote y Alfajayucan, los cuales han explotado el vidrio volcánico por décadas, aunque actualmente el que se ha dedicado más a la extracción es El Nopalillo, en las coordenadas E543,000/ N2,218,000 (INEGI, 1998)

⁴ Desde este momento se referencia el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática como INEGI.

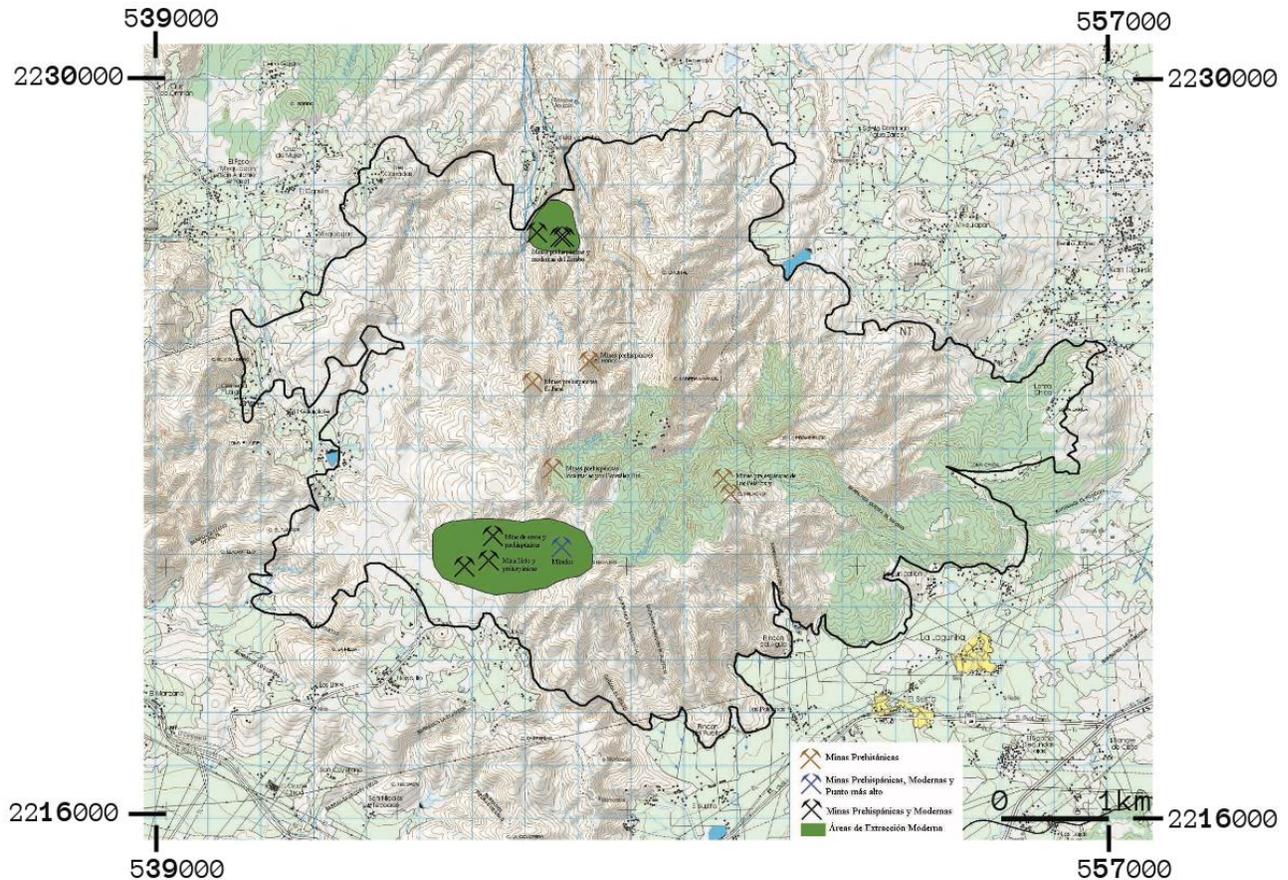


Figura 13 Ubicación y delimitación de la Sierra de las Navajas, el área de estudio (modificado de: Schönleber y Lira, 2007).

El ejido de El Nopalillo y la Sierra de las Navajas se localizan en la provincia del Eje Neovolcánico que en esta zona abarca el Sur del estado de Hidalgo y está conformada principalmente de rocas volcánicas terciarias y cuaternarias (INEGI, 1992 y 1983a), en específico las coordenadas que delimitan el área de investigación son: E543,000/N2,218,000, E558,000 y N2,229,500 (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática 1998).

Schönleber y Lira (2007), determinaron la extensión de la estructura en 115 km², la misma que se propone para este trabajo, puesto que las minas y las áreas de interés se encuentran en diversas concentraciones distribuidas por toda la estructura.

Métodos y técnicas de investigación

Para la selección de nuevos geositos y sitios de la geodiversidad dentro del área de Sierra de las Navajas deberemos seguir ciertos parámetros que nos ayudan a homologar y estandarizar

los criterios para considerar a estos nuevos espacios como parte integral del Geoparque Comarca Minera, Hidalgo.

Como un primer trabajo, en la investigación de Ana Itzel Solís (Solís García, 2015) para el área de Huasca de Ocampo, Hgo. propone una metodología para la selección de sitios a partir de la revisión de una serie de trabajos; en esta propuesta se categorizan los elementos a tomar en cuenta para la selección de los lugares.

En ese trabajo (Solís García, 2015) se presenta la primera referencia a dos locaciones dentro del área de Sierra de las Navajas a ser considerados como geositos (denominados ObsAntr18 y PpeñGeo19). Aunque en documentos posteriores no son considerados dentro de la selección de geositos del Geoparque Comarca Minera (Canet Miquel & García Alonso, 2021).

El trabajo se basa precisamente en la jerarquización dando especial énfasis en los valores científicos, culturales, el tipo de sitio y la accesibilidad; algunos de ellos es posible evaluarlos desde la visión cuantitativa.

En las siguientes tablas y figuras correspondientes a la metodología del trabajo de Solís García (2015) se pueden conocer los valores asignados a cada uno de los rubros, donde al final se presenta la ecuación con la que se calcula la calificación para los puntos seleccionados de ese trabajo. Dicha metodología es, a su vez, adaptación de varios trabajos previos (Reynard, et al 2007, Pereira 2007, Pralong 2005, Comanescu et al. 2005, y Carcavilla 2009, citados en: Solís García 2015).

Tabla 1 Valores científicos, didácticos y culturales, correspondiente a la representatividad y rareza propuestas por Solís García (2015).

Representatividad (Rep)	Valor	
Ejemplaridad del sitio. Los sitios deben representar la geología, geomorfología o en su caso histórico de la región en que se ubican, incluyendo procesos, activos o pasados	Nulo	0
	Bajo	0.25
	Moderado	0.5
	Alto	0.75
	Muy alto	1
Rareza	Valor	
La excepcionalidad de las formas de relieve	No cuenta con valor a destacar	0
	No destaca entre los 3 principales	0.25
	Entre los 3 principales	0.5

	El más importante	0.75
	Único	1
Integridad	Valor	
El estado de conservación del sitio. Un mal estado de conservación puede deberse a procesos naturales o generados por acción humana.	Daños severos (Antrópicos)	0
	Daños severos (Naturales)	0.25
	Dañado pero conserva estructura	0.5
	Ligeramente dañado	0.75
	Sin daño	1
Didáctico	Valor	
El potencial con el que cuenta para poder ser explicados y comprendidos por cualquier tipo de público.	Nulo	0
	Bajo	0.25
	Moderado	0.5
	Alto	0.75
	Muy alto	1
Paleogeográfico	Valor	
La importancia del sitio en la reconstrucción de la historia de la Tierra	Nulo	0
	Bajo	0.25
	Moderado	0.5
	Alto	0.75
	Muy alto	1
Ecológico	Valor	
La importancia del sitio para la conformación de un ecosistema particular, en el cual se presenta una vegetación y fauna característica	Nulo	0
	Bajo	0.25
	Moderado	0.5
	Alto	0.75
	Muy alto	1
Cultural	Valor	
La importancia del sitio (geoforma) en asociación con aspectos históricos, religiosos, de pertenencia	Sin rasgos culturales	0
	Rasgos culturales sin conexión con las geoformas	0.25
	Rasgos culturales inmateriales relacionados con las geoformas	0.5
	Rasgos culturales materiales relacionados con las geoformas	0.75

	Forma antrópicas con alta relevancia cultural	1
Histórico	Valor	
Los sitios que no son representativos del relieve, sino de un origen antropogénico, pero que resultan importantes para la historia de la región	No cuenta con ningún tipo de vestigio histórico	0
	Poca relevancia histórica	0.25
	Relevancia moderada	0.5
	Alta relevancia	0.75
	Muy alta relevancia	1
Estético	Valor	
Indica la belleza del sitio así como la posibilidad de contar con puntos que faciliten la observación	Nulo	0
	Bajo	0.25
	Moderado	0.5
	Alto	0.75
	Muy alto	1
Accesibilidad	Valor	
La facilidad o dificultad de acceso que tiene el sitio propuesto, de acuerdo a sus características de acceso a la población, vías de comunicación y libre paso.	Difícil, solo con equipo especializado	0
	Solo con vehículo de doble tracción	0.25
	Por auto más de 50m de caminata	0.5
	Por auto o autobús y menos de 50m de caminata	0.75
	Por auto o autobús sin caminata	1
Protección Legal	Valor	
El tipo de protección se encuentra el sitio, si es que la cuenta, con la finalidad de definir cuál y cómo será su uso	Protección total, uso prohibido	0
		0.25
	Con protección, uso limitado	0.5
		0.75
	Con protección y sin restricción de uso	1

Si bien es una de tantas propuestas para evaluar los valores que presentan los sitios a ser considerados dentro del patrimonio de los geoparques, encontramos —como en todas las propuestas— un sesgo que limita la visualización de valores compartidos (figura 14).

Los sitios de Sierra de las Navajas preseleccionados constan de dos áreas correspondientes a la zona de las minas y las peñas del Horcón y el Jacal. Debemos de acotar que, debido a los objetivos del trabajo de Solís García (2015) solo se consideró la parte norte

de la estructura de Sierra de las Navajas, y se designó dos sitios como ObsAntr18 y PPeñGeo 19 (tabla 2 sitios 18 y 19). Estas áreas se encuentran en el Municipio de Huasca de Ocampo, pero —recordando— el complejo volcánico además abarca parte de los territorios de los Municipios de Epazoyucan, Singuilucan y Omitlán de Juárez (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, 1998; Núñez, 2018).

Los cálculos para las diferentes valoraciones resultan de la propuesta de Solís García (2015) (figura 14):

La valoración final de cada sitio resulta de la siguiente ecuación:

$$VG = V_c(\text{Rep} + \text{Ra} + \text{Int} + \text{Did}) + V_a(\text{Eco} + \text{Cul} + \text{His} + \text{Est}) + \text{Uso}(\text{Acc} + \text{Prt})$$

Donde:

- **VG= Valor Global del sitio**
 - **V_c =Valor Científico**
 - Rep= Representatividad
 - Ra= Rareza
 - Int= Integridad
 - Did= valor como recurso didáctico
 - **V_a = Valores Adicionales**
 - Eco= Ecológico
 - Cul= Cultural
 - His= Histórico
 - Est= Estético
 - **Uso= Valores de uso**
 - Acc= Accesibilidad
 - Prt= Protección legal

Figura 14 Propuesta de Solís García (2015) para la valoración y selección de sitios, donde V_c= valor científico.

Sin embargo, debemos de tener presente que las áreas donde se realiza la mayoría de las actividades extractivas de la obsidiana, agrícolas, silvícolas, de recolección y turísticas no se encuentran en el mencionado Municipio de Huasca de Ocampo. De hecho, se ubican en el correspondiente al Municipio de Epazoyucan y en específico en el Ejido el Nopalillo (Schönleber y Lira, 2007, 2008).

Tabla 2 Geositos y geomorfositos propuestos por Solís García (2015).

No. Sitio	Identificador	Nombre del geosito	Ubicación	Tipo*	Unidad de relieve
1	PestGeo01	Perfil estratigráfico	Carretera Huasca-Tulancingo	G	Meseta
2	CarGeom02	Cárcavas	Los Reyes Tepezala	GM	Piedemonte
3	PcarGeom03	Panorámico cárcavas	Agua Zarca	GM	Piedemonte
4	CescGeo04	Cono escoria	Agua Zarca	G	Piedemonte
5	CescGeo05	Cono de escoria	Cerro del Tezontle	G	Piedemonte
6	DiqGeo06	El arquito, dique	Bosque Real	G	Sierra
7	HacHis07	Hacienda San Miguel Regla	San Miguel Regla	H	Meseta
8	HacHis08	Hacienda San Juan Hueyapan	San Juan Hueyapan	H	Meseta
9	HacHis09	Hacienda Sta. M. Regla	Barranca Santa María Regla	H	Barranca
10	PbarGeom10	Panorámico barranca río Grande Tulancingo	Río Grande Tulancingo	GM	Barranca
11	PsebGeo11	Mirador camino a San Sebastián	San Sebastián	G	Barranca
12	PerGeo12	Perfil Camino a San Sebastián	San Sebastián	G	Barranca
13	PerGeo13	Afloramiento Lutitas	San Sebastián	G	Barranca
14	PerGeo14	Contacto litológico Lutita-conglomerado	San Sebastián	G	Barranca
15	PerGeo15	2do contacto	San Sebastián	G	Barranca
16	PrisGeo16	Prismas	Barranca Santa María Regla	G	Barranca
17	PhuiGeom17	Mirador El Huariche	El Huiriche	GM	Meseta
18	ObsAntr18	Minas de obsidiana	El Zembo	A	Sierra
19	PPeñGeo19	Panorámico Peñas Sierra de las Navajas	El Zembo	G	Sierra

*G = Geológico GM = Geomorfológico H = Histórico A = Arqueológico

Con respecto a esta metodología (Solís García, 2015) se determinó que los valores obtenidos fueron de 5.5 para ObsAntr18, y de 3.75 para PPeñGeo19 (Tabla 3).

Tabla 3 Extracto de la tabla de resultados de la investigación de Ana Itzel Solís García (2015).

VALOR	CIENTÍFICO/DIDÁCTICO					Total
Código	Representatividad	Rareza	Integridad	Didáctico	Paleogeográfico	
ObsAntr18	1	0.25	0	0.5	0.5	2.75
PPeñGEO19	0.75	0.5	0.25	0.5	0.75	2.75
VALOR	ADICIONAL					Total

Código	Ecológico	Cultural	Histórico	Estético	
ObsAntr18	0	1	1	0.5	2.50
PPeñGEO19	0	0	0	0.25	0.25

VALOR	TURÍSTICO		Total	Total General
Código	Accesibilidad	Protección Legal		
ObsAntr18	0.25	0.50	0.75	5.50
PPeñGEO19	0	0.75	0.75	3.75

Aunque los valores parecen bajos si pensamos que esta metodología propone una calificación máxima de 11, la autora (Solís García, 2015) comenta que este tipo de jerarquización:

...no es lo suficientemente consistente para que todos los criterios puedan aplicarse a cada sitio, como es el caso del valor adicional (ecológico, cultural, histórico), que no pueden ser aplicados a sitios geológicos puntuales. Lo anterior impacta a la calificación general de los sitios (Solís García, 2015, pp. 168-169).

También apunta que:

El hecho de que la mitad de los sitios evaluados no hayan alcanzado una puntuación mayor a 5.5 no indica que tengan una importancia menor, ya que son sitios que están indicando parte de la historia geológica y geomorfológica del municipio. Estos sitios son: el dique “el arquito”, cono cinerítico, sitios del camino a San Sebastián y las peñas de la Sierra de las Navajas (DiqGeo06, CescGeo05, PsebGeo11, PerGeo12, PerGeo13, PerGeo14, PerGeo15, PpeñGeo19) (Solís García, 2015, p. 169).

Las consideraciones realizadas por la autora, si bien se refieren a los valores obtenidos en su investigación en relación con los sitios seleccionados, no creemos que reflejen el valor general de las áreas. Las metodologías y valores con los que se evalúa la zona —si bien son cuantitativos— tienen una delimitación política que limita el potencial del área. Aquí es donde se presentan los problemas de evaluar elementos naturales a partir de delimitaciones antrópicas-políticas.

Las geoformas y los sitios con intereses geológicos o que se refieran a la geodiversidad o biodiversidad deben ser evaluados considerando los límites naturales y no culturales —históricos o modernos—. La evaluación puede —como en este caso— demeritar la

calificación, ya sea cuantitativa o cualitativa. Si aplicamos esta forma de evaluación a la Sierra de las Navajas en su totalidad, abarcando toda la estructura, tendríamos una evaluación diferencial con puntajes más altos (como se verá en capítulos posteriores) lo que incide directamente en la percepción para integrar el patrimonio y su uso en las diferentes actividades del Geoparque de la Comarca Minera.

Es necesario hacer notar a nivel de la propuesta de Geoparque, la administración y puesta en marcha de los diferentes espacios se basa en función de los límites políticos administrativos, esto complica la gestión de los diversos valores entre las demarcaciones que integran la zona de estudio.

Esta metodología se aplicó al área de estudio de la presente tesis (Sierra de las Navajas). En el Geoparque Mixteca Alta, Martínez Miranda (2017) utilizó otra que además de considerar los valores científicos, turísticos y didácticos de la geodiversidad, también hace énfasis en los llamados “otros valores”. Se trata de una muy interesante metodología sobre aspectos que ayudan a mejorar la valoración del geopatrimonio y contempla los valores culturales como una parte fundamental.

Esta propuesta consta de una parte evaluada cuantitativamente y otra cualitativamente, correspondiente al valor científico y cultural —respectivamente—, y pone atención precisamente en cómo entrelazar los dos tipos de valor para reforzar la evaluación sin forzar los valores (figura 15).

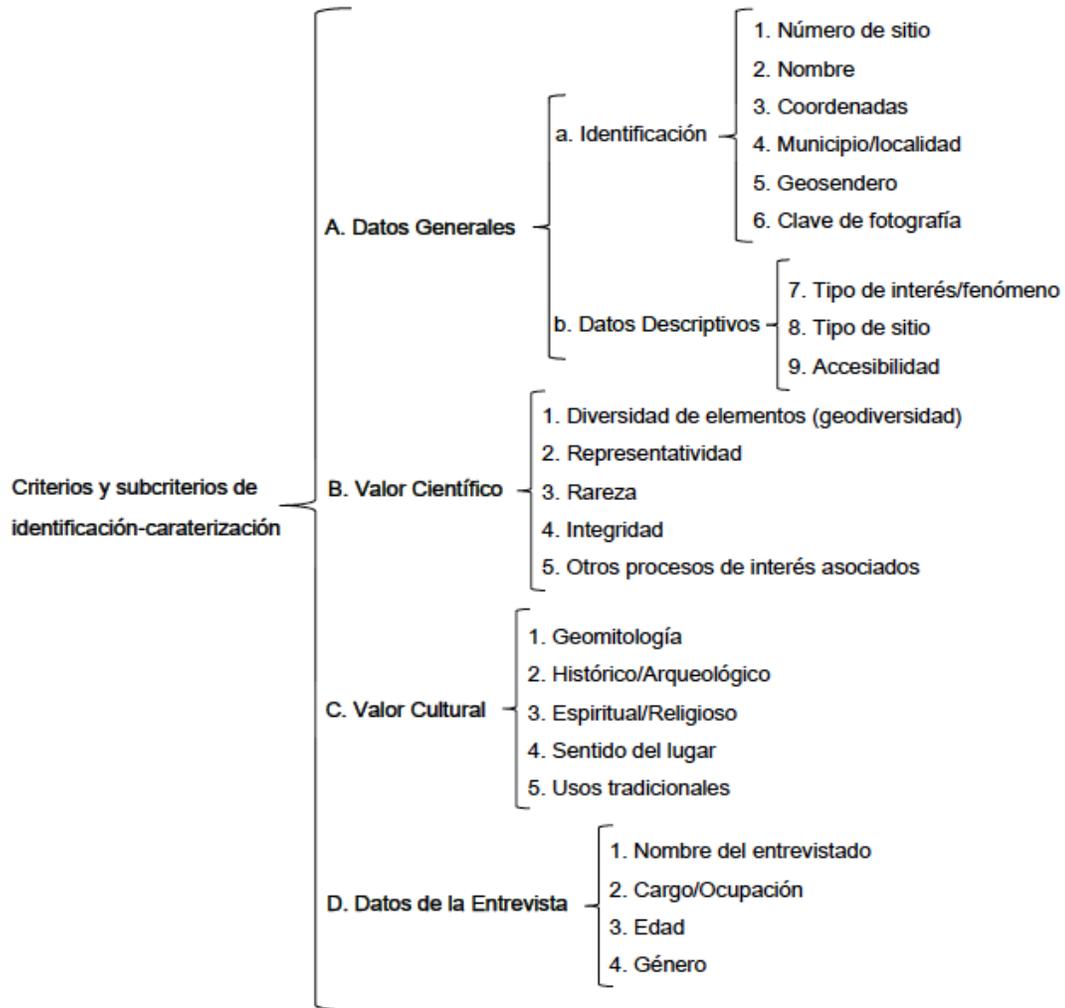


Figura 15 Esquema con los parámetros propuestos por Martínez Miranda (2017), para la identificación, caracterización y evaluación de los sitios propuestos.

Esta metodología pone atención en el valor cultural, considerando aspectos que forman parte de la esfera ideológica, pero que son un agregado, ya que éstos —al estar presentes— no restan valor alguno a los sitios sino más bien contribuyen a reforzar los elementos para mejorar la perspectiva del geopatrimonio y geoconservación del área de estudio.

La parte cuantitativa corresponde —como en casi todas las propuestas— a los valores científicos; la parte cultural es la cualitativa debido a los parámetros que se establecieron. Es en este punto donde creemos que la propuesta se queda corta y adolece de los mismos sesgos que se han dado desde otras perspectivas, al no poder unificar criterios de evaluación, ya que la parte cultural no puede ser cuantificable o es muy difícil hacerlo (tabla 4) (Brilha, 2005).

Tabla 4 Elementos para la cuantificación del valor científico (Vc) de los Geositios. El máximo es de 20 puntos correspondientes a la suma de los 5 rubros, donde $Vc=Dv+Rp+Ra+In+As$. Tomado de Martínez Miranda (2017).

Criterios	Parámetros
A. Diversidad de elementos/Geodiversidad (Dv)	
Sitio con más de 5 características diferentes	4
Sitio con 2-5 características diferentes	2
Sitio con menos de 2 características diferentes	1
B. Representatividad (Rp)	
Excelente: Los procesos o características son claramente visibles o interpretables	4
Buena: Los procesos o características son ilustrativos pero no están claramente definidos	2
Deficiente: Los procesos o características son difícilmente visibles o interpretables	1
C. Rareza (Ra)	
Único ejemplar en el área	4
1-5 ejemplos en el área	2
Más de 5 ejemplos en el área	1
D. Integridad (In)	
Sitio bien preservado: no se observa degradación alguna	4
Sitio parcialmente afectado; sin embargo se mantiene su carácter principal	2
Degradación severa: Sitio muy alterado o modificado con pérdida casi total o total del carácter del sitio	1
E. Otros procesos de interés asociados (As)	
Mas de un proceso asociado	4
Un proceso asociado	2
Ningún proceso asociado	1

En el estudio referente al Geoparque Mixteca Alta, el valor cultural va referenciado por ficha (Martínez Miranda, 2017; Palacio Prieto, et al., 2018) y la parte correspondiente a la documentación de esta sección viene directamente del trabajo de campo de Martínez Miranda (2017) en la que se elaboraron entrevistas abiertas que se aplicaron a pobladores

de comunidades que integran el geoparque (tabla 5). Esto no se aplica en las diversas metodologías que se han usado para el área de Sierra de las Navajas.

Tabla 5 Formato de Ficha de identificación-caracterización, del trabajo de Martínez Miranda (2017) y Palacio Prieto, et al. (2018).

A. DATOS GENERALES			
Identificación			
No.	Nombre:		
Coordenadas	X:	Y:	Altura:
Municipio/Localidad			
Geosendero			
Clave de fotografía			
Datos Descriptivos			
Tipo de interés/fenómeno	Geomorfológico <input type="checkbox"/> Paleontológico <input type="checkbox"/> Volcánico <input type="checkbox"/> Edafológico <input type="checkbox"/>		
	Fluvial <input type="checkbox"/> Intrusivo <input type="checkbox"/> Hidrológico <input type="checkbox"/> Petrológico <input type="checkbox"/> Tectónico <input type="checkbox"/>		
	Mineralógico <input type="checkbox"/> Paleogeográfico <input type="checkbox"/> Paisajístico <input type="checkbox"/> Ecológico <input type="checkbox"/>		
	Otros:		
Tipo de sitio	Punto <input type="checkbox"/>	Sección <input type="checkbox"/>	Área <input type="checkbox"/> Punto panorámico <input type="checkbox"/> Área compleja <input type="checkbox"/>
Accesibilidad	Tipo de camino		Terracería <input type="checkbox"/> Pavimentado <input type="checkbox"/>
	Medio de transporte y distancia desde el punto de acceso principal hasta el sitio:		
	A pie <input type="text"/> Automóvil <input type="text"/> Todo terreno <input type="text"/>		
B. VALOR CIENTÍFICO			
Diversidad de elementos (geodiversidad)		<2 características <input type="checkbox"/> 2-5 características <input type="checkbox"/>	
		>5 características <input type="checkbox"/>	
Representatividad	Excelente <input type="checkbox"/>	Buena <input type="checkbox"/>	Deficiente <input type="checkbox"/>
Rareza	Único ejemplo en el área <input type="checkbox"/>	1-5 ejemplos en el área <input type="checkbox"/>	>5 ejemplos <input type="checkbox"/>
Integridad	Bien preservado <input type="checkbox"/>	Parcialmente afectado <input type="checkbox"/>	Degradación severa <input type="checkbox"/>
Otros procesos de interés asociados	Ningún proceso <input type="checkbox"/> 1 proceso <input type="checkbox"/> > 1 proceso <input type="checkbox"/>		
C. VALOR CULTURAL			
Geomitología:			
Histórico/Arqueológico	Vestigios arqueológicos <input type="checkbox"/> Uso/recolección/extracción de materiales <input type="checkbox"/> Condicionante físico de actividad humana <input type="checkbox"/>		
Espiritual/Religioso	Actos rituales <input type="checkbox"/> Sitio sagrado <input type="checkbox"/> Sitio prohibido/de respeto <input type="checkbox"/>		
	Ubicación de santuario/templo/adoratorio <input type="checkbox"/>		
Sentido del lugar	Topofilia <input type="checkbox"/> Apego <input type="checkbox"/> Satisfacción <input type="checkbox"/> Punto de referencia/orientación <input type="checkbox"/> Topónimo <input type="checkbox"/>		
Usos tradicionales	Artesanías <input type="checkbox"/> Construcción <input type="checkbox"/> Otros:		
D. DATOS DE ENTREVISTA			
Nombre del entrevistado			
Cargo/Ocupación			
Edad:	años	Género:	F <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>

Es básico conocer los valores que la población le asigna al sitio ya que precisamente es donde se acentúa el reconocimiento de los elementos que deseamos proteger. El

patrimonio, la idea de la geodiversidad y del geopatrimonio debe de nacer desde el seno mismo de la sociedad que está en contacto directo con estos valores.

La discusión versa precisamente sobre el cómo se hace esta parte de la recolección de datos y registro. Así como el valor científico debe ser evaluado por especialistas en el tema, la parte cultural no debe recaer exclusivamente en la población no especializada.

Los expertos en el área de la antropología deberán de hacer este trabajo diseñando los instrumentos en los que se incluyan los parámetros cualitativos y cuantitativos. Lo que se propone —a nivel general— es la asignación de valores correspondientes y representativos al número de elementos presentes y su importancia junto a la relación directa entre los geositos, como aquellos sitios y elementos de la geodiversidad que se encuentren *in situ* o *ex situ*. Aunado a esto a una serie de entrevistas y cuestionarios con las poblaciones relacionadas directamente con los geositos y que deberán contemplar tanto la experiencia de los pobladores como la valoración cuantitativa; esto deberá llevarse a cabo por un equipo multidisciplinario.

Para esta investigación se tomaron como referencias primarias estas metodologías, ya que fueron empleadas en dos geoparques en México reconocidos en la Global Geoparks Network (Palacio Prieto, et al., 2018). Sin embargo, como ya se comentó, las dos cuentan con sus aportaciones básicas y quedan puntos en los que se pueden aportar categorías con el objetivo de complementar estas propuestas.

Sobre estos ejemplos tenemos las dos propuestas de este trabajo para modificar los parámetros de las metodologías analizadas. Si bien parecen modificaciones menores dentro del marco general de las evaluaciones, la intención es clarificar que, desde la visión de la antropología y la arqueología, podemos desglosar los rubros correspondientes a los valores históricos-arqueológicos. Con este aumento de las subcategorías —prehispánicos, coloniales e industriales— podemos tener mejor representados los tipos de contextos arqueológicos que se presentan en el país, debido a que virtualmente en el 100% del territorio mexicano podemos encontrar uno o más tipos de patrimonio arqueológico (bienes muebles e inmuebles), debido esto al tipo de legislación de nuestro país donde se protege el arqueológico, artístico e histórico (CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN, 1972).

Unos de los ejemplos en donde podemos encontrar este tipo de interacción contextual es precisamente en el Geoparque Comarca Minera, donde identificamos los sitios arqueológicos relacionados con la extracción de la obsidiana (Schönleber y Lira, 2007). Asimismo, sitios con evidencia de la presencia española con las construcciones eclesiásticas

como ermitas e iglesias, no solamente en áreas urbanas como Pachuca, sino como la que se encuentra en la misma Sierra de las Navajas —de la orden franciscana— (Schönleber y Lira, 2007), así como la edificación conventual de Epazoyucan.

Finalmente podemos incluir los contextos mineros y maquinaria que nos hablan de la extracción y beneficio de la plata. Actualmente en algunas zonas del área de la ciudad de Pachuca podemos encontrar los restos de los jales (figura 16)—áreas de desecho de los materiales del procesamiento del mineral para extraer la plata— así como las obras mineras como las del Milagro, por mencionar algunas y que ya se encuentran contempladas dentro de los puntos del Geoparque Comarca Minera (Canet Miquel & García Alonso, 2021)



Figura 16 Jales de mina en septiembre del 2010, cercanos al campo de golf en la ciudad de Pachuca, Hgo. El corte se hizo para la construcción del Boulevard Nuevo Hidalgo. Foto Jannu Lira Alatorre.

Siguiendo estas metodologías podemos proponer geositos y sitios de la geodiversidad y que ostentan valor cultural correspondientes a Sierra de las Navajas para ser considerados dentro del Geoparque Comarca Minera, como una parte fundamental en su estructura (figura 17). Esta selección se hace con base en los trabajos previos en Sierra de las Navajas, desde la óptica geológica, geomorfológica, arqueológica y antropológica, donde ya por más

de 30 años el Laboratorio de Análisis Lítico y Experimentación. Litoteca de la Escuela Nacional de Antropología e Historia ha trabajado de manera sistemática (Schönleber y Lira 2007, 2008).

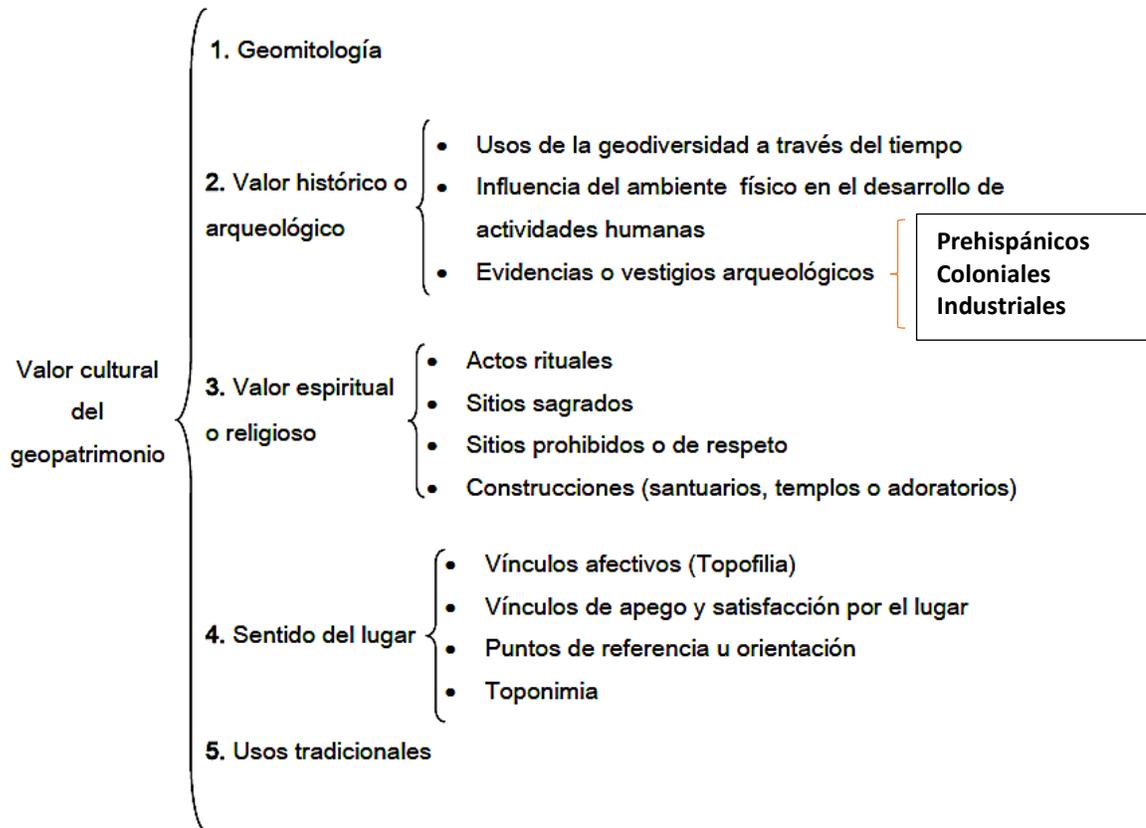


Figura 17 Modificaciones a la propuesta de Martínez Miranda (2017) sobre el valor cultural en el rubro del valor histórico y arqueológico.

Para concluir el apartado de las metodologías, otro trabajo reciente sobre la importancia y revalorización de los geositos al interior del Geoparque Comarca Minera es la investigación de Miguel Ángel Cruz Pérez (2020) quien propone una metodología adaptada sobre las bases propuestas del Instituto Geológico y Minero de España; así como su adaptación por el Servicio Geológico de Colombia. En ésta se considera la estructura completa de Sierra de las Navajas y no solamente la valorización de algunos puntos o sitios de interés.

Cruz Pérez apunta (2020, p. 28):

La aplicación de la metodología es directa tomando como base un conocimiento previo del lugar a evaluar; es decir, la ficha de valoración debe ser llenada, por sugerencia del SGC, por un experto. Se procede a la asignación de un puntaje numérico (escalado del 0 al 4, para algunos parámetros; del 1 al 4, para otros. Ver relación de fórmulas abajo y los

valores predeterminados de valoración que pueden tomar los parámetros individuales), enfocados en el valor científico (V_c), valor didáctico (V_d), y valor turístico (V_t). Para el cálculo de los valores, retomando lo propuesto por García-Cortés y Carcavilla-Urqui (2013), Vargas-Anaya (2018), y el SGC (2018^a) se hace uso de las siguientes fórmulas:

$$V_c = \frac{30R + 15(K + A) + 10(T + C + O + D)}{40} \quad (1)$$

$$V_d = \frac{20Cd + 15(I + Ac) + 10D + 5(R + T + C + O + A + Dp + B + E)}{40} \quad (2)$$

$$V_t = \frac{15B + 10(Cdv + Ac + F + Sb) + 5(I + O + Dp + Es + E + Ut + NH + Ptr + Z)}{40} \quad (3)$$

Figura 18 Fórmulas para cálculo de valores científico, didáctico y turístico de los geositos del Geoparque Comarca Minera de Cruz Pérez (2020).

Los valores para cada uno de los parámetros según la propuesta de Cruz Pérez (2020) quedan como sigue (tabla 6):

Tabla 6 Tabla de parámetros y valores propuestos para la evaluación de los geositios por Cruz Pérez (2020).

<i>A</i>	Rareza	[0,1,2,4]
<i>Ac</i>	Accesibilidad	[0,1,2,4]
<i>B</i>	Belleza o espectacularidad	[0,1,2,4]
<i>C</i>	Estado de conservación	[0,1,2,4]
<i>Cd</i>	Contenido/uso didáctico	[0,1,2,4]
<i>Cdv</i>	Contenido/uso divulgativo	[0,1,2,4]
<i>D</i>	Diversidad geológica	[0,1,2,4]
<i>Dp</i>	Densidad de población	[1,2,4]
<i>E</i>	Tamaño	[0,1,2,4]
<i>Es</i>	Entorno socioeconómico	[0,1,2,4]
<i>F</i>	Fragilidad	[0,1,2,4]
<i>I</i>	Infraestructura logística	[0,1,2,4]
<i>K</i>	Grado de conocimiento científico	[0,1,2,4]
<i>NH</i>	Asociación con elementos naturales o culturales	[0,1,2,4]
<i>O</i>	Condiciones de observación	[0,1,2,4]
<i>Ptr</i>	Potencialidad para realizar actividades turísticas y recreativas	[0,1,2,4]
<i>R</i>	Representatividad	[0,1,2,4]
<i>S</i>	Simbolismo	[0,1,2,4]
<i>T</i>	Carácter de localidad tipo	[0,1,2,4]
<i>Ut</i>	Uso tradicional	[0,1,2,4]
<i>Z</i>	Cercanía a zonas recreativas	[0,1,2,4]

Enseguida es necesario calcular el valor de vulnerabilidad antrópica (Va), así como el riesgo de degradación del rasgo por amenazas antrópicas (Rda) (tabla7).

Tabla 7 Fórmula y valores para el cálculo de la vulnerabilidad antrópica Cruz Pérez (2020).

$Va = 25(MH + Ex) + 15Urb + 10Ac + 5(P + Pf + Ts + Dp + Z)$		
En donde:		
<i>Ac</i>	Accesibilidad	[0,1,2,4]
<i>Dp</i>	Densidad de población	[1,2,4]
<i>Ex</i>	Vulnerabilidad al expolio	[0,1,2,4]
<i>MH</i>	Interés para la explotación minera o la captación de agua	[0,1,2,4]
<i>P</i>	Régimen de protección del lugar	[1,2,4]
<i>Pf</i>	Protección física o indirecta	[0,1,2,4]
<i>Ts</i>	Titularidad del suelo y régimen de acceso	[1,2,4]
<i>Urb</i>	Proximidad a infraestructuras	[0,1,2,4]
<i>Z</i>	Cercanía a zonas recreativas	[0,1,2,4]

Otro de los parámetros calculado es el de la susceptibilidad de degradación antrópica (*Sda*) que se obtiene del cálculo de la relación entre el tamaño (*E*) y la vulnerabilidad antrópica (*Va*).

$$Sda = E * Va$$

La fórmula para el *Rda* presentada (Cruz Pérez, 2020) queda como (Tabla 8):

Tabla 8 Fórmula y tabla de valores de referencia para calcular el riesgo de degradación por amenazas antrópicas (*Rda*) de Cruz Pérez (2020).

$$Rda = \frac{1}{10} \cdot ([Vc, Vd, Vt]) \cdot Sda$$

Necesidad/prioridad de protección	<i>Rda</i>
Alta (medidas de geoconservación urgentes)	>6.66
Media (medidas de geoconservación a corto plazo)	$3.33 \leq Rda \leq 6,66$
Baja (medidas de geoconservación a medio o largo plazo)	$1 \leq Rda \leq 3,33$
Nula (medidas de geoconservación innecesarias)	< 1

Se presenta un resumen de las valoraciones de Cruz Pérez (2020) podemos anotar que, como se presenta en la tabla 9 (en la que se nombra “Cerro de las Navajas” a la Sierra de las Navajas), el riesgo de degradación antrópica, como es menor a 1, se considera que es nulo. Sin embargo, hace unas recomendaciones sobre la necesidad de elaborar un plan sobre la extracción de la obsidiana para no incrementar el riesgo de deterioro de la zona.

Tabla 9 Resultados de las valoraciones de los geositos analizados por Cruz Pérez (2020). Se presenta un extracto de la tabla. Sierra de las Navajas recibe aquí el nombre de “Cerro de las Navajas”.

Geosito	<i>V_c</i>	<i>V_d</i>	<i>V_t</i>	<i>R_{da}</i>
Prismas Basálticos	8.375	<u>9.5</u>	8.625	0.93
Peña del Aire	5.75	<u>8.125</u>	7.25	0.15
Cerro de Las Navajas	<u>8.75</u>	6.5	7.625	0.76

En la siguiente parte de la presente tesis se hace uso de las metodologías antes presentadas, para obtener nuevas evaluaciones de geositos y sitios de la geodiversidad según la justificación en la que se sustentan. Con esto se pone en práctica la colaboración desde las Ciencias de la Tierra y la Antropología.

Capítulo IV Resultados

En este capítulo tenemos como primer punto el uso de la metodología de Cruz Pérez (2020) para el conjunto de la Sierra de las Navajas, para después hacer la valoración de los geositos y sitios de la diversidad propuestos al interior de Sierra de las Navajas por la metodología de Solís García (2017) y Cruz Pérez (2020).

Valoración del conjunto de la Sierra de las Navajas

Cruz Pérez (2020) aplicó su metodología a tres geositos del Geoparque Comarca Minera. Aquí se aplica solo para la Sierra de las Navajas, proponiendo nuevos valores con la debida justificación.

Tomando como base la metodología usada por este autor (Cruz Pérez, 2020) se ha procedido a analizar el mismo ejemplo con el fin de identificar aquellos valores en los que hubiera discrepancia según nuestra visión del área de estudio.

Así, sustituyendo los valores derivados de nuestra percepción y evaluación, solo diferimos en un valor para V_c (Valor científico), el cual corresponde a la categoría de Condiciones de observación. Mientras Cruz Pérez (2020) asigna un valor de $O=1$, en esta propuesta asignamos $O=4$ dando como resultado en la sustitución de la fórmula:

$$V_c = \frac{30(4) + 15(4+4) + 10(4+2+4+4)}{40}$$

Donde finalmente el $V_c = 9.5$

Esto resulta en un aumento de 0.75 en el V_c con respecto al valor original de 8.75 propuesto por Cruz Pérez (2020)

Esta investigación adopta un valor de $O=4$ al considerar que no es necesario que los indicadores de las diferentes etapas de actividad volcánica se encuentren expuestos en superficie para poderlos observar. En este caso la minería en la zona nos ayuda debido a que expone en los perfiles de las diferentes estrategias extractivas (como tajos, calas, túneles, tiros, pozos) los indicadores, aunque debemos de tener en cuenta que —como toda actividad extractiva— también es destructiva y deteriora los diversos tipos de patrimonio.

Desde hace más de 30 años la ENAH ha conducido un proyecto de investigación liderado por Schönleber y Lira (2007) desde la visión etnoarqueológica, donde se ha podido

corroborar que una parte esencial para entender la dinámica de Sierra de las Navajas es precisamente la minería moderna subterránea que pone al descubierto las secuencias de deposición de los diversos productos volcánicos, además de que la mina de arena (ver anexo 1 ficha Mina de Arena) aporta elementos que apoyan estos nuevos valores.

La actividad extractiva de la obsidiana tanto en la forma excavada subterránea como a cielo abierto nos permite apreciar parte de la secuencia de formación del yacimiento. Si bien no es la serie completa, sí se puede complementar con la visita a otros puntos de interés geológico y geomorfológico de la estructura. Esto se convierte en un aliciente para precisamente hacer un reconocimiento por diferentes zonas, lo que amplía el conocimiento del área y estimula el interés por un turismo académico del semi al especializado.

Con respecto al valor didáctico, el valor original es de 6.5 propuesto por Cruz Pérez (2020). Cuando se usan los nuevos valores propuestos en la fórmula quedan como sigue:

$$Vd = \frac{20(4)+15(2+2)+10(4)+5(4+4+2+4+4+4+4+4)}{40}$$

Donde finalmente el $Vd=8.25$

Los valores difieren en 1.75 y esto se debe a que hay diferentes valores asignados en las siguientes variables:

Al Contenido/Uso Didáctico (Cd) se asigna el valor máximo de 4 ya que Sierra de las Navajas contempla una gran diversidad de temas de índole geológica y geomorfológica, además de la arqueológica. A esto le añadimos la variabilidad de los tipos de productos volcánicos y las diversas formas del terreno producto de la actividad volcánica, así como los aspectos de vegetación y fauna. Por ello se propone un valor de 4, a diferencia del original de 2 (Cruz Pérez, 2020).

En cuestión de la accesibilidad se asigna un punto más que el original quedando como 2, ya que —aunque restringida— permite llegar a los diferentes puntos didácticos sin perturbar las zonas. Las brechas que se han creado para la minería de la obsidiana moderna se recuperan en poco tiempo y muchas veces se usan por varias décadas. Esto facilita mantener a los visitantes en los senderos establecidos para evitar mayor degradación en la zona.

Si bien el acceso a algunos puntos es por caminata o vehículo tipo SUV, esto favorece el contacto entre el visitante y el medio. El poder recorrer en caminatas la zona por los

diferentes tipos de turismo (Dowling, 2011) es un valor agregado y preferible por el turismo sustentable, geoturismo y ecoturismo (Honey, 2008) (Palacio Prieto, et al., 2018) (Dowling, 2011). Si se pretendiera que a todos los puntos se pudiera llegar en vehículo, propiciaríamos una mayor degradación ambiental.

Finalmente, para el Valor didáctico (Vd) modificamos el valor antes mencionado de $O=4$ con base en la argumentación ya expuesta para el Vc.

El siguiente punto es el correspondiente al Valor turístico (Vt) donde el valor original es de 7.625 (Cruz Pérez, 2020)

Después de 30 años trabajando en el área hemos podido dar cuenta de los cambios que se han realizado en el ahora Parque Ecoturístico Las Navajas, donde se han ido mejorando las condiciones para el turismo.

En cuanto al Valor turístico (Vt), necesitamos pensar en las condiciones que se requieren para mantener un turismo responsable y sustentable que esté en concordancia con el geoturismo.

Los nuevos valores que asignamos en la fórmula son:

$$Vt = \frac{15(4) + 10(4+2+0+4) + 5(1+4+4+4+4+4+4+4)}{40}$$

En esta fórmula diferimos en dos valores de los propuestos por Cruz Pérez (2020), los correspondientes a la Accesibilidad (Ac) y a las Condiciones de observación (O), de las cuales ya se ha dado la justificación sobre el cambio de valores. Esto da como resultado que el valor final para este ejercicio sea de 8.125.

Como se observa con esta nueva valoración del Valor turístico (Vt), tenemos un aumento de 0.5 del valor original, con lo cual se muestra que, considerando los conocimientos desde diferentes disciplinas es posible mejorar la percepción sobre los diferentes sitios.

El siguiente valor por considerar es el riesgo de degradación antrópica. Para eso tenemos que calcular la Vulnerabilidad antrópica (Va). El valor resultante en el trabajo de Cruz Pérez (2020) es 350.

$$Va = 25(4+4) + 15(4) + 10(2) + 5(4+2+2+4+4)$$

En el presente ejercicio el valor es de 360, ya que la única diferencia radica en la accesibilidad (A_c) con la justificación ya usada en rubros anteriores.

Lo anterior es necesario para calcular la Susceptibilidad de degradación antrópica, donde a partir del valor anterior tenemos que:

$$S_{da} = E \cdot V_a$$

Para esto se retoma el valor de E propuesto (Cruz Pérez, 2020) de 1/400, queda en la sustitución

$$S_{da} = 1/400 * 360$$

Así el S_{da} obtenido es 0.900, una diferencia más bien pequeña comparado con el valor original de 0.875.

Finalmente se tiene el cálculo del riesgo de degradación del rasgo por amenazas antrópicas (R_{da}), donde el valor propuesto por Cruz Pérez (2020) corresponde a 0.765.

Para nuestro ejercicio con los nuevos valores tenemos que:

$$R_{da} = \frac{1}{10} \cdot ([V_c, V_d, V_t]) \cdot S_{da}$$

Para esta fórmula se toma el valor más alto entre V_c , V_d y V_t , (Cruz Pérez, 2020) en este caso corresponde a $V_c=9.5$ según los cálculos anteriores.

$$R_{da} = 1/10 * 9.5 * .900$$

Tabla 10 Resultados de V_c , V_d , V_t y R_{da} para Sierra de las Navajas por el nuevo ejercicio de valoración.

Sitio	V_c	V_d	V_t	R_{da}
Sierra de las Navajas	9.500	8.250	8.125	0.855

Donde nuestro resultado ya con los nuevos valores es de 0.855. Esto es menor de 1.0, que de acuerdo con las tablas de referencia (Tabla 8 y 9) se mantiene en la categoría de nula

necesidad o prioridad de protección. Sin embargo, sí es necesario que se asesore a los ejidatarios sobre todo en la parte de la extracción en la mina de arena, así como en las de obsidiana, para reducir el impacto de esta actividad para poder preservar los diversos tipos de patrimonio y que sus valores se mantengan de la misma manera.

En términos generales Sierra de las Navajas presenta valores mayores que los propuestos por Cruz Pérez (2020), lo que aporta para realizar una valoración más completa y enriquecer el contenido sobre el patrimonio en el Geoparque la Comarca Minera.

Es momento de ver al interior del área de estudio para analizar geositios y sitios de la geodiversidad de interés.

Sitios propuestos para Sierra de las Navajas por su relevancia científica, didáctica y turística.

Debido a lo expuesto en los capítulos anteriores y sobre la importancia de mantener las características geológicas y geomorfológicas de las estructuras que dan origen a los geositios, debemos considerar a Sierra de las Navajas como una gran estructura compuesta de diversos geositios representativos de interés científico y sitios de la geodiversidad.

Retomando las metodologías de Solís García (2015), Martínez Miranda(2017) y adaptando la de Cruz Pérez (2020), los lugares preseleccionados para integrar los puntos con valor científico y sitios de la geodiversidad son 11 posibles candidatos para representar y formar parte de los recorridos dentro del Geoparque Comarca Minera. Cada uno de ellos será evaluado con las modificaciones que se proponen a las metodologías analizadas de Solís García (2015), Cruz Pérez (2020) y finalmente estarán insertados en las rutas de visita que se propondrán de acuerdo con la accesibilidad, así como los diferentes tipos de público a los que se pretenda llegar, lo que incluye valores turísticos y didácticos independientemente del visitante que se trate.

Los sitios propuestos son los siguientes once (ver figura 19), a los cuales se clasificó (Palacio Prieto, et al., 2018) como:

- Geositios
 - El Mirador, Cruz del Milagro, Mina de Arena, El Jarillal, Oyamental y Minas Actuales
- Sitios de Geodiversidad
 - Mirador de las Minas y Talleres prehispánicos, Capilla, Corrales, , Áreas de Reforestación, y Talleres Modernos de artesanía de la Obsidiana.

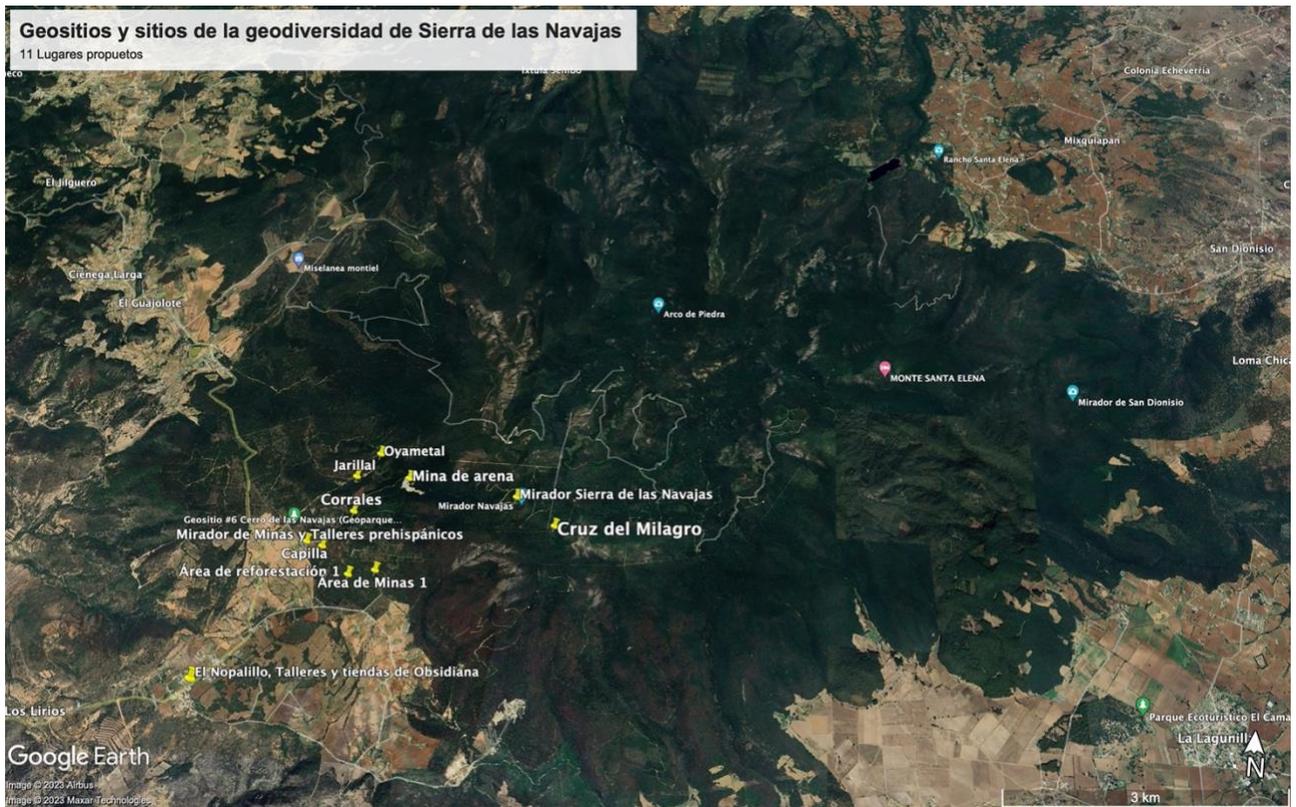


Figura 19 Los once geositos y sitios de la geodiversidad propuestos para Sierra de las Navajas, Hgo. Google Earth 2023.

Estos son los que se visitan de manera recurrente por los diferentes tipos de turismo (Dowling, 2011), algunos —obviamente— más que otros. Después de 25 años de trabajo en la zona y manteniendo los lazos de comunicación con la comunidad, se ha visto que estos lugares son los factibles para ser analizados e incluidos.

Valoración de los sitios propuestos

Con base en la metodología de Solís García (2015) se ha realizado una valoración de los 11 sitios propuestos desde nuestra visión. La tabla 11 muestra los detalles de este ejercicio según los nuevos valores.

Los 11 sitios propuestos son los más relevantes debido a las características que presentan desde el punto de vista científico y cultural. De los dos sitios contemplados en la investigación de Solís García (2015), pasamos a 11 sitios dentro de la Sierra de las Navajas y 1 que se encuentra en el Ejido de El Nopalillo, que es el beneficiario directo de la mayoría de

las actividades económicas de la región. Las características e imágenes de estos puntos aparecen en el Anexo 1 (Fichas descriptivas de los sitios propuestos).

Tabla 11 Tabla de valoración de geositios y sitios de la diversidad propuestos para la Sierra de las Navajas según la metodología de Solís García (2015).

Sitio	Valor Científico			Valores Adicionales								Total
	Representatividad	Rareza	Integridad	Didáctico	Paleogeográfico	Ecológico	Cultural	Histórico	Estético	Accesibilidad	Proteccion legal	
El Mirador	1	1	0.75	0.75	1	1	0.75	0.75	1	0.5	0.5	9
Cruz del Milagro	1	1	0.75	0.75	1	1	0.75	0.75	1	0.5	0.5	9
Mina de Arena	1	0.25	0.5	0.5	0.5	0.25	0.75	0.75	0.25	1	0.5	6.3
El Jarillal	0.25	0.25	1	1	0.25	1	0	0	1	1	0.75	6.5
Oyametal	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0	0	1	0.75	0.5	6.8
Mirador de las Minas y Talleres prehispánicos	0.25	0	0.5	1	0	0.5	1	1	1	0.75	0.5	6.5
Capilla	0	0	0	1	0	0	1	1	0.25	0.75	0.5	4.5
Corrales	0	0	0	1	0	0.25	1	1	0.5	1	0.5	5.3
Minas Actuales	1	0.25	0	0.75	1	0.25	0.75	0.5	0	0.5	0.75	5.8
Áreas de Reforestación	0.5	0.5	0.5	1	0.25	0.75	0.75	0.5	0.5	0.75	0.5	6.5
Talleres Modernos de artesanía de la Obsidiana	0	0	0	0.75	0	0	0.75	1	0	0	1	3.5

La calificación obtenida en el trabajo de Solís García (2015) fue de 5.5 para ObsAntr18 y 3.75 para PpeñGeo19. La selección propuesta por esta investigación no sólo incrementa el número de sitios sino además propone sitios con valores mayores, lo que contribuye a resaltar la importancia del geopatrimonio de la Sierra de las Navajas.

Haciendo un análisis detallado de las calificaciones podemos ver que los Talleres de Obsidiana modernos obtuvieron el valor más bajo y esto se debe a que no se encuentran dentro de la estructura geológica y por eso se eliminan los valores científicos a excepción del correspondiente a la didáctica; su calificación se basa en que los talleres aportan información sobre el tipo de técnicas con las que se trabaja la obsidiana y que éstas pueden ser explicadas a los diferentes tipos de visitantes que llegan a la zona.

El discurso puede enriquecerse conjuntando tanto la información geológica, geomorfológica y la emanada desde la antropología y arqueología; a su vez esto impacta en la importancia científica para las diferentes áreas del conocimiento, desgraciadamente esto no se ve reflejado debido a que no se contempla en las metodologías analizadas.

El discurso tendrá que ir enfocado en la relación directa entre los sitios arqueológicos e históricos y la explicación de los contextos extractivos y de transformación de la obsidiana como artefactos y la relación con la dinámica social de las culturas prehispánicas.

Con respecto a este punto se ha podido tener un seguimiento de cómo ahora no solamente la Escuela Nacional de Antropología e Historia y algunas instituciones de educación superior del Estado de Hidalgo visitan la zona con fines didácticos para sus alumnos (el IPN desde la década de 1970); sino también los viajes turísticos en grupo han añadido estas paradas como punto de interés didáctico para los visitantes.

Algo parecido sucede con el correspondiente a la Capilla, donde los valores fundamentales son de tipo didáctico, cultural e histórico, pues es la única construcción colonial dentro del parque y un atractivo para los visitantes.

Con respecto a la aplicación de la metodología de Cruz Pérez (2020), se emplearon los valores de referencia como se muestran en la Tabla 12, estos son los que se sustituyeron en las fórmulas correspondientes.

Tabla 12 Nuevos valores de referencia para cálculos del Vc, Vd y Vt , Va, Sda y Rda según la metodología de Cruz Pérez (2020). Para mayor detalle de los parámetros revisar tabla 6 y 7

Valores/Sitios	El Mirador	Cruz del Milagro	Mina de Arena	El Jarillal	Oyametal	Minas Modernas
A	4	4	4	1	4	1
Ac	1	1	1	2	0	1
B	4	4	2	1	2	1
C	2	4	1	2	2	0
Cd	4	4	2	2	2	2
Cvd	4	4	4	2	2	4
D	4	4	2	0	1	1
Dp	4	4	4	4	4	4
E	2	2	1	1	2	0
Es	4	4	4	4	4	4
F	0	0	4	1	2	1
I	2	2	2	4	4	4
K	4	4	4	1	2	2
NH	4	4	4	4	4	4
O	4	4	4	2	4	1
Ptr	4	4	4	4	4	4
R	4	4	2	1	2	1
S	2	2	1	1	1	0
T	4	4	1	0	2	2
Ut	4	4	0	1	1	0
Z	4	4	4	4	4	4
Ex	4	4	4	1	4	4
MH	4	2	4	2	4	4
P	1	2	2	1	1	2
Pf	2	4	2	2	2	2

Ts	2	2	2	2	2	2
Urb	0	0	4	1	1	4

Los resultados son los valores que se muestran en la tabla 13, en donde podemos apreciar que, si bien hay una calificación para toda la estructura de Sierra de las Navajas para comparación, cuando se aplica la metodología a cada uno de los sitios propuestos encontramos una concordancia según los valores científicos, didácticos, turísticos.

De los once sitios propuestos se tomaron para valoración sólo aquellos que tienen una relevancia por las formaciones geológicas y geomorfológicas. En el caso de Mirador de las Minas y Talleres prehispánicos, Capilla, Corrales, Áreas de Reforestación, y Talleres Modernos de artesanía de la Obsidiana, éstos se relacionan directamente con vegetación, turismo y la didáctica, pero no presentan rasgos geológicos y geomorfológicos en superficie. La metodología, al ser elaborada para calificar rasgos geológicos y geomorfológicos, es inviable para aquellos que no lo presentan. Sin embargo, no podemos dejar de lado el valor turístico que aportan al Geoparque Comarca Minera.

Tabla 13 Resultados de la valoración de geositos, según la metodología de Cruz Pérez (2020). Para más detalle ver figura 18 y tabla 6.

Sitio	Valor Científico (Vc)	Valor Didáctico (Vd)	Valor Turístico (Vt)	Riesgo de Degradación Antrópica (Rda)
Sierra de las Navajas	9.500	8.250	8.125	0.855
El Mirador	9.500	7.625	7.250	0.652
Cruz del Milagro	9.000	7.850	7.250	0.652
Mina de Arena	6.500	5.000	6.625	3.378
El Jarillal	2.500	4.750	5.375	1.41
Oyametal	6.000	5.750	5.875	2.52
Minas actuales	2.875	4.375	5.500	2.805

Los sitios El Mirador y Cruz del Milagro presentan valores muy similares para Vc, Vd, y Vt. Esto es debido a que la única diferencia entre uno y otro es en la infraestructura de acceso y la conservación, siendo en Cruz del Milagro ligeramente mayor, debido a que no es de tan fácil acceso. También presenta un muy bajo riesgo de degradación del rasgo por amenazas antrópicas (*Rda*), lo que hace que sean nulas o casi nulas las medidas de geoconservación necesarias en caso de mantenerse las condiciones actuales (ver Anexo 1).

En el caso de la Mina de Arena podemos ver que el valor científico desciende y esto es comprensible debido a que es un área relativamente pequeña, además que de su valor didáctico —aunque de suma importancia— es acotado a rasgos específicos. El valor turístico es alto debido a la posibilidad de visita y de ver distintos aspectos naturales y culturales; finalmente el Rda es alto debido a que la minería es una actividad destructiva que pone en riesgo las características del sitio.

Para el Jarillal, si bien el Vc es bajo porque casi no tiene y no son apreciables las características geológicas y geomorfológicas, es una zona donde podemos aprender de las relaciones con la vegetación y zonas de captación de humedad. El Vd es por lo tanto mayor y enfocado a público un poco más especializado; sin embargo, todo parte de la información que se quiera comunicar, así como del tipo de discurso. El Vt en este caso es el valor más alto porque cuenta con mayor infraestructura para los visitantes; el Rda es bajo y las medidas de conservación a largo plazo deben de ser puestas en marcha para evitar un deterioro de la zona.

La zona de Oyamental presenta un valor de Vc enfocado a público especializado de nivel universitario, donde la didáctica (Vd) no se da a todos los niveles. Por las características de este punto el Vt es medio y puede ser enfocada a diversos tipos de turismo. El Rda es bajo y nuevamente se debe pensar a largo plazo las medidas de geoconservación si las condiciones actuales se mantienen.

En el caso de las Minas actuales el Vc es bajo, aunque fundamental para ciertos tipos de geoturistas —los especializados. Por lo mismo el Vd es bajo porque va más enfocado —por el momento— al especializado; es aquí donde tenemos un gran nicho de oportunidad, ya que se puede adaptar el contenido para que turistas de todas las edades y tipos puedan aprender de los rasgos geológicos y geomorfológicos. Esto se debe de dar con el tiempo y con un proyecto especial que debe de ir de la mano del trabajo con especialistas —de preferencia para todo el Geoparque Comarca Minera.

Es debido a estas características que el Vt no es bajo y puede mejorar. El Rda es bajo por el tipo de explotación; si bien es una actividad minera, el tamaño del área y la posibilidad de tener un número reducido de minas y que éstas sean por largo plazo, ayudan a que las medidas de geoconservación se den a mediano plazo. Algunas de las acciones ya las está tomando la misma población del Ejido El Nopalillo, que es donde se encuentran principalmente las actividades extractivas. Esto debería ser impulsado y asesorado por la misma administración del Geoparque y el Gobierno del Estado.

De los 11 sitios propuestos se elaboraron las fichas generales que se encuentran en el Anexo 1 y que aportan información sobre los diferentes valores que los caracterizan. Además, son parte de las rutas que se proponen en las siguientes secciones.

Sobre la Silvicultura en el parque Ecoturístico Las Navajas

Uno de los puntos del que debemos hablar es la conservación de los bosques para el área de estudio, si bien estos son producto de la recuperación natural y reforestación, son recientes para los sitios de la geodiversidad propuestos.

El patrimonio natural también está constituido por la biodiversidad (Palacio Prieto, et al., 2018) y este tiene una relación estrecha con la geología y geomorfología del lugar, la actividad antrópica en Sierra de las Navajas ha alterado las condiciones naturales del bosque de encino y pino desde la época prehispánica, esto debido a la extracción de la obsidiana y continuando en el periodo novohispano con la minería de plata (Schönleber & Lira, 2007).

En los últimos cuarenta años los procesos del beneficio forestal están relacionados directamente con la preservación ecológica de la zona, ya desde la década de 1980 el ejido El Nopalillo ha contado con el apoyo de los diversos programas para el aprovechamiento silvícola y en la última visita realizada en julio de 2023 se observó la estrecha vigilancia que los mineros han tenido de esta actividad para seguir cumpliendo con la normativa vigente.

La conservación de los bosques y el aprovechamiento de las áreas destinadas a la silvicultura son de esencial importancia para mantener el equilibrio ecológico. La relación entre la capa arbórea, los pastos y el sustrato donde crecen los hongos es básica para conservar los suelos de la zona, así como la relación con las especies animales, —algunas de las cuales, como el venado cola blanca, coyote y cacomixtle se han recuperado— y las actividades económicas, al menos dentro del área protegida del parque Ecoturístico las Navajas.

Con relación a la edad de los bosques, como parte de un trabajo colateral Schönleber, (en preparación) se tomaron muestras dendrocronológicas en algunas zonas de reforestación y se concluye que los individuos muestreados corresponden con la edad que deben de presentar según el área de reforestación a la que pertenecen.

Los individuos que mayor longevidad alcanzan entre 110 y 140 (+5) años —que no son de reforestación— y son los que se encuentran en la cima de Sierra de las Navajas correspondiente al Mirador y Cruz del Milagro. Estos son sobrevivientes a los incendios forestales de la década de 1990 y que han tratado de ser preservados por las comunidades del Nopalillo y Alfajayucan.

Las áreas de tala y reforestación tienen una relación directa con las actividades extractivas modernas de la obsidiana ya que se ha visto como el aprovechamiento silvícola puede afectar ambas actividades. Como un referente de los años en que se ha estudiado la zona, desde las inundaciones de 1999, los mineros y ejidatarios cuidan que las áreas de extracción minera no estén debajo de las próximas a ser taladas, ya que esto ocasiona el colapso de las minas (Schönleber y Lira, 2007) debido a la pérdida de estabilidad del terreno por la falta de la cubierta forestal.

Debemos anotar que, si bien dentro del Parque Ecoturístico Las Navajas está el programa de aprovechamiento silvícola, esto no aplica para los otros ejidos, de los cuales hasta el momento no se cuenta con información sobre programas para el aprovechamiento sustentable de los bosques; se sabe que los habitantes realizan la tala para aprovechamiento de las actividades cotidianas como construcción y estufas de leña —muy comunes en la zona—; este es uno de los puntos vulnerables a cuidar, ya que el valor ecológico es básico para la zona y no depende solo del ejido el Nopalillo.

Es imperante elaborar un programa entre las diferentes entidades geográficas —ejidos y municipios— para proteger la biodiversidad y geodiversidad de Sierra de las Navajas, este deberá contemplar las mejoras en la calidad de vida para los habitantes de la zona.

Aunado a lo anterior, se deben elaborar programas para involucrar a los diversos niveles de enseñanza del Estado de Hidalgo y de las diversas unidades educativas que se encuentren dentro del área que comprende el Geoparque Comarca Minera, con el fin de transmitir el conocimiento sobre la diversidad y patrimonio natural y la importancia de proteger este tipo de áreas y recursos; con esto se reafirmaría el valor del Geoparque y sus geositos como un elemento activo para la geoconservación.

Reflexiones sobre los diferentes tipos de turismo en el área de estudio

Como una parte importante de las actividades económicas del Ejido El Nopalillo y del parque ecoturístico Las Navajas y obviamente de esta parte del Geoparque de la Comarca Minera, el turismo en todas sus variedades (Dowling, 2011) está presente día con día; desde antes de la pandemia de SARS-Cov-19, esta zona presenta un incremento anual de visitantes a los 11 puntos antes mencionados.

El turismo sustentable es una parte fundamental que —desde inicios del siglo XXI— la zona ha tratado de implementar para aumentar el valor de las visitas. El apoyo de los gobiernos municipales y estatales directamente con el municipio de Epazoyucan han

resultado en el incremento de visitantes atraídos por el corredor turístico que se ha formado con las diversas atracciones y que en los últimos 20 años se han desarrollado en el área.

La apertura del Tuzoofari cerca de Epazoyucan, detonó el incremento de las visitas al área y ya existen recorridos turísticos que incluyen diferentes atractivos entre los que destacan el parque Ecoturístico Las Navajas. Los esfuerzos por mejorar la zona comenzaron con la renovación de la carretera que bordea la parte sur-suroeste de la estructura volcánica y que conecta desde la carretera federal Pachuca-Tulancingo hacia Real del Monte.

En la página oficial de turismo del Municipio de Epazoyucan (H. Ayuntamiento del Municipio de Epazoyucan, Hidalgo, 2020) se marcan los lugares de interés para el visitante entre los que se incluyen la población de El Nopalillo y sus talleres de obsidiana, el ecoparque Las Navajas —se le menciona como Jarillal— y el Cerro de las Navajas (figura 20).

Por las conversaciones que se han realizado con la comunidad en los últimos años, se ha observado el incremento de los viajes organizados desde Epazoyucan, donde se han armado rutas que contemplan de manera general la visita al Ex Convento de San Andrés Apóstol, el paso por El Nopalillo, una visita al Parque ecoturístico y finalizan en otro sitio del norte del municipio denominado Piedras Cargadas.

También hemos podido dar cuenta de visitas que contemplan ir a la Zona Arqueológica de Teotihuacan y después a la compra de las artesanías en el ejido El Nopalillo. Se hace promoción por ser éste la fuente misma de la obsidiana, además de tener mejores precios de los productos.

Existen recorridos organizados por agencias de viajes con estancias de varios días en donde además de pasar por los sitios mencionados también se visita la zona de Real del Monte, además de Huasca de Ocampo, donde se conoce sobre la piscicultura de las truchas y finalmente San Miguel Regla con sus sitios culturales y los Prismas Basálticos, otro de los puntos marcados dentro del patrimonio del Geoparque Comarca Minera.

Para el Turismo Familiar:

• Nopalillo "Talleres de Artesanías de Obsidiana"

El Municipio cuenta con ricas vetas de piedra de obsidiana en tonalidades negras, verde, jade o roja, por ello la historia prehispánica de México se refiere a este lugar como el principal centro de abastecimiento de obsidiana para el pueblo teotihuacano, actualmente se hace lascado de obsidiana en distintas artesanías.

• Ecoparque el Guajolote

El guajolote es un poblado que posee un hermoso y extenso bosque de 1,400 hectáreas, debe su nombre a una gran peña que lo adorna conocida con ese mismo nombre. El ciclismo de montaña, rappel, tirolesa, la pesca y la caza son algunas de las actividades que se pueden realizar en sus instalaciones durante todo el año. También se halla ahí una pequeña presa con bellos senderos para la caminata.

• El Jarillal

Ubicado cerca de la comunidad el Nopalillo, este parque ecológico ofrece zona de acampar, asadores, salón y un pequeño espacio para hospedaje. Puedes disfrutar de la convivencia familiar en una zona boscosa. En los primeros años de la época colonial se construyó una capilla franciscana donde se localizan talleres aztecas. Aquí se encontraron cuerpecitos y cabecitas de figurillas coloniales. La producción principal fue de raspadores y se puede asociar con el proceso de explotación del pulque.

• Cerro de las Navajas

Es una formación montañosa que divide la cuenca de México del Valle de Tulancingo. El Cerro de las Navajas representa naturaleza, historia y arte: su nombre proviene de la propia riqueza natural, los prehispánicos lo llamaban "Itzepetl", del náhuatl "itzetl" es obsidiana y "tepetl" es cerro. Este cerro es una mina de obsidiana en bruto con sus 3,000 metros de altura, se impone sobre el estado de Hidalgo como un monumento vivo de la historia cultural de México. El Cerro de las Navajas está ubicado en El Nopalillo, municipio de Epazoyucan. Está a pocos minutos de Pachuca.

• Tuzoofari

Actualmente alberga más de 250 especies diferentes de animales, el cual recorre 8 secciones diferentes a bordo de camiones panorámicos o vehículo particular para admirar las diferentes especies, también cuenta con una zona en donde los niños pueden acariciar a algunas de ellas. En la novena área se encuentra la granja didáctica, aviario, herpetario y sala temática así como un set fotográfico para tomarte la foto del recuerdo con serpientes, jaguares, leones blancos y diversas aves. En el sitio también suele organizar eventos como el Safari Nocturno.

• Hacienda de Coporillo

Antiguamente dedicada a la producción y venta de pulque, comprende un total de 55 hectáreas dentro de un paisaje de cactáceas a una altura de 2700m que permite apreciar una vista panorámica única en la región. Se bautizó con este nombre a mediados del siglo XIX a esta hacienda pulquera.

Figura 20 Página oficial de Turismo del municipio de Epazoyucan, Hidalgo. Donde se muestran los lugares de interés para el visitante. (H. Ayuntamiento del Municipio de Epazoyucan, Hidalgo, 2020).

Dentro del Ejido El Nopalillo, se implementó la creación del parque ecoturístico Las Navajas con el fin de atraer diferentes tipos de turistas y que en los últimos años —como hemos visto en capítulos anteriores— se ha elevado exponencialmente este sector. Así se ha acondicionado el área poco a poco con el esfuerzo de los ejidatarios y el gobierno municipal con el fin de tener áreas que se puedan visitar dependiendo de los intereses del turista.

En este sentido, actualmente se cuenta con un área de cabañas, asadores, área de camping y las rutas —ya sea a pie, bicicleta y otro tipo de transporte— en las que se puede acceder a los diferentes puntos. Hemos de acotar que falta una capacitación intensiva del

personal que colabora en las actividades de guía de turistas, además de dotar a los diferentes puntos de un cedulario básico para proveer información a los visitantes, que actualmente es deficiente y se puede mejorar.

Con respecto al turismo, en el área de Sierra de las Navajas y Ejido El Nopalillo se puede dar atención a los diversos tipos de visitantes, ya que hay visitas de los diferentes niveles de educación, como por parte de investigadores altamente especializados y claramente del público en general.

Retomando el modelo de los diferentes visitantes a los geositorios (Figura 11), se pueden agrupar en los siguientes grupos:

- Visitantes casuales o público en general:
 - Cualquier visitante que llega a la zona por motivos del atractivo visual y de la curiosidad. Muchos de ellos llegan por viajes turísticos que marcan al ejido y el parque ecoturístico como un punto de interés pero que al visitante no le interesa de primera mano. Varios de ellos con el tiempo regresan a obtener información específica sobre la obsidiana y los talleres artesanales. Para este tipo de visitantes es que se debe enfocar la información básica en las cédulas de visitantes, tratando de incentivar el incremento del conocimiento sobre el área de estudio y la noción de los diferentes tipos de patrimonio.
- Visitantes informados:
 - Aunque llegan con un conocimiento previo, van por los atractivos sobre la biodiversidad y el paisaje. Se ha visto que algunos de ellos son turistas nacionales y extranjeros que consultan sobre el área, de una forma general. Con la obra de Guía de Campo del Geoparque de la Comarca Minera (Canet Miquel, 2018) y la Guía de Geositorios de la Comarca Minera (Canet Miquel & García Alonso, 2021) se tiene un excelente documento para este nivel.
 - En este punto se recomienda incluir las visitas escolares de niveles básicos de formación, de donde se puede partir para interesar a familias a visitar la zona e ir incentivando la idea del geopatrimonio.
- Visitantes interesados:
 - Se ha visto un aumento de visitantes que acuden a la zona; no solamente aquellos que van por la artesanía y la obsidiana, también avistadores de la naturaleza como consta en los registros de la página naturalista.mx donde podemos encontrar registros tanto de este tipo de visitantes como de otros más especializados.

- Geo aficionado:
 - Donde el turismo va directamente a conocer la zona por sus características geológicas, geomorfológicas y asociadas a otro tipo de patrimonios naturales y culturales. Es aquí donde podemos relacionar a los grupos de educación superior de licenciatura, ingeniería y posgrados. Como se ha visto (Capítulo 1), desde muy temprano la zona ha sido visitada por este tipo de turismo. La UNAM, IPN y la ENAH han ocupado este espacio para la formación de profesionales y especialistas en diversos años. De aquí se desprenden artículos y tesis de licenciatura del área.
- Geo especialista
 - Ya es un público con conocimientos sobre el área de ciencias de la tierra e interesados específicamente en el patrimonio geológico y geomorfológico. Estudiantes de ciencias de la tierra, geología, geomorfología y de posgrado son los que podemos encontrar y que contribuyen significativamente al conocimiento científico del área. Tesis de licenciatura, posgrado y artículos científicos son los que mayormente se presentan.
- Geo experto:
 - Especialistas en el área y en procesos específicos, generalmente estudiantes de posgrado de ciencias de la tierra o licenciatura en el menor de los casos, pero especializados en el área. De este rubro hay presentadas tesis de grado y artículos especializados.

Parte de la tarea que falta por hacer es elaborar una serie de textos digitales a los que se pueda acceder con código QR desde el área de acceso al Parque Ecoturístico para los diferentes tipos de turista. Estos también deberán estar en la página oficial del Geoparque Comarca Minera para que los interesados puedan acceder a la información antes de visitar la zona.

Todo el material debe ser elaborado por especialistas en las diversas áreas temáticas junto con un equipo multidisciplinario que incluya divulgadores de la ciencia, así como pedagogos para que los textos estén acorde a los diferentes tipos de visitantes.

[Sobre las rutas de visita](#)

De momento y como parte de los aportes de esta investigación se proponen 5 diferentes rutas con contenidos para los diversos tipos de intereses y turistas. Hemos de acotar que todas las rutas propuestas hasta el momento comienzan en la entrada del Parque Ecoturístico Las Navajas y que los Talleres y tiendas de artesanía de la Obsidiana se

encuentran en el pueblo de El Nopalillo a unos 2.5 km. Generalmente para las visitas al área se llega por la carretera de Pachuca-Tulancingo por lo que este punto se considera como parte esencial de cualquier visita (figura 21 y 22).

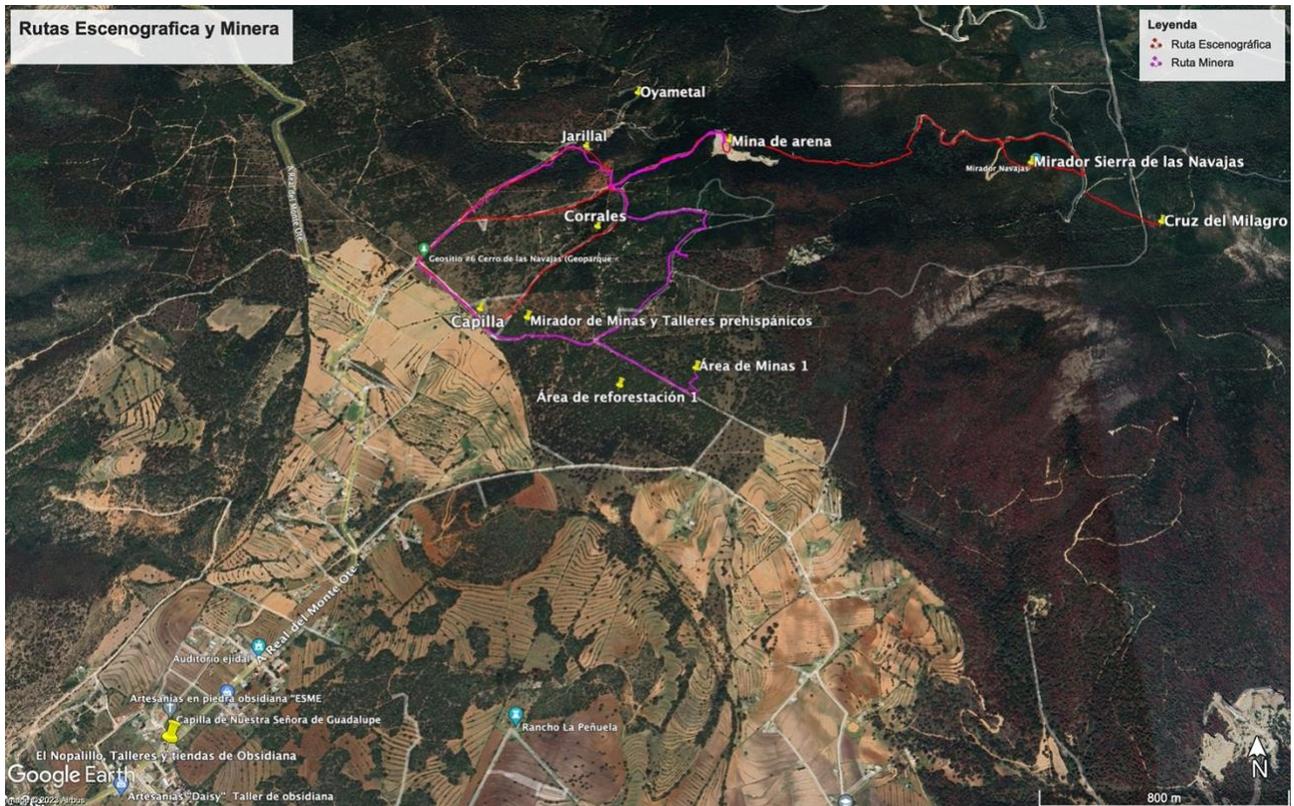


Figura 21 Mapa elaborado por el autor sobre una imagen de Google Earth (2022) con dos rutas para visita que se proponen.

Ruta escenográfica (figura 21):

En esta ruta el guion de la visita versa sobre el paisaje, los procesos geomorfológicos de la cima, la historia geológica, y la relación con las actividades extractivas modernas y prehispánicas.

En esta se contempla los puntos de mayor altitud y más alejados de la entrada del parque Ecoturístico Las Navajas, el recorrido nos lleva desde la entrada de la zona a la Mina de Arena, para después subir al Mirador, en este punto tenemos una ruta alterna a Cruz del Milagro, a la cual solo se puede acceder a pie. Para llegar a El Mirador se puede en automóvil particular a sólo 40 minutos desde el acceso. Por caminata no se recomienda ya que el recorrido es de 4.4 km y se tarda aproximadamente 2 horas en llegar. También se puede hacer en bicicleta de montaña.

Podemos apreciar en la mina de arena la temática geológica con relación a la deposición de los productos de la erupción volcánica y en la parte más alta las diferentes características geológicas y geomorfológicas, así como el paisaje y la vegetación. Durante el trayecto de bajada, se puede tomar una desviación para conocer los Corrales y el campamento del INAH, así como la Capilla y el mirador de los talleres prehispánicos que son el valor cultural agregado. Si se hace el recorrido en vehículo se puede llegar rápidamente al Jarillal para descansar y tomar alimentos.

Ver Fichas Mirador, Cruz del Milagro, Mina de Arena, Corrales, Capilla, Mirador de los talleres prehispánicos, Jarillal.

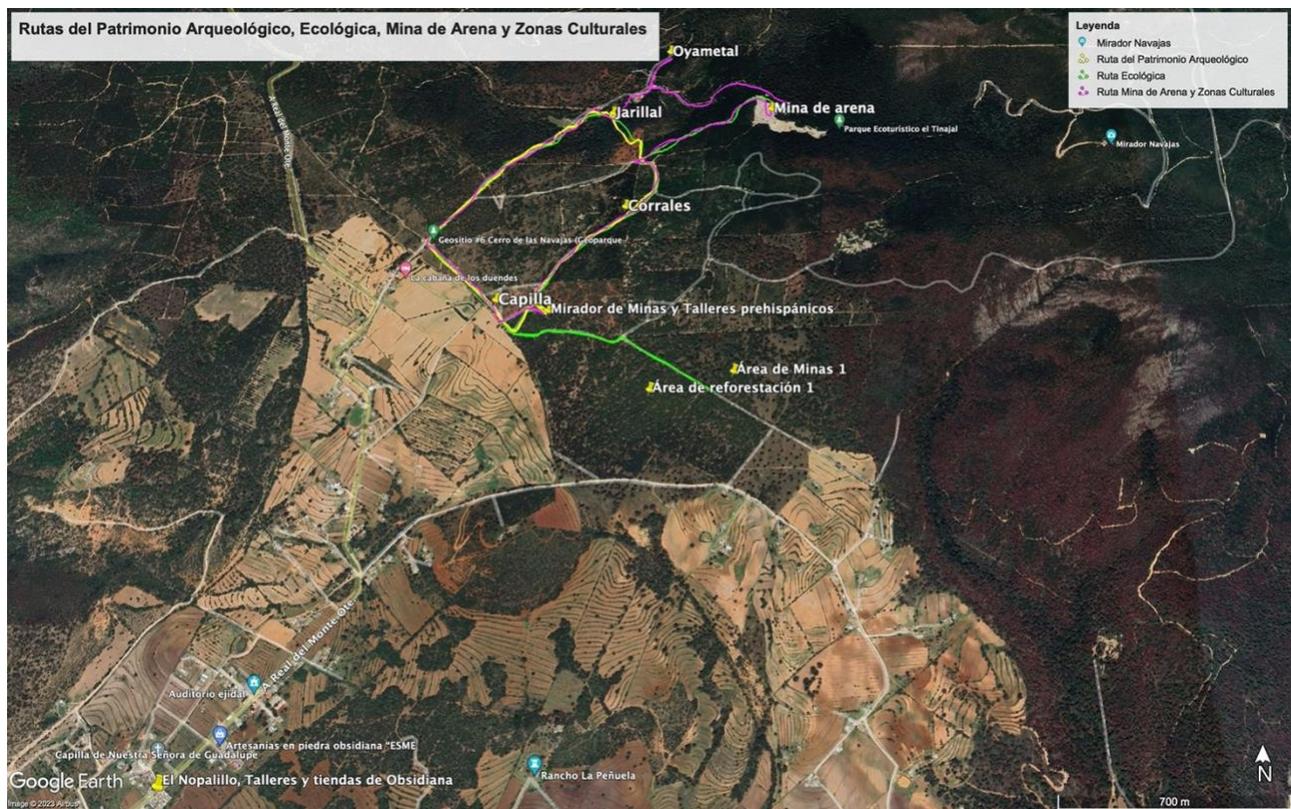


Figura 22 Mapa elaborado por el autor sobre una imagen de Google Earth (2022) con tres rutas para visita que se proponen.

Ruta Mina de Arena y zonas culturales (figura 22)

En esta ruta el discurso nos lleva a conocer la historia de los diferentes momentos de extracción de la obsidiana —prehispánica y novohispana—, así como entender su relación con los eventos geológicos de los diferentes geositos y sitios de la geodiversidad.

En ésta podemos comenzar el recorrido por la zona cultural visitando la Capilla y después el Mirador de los talleres prehispánicos para proseguir a los Corrales y conocer la dinámica de las áreas extractivas prehispánicas y coloniales. Por el mismo camino podemos llegar a la Mina de Arena donde observaremos parte de la secuencia geológica y materiales piroclásticos. De ahí se visita el Oyamental con la formación de las columnas ignimbríticas para finalizar por el Jarillal y tomar un descanso. Es un recorrido de 4.5 km en el cual la mayoría se hace en auto y solo unos 50 metros a pie para llegar al Oyamental.

Ver Fichas: Capilla, Mirador de los talleres prehispánicos, Corrales, Mina de Arena, Oyamental y Jarillal

Ruta del Patrimonio Arqueológico (figura 22)

Debido a que el inicio de la minería de la obsidiana en la zona abarca desde el periodo preclásico y continúa hasta la época novohispana el discurso en esta ruta nos permitirá conocer el patrimonio arqueológico y su relación con las actividades extractivas de la obsidiana.

Este recorrido contempla las diferentes áreas de actividad con contexto arqueológico de la zona. Comienza visitando la Capilla Franciscana del siglo XVI, un lugar donde podemos conocer la dinámica de las actividades extractivas durante la temporalidad del Contacto y la Colonia. Se prosigue al Mirador de los Talleres y minas prehispánicas, desde este punto se visualizan los montículos producto del desecho de talla de los talleres donde se produjeron artefactos como chuchillos, puntas de proyectil, raspadores entre otros. De ahí se encamina a los Corrales para conocer el tipo de habitaciones temporales de los mineros y artesanos que trabajaban en el sitio. Este sendero llevará al Jarillal para poder disfrutar el área de visitantes.

Es un recorrido de 3.00 km que se puede hacer a pie o en vehículo. Si se dispone de poco tiempo y se cuenta con transporte, ésta es una de las opciones de ruta más recomendables.

Ver Fichas: Capilla, Mirador de los Talleres y minas prehispánicas, Corrales, Jarillal.

Ruta ecológica (figura22)

En esta ruta el discurso versa sobre la importancia del patrimonio natural haciendo énfasis en la parte biótica y su aprovechamiento por la comunidad del ejido el Nopalillo; así como, la relación directa con las diferentes actividades extractivas desde la época prehispánica

hasta nuestros días. No se deja de lado la parte cultural que nos ayuda a comprender la importancia de la extracción de la obsidiana.

Aquí es posible conocer cómo es la cubierta vegetal de las áreas que se usan para el manejo forestal. La visita pasa por zonas recientemente taladas y las que están en recuperación, se aprenderá de las especies vegetales y animales propias de este tipo de bosques.

Dependiendo de la temporada se puede apreciar una de las variedades protegidas en floración que es la *Gentiana spathacea* (flor de hielo). Es una ruta de 4.5 km donde se puede llegar a los puntos por vehículo, a pie o por bicicleta, todo depende del tiempo que se tenga disponible.

Se visitan también los sitios de la Capilla y Mirador de los Talleres y minas Prehispánicas, así como los Corrales, la cercanía a la Mina de Arena —la cual también puede visitarse— para de ahí pasar al Jarillal y a las zonas de reforestación más cercanas a la entrada.

Ver fichas: Capilla, Mirador de los Talleres y minas Prehispánicas Áreas de reforestación, Corrales, Mina de Arena, Jarillal.

Ruta Minera (figura 21)

Como su nombre lo indica esta ruta nos lleva a conocer las diferentes áreas de extracción de la obsidiana —principalmente—, se conocerá la relación entre la geología, geomorfología y las actividades mineras de la obsidiana que se dan desde la época prehispánica hasta nuestros días.

En esta se visitan las diferentes áreas de extracción minera, tanto las prehispánicas como las modernas correspondientes a la obsidiana y los otros productos piroclásticos que se usan en la industria de la construcción como el *lapilli*, que las personas del ejido denominan arena.

El recorrido lleva primero al área de minas modernas de obsidiana —activas en el 2023—donde se realiza actualmente la extracción de este vidrio volcánico. Se debe de asegurar primero la visita para que este recorrido sea acompañado por los mineros. También se visitarán el área de Corrales y la mina de arena.

Con el conocimiento que se obtiene en cada lugar se logra comprender las formas y tipos extractivos que se tienen actualmente. Se valora así el trabajo de los mineros modernos y se puede explicar la dinámica hacia la época prehispánica. En la Mina de Arena se

conocerán los datos geológicos y finalmente la ruta se encamina hacia el Jarillal como punto final del recorrido.

Ver fichas: Minas modernas, Corrales, Mina de Arena, Jarillal

Sitios Arqueológicos (figura 21 y 22)

En Sierra de las Navajas encontramos primordialmente dos tipos de sitios y contextos arqueológicos, que corresponden a las temporalidades prehispánica y de contacto entre prehispánico y colonial (Pastrana 1998; Schönleber y Lira 2007).

En el área de estudio —trabajada hasta el momento— hay contextos prehispánicos que datan principalmente del Clásico al Postclásico, siendo el área con mayor número de estudios la que ha trabajado Alejandro Pastrana (1998). Sin embargo, en recorridos realizados por Schönleber y Lira en varias temporadas desde el año 2000 al norte de la estructura geológica se han detectado diferentes áreas de actividad que corresponden a las llamadas extractivas, de talleres y acumulación de desechos de mina de obsidiana (basureros) y este tipo de contextos también se encuentran dentro el parque ecoturístico Las Navajas (Schönleber y Lira 2007; Pastrana et al. 2018).

Lo anterior nos lleva a proponer una serie de recorridos al norte de la estructura en colindancia con la población del Zembo, con el tiempo y las debidas investigaciones de índole arqueológica se podrán añadir los puntos de visita dentro las diferentes rutas del Geoparque Comarca Minera.

Los puntos representativos para la zona de estudio son los que en esta tesis se proponen como “Corrales”, “La Capilla”, “Mirador de las minas y talleres prehispánicos de obsidiana”. En ellos se concentra actualmente el turismo que visita el Parque Ecoturístico Las Navajas y son a los que se debe dar preferencia para mejorar las condiciones de visita, así como las cédulas informativas generales. Debe estar contemplados en las rutas de visita tratando de incluirlos dentro de aquellas que en su mayoría contemplen los puntos de interés geológico o geomorfológico, para ir incrementando la presencia dentro del conocimiento de los visitantes.

Actualmente ya se encuentran mencionados —brevemente— en la Guía de Campo del Geoparque de la Comarca Minera (Canet Miquel, 2018), por lo que su valor como atractivo y fuente de información no se pone en duda, pero se deben mejorar las condiciones de cada sitio y la información disponible para los guías y turistas, para magnificar su impacto como parte esencial de la zona.

Es por esto que es indispensable el trabajo multi y transdisciplinario y desde esta visión y como aporte desde la arqueología y antropología la propuesta de los sitios de la geodiversidad “Corrales”, “La Capilla”, “Mirador de las minas y talleres prehispánicos de obsidiana” nos permiten darle un valor específico a cada uno de ellos dentro del Geoparque Comarca Minera.

No se recomienda la visita a otros puntos donde se encuentren restos arqueológicos que no estén acondicionados para la visita, ya que pueden ser afectados por actividades de saqueo intencional o por desconocimiento. Sobre este punto, es esencial la participación de los guías de turistas en la concientización de los visitantes. Se han detectado actos de saqueo por desconocimiento en las últimas visitas (2022) donde los turistas se llevan piezas de obsidiana procedentes de los basureros arqueológicos y que en algunos casos son piezas arqueológicas.

También se han descubierto intentos de llevar núcleos de obsidiana de extracción moderna; sin embargo, los guardias de la entrada la mayoría de las veces detectan los bloques y los retienen en la entrada del parque, ya que actualmente la extracción de la obsidiana tiene un mayor control por parte del ejido, al menos en lo que respecta al Nopalillo.

Ver fichas: Corrales, La Capilla, Mirador de las minas y talleres prehispánicos de obsidiana.

Con lo expuesto, hemos visto después de la aplicación de las diversas metodologías y valoraciones que la Sierra de las Navajas es un área que tiene mucho que aportar al conocimiento geomorfológico, geológico, histórico y arqueológico del Geoparque de la Comarca Minera. Con el tiempo, la inversión de recursos —humanos, materiales, financieros— y la debida protección los sitios de interés geológico y geomorfológico, así como a los sitios de la geodiversidad propuestos, se incrementarán los diferentes tipos de valores que impactan directamente en el Geoparque.

Reflexión final

Como hemos visto después del desarrollo del trabajo de investigación y aplicando las diversas metodologías que se propusieron y modificaron, Sierra de las Navajas es una estructura con una gran variedad de procesos geológicos, geomorfológicos y culturales que se conjuntan como parte del geopatrimonio del Geoparque Comarca Minera.

Dentro de las disertaciones que surgen sobre cómo tipificar a esta área de investigación, aparecen dos vertientes. La primera es considerar a Sierra de las Navajas como un gran geosito (Wimbledon, et al., 2000) compuesto no solamente por su valor científico

sino por elementos del patrimonio, sitios y elementos de la geodiversidad (Brilha, 2016) (Palacio Prieto, et al., 2018) sin importar su extensión. La segunda corresponde a una visión acotada donde podemos considerar a los sitios de El Mirador, Cruz del Milagro, Mina de Arena, Oyamental, Jarillal y las zonas de minas actuales de obsidiana —principalmente— como geositorios con dinámicas propias que responden a procesos geológicos y geomorfológicos específicos, demarcados geográficamente en áreas puntuales.

Actualmente el Geoparque Comarca Minera se integra por 31 geositorios como consta en la literatura (Poch & Canet, 2018) (Canet Miquel, 2018) resultado del proyecto original y se encuentra registrado de esta manera ante la Global Geoparks Network. Esta investigación no está enemistada con ninguna de las dos posiciones expresadas en el párrafo anterior; sin embargo, la propuesta de este trabajo —como se ha visto— es que el área de investigación se compone de 6 geositorios, además de 5 denominados sitios de la geodiversidad —como se explicitó en el capítulo anterior—.

El trabajo de revisión de las bases, los valores de los geoparques, geositorios y sitios de la geodiversidad debe ser un esfuerzo continuo sobre todo cuando tenemos áreas donde se van mejorando las condiciones de visita, de protección de los diferentes tipos de patrimonio, así como los diversos tipos de uso. En casos como Sierra de las Navajas donde tenemos condiciones cambiantes año con año, es básico tener un equipo que se encargue de este tipo de valoraciones y que este sea multi y transdisciplinario fortaleciendo los argumentos para incrementar y poder proteger el geopatrimonio.

Queda trabajo a largo plazo dentro de la zona de Sierra de las Navajas y de todo el Geoparque de la Comarca Minera.

Bibliografía

- Argote-Espino, Denisse, Jesús Solé, Pedro López-García, y Osvaldo Sterpone. 2012. «Obsidian Source Identification in the Sierra de Pachuca and Otumba Volcanic Regions, Central Mexico, by ICP-MS and DBSCAN Statistical Analysis.» *Geoarchaeology: An International Journal* (Wiley Periodicals, Inc.) 27 (1): 48-62.
- Arribas, Herrera, Alfonso, y Durán, Valsero, Juan José. 1998. «Geodiversidad versus biodiversidad.» Editado por Valsero, Juan José Durán. *Tierra y tecnología* (Ilustre Colegio Oficial de Geólogos) (18): 47-48.
- Blunt, Alison. 2003. «Geography and the humanities tradition.» En *Key Concepts in Geography*, editado por Stephen P Rice, Gill Valentine Sarah Holloway. Londres: SAGE Publications.
- Bardintzeff, Jacques-Marie, y Alexander R McBirney. 2000. *Volcanology*. 2a. Massachusetts: Jones & Bartlett.
- Brilha, José. 2016. «Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review.» *Geoheritage*. Vol. 8. nº 2. The European Association for Conservation of the Geological Heritage. 119-134.
- . 2005. *Património Geológico e Conservação: A Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica*. Ciudad de México, Braga: Palimage Editores.
- Brocx, M, y V Semeniuk. 2007. «Geoheritage and geoconservation - history, definition, scope and scale.» *Journal of the Royal Society of Western Australia* (The Royal Society of Western Australia) 90 (2): 53-87.
- Butzer, Karl L. 1989. *Arqueología una ecología del hombre*. Barcelona: Ediciones Bellaterra.
- CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN. 1972. «LEY FEDERAL SOBRE MONUMENTOS Y ZONAS ARQUEOLÓGICAS, ARTÍSTICAS E HISTÓRICAS.» Ciudad de México: Diario Oficial de la Federación Gobierno de México.
- Canet Miquel, C. (2018). *Guía de campo del Geoparque de la Comarca Minera*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Canet Miquel, Carles y García Alonso, Eduardo. 2021. *Guía de Geositios de la Comarca Minera*. 1a. Pachuca, Hidalgo: Universidad La Salle Pachuca.
- Cobean, Robert. 1991. «Principales yacimientos de obsidiana en el altiplano central.» *Arqueología* (Instituto Nacional de Antropología e Historia) (5).
- . 2002. *Un mundo de Obsidiana*. Ciudad de México: Instituto Nacional de Antropología e Historia-University of Pittsburgh.
- Coll-Hurtado, Atlántida, M. Teresa Sánchez-Salazar, y Josefina Morales. 2002. *La Minería en México*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de Geografía.
- Cruz, Antillon, Rafael. 1994. *Análisis arqueológico del Yacimiento de Obsidiana de Sierra de las Navajas, Hidalgo*. 1ª. Ciudad de México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Cruz Pérez, Miguel Ángel. 2020. *Valorización de Patrimonio Geológico: Aplicación y Análisis de una Metodología en el Geoparque Mundial de la UNESCO Comarca Minera, Hidalgo, México*. 1a. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Cruz-Pérez, A, M., Canet C., Pastrana A., Domínguez-Peláez S., Morelos-Rodríguez L., Carcavilla L., Salgado-Martínez E., y otros. 2021. «Green and Golden Obsidian fo "Cerro de Las Navajas",

- Hidalgo (Mexico): Geoarchaeological Heritage That Deserves International Recognition.» *Geoheritage* (International Association for the Conservation of Geological Heritage) 13.
- Dowling, Ross K. 2013. «Global Geotourism – An Emerging Form of Sustainable Tourism.» *Czech Journal of Tourism* (Masaryk University-Faculty of Economics and Administration) 2 (2): 59-79.
- Dowling, Ross K. 2011. «Geotourism's Global Growth.» *Geoheritage* (Springer Nature) 3 (1): 1-13.
- Engels, Federico. 1970. *El origen de la familia, la propiedad privada y el Estado*. Moscú: Progreso.
- Gándara, Manuel. 1992. *La Arqueología oficial mexicana*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Gamio, Manuel. 1979a. *La Población del Valle de Teotihuacan*. Vol. II. Ciudad de México: Instituto Nacional Indigenista.
- . 1979b. *La Población del Valle de Teotihuacan*. Vol. V. Ciudad de México: Instituto Nacional Indigenista.
- García Cubas, Antonio. 1884. «Atlas Mexicano. Hidalgo.» *Atlas Mexicano*. Debray.
- García, Romero, Arturo, y Muñoz, Jiménez, Julio. 2002. *El Paisaje en el ámbito de Ila Geografía*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de Geografía.
- Geyne, R.A, Carl Fries, y Alan Probert. 1963. «Geología y yacimientos minerales del distrito de Pachuca-Real del Monte, Estado de Hidalgo, México.» Ciudad de México: Consejo de Recursos Naturales no Renovables. 222.
- Gray, Murray. 2005. «Geodiversity and Geoconservation: What, Why, and How?» *The George Wright Forum*. Vol. 22. nº 3.
- . 2004. *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd.
- H. Ayuntamiento del Municipio de Epazoyucan, Hidalgo. 2020. *Epazoyucan*. Último acceso: 15 de marzo de 2021. <http://epazoyucan.hidalgo.gob.mx/index.php/turismo>.
- Harvey, David. 1983. *Teorías, leyes y modelos en Geografía*. Alianza.
- Holmes, W. H. 1900. «The Obsidian Mines of Hidalgo México.» *American Anthropology* (American Anthropological Association) 2 (3): 405-602.
- Honey, Martha. 2008. *Ecotourism and sustainable development : who owns paradise? 2ª*. Washington, DC, Washington, DC: Island Press.
- Humboldt, Alexander Von. 2004. *Ensayo político sobre el reino de la Nueva España*. 7ª. Ciudad de México: Porrúa.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. 1983a. «Carta Geológica Pachuca F14 D82.» Ciudad de México: Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.
- . 1998. «Carta Topográfica Tulancingo F14 D82.» México: Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.
- . 1983b. «Carta Topográfica Tulancingo F14 D82.» Ciudad de México: Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.
- . 1992. *Síntesis geográfica del Estado de Hidalgo*. Ciudad de México: Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.
- Koslowski, Stefan. 2004. «Geodiversity. The concept and scope of geodiversity.» *Przegląd Geologiczny*. Vol. 52. nº 8/2. Editado por Witold Wilczyński. Cracovia: Państwowy Instytut Geologiczny - PIB. Wszelkie prawa zastrzeżone.

- Lighthart, Ponomarenko, Alyson. 2004. «The Pachuca Obsidian Source, Hidalgo, México: A Geoarchaeological Perspective.» *Geoarchaeology: An International Journal* (Wiley Periodicals, Inc.) 19 (1): 71-91.
- Manzanilla, Nahim, Linda Rosa. 1986. *Unidades habitacionales mesoamericanas sus áreas de actividad*. 1a. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Martínez Miranda, Giuliana Magali. 2017. *El valor cultural del Geopatrimonio en el Geoparque Mixteca Alta, Oaxaca*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Martínez-Serrano, Raymundo G, Miriam V. Núñez-Velázquez, Diana Contreras-Cruz, Gloria P. García-Tovar, Melissa A. Torres-Peralta, Gabriela Solís-Pichardo, y Carles Canet. 2022. «On the unusual presence of a Quaternary peralkaline volcanic center, rear-arc region of the Trans-Mexican Volcanic Belt eastern sector: Geochemical and isotopic characterization of the Las Navajas–Hidalgo stratovolcano.» *International Journal of Earth Sciences* 111 (6): 1983-2015.
- Mentz von, de Boege, Brígida M. 1980. «TECNOLOGÍA MINERA ALEMANA EN MÉXICO DURANTE LA PRIMERA MITAD DEL SIGLO XIX.» Editado por Álvaro Matute. *Estudios de Historia Moderna y Contemporánea de México* (Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de Investigaciones Históricas) 8 (98): 85-95.
- Morelos, Rodríguez, Lucero. 2018. «Exploradores y científicos en la Comarca Minera.» En *Guía de campo del Geoparque de la Comarca Minera*, editado por Carles Canet Miquel. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de Geofísica.
- Núñez, Velázquez, Miriam Valeria. 2018. *Volcán Las Navajas, Estado de Hidalgo: Características geoquímicas e isotópicas del magmatismo peralcalino en la Faja Volcánica Trans-mexicana*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- National Geographic Society. 2020. *National Geographic-Geotourism Principles*. LLC. National Geographic Partners. Último acceso: 17 de agosto de 2020. <https://www.nationalgeographic.com/maps/geotourism/geotourism-principles/>.
- Niederberger, Christine B. 1976. *Zohapilco. Cinco Milenios de ocupación humana en un sitio lacustre de la Cuenca de México*. Ciudad de México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Ordoñez, Ezequiel. 1900. «Las Rhyolithas de México. Primera Parte.» nº 14. Ciudad de México: Instituto Geológico de México.
- Ordoñez, Ezequiel. 1901. «Las Rhyolithas de México. Segunda Parte.» nº 15. Ciudad de México: Instituto Geológico de México.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. 1972. «Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural.» UNESCO. 21 de Noviembre. Último acceso: 3 de agosto de 2020. <http://whc.unesco.org/archive/convention-es.pdf>.
- . 2017a. *EARTH SCIENCES - Fundamental Features of a UNESCO Global Geopark*. Último acceso: 19 de agosto de 2020. <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/earth-sciences/unesco-global-geoparks/fundamental-features/>.
- . 2017. *EARTH SCIENCES - UNESCO Global Geoparks*. UNESCO. Último acceso: 17 de agosto de 2020. <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/earth-sciences/unesco-global-geoparks/>.

- Palacio Prieto, José Luís, González Emmaline M Rosado, y Miranda Giuliana M. Martínez. 2018. *Geoparques. Guía para la formulación de proyectos*. 1ª. México: Universidad Nacional Autónoma de México - Instituto de Geografía.
- Pastrana, Alejandro. 1998. *La explotación Azteca de la Obsidiana en la Sierra de las Navajas*. Ciudad de México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Pastrana, Alejandro, Vallès, Maite García, y Rodríguez, Lucero Morelos. 2018. «La obsidiana: un vidrio precioso milenario.» En *Guía de campo del Geoparque de la Comarca Minera, Hidalgo*, editado por Miquel, Carles Canet. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de Geofísica.
- Pemberton, Michael. 2007. «A brief consideration of geodiversity and geoconservation.» Department of Primary Industries and Water, Tasmania, Tasmania.
- Poch, Serra, Joan, y Miquel, Carles Canet. 2018. «¿Por qué un geoparque en la Comarca Minera de Hidalgo?» En *Guía de campo de Geoparque de la Comarca Minera*, editado por Carles Canet Miquel, 243pp. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Proyecto Comarca Minera Geoparque Hidalgo. 2016. *Geoparque Comarca Minera, Hidalgo*. Último acceso: 20 de agosto de 2020. <http://geoparquehidalgo.com>.
- Quezada, Santiago. 1978. «La Teoría de los Sistemas y la Geografía Humana.» *Geocrítica. Cuadernos críticos de Geografía Humana* (Universidad de Barcelona) 3 (17).
- Romero, José M. 2014. «Municipalidad de Huazcaloya.» En *Memorias de los trabajos ejecutados por la Comisión Científica de Pachuca en el año de 1864*, editado por Ing. Ramón Almaraz. Ciudad de México: Grupo Editorial Miguel Ángel Porrúa-Estado Libre y Soberano de Hidalgo.
- Schönleber Riusech, Ivonne Siegrid. en preparación. *Un estudio desde la geografía ambiental y arqueología a la alteración antrópica del paisaje por la minería de la obsidiana en el territorio de Sierra de las Navajas, Hgo.*
- Schönleber, Riusech, Ivonne Siegrid, y Lira Alatorre, Jannu 2007. *La Minería de la Obsidiana Actual y Prehispánica en la Sierra de las Navajas, Hidalgo. Un Enfoque Arqueológico, Etnográfico y Geológico*. Ciudad de México: Escuela Nacional de Antropología e Historia.
- . 2008. «El Corredor Eco-Turístico en Sierra de las Navajas, Hidalgo. Problemas relacionados con el Turismo sustentable, desde la perspectiva de la minería de la obsidiana, arqueología y silvicultura.» Editado por Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo. *Memorias del II Coloquio Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo. "Retos de la gestión ambiental local en el marco de la globalización"*. Ciudad de México: Instituto Politécnico Nacional.
- Schiffer, Michael B. 1972. «Archaeological Context and Systemic Context.» *American Antiquity* (Society for American Archaeology) 37 (2).
- Sharples, C. 2002. *Concepts and Principles of Geoconservation*. Tasmanian Parks & Wildlife Service, Tasmanian Parks & Wildlife Service. Último acceso: 15 de Agosto de 2020.
- Solís García, Ana Itzel. 2015. *Identificación y valoración de Geositios y Geomorfositos en Huasca de Ocampo, Hidalgo*. México, Ciudad de México: UNAM.
- Stein, Julie K. 2001. «A Review of Site Formation Processes and Their Relevance to Geoarchaeology.» En *Earth Science and Archaeology*, editado por Paul Goldberg, Vance Holliday y Ferring Reid. Kluwer Academic/Plenum Publishers.

- TIES, Announces Ecotourism Principles Revision. 2019. «The International Ecotourism Society - News.» *The International Ecotourism Society*. Último acceso: 10 de agosto de 2020. <https://ecotourism.org/news/ties-announces-ecotourism-principles-revision/>.
- Travel Industry Association of America. 2003. «Geotourism: The New Trend In Travel.» Editado por Andrea M Stokes, Suzanne D Cook y Dawn Drew. Travel Industry Association of America. 1-70.
- Trigger, Bruce G. 1992. *Historia del Pensamiento Arqueológico*. Barcelona: Crítica.
- Wimbledon, W.A.P, A.A Ishchenko, N.P Gerasimenko, L.O Karis, V Suominen, C.E Johansson, y C Freden. 2000. «GEOSITES - AN IUGS INITIATIVE: SCIENCE SUPPORTED BY CONSERVATION.» *Geological Heritage: its conservation and management*. Editado por D Baretino, W.A.P Wimbledon y E. Gallego. Madrid: Ministerio de Ciencia y Tecnología-Instituto Tecnológico GeoMinero de España.
- Wimbledon, William A.P. 1999. «GEOSITES - an International Union of Geological Sciences initiative to conserve our geological heritage.» *Polish Geological Institute Special Papers*. Polish Geological Institute.
- . 1996. «GEOSITES- a new conservation initiative.» *Episodes. Journal of International Geoscience*. Vol. 19. nº 3. International Union of Geological Sciences- Geological Society of Korea, Septiembre. 87-88.
- Zouros, N. 2010. «GEODIVERSITY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT: GEOPARKS - A NEW CHALLENGE FOR RESEARCH AND EDUCATION IN EARTH SCIENCES.» *Bulletin of the Geological Society of Greece* (Geological Society of Greece) 43 (1): 159-168.

Anexo 1 Fichas Descriptivas de los geositios y sitios de la geodiversidad propuestos

Nombre: El Mirador	Coordenadas UTM: 0546682 E 2221113N
Tipo de Sitio: Geositio Tema: Geológico, geomorfológico, ambiental, turístico y de paisaje.	Tipo de Turismo: Para todos los tipos
Acceso: caminata, vehículo de tracción normal tipo SUV	
Ruta: Escenográfica	
<p>Descripción:</p> <p>Este sitio, corresponde al punto más alto de la formación geológica con 3180 msnm y es parte del antiguo anillo del cráter volcánico. Los criterios de selección corresponden a las características geológicas, geomorfológicas únicas, así como ecológicas que podemos encontrar en el área. Desde este punto podemos observar los restos del antiguo cráter y las fallas con orientación Norte-Sur producto del colapso del edificio volcánico; además de las estructuras conocidas como el Horcón y el Jacal. En esta zona es donde podemos observar la deposición de tobas y obsidias producto de los últimos momentos eruptivos.</p> <p>También cuenta con aspectos culturales importantes para explicar la dinámica de la minería de la obsidiana en la época prehispánica, ya que en esta área fue de donde se extrajo la obsidiana desde época preclásica (Schönleber y Lira, 2007).</p> <p>Con relación al rubro del turismo, cuenta —como su nombre lo indica— con un mirador de 2010 m con una visual de 360°, lo que permite apreciar las características geológicas, geomorfológicas y paisajísticas de la estructura.</p> <p>Con respecto a la parte ecológica, esta zona muestra los pinos con mayor edad, aunque ya solo quedan unos cuantos y se muestra las áreas que se están recuperando del incendio de la década de 1990.</p> <p>La accesibilidad puede ser para adeptos al senderismo y si las vías de acceso lo permiten —sobre todo por la temporada de lluvia— se puede llegar por terracería con vehículo de tracción normal como una SUV.</p> <p>Debe existir un cedulario para todo tipo de turismo, pero además uno específicamente para cada uno de los tipos de geoturistas.</p>	
	
<p>Sierra de las Navajas desde el Mirador, Vista hacia el norte, se observan las estructuras del Horcón y el Jacal. Foto Dirk Meys 2006</p>	



El mirador de 10 metros de altura, foto Jannu Lira Alatorre 2009.

Nombre: Cruz del Milagro (Los Pelados)	Coordenadas UTM: 0549255E 2221708N
Tipo de Sitio: Geositio Tema: Geológico, geomorfológico, ambiental, turístico y de paisaje.	Tipo de Turismo: Geoaficionado a geoexperto.
Acceso: caminata a 20 minutos de vehículo de tracción normal tipo SUV	
Ruta: Escenográfica	
<p>Descripción:</p> <p>Este punto cuenta con unas las mejores vistas hacia el norte que permite apreciar la zona del colapso de la caldera, así como las fallas producto de la erupción volcánica. Además, se aprecian las estructuras del Horcón y el Jacal que forman parte importante de los puntos paisajísticos de referencia para el visitante. Estás son los remanentes del edificio de volcánico que desapareció producto del colapso de la caldera y colindan con los fallamientos. Podemos apreciar las últimas etapas del proceso volcánico, por lo que es un punto clave para la observación de la geoforma.</p> <p>En esta zona podemos encontrar algunos restos de las excavaciones a cielo abierto de la minería prehispánica que datan del Preclásico hasta el periodo de contacto con la cultura española.</p> <p>Respecto a la parte ambiental, en esta zona podemos encontrar de los especímenes de pino de mayor edad, los cuales se pudieron fechar por dendrocronología entre 120 y 140 años. Desgraciadamente son pocos los individuos de esta longevidad porque como su nombre lo indica esta parte ha sido deforestada desde la Colonia.</p> <p>El acceso se da por medio de terracería con vehículo de tracción normal como una SUV al Mirador y después una caminata de 20 minutos. Es apto para los que gustan del senderismo.</p>	
	
<p>Cruz del Milagro desde el Mirador, se nota la falta de cubierta arbórea en algunas secciones, foto Jannu Lira Alatorre 2011</p>	



Cruz del Milagro y los Pelados al fondo, foto Jannu Lira Alatorre 2011.

Nombre: Mina de Arena	Coordenadas UTM: 0545369E 2221247N
Tipo de Sitio: Geositio Tema: Geológico, geomorfológico, turístico, paisaje, ambiental	Tipo de Turismo: Geoaficionado a geoexperto principalmente. Visitante informado y visitante casual
Acceso: a pie de vehículo, o caminata de media hora desde la entrada del parque.	
Ruta: Mina de Arena y zonas culturales; Minera, Escenográfica, Ecológica	
<p>Descripción:</p> <p>Esta área de extracción es el único lugar donde podemos observar de forma clara la geología interna de este sector de la estructura volcánica. Las actividades mineras que se realizan en el área para el aprovechamiento del lapilli como material para la construcción han permitido que se puedan identificar con claridad algunos de los momentos del proceso eruptivo (Schönleber & Lira, 2007) (Núñez, 2018). Se pueden ver claramente las secuencias de deposición de los flujos piroclásticos riolíticos de arena y lapilli blancos y otros con bloques de obsidiana. Es uno de los puntos didácticos por excelencia para turismo especializado y semiespecializado.</p> <p>También se observan los restos de la minería prehispánica (tiros y túneles) que quedan expuestos en el perfil de extracción moderno y que desgraciadamente se van perdiendo con el avance de la excavación.</p> <p>Sin embargo, es un área que se tendrá que valorizar cada cierto tiempo por la destrucción de la misma por la minería con maquinaria. Lo ideal sería que los propietarios de la mina —ejidatarios— suspendieran las actividades; sin embargo, esta actividad es una fuente importante de recursos.</p> <p>El punto es accesible en vehículo, se encuentra a pie de terracería si se accede con vehículo, a solo 10 minutos desde la entrada al parque; o a media hora de caminata.</p>	
	
<p>Vista lateral de la Mina de Arena, se observa la secuencia de dos depósitos de flujo piroclástico formados por material fino (lapilli y arena blanquecina) en la base, y por arena con bloques de obsidiana en la parte superior. Foto Jannu Lira 2011.</p>	



Frente extractivo de la Mina de Arena, se puede observar el contacto del depósito de arena y *lapilli (inferior)*, las riolitas y las obsidianas (*superior*). Foto Edgar I. Mendoza Cruz 2016

Nombre: El Jarillal	Coordenadas UTM: 0544752E 2221222N
Tipo de Sitio: Geositio. Tema: Geológico, geomorfológico, turístico, ambiental, paisaje	Tipo de Turismo Para todos los tipos
Acceso: a pie de vehículo, caminata de 20 minutos desde la entrada principal del parque	
Ruta: Todas	
<p>Descripción:</p> <p>Se trata de un área de visitantes del parque ecoturístico Las Navajas que se ha adaptado para brindar espacio para cabañas, área de camping y asadores.</p> <p>Es un punto turístico que además está relacionado con un espacio recreativo considerando el paisaje y el entorno boscoso. Es uno de los reductos de la vegetación original; es también lugar de captación de humedad por el microambiente que se genera. Para el geoexperto y geoaficionado ofrece algunas evidencias del proceso geológico y de modeladores del relieve como son algunos remanentes de las formaciones ignimbríticas y del intemperismo y erosión hídrica.</p> <p>Será un lugar importante como punto de reunión para estancias cortas y de más de 24 hrs.</p> <p>Se conecta con el área del Oyamental con una caminata de 10 a 15 minutos.</p> <p>El acceso por un camino empedrado hace que se pueda llegar de manera sencilla con un vehículo convencional o a pie desde la entrada de la zona.</p> <p>Este punto nos acerca al área de las columnas ignimbríticas por lo que es también un punto conector para áreas de visita con interés geológico y geomorfológico.</p>	
	
<p>Área de cabañas y asadores en el Jarillal. Foto Jannu Lira Alatorre 2011</p>	



Formación columnar de ignimbrita. Queda expuesta como resultado de la erosión diferencial. Foto Jannu Lira Alatorre, 2011



Área de asadores y camping. Foto Jannu Lira Alatorre, 2016

Nombre: Oyamental	Coordenadas UTM: 5449953E 2221533N
Tipo de Sitio: Geositio Tema: Geológico, geomorfológico, ambiental, paisaje	Tipo de Turismo: Geoaficionado a geoexperto
Acceso: caminata a 35 minutos de la entrada, 10 minutos desde el Jarillal	
Ruta: Mina de Arena y zonas culturales	
<p>Descripción:</p> <p>Las características geológicas y geomorfológicas lo hacen un punto no solo para ser percibido desde el punto de vista del paisaje y vegetación, las formaciones columnares ignimbríticas son importantes como evidencia de los procesos al interior de la estructura volcánica. Las ignimbritas se forman por el soldado de los flujos piroclásticos (antes llamados nube ardiente) depositados durante la primera etapa del proceso volcánico (Bardintzeff & McBirney, 2000) estos generalmente están compuestos por lapilli, fragmentos de vidrio hasta del tamaño de los bloques. En este caso los depósitos datan de hace unos 2.2. ma y son intercalados con flujos de lava (Martínez-Serrano, et al., 2022).</p> <p>También podemos ver procesos exógenos modeladores del terreno, en particular erosión hídrica, que es característica del lugar.</p> <p>Así se presta para ser un área de visita con temática especializada, aunque con la debida adecuación de un guion de visita se puede adaptar para todo público. Está a entre 10 y 15 minutos de una caminata ligera del punto turístico del Jarillal. Esto permite que sea también un punto de visita en los recorridos a pie o en bicicleta. Desde aquí podemos llegar a senderos principales que nos comunican con la mina de arena.</p>	
	
Columnas ignimbríticas desde camino a Mina de Arena, foto Ivonne Schönleber 2011	



Columnas ignimbríticas en el Oyamental. Foto Jannu Lira Alatorre 2016

Nombre: Mirador de minas y talleres de obsidiana	Coordenadas UTM: 0544647E 2220459N
Tipo de Sitio: Geodiversidad. Tema: Arqueológico, turístico, paisaje.	Tipo de Turismo Todo tipo
Acceso: a pie de vehículo, caminata de 15 minutos desde la entrada	
Ruta: Del Patrimonio, Ecológica	
<p>Descripción:</p> <p>Esta es un área eminentemente de carácter turístico cultural, histórico, arqueológico, debido a las evidencias de las actividades humanas sobre la minería y talleres prehispánicos del trabajo de la obsidiana. La extracción de la obsidiana se lleva a cabo por los sistemas de minería a cielo abierto y excavada. De esta última los sistemas extractivos contemplan el uso de rampas, tiros y túneles sin sistema de ademe (soporte interno de túneles) a diferencia de lo que ocurre en la minería de plata. Las herramientas consisten en artefactos de roca —líticos— tipo marros y martillos con lo cual se extraen los núcleos de obsidiana. Estos eran verificados al interior de la mina para evitar acarrear al exterior material que no tenía utilidad para las poblaciones prehispánicas.</p> <p>La iluminación al interior se realizaba con vasijas de barro y roca en las cuales se depositaba resina y se prendía fuego.</p> <p>El transporte de la obsidiana se hacía con mecapal, no existía el transporte tirado por animales. El material estéril era depositado en lo que conocemos como patio de mina donde se dan las actividades de selección final de la obsidiana, para después transportarlo a los diversos sitios de trabajo dentro del mismo yacimiento o a los sitios dedicados a la transformación de esta materia prima (para más detalles consultar Pastrana (1998) (2018) y Schönleber y Lira (2007)</p> <p>La explotación intensiva de este yacimiento comienza para el Preclásico medio (600 a.C.) y continúa hasta entrada la época de la Colonia.</p> <p>También la parte ecológica es fundamental ya que se puede observar las actividades de aprovechamiento silvícola y sus respectivas áreas de reforestación. Un punto didáctico para el conocimiento arqueológico y ambiental, según el discurso que se utilice, puede ser aplicado a diversos tipos de visitantes.</p> <p>La accesibilidad se tiene desde el vehículo con una pequeña caminata de menos de 5 minutos.</p>	



Dentro del Mirador, vista hacia el sendero de acceso. Foto Jannu Lira Alatorre 2012

Nombre: Capilla	Coordenadas UTM 0544517E 2220355N
Tipo de Sitio: Geodiversidad Tema: Histórico, arqueológico, turístico	Tipo de Turismo: Todo tipo.
Acceso: pequeña caminata de 5 minutos desde el vehículo a 5 minutos desde la entrada del parque y 15 minutos de caminata desde la entrada del parque.	
Ruta: Todas	
<p>Descripción:</p> <p>Es un sitio de valor cultural donde podemos observar la relación entre las actividades extractivas y las ideológicas, ya que la capilla representa el intento de los españoles por mantener un control sobre los mineros artesanos de la región además del proceso evangelizador (Pastrana, 1998). Se puede observar las formas constructivas para este tipo de arquitectura y su relación con el entorno cultural y ambiental actual.</p> <p>Se trata de una pequeña construcción de planta rectangular, donde la restauración nos muestra el inconfundible nudo franciscano en el arco de la entrada. Data de la época de contacto en el siglo XVI entre 1524 y 1532 d.n.e. (Pastrana, et al., 2018).</p> <p>Se llega con una pequeña caminata de 3 minutos desde las veredas de acceso principal. La importancia radica en la asociación de los diferentes tipos de contextos arqueológicos — extractivos, ideológicos y de habitación—, ya que esta pequeña ermita de visita es el eslabón entre las operaciones extractivas de la obsidiana, los talleres de la zona donde se realizaba parte del proceso de transformación de la materia prima y finalmente la distribución. Después de la conquista el gobierno español virreinal trató de mantener el control sobre el tipo de artefactos producidos, para que éstos solo fueran las herramientas de la vida cotidiana y no aquellos que pudieran ser usados para la guerra o para las actividades rituales de sacrificio. Este tipo de estructuras son comunes en aquellos asentamientos que tuvieron una importancia al inicio de la colonia y que estaban alejados de los grandes centros urbanos (Schönleber & Lira, 2007) (Pastrana, et al., 2018).</p>	



Capilla franciscana del siglo XVI, vista frontal. Foto Jannu Lira Alatorre 2015



Vista posterior de la capilla. Foto Jannu Lira Alatorre 2015

Nombre: Corrales	Coordenadas UTM: 0544885E 2220784N
Tipo de Sitio: Geodiversidad. Tema: Turístico, Paisaje, Arqueológico, Ambiental, Histórico.	Tipo de Turismo: Todo tipo
Acceso: A pie de transporte turístico o caminando desde la entrada del parque a 25 minutos.	
Ruta: Todas	
<p>Descripción:</p> <p>Este punto nos muestra los asentamientos de los mineros artesanos de la época prehispánica y corresponden a temporalidades del Clásico (200 al 800 d.C.) al Postclásico (800 al 1521 d.C.). Aquí podemos visualizar la relación entre las actividades extractivas así como los contextos habitacionales y de talla, pero sin perder de vista las áreas de desecho. Alejandro Pastrana (Pastrana, 1998) ha excavado los que podemos observar en superficie ya consolidados que son básicamente unidades cuadrangulares y rectangulares de donde se han recuperado materiales que nos refieren a actividades domésticas y de talla, también se recuperaron algunas ofrendas de material lítico.</p> <p>Sitio de importancia arqueológica y turística donde los visitantes pueden obtener una visión de las actividades de la vida cotidiana en esa zona (Pastrana, et al., 2018), además de poder apreciar parte de las zonas de reforestación, así como las actividades mineras modernas, lo que redondea los diferentes conocimientos que se pueden obtener de la visita.</p> <p>Dependiendo del tipo de visitante se puede tener diversos contenidos como la información básica explicando qué son y su función como áreas habitacionales y de taller, hasta la especializada para la arqueología y ciencias de la tierra, ya que las características fisicoquímicas de la obsidiana influyen directamente en el patrón de fractura y los artefactos que en ella se pueden elaborar.</p> <p>Estas zonas son parte de los recorridos que realiza la ENAH para que los alumnos comprendan la dinámica de un yacimiento en época prehispánica y puedan conocer cómo es un trabajo interdisciplinario.</p>	



Corrales, asentamiento prehispánico cerca del campamento INAH. Foto Jannu Lira 2015



Corrales junto a vereda principal. Foto Jannu Lira Alatorre 2016

Nombre: Minas actuales	Coordenadas UTM: N 2220078 E 545191
Tipo de Sitio: Geositio. Tema: Geológico, geomorfológico, ambiental, turístico.	Tipo de Turismo: Geoaficionado a geoexperto principalmente. Visitante informado y visitante casual
Acceso: generalmente a pie de vehículo o caminatas pequeñas de 5 minutos desde las veredas principales	
Ruta: Minera	
<p>Descripción:</p> <p>Este sitio es un punto relacionado con la zona de extracción de obsidiana dentro de los territorios del ejido El Nopalillo. En un área extensa, ya que por el tipo de minería los sitios de extracción son cambiantes, aunque se concentran hacia la parte suroeste de la estructura (ver mapa 7 y 8)</p> <p>La minería moderna muestra las diferentes áreas de las que se compone una mina, con lo cual se hace evidente para el visitante los pasos de las operaciones mineras. También deja expuestas las características geológicas de ese sector del yacimiento, y permite observar algunas de las unidades litológicas y sobre todo la unidad de las tobas y obsidianas.</p> <p>Los recorridos deben coordinarse con los mineros. Es necesario que se generen guías entre los mismos mineros-artesanos para involucrar a los sectores y familias, ya que sería un valor agregado a las visitas. Se debe hacer énfasis en los beneficios de la actividad minera, así como los cambios a la topografía y su relación con el ambiente.</p> <p>Debido a las características de las minas, éstas pueden ser de interés tanto para público en general como especializado en las ciencias de la tierra, minería y en la arqueología.</p>	
	
Tiro de acceso a mina moderna. Foto Edgar I. Mendoza Cruz 2018	



Minero Juan Castelán en el proceso extractivo. Nótese que los fragmentos de obsidiana (oscuros) están envueltos en un depósito arenoso de color claro, que también incluye grandes rocas de color claro (riolita). Foto Jannu Lira Alatorre 2016

Nombre: Áreas de Reforestación	Coordenadas UTM:
Tipo de Sitio: Geodiversidad Tema: Ambiental, turístico, paisaje	Tipo de Turismo: Todo tipo
Acceso: a pie de vehículo, caminatas de 5 minutos desde las veredas principales	
Ruta: Ecológica	

Descripción:

Esta es una zona que se integra por las diversas áreas que han sido contempladas en los proyectos silvícolas del ejido El Nopalillo. Se puede visitar haciendo énfasis en las diferentes edades de árboles que podemos encontrar por sector. Con esto se puede hacer conciencia sobre el aprovechamiento forestal responsable y sus beneficios para el medio y la economía. La captación de carbono debe ser considerado como una parte esencial del discurso, así como la relación de los diferentes tipos de cubierta vegetal y las diferentes partes del suelo.

Se debe capacitar a los ejidatarios para que puedan dar las visitas guiadas dónde se vierta un conocimiento general sobre este tipo de prácticas.

Debido a que las áreas corresponden a las diferentes temporadas de reforestación, deberán ser evaluadas periódicamente para elegir los mejores sectores a visitar y que sean atractivos al visitante. Una de las ventajas es que generalmente se encuentra una terracería que bordea estas zonas, lo que las hace bastante accesibles para el turismo.

Con la debida adecuación del discurso estas áreas son importantes para público especializado y semi-especializado.



Foto Jannu Lira Alatorre 2012





Foto Jannu Lira Alatorre 2010



Foto Jannu Lira Alatorre 2012

Nombre: Talleres modernos de artesanía de la obsidiana	Coordenadas UTM:0543428E 2218677N
Tipo de Sitio: Geodiversidad. Tema: Turístico.	Tipo de Turismo: Todo tipo
Acceso: pie de vehículo directamente en el ejido El Nopalillo	
Ruta: Todas	

Descripción:

Estos talleres y áreas de ventas corresponden a las actividades de transformación de la obsidiana por los mineros artesanos y sus familias. Estos comenzaron a instalarse a partir de finales de la década de 1980 y principios de 1990. Actualmente forman una parte importante de la economía familiar en donde en algunos casos más del 50% de los ingresos proviene de estas actividades.

Se especializan en el trabajo de la obsidiana propia de la zona, aunque llegan a usar de otros yacimientos de obsidiana como los de Guadalajara y Nayarit. También trabajan materiales como el alabastro y otros tipos de minerales.

Las artesanías por las técnicas de percusión y pulido son las que se venden en las tiendas locales y se comercian a otras zonas de la república mexicana y el extranjero. Actualmente la comunidad surte con parte de su producción a la Zona Arqueológica de Teotihuacan principalmente.



Taller de obsidiana pulida, familia Castelán Mata. Foto Jannu Lira Alatorre 2015



Tienda del artesano Juan Pelcastre, foto Jannu Lira Alatorre 2011



Tienda de Cenobio Pelcastre 2012