



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO  
DE MÉXICO

---



FACULTAD DE GEOGRAFÍA.

***PATRIMONIO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO DEL DISTRITO  
MINERO TLALPUJAHUA - EL ORO, MÉXICO***

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RECURSOS HÍDRICOS

P R E S E N T A:

ALFONSO AGUILAR PEDRAZA

DIRECTOR DE TESIS:

DR. LUIS MIGUEL ESPINOSA RODRÍGUEZ

# ÍNDICE GENERAL

<b>Capítulo 1: Introducción.....</b>	<b>7</b>
<b>1.1 Planteamiento del problema .....</b>	<b>8</b>
<b>1.2 Justificación.....</b>	<b>8</b>
<b>1.3 Tipo de Investigación.....</b>	<b>9</b>
<b>1.4 Variables.....</b>	<b>9</b>
<b>1.5 Objetivo General.....</b>	<b>10</b>
<b>1.6 Objetivos específicos.....</b>	<b>10</b>
<b>1.7 Ubicación del Área de Estudio.....</b>	<b>11</b>
<b>1.8 Antecedentes.....</b>	<b>11</b>
<b>Capítulo 2: Marco Teórico .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 Los Geoparques como lugar de Geositios y Geomorfositios.....</b>	<b>16</b>
<b>2.2 Patrimonio Geológico Geodiversidad y Geoconservación .....</b>	<b>17</b>
<b>2.3 La Educación Ambiental desde una perspectiva de Geodiversidad y     Conservación .....</b>	<b>20</b>
<b>Capítulo 3: Metodología.....</b>	<b>21</b>
<b>3.1 Inventario .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1.1 Identificación de potenciales geositios .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1.2 Evaluación cualitativa.....</b>	<b>25</b>
<b>3.1.3 Selección de los geositios .....</b>	<b>26</b>
<b>3.1.4 Caracterización de los geositios.....</b>	<b>26</b>
<b>3.2 Cuantificación .....</b>	<b>27</b>
<b>3.2.1 Evaluación Numérica .....</b>	<b>27</b>
<b>3.2.2 Ranking .....</b>	<b>32</b>
<b>3.3 Impacto Ambiental y Conservación.....</b>	<b>33</b>
<b>3.3.1 Identificación de los impactos ambientales en los geositios seleccionados. ....</b>	<b>33</b>
<b>3.3.2 Necesidades de Protección .....</b>	<b>34</b>
<b>Capítulo 4: Caracterización Geológica-Geomorfológica del Distrito Minero Tlalpujahua – El Oro. ....</b>	<b>35</b>
<b>4.1 Ambiente Geológico y Estructural.....</b>	<b>37</b>
<b>4.2 Geomorfología.....</b>	<b>40</b>
<b>Capítulo 5: Análisis e interpretación de resultados.....</b>	<b>41</b>

5.1 Inventario .....	41
5.1.1 Identificación de geositios potenciales .....	42
5.1.2 Evaluación Cualitativa.....	44
5.1.3 Selección de geositios.....	45
5.1.4 Caracterización de los Geositios.....	45
5.2 Cuantificación .....	53
5.2.1 Evaluación numérica.....	53
5.2.2 Ranking .....	57
5.3 Impacto Ambiental y Conservación .....	58
5.3.1 Identificación de los impactos ambientales en los Geositios seleccionados y su conservación .....	59
5.3.2 Mina Las Dos Estrellas .....	59
5.3.3 Socavón San Juan .....	62
5.3.4 Cerrito Lacolot.....	58
5.3.5 Presa Brokcmán.....	59
5.3.6 Museo de Minería Estado de México.....	65
5.3.7 Campo del Gallo .....	66
5.3.8 Iglesia del Carmen.....	67
5.4 Clasificación .....	69
5.4.1 Estatuto legal del DMTO .....	69
Conclusiones y Recomendaciones .....	73
Referencias .....	76
Anexos.....	80

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla1. Variables que se tomarán en cuenta para el trabajo de investigación .....	9
Tabla 2. Esquema de la metodología a emplear.....	22
Tabla 3. Aspectos a tomar en cuenta para la identificación de geositio .....	25
Tabla 4. Esquema de Ranking comparativo de sitios de interés geológico - geomorfológico, para la evaluación cualitativa.....	26

<b>Tabla 5. Criterios a considerar para la cuantificación de los sitios de interés geológico-geomorfológico...</b>	<b>29</b>
<b>Tabla 6. Esquema descriptivo de los criterios relacionados del valor intrínseco de los Geositios (Valor A).</b>	<b>30</b>
<b>Tabla 7. Esquema descriptivo de los criterios relacionados con el potencial de uso (valor B)</b>	<b>31</b>
<b>Tabla 8. Esquema descriptivo del criterio relacionado con las necesidades de protección (valor c).</b>	<b>32</b>
<b>Tabla 9. Q, cuantificación final de la relevancia del geositio; A, B y C, son los resultados obtenidos para cada conjunto de criterios.</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 10. Criterios para determinación de Ranking de Geositios</b>	<b>34</b>
<b>Tabla 11. Para la determinación de Ranking de Geositios según su vulnerabilidad y necesidades de protección</b>	<b>34</b>
<b>Tabla 12. Principales Geoformas de la Región Tlalpujahua-El Oro</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 13. Lista de los sitios identificados con interés Geológico- Geomorfológico y Cultural</b>	<b>43</b>
<b>Tabla 14. Esquema de Ranking comparativo de sitios de interés geológico-geomorfológico, para la evaluación cualitativa.</b>	<b>44</b>
<b>Tabla 15. Lista de los Geositios Seleccionados</b>	<b>45</b>
<b>Tabla 16. Ficha descriptiva de la Mina Las Dos Estrellas</b>	<b>46</b>
<b>Tabla 17. Ficha descriptiva de la Presa Brockman</b>	<b>47</b>
<b>Tabla 18. Ficha descriptiva de la Iglesia del Carmen.</b>	<b>48</b>
<b>Tabla 19. Ficha descriptiva del Socavón San Juan.</b>	<b>49</b>
<b>Tabla 20. Ficha descriptiva del Museo de Minería del Estado de México</b>	<b>50</b>
<b>Tabla 21. Ficha descriptiva del Cerrito Lacolot</b>	<b>51</b>
<b>Tabla 22. Ficha descriptiva del Campo del Gallo.</b>	<b>52</b>
<b>Tabla 23. Valores asignados en los criterios de valor intrínseco...</b>	<b>53</b>

<b>Tabla 24. Sumatoria de los valores asignados de valor intrínseco por geositio...</b>	<b>53</b>
<b>Tabla 25. Valores asignados en los criterios del Potencial de Uso...</b>	<b>55</b>
<b>Tabla 26. Sumatoria de los valores asignados de potencial de uso por geositio...</b>	<b>54</b>
<b>Tabla 27. Valores asignados en los criterios de las Necesidades de Protección</b>	<b>56</b>
<b>Tabla 28. Sumatoria de los valores asignados de las necesidades de protección por geositios...</b>	<b>56</b>
<b>Tabla 29. Ranking de los Geositios Evaluados...</b>	<b>57</b>
<b>Tabla 30. Necesidades de Protección</b>	<b>68</b>

### **Índice de Figuras**

<b>Figura 1. Ubicación del Distrito Minero Tlalpujahua –EL Oro, México</b>	<b>11</b>
<b>Figura 2. Ficha para el inventario y Evaluación Cualitativa de los Geositios</b>	<b>24</b>
<b>Figura 3. Mapa de localización de la Provincia del Cinturón Volcánico Mexicano</b>	<b>35</b>
<b>Figura 4. Mapa Geológico del distrito minero Tlalpujahua-El Oro</b>	<b>38</b>
<b>Figura 5. Localización de los principales depósitos de Jales del DTMO</b>	<b>58</b>
<b>Figura 6. Mapa de ubicación de los Geositios del Distrito Minero Tlalpujahua – El Oro, México</b>	<b>68</b>
<b>Figura 7. Mapa de Zonificación de las Áreas Naturales Protegidas del Distrito Minero Tlalpujahua – El Oro, México</b>	<b>70</b>

### **Índice de Imágenes**

<b>Imagen 1. Mina Las Dos Estrellas</b>	<b>60</b>
<b>Imagen 2. Socavón San Juan</b>	<b>62</b>
<b>Imagen 3. Cerrito Lacolot</b>	<b>63</b>
<b>Imagen 4. Presa Brockman</b>	<b>64</b>
<b>Imagen 5. Museo de Minería del Estado de México</b>	<b>65</b>
<b>Imagen 6. Campo del Gallo</b>	<b>66</b>
<b>Imagen 7. Iglesia del Carmen</b>	<b>67</b>

## **CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN**

El Distrito minero de Tlalpujahua y El Oro (DMTO) es un territorio conformado por los municipios pertenecientes a los estados de México y Michoacán, dentro de la división fisiográfica del Eje Neo-Volcánico, es reconocido por el descubrimiento de yacimientos minerales de Oro y Plata en los siglos XVI y XVIII siendo una de las menas más puras del país alcanzó un alto desarrollo en la minería logrando posicionarse en primer lugar de importancia a nivel nacional junto con los distritos mineros de Guanajuato y Real del Monte en Pachuca. El patrimonio geológico (Geopatrimonio) tiene origen en el museo mina “Las Dos Estrellas” (MDE) ubicada en el municipio de Tlalpujahua, Michoacán ya que posee un valor intangible por sus atributos históricos, culturales y paisajísticos, además de ser parte del patrimonio industrial dónde tiene lugar el primer museo tecnológico de México siendo de interés la exposición de elementos industriales utilizados en el quehacer de la metalurgia del siglo XIX.

El geopatrimonio no solo tiene lugar en el museo MDE sino en toda su extensión del DMTO ya que presenta características geológicas y geomorfológicas de interés histórico, científico y cultural, además de la existencia de morfoestructuras como arcos volcánicos y la formación de menas a lo largo de dichos sistemas, así como los productos ignibriticos originados por las calderas volcánicas en la región que otorgan al sitio condiciones particulares y excepcionales cumpliendo con los requisitos establecidos por la UNESCO para designar geositios y geomorfositos (Espinosa, 2017:19).

En todo el territorio existen alrededor de 61 obras mineras entre tiros y socavones lo cual representa un antecedente histórico de la minería nacional e internacional.

El objetivo de este estudio es elaborar un inventario de geositios y geomorfositos del DMTO a través de una metodología ya aplicada donde se realizará una evaluación y clasificación acorde al territorio dando énfasis en su caracterización y cuantificación generando propuestas de conservación en sitios que lo requieran, visto como un proceso de reconocimiento del geopatrimonio.

La obtención del inventario permitirá generar la base para la geoconservación del DMTO y la toma de decisiones futuras para la planificación y gestión de los recursos turísticos, históricos y paisajísticos en la propuesta de un Geoparque en el territorio.

## **1.1 Planteamiento del problema**

El (DMTO) es un territorio con atributos históricos, turísticos y paisajísticos donde se puede potencializar su aprovechamiento a través de actividades orientadas al geoturismo como talleres, charlas, caminatas y exposiciones referentes al patrimonio geológico también actividades culturales y artísticas que integren aspectos de conservación ambiental impulsando la participación local y generando responsabilidad en el uso de los geositos.

Para esto se requiere la existencia de un inventario de geositos donde se identifiquen las cualidades geológicas y las condiciones ambientales permitiendo el reconociendo de los sitios potenciales con valor intrínseco y sus necesidades de protección para su conservación y uso.

## **1.2 Justificación**

Las características geológicas y geomorfológicas del DMTO requieren ser catalogadas y descritas para el reconocimiento del geopatrimonio logrando identificar sus atributos históricos, culturales y paisajísticos que dé pie a su geoconservación.

El significado que tiene darle un valor a la diversidad natural y cultural del DMTO es generar una cultura de conservación que integre nuevas formas de uso de los bienes y servicios naturales mediante actividades recreativas, culturales y educativas que a su vez favorezcan a la comunidad local en la parte socioeconómica. La geoconservación permite la gestión ambiental y fortalece un marco normativo de conservación ambiental que se pudiera integrar en los planes de desarrollo y ordenamiento de los municipios para su funcionamiento y protección de los geositos.

### 1.3 Tipo de Investigación

La investigación a realizar es de tipo explorativa y descriptiva, refiriéndose a los aspectos físicos de los geositios que contemplan algún tipo de valor intrínseco realizando una caracterización y diagnóstico para su cuantificación según la metodología propuesta.

### 1.4 Variables

Para desarrollar el trabajo se requieren de las siguientes variables a considerar que son parte integral para la propuesta de geoconservación, pues son las características a evaluar que servirán para llevar a cabo la metodología a implementar y obtener los resultados.

Variables a Utilizar	
Independientes	Dependientes
Geomorfología	<ul style="list-style-type: none"><li>• Morfología</li><li>• Morfoestructuras</li><li>• Reformas (sitios de interés)</li></ul>
Geología	<ul style="list-style-type: none"><li>• Génesis</li><li>• Litología</li><li>• Cronología</li><li>• Estructura (fallas, fracturas)</li><li>• Volcanes</li></ul>
Paisaje	<ul style="list-style-type: none"><li>• Estética de geoformas</li></ul>
Ambiente	<ul style="list-style-type: none"><li>• Preservación</li><li>• Geoconservación</li></ul>
Cultura	<ul style="list-style-type: none"><li>• Elementos patrimoniales</li><li>• Contenido cultural</li><li>• Contenido histórico</li></ul>

Tabla 1: Variables que se tomarán en cuenta para el trabajo de investigación: Fuente: López, 2017.



## **1.5 Objetivo General**

Elaborar un inventario y valoración del Distrito Minero Tlalpujahua –El Oro a través de una metodología ajustable al territorio que reconozca su patrimonio geológico y geomorfológico de los sitios de interés seleccionados que genere inquietud por su conservación y forme la base para la gestión futura de geoparque.

## **1.6 Objetivos específicos**

2. Identificar los sitios potenciales mediante una clasificación de acuerdo a las condiciones geológicas y geomorfológicas del territorio para su evaluación.
3. Realizar la clasificación del territorio de acuerdo al estatuto legal para su protección y gestión fundamentado en la Legislación Ambiental de México.
4. Caracterizar y diagnosticar los sitios de interés geológico y geomorfológico seleccionados para determinar el impacto ambiental al que han estado expuestos.
5. Reflejar el potencial geológico y geomorfológico de los sitios de interés en orden jerárquico de acuerdo a su relevancia.

## 1.7 Ubicación del Área de Estudio

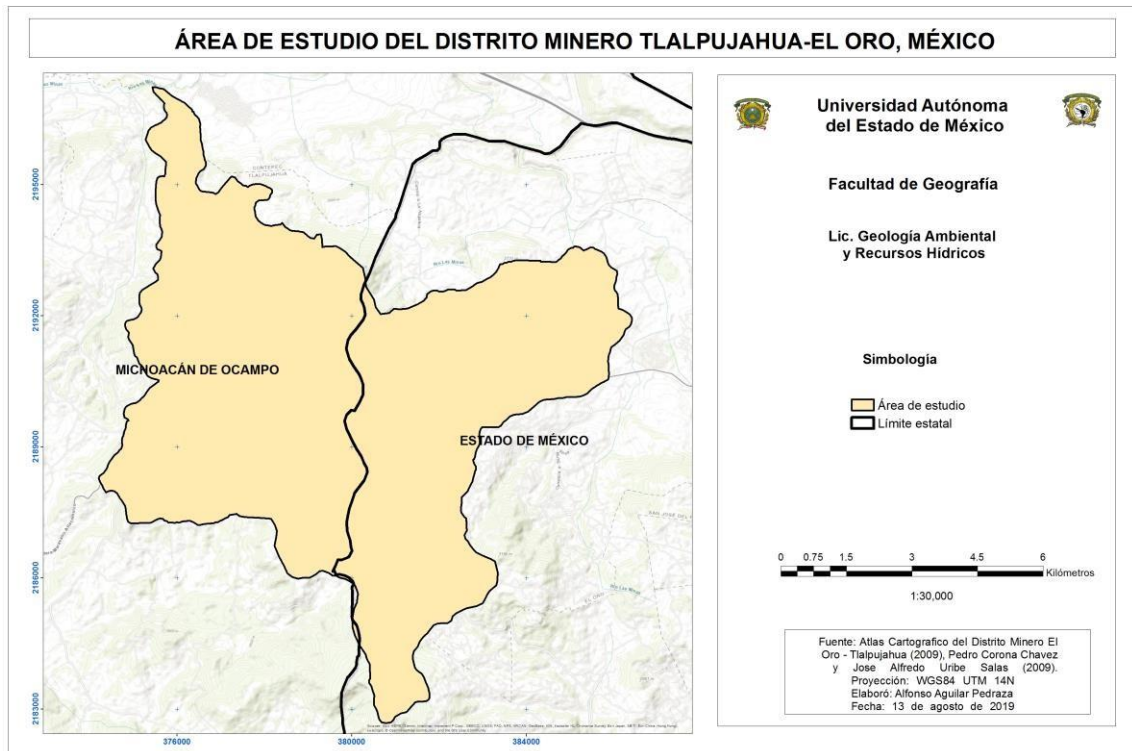


Figura 1. Ubicación del Distrito Minero Tlalpujahua – EL Oro, México: Fuente Elaboración propia.

## 1.8 Antecedentes

El patrimonio geológico es un área de investigación que genera un sentido de relación de la humanidad con la Tierra, con el propósito de cambiar la percepción del entorno constituyendo derechos y deberes que protejan al medio ambiente. Los elementos geológicos con atributos y particularidades forman parte del patrimonio natural de modo que al poseer un valor por si mismos tienen que protegerse y conservarse Carcavilla y col. (2014).

Los geoparques son iniciativas que permiten el desarrollo local a partir del turismo atraído por el patrimonio geológico. En cierto sentido para “la declaración de un geoparque es esencial utilizar una estrategia de geoconservación alternativa a los espacios protegidos que generalmente limitan ciertas actividades, así como los usos de suelo. Los sitios de interés geológico deben contar con medidas de protección y gestión en defensa del valor de la conservación del patrimonio geológico”. (Carcavilla y García, 2014:1).

El inicio de la geoconservación tiene lugar en los primeros trabajos realizados en 1988 en los países como (Austria, Dinamarca, Finlandia, Reino Unido, Irlanda, Noruega y Holanda), dada una reunión internacional, donde los temas a tratar fueron de los procesos de selección y clasificación del patrimonio geológico, así como su gestión. Esta reunión fue la base para que se llevaran a cabo varias reuniones más, ahora países como Francia, España, Suiza y Bélgica se integrarían a la idea geoconservacionista de la comunidad geológica europea. La declaración de Digne en 1991 establece las primeras bases de geoconservación siendo actualmente vigentes los principios propuestos. En 1993 se crea la Asociación Europea para la Conservación del Patrimonio Geológico (ProGEO) Carcavilla y col (2013).

En 1996 la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS) forma un equipo de trabajo para crear una base científica como iniciativa de geoconservación denominando al proyecto como “Geositios” que tiene como propuesta realizar un inventario y una base de datos compilados en forma sistemática de Sitios de Interés Geológico a nivel mundial, brindando una oportunidad para los investigadores de las Ciencias de la Tierra en contribución a la conservación del patrimonio geológico (Martínez, 2010).

Los geoparques surgen por primera vez en 1990 en los países de Francia, Alemania, Grecia y España que son los socios fundadores que han impulsado a otros países a desarrollar esta iniciativa, diez años después se crea la Red de Geoparques Europeos (*European Geoparks Network*, EGN), tendiendo éxito y logrando que más países se interesaran en el tema, así fue que la UNESCO extendiera el programa a nivel mundial creando la Red Mundial de Geoparques (*World Geoparks*) incluida en el programa internacional ya existente de geociencias. Hasta el momento la Red está conformada por más de 140 territorios, donde grandes montañas, volcanes activos, desiertos y acantilados son parte de un programa o estrategia de geoconservación (Carcavilla y García, 2014; UNESCO, 2018).

El tema de geoparques en América Latina va en crecimiento luego de que en 2006 en Ceará, Brasil, tuviera lugar la primera reunión para la incorporación del Geoparque Araripe en la Red Global de Geoparques (GGN), posteriormente se integra el geoparque Grutas de Palacio en Uruguay en 2013.

En ese mismo año se realiza el Segundo Encuentro Latinoamericano de Geoparques y el primer Simposio Argentino sobre Patrimonio Geológico en San Martín de Los Andes, Argentina, consolidando el interés por crear una Red Latinoamericana de Geoparques, así como un foro Latinoamericano de Patrimonio Geológico con el motivo de difundir y generar interés a otros países interesados. La conformación de la Red Latinoamericana de Geoparques tuvo lugar en la Ciudad de México, en ocasión del taller “Geoparques y geopatrimonio; promoviendo el geopatrimonio de Latinoamérica” organizado conjuntamente por la *Global Earth Observation Section* de la UNESCO y el Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) donde se expusieron trabajos y avances del proceso para crear geoparques en México y países latinoamericanos Palacio y col. (2016).

En 2017 es aprobado en México dos Geoparques: Comarca Minera en Hidalgo y La Mixteca Alta en el Estado de Oaxaca, posteriormente surgen eventos y encuentros sobre la protección del patrimonio geológico y geoturismo. En 2008 en Loja, Ecuador se lleva a cabo el primer Congreso Latinoamericano que habla sobre iniciativas de geoturismo. Se crea la Red Latinoamericana y del Caribe para la Protección y Defensa del Patrimonio Geológico, Minero-Metalúrgico y Paleontológico.

Las iniciativas en México sobre la protección de la diversidad geológica y geomorfológica se desarrollan dentro de las Áreas Naturales Protegidas debido a la protección legal ya que son áreas de orden federal. El desarrollo de diferentes propuestas es llevado a cabo por las universidades como la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH) y el Instituto de Geografía de la UNAM. En 2012 se proponen distintas propuestas de geoparque, tal es el caso del Volcán Chichón, la región kárstica de la Huasteca Potosina, el Volcán Tacaná entre otros Palacio y col. (2016).

En 2015 se realiza la evaluación por la UNESCO de las dos propuestas “el proyecto en Mixteca Alta, en el Estado de Oaxaca, corresponde a un territorio reconocido por la presencia de rasgos derivados de una intensa erosión milenaria y la Comarca Minera de Hidalgo” designándolos como geoparques Palacio y col. (2016).

En febrero de 2019 el Geoparque Imbabura en Ecuador aprueba la evaluación y es integrado como Geoparque Mundial del Unesco, gran resultado satisfactorio para el equipo de trabajo de Carlos Merizalde director de Cooperación Internacional y Coordinador de la iniciativa Geoparque.

En abril del 2019 se hace oficial la acreditación mundial ante la UNESCO al “Geoparque Cañón del Colca y Valle de los Volcanes de *Andagua*” en Arequipa integrándose a la Red de Geoparques Globales Unesco, siendo el primer geoparque del Perú.

En marzo del 2019 se da a conocer el decreto con número 1640, aprobado por la LXIII Legislatura del Estado de Oaxaca el 25 de septiembre de 2018 y publicado en el Periódico Oficial número 45 Decimo Primera Sección del 10 de noviembre del 2018 se modifica la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente para el Estado de Oaxaca donde se incluye por primera vez en México los temas de Geodiversidad y Geoparque en la normativa.

En mayo de 2019 el Geoparque *kiitralkura* ubicado en la región de la Araucanía se integra a la Red de Geoparques Globales Unesco siendo el tercer geoparque aprobado en el mismo año de Latinoamérica ya sumando un total de 7 Geoparques.

En 2017 seis sitios geológicos en Asia y Europa se convierten en geoparques globales de la Unesco *Arán* (China), *Causses du Quercy* (Francia), *Cheongsong* (República de Corea) *Keketuohai* (China) Las Loras (España) *Isla Qeshm* (Irán) La.

En 2017 en el DMTO se lleva a cabo el taller: “Perspectivas en Geoconservación, Geoturismo y Geoparque teniendo como sede el Teatro Obrero en Tlalpujahua, Michoacán y el Teatro Juárez, en El Oro, Estado de México que consistió en la participación de académicos e investigadores, población local y externa donde se presenciaron trabajos de investigación, experiencias y opiniones documentadas acerca del desarrollo e impacto de un Geoparque, algunos temas como “Geoconservación y Geoparques en México y Latinoamérica”, “Geomorfología y unidades de paisaje de interés patrimonial para el turismo del Distrito Minero de Tlalpujahua y El Oro” y “Gestión de recursos y promoción para un Geoparque en el DMTO” entre otros temas de interés.

En 2017 se presenta el artículo “Geoparque en el Distrito Minero Tlalpujahua - El Oro” donde se realiza una valoración general de los sitios de interés geológico y geomorfológico que demuestra que el potencial del DMTO para ser designado Geoparque por la UNESCO.

En junio del 2019 se presenta el libro El Oro, Pueblo Mágico del cronista municipal Christian Bueno donde refleja el pasado de la minería y el oficio agrícola artesanal de la región.

## **CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO**

El conocimiento de los rasgos y procesos naturales de la Tierra ayuda a entender la existencia de un mundo dinámico en constante cambio y evolución de tal manera tiene un impacto significativo en la vida de las personas. El estudio de la geología se divide en dos extensas áreas: la física y la histórica donde la primera estudia los materiales que conforman la tierra y los distintos procesos existentes que tienen lugar por debajo y encima de la superficie terrestre. La geología histórica es el estudio de del origen de la tierra y evolución a lo largo del tiempo. Tarbuck y col. (2005).

De acuerdo con Duque (2017), “La Geología es la ciencia que estudia el planeta Tierra en su conjunto, describe los materiales que la forman para averiguar su historia y su evolución e intenta comprender la causa de los fenómenos endógenos y exógenos” (p. 20).

El relieve es un conjunto espacial físico y social que pasee un ordenamiento territorial capaz de generar recursos para el desarrollo donde se identifican diferentes características delimitadas por la organización espacial. Se habla de paisaje cuando se mencionan diversas características morfológicas, bióticas y abióticas en un lugar, señalando particularidades de importancia y significado tal como lo es el Patrimonio Geomorfológico.

El significado de Geomorfología etimológicamente deriva de las raíces griegas *geo* (Tierra), *morphos* (forma) y *logos* (tratado). Por lo cual es la ciencia que estudia la forma de la Tierra. La Geomorfología florece como parte de la ciencia cuando deja de describir y comienza a explicar, en su pasado hace aproximadamente un siglo se la conocía como orografía e hidrografía (Tricart, 1965).

Para Pralong (2003), el relieve es un resultado adquirido por tres historias indisociables: rocas, deformaciones tectónicas y las formas de modelado heredadas o actuales. De tal forma que todos aquellos elementos y agentes que existen en el espacio actúan sobre la modificación del relieve por su constante dinámica a diferentes escalas.

La Geomorfología es la ciencia que se encarga del estudio de las formas del relieve terrestre (E. Reynard, 2003).

## **2.1 Los Geoparques como lugar de Geositios y Geomorfositios**

Un geoparque se conoce como un territorio que posee un patrimonio geológico y que además tiene una estrategia de desarrollo territorial basada en el turismo sostenible y la educación ambiental. Los elementos clave para la creación y funcionamiento de un geoparque son el patrimonio geológico, la geoconservación y el desarrollo local. Los geoparques tienen características particulares y objetivos que buscan alcanzar un desarrollo sostenible dentro del territorio establecido, para esto debe ser gestionado por una estructura claramente definida y organizada en función de la legislación para asegurar la protección, y las políticas de desarrollo sostenible que permitan la conservación. (Carcavilla y García, 2014).

La función de conservación y protección dentro de los geoparques es a través de los puntos o sitios de interés geológico y geomorfológico dependiendo de los elementos ambientales de cada geoparque, se puede tener ambos o solamente un tipo. Estos sitios son origen de un proyecto realizado por la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS), denominado “Geositos” con el propósito de identificar áreas geológicas de importancia internacional para incentivar una igualdad entre la conservación biológica y la geológica. Los geositios o sitios de interés geológico hacen referencia directamente a la matriz abiótica de los ecotopos (Palacio, 2013).

Inicialmente los sitios de interés geológico y geomorfológico no tenían cierta distinción debido a su cercana relación existente entre ambos, pero de acuerdo a Panizza (como se citó en Palacio, 2013) “planteo la necesidad de diferenciar los sitios de carácter geomorfológico de aquellos cuyo interés es puramente geológico donde explica el autor que los geomorfositios pueden ser desde objetos geomorfológicos individuales hasta un paisaje que

puede ser modificado, dañado e incluso destruido por actividad humana”. Posteriormente Reynard y Panizza (como se citó en Palacio, 2013) mencionan que los geomorfositos son formas de relieve que poseen un valor histórico, cultural, estético y/o socio económico, un punto de vista evidentemente geográfico que rebasa lo exclusivamente geomorfológico (Palacio, 2013).

La diferencia entre geosito y geomorfosito se demuestra directamente con las particularidades de cada uno, el geosito está relacionado con el carácter de temporalidad del sitio destacando la evolución de una localidad, región o del planeta.

Por su parte, el geomorfosito conlleva una connotación espacial tridimensional de las formas del relieve, lo cual se asocia, en este caso, más con atributos espaciales que temporales sin que éstos estén ausentes. (Palacio, 2013: 27).

## **2.2 Patrimonio Geológico, Geodiversidad y Geoconservación**

En los geositos y geomorfositos se encuentran los elementos que lo integran en su formación, aspectos espaciales, morfológicos, geológicos y demás que se refieren con la diversidad del medio. Carcavilla y col. (2014) mencionan que el patrimonio geológico forma parte del patrimonio natural e incluye formas, elementos y/o estructuras originadas por cualquier proceso geológico. De tal manera que el patrimonio formado por todos aquellos enclaves relevantes para cualquier disciplina de la Geología, como la geomorfología, estratigrafía, tectónica, petrología, mineralogía, paleontología, hidrogeología, geología ambiental. (Carcavilla y col. 2014:04)

Dentro de un territorio existen elementos abióticos que lo conforman, en los que se encuentran los geológicos y geomorfológicos que dan origen al paisaje que denotan características propias del lugar, este conjunto de elementos se le llama variedad de elementos geológicos o “Geodiversidad” que es una propiedad intrínseca y cuantificable del territorio. Existe un vínculo entre geodiversidad y patrimonio geológico pues la primera se refiere a la variedad de elementos y la segunda al valor de los elementos siendo que un lugar puede tener poca diversidad pero gran valor geológico o meramente lo contrario, si existe un lugar con geodiversidad mismo que tiene valor es un patrimonio que tiene que gestionarse



para su conservación. La geodiversidad es condicionante del paisaje, dado que la evolución geológica de cierta región determina su geodiversidad siendo que existen elementos propios de la geodiversidad que no se reflejan en el paisaje. (Carcavilla y col. 2014).

La gestión del patrimonio geológico requiere de una estrategia de geoconservación que pueda prevenir, corregir y minimizar las afecciones ocurrentes que degeneran al patrimonio, dicha estrategia según Carcavilla y col. 2014 “Se basa en el conocimiento del valor de los lugares a conservar sus características intrínsecas, su fragilidad y los procesos genéticos que intervinieron en su formación, así como evaluar las amenazas presentes o potenciales de degradación y su posible evolución en el futuro” (p.12)

La Geoconservación es un tema amplio donde se integran diversos aspectos (Legales, ambientales, científicos y culturales), identifica en sus territorios áreas de especial interés geológico, implementa estrategias para la protección y gestión de dichas áreas, refuerza los instrumentos legales existentes para su gestión, diseña y ejecuta programas de divulgación de la Geodiversidad y del Patrimonio Geológico existente en ellos con fines educativos, refuerza la cooperación con organizaciones internacionales en el ámbito de la conservación geológica y genera recursos financieros para su realización Nieto y col. (2006).

El objeto de la geoconservación no solo tiene interés en aspectos ambientales sino que también integra la preservación de los valores culturales, estéticos y paisajísticos que forman parte del patrimonio geológico, así también del interés por la práctica de actividades turísticas y recreativas que incentiven a la economía local, no solo destacando temas del ámbito científico sino integrando aspectos perteneciente a un enfoque multidisciplinar que conserve al patrimonio geológico Carcavilla y col. 2014.

Vista a la importancia de la geoconservación desde una perspectiva global, fija que la geología tiene influencia directamente en la consistencia de los paisajes, los hábitats y las especies (English Nature, 2004 retomada de Sánchez, J. y col. (2011). La evolución geológica es heterogénea y dinámica, origina los paisajes y la biodiversidad, existe tanta diversidad geológica como biológica (Gray, 2018), así que deben estructurarse innovaciones para que la geodiversidad y la biodiversidad se adapten a la operación conjunta con el objetivo de mantener y mejorar su influencia y eficacia por lo que la geodiversidad y biodiversidad tiene

que conformas una misma meta en los continentes como lo es el Americano, Africano y Asiático en la estructuración de geoparques lo que es específicamente la brecha y la visión futura de los geoparques como antes de conservación vinculante (Martini, 2009).

El patrimonio natural es la base de la Geoconservación de modo que se comparte una relación de los componentes social y cultural que son propios de esa base ambiental, la Red Mundial de Geoparques define al geoparque como sitio dedicado a la preservación del Patrimonio Geológico que va dirigido para sus habitantes, tomando una función alternativa propia del desarrollo sostenible y educación, mejorando su calidad de vida. Sánchez, J. y col. (2011).

En el ámbito legal de la Geoconservación, las acciones que emanan de esta tienen que estar respaldadas en legislaciones públicas de conservación de la naturaleza y por supuesto del ordenamiento del territorio (Brilha, 2010). Lograr la conservación de los elementos geológicos de interés resulta ser de carácter más efectivo cuando es aplicada en áreas legalmente protegidas, en lo que refiere al término geoconservación solo pocos territorios a nivel internacional cuentan con los términos referentes al patrimonio geológico, geoconservación y geoparques por lo que para sustentar una iniciativa geoconservacionista

Se requiere del apoyo de la legislación vigente del territorio a gestionar que mencione la protección de los bienes y servicios ambientales que incluya los factores abióticos para su uso sostenible.

La geoconservación de acuerdo con la definición de Carcavilla “es un conjunto de técnicas y medidas que juntas encaucen a asegurar la conservación del patrimonio geológico y la geodiversidad, basándose en el análisis de sus valores intrínsecos, su vulnerabilidad y riesgo a degradación (Carcavilla, 2006, citado por Sánchez, J. y col, 2018)

Para lograr la geoconservación en los territorios de América Latina se hace mediante las Áreas Naturales Protegidas; como los Parques Nacionales, Reservas ecológicas y faunísticas, Monumentos Naturales y Santuarios de la Naturaleza, a través de la planificación territorial y Ordenamientos territoriales y ecológicos, los programas de desarrollo sostenible las legislaciones nacionales en pro del patrimonio y los programas de Educación Ambiental, entre otros.

Los geoparques representan una estrategia que promueve el conocimiento de las ciencias geológicas y el turismo flexible a otras formas de conservación del patrimonio, lo que entonces la geoconservación tiene como finalidad la protección, utilización y gestión de los recursos geológicos de importancia global de valor superlativo científico, pedagógico, cultural, turístico, entre otros (Brilla, 2005). La conservación de un sitio con interés geológico requiere de actividades como las campañas de sensibilización que genere inquietud en la preservación de la memoria de la tierra, y en acciones encaminadas a la protección y divulgación del patrimonio, lo que la geoconservación también busca son iniciativas educativas, no solo la vigilancia y monitoreo de los geositos.

### **2.3 La Educación Ambiental desde una perspectiva de Geodiversidad y Conservación**

La educación ambiental juega un papel muy importante dentro de la conservación de la geodiversidad ya que se genera conocimiento ambiental y científico, aunque no de manera formal, pero si destaca como actividades didácticas, como lo son los recorridos en campo y el reconocimiento de afloramientos, geoformas y paisajes que son parte de las actividades de un geoparque como lo es la divulgación geológica. Se entiende que lo propósitos de educación ambiental es que se desarrollen habilidades y actitudes donde se pueda equilibrar la relación hombre naturaleza, el código de conducta sobre las problemáticas que se enfrentan respecto a la calidad ambiental.

Se necesita de una participación activa en la Educación Ambiental para identificar las problemáticas que rodean nuestro entorno, el objetivo principal de la Educación Ambiental para la geodiversidad es dar a conocer al público la importancia del patrimonio geológico para general conciencia sobre la conservación. Se tiene un enfoque sostenible dentro de la Educación Ambiental que fortalecen las actitudes y el comportamiento ambiental Sanz y col (2015).

En el sector educativo de América Latina y otros países del mundo los temas de patrimonio geológico y geodiversidad son totalmente ausentes en los programas escolares y de educación ambiental. “La divulgación e interpretación ambiental forman una herramienta para introducir la geología a la sociedad donde se reconozca la importancia de la conservación del patrimonio geológico” Sanz y col (2015).

La enseñanza del patrimonio geológico necesita ser simple y no compleja, se deben transmitir los conocimientos de manera atractiva y evocadora que suscite la curiosidad por conocer los aspectos geológicos Morales (como se citó en Sanz, 2015). El patrimonio geológico necesita ser interpretado y generar emociones de tal manera que los participantes dejen su marca en los procesos de aprendizaje.

### **CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA**

La metodología establecida es retomada de la metodología propuesta por Martínez (2010), que aborda todo el esquema del trabajo enfocado al cumplimiento de los objetivos establecidos, se basa en los principios de Brilha (2005) planteando los pasos para la geoconservación. Se realizará un inventario, una vez obtenido, se elabora una cuantificación, posteriormente se hace una clasificación, por último, se identifican los impactos ambientales en los geositos seleccionados y se sugieren propuestas de conservación.

Para el primer paso que consiste en la realización del inventario se elabora un estudio bibliográfico previo al trabajo de campo donde se identifican los geositos, después mediante fichas (Figura 2) previamente elaboradas que reúnen información básica para la realización del inventario de geositos, en la parte de la cuantificación la metodología se basa en Brilha (2005) y Pereira et al. (2007) misma que servirá para desarrollar la clasificación.

La conservación, divulgación y monitoreo serán desarrolladas como sugerencias y propuestas que se deben tomar en cuenta, una vez teniendo información de los geositos y su potencial desarrollado en el trabajo.

A continuación, se muestra un esquema que demuestra el proceso metodológico bajo el cual se realizará el trabajo.

	Etapas	Método	Producto
Inventario	Identificación de Geositios	Revisión Bibliográfica Trabajo en campo. (Exploración)	Lista de posibles geositios.
	Evolución cualitativa	Evaluación de los parámetros de acuerdo con el valor intrínseco, uso potencial y necesidades de protección.	Esquema de Ranking comparativo de geositios (Tabla4)
	Selección de Geositios	Comparación de los geositios, seleccionando aquellos que cuenten con buena visibilidad y protección	Lista definitiva de geositios a inventariar
	Caracterización de los Geositios	Revisión Bibliográfica, Trabajo en campo (Caracterización), descripción de geositios (Figura 2) (imágenes, esquemas e interpretación del proceso geológico) (Tabla 3.)	Evaluación cualitativa mediante fichas en campo y elaboración final de fichas con la descripción de geositios.
Cuantificación	Evaluación numérica	Asignación de valores numéricos a diferentes parámetros en los criterios de cuantificación (Tabla 5) del valor intrínseco (Tabla 6), Uso potencial (Tabla 7) y necesidades de protección (Tabla 8).	Tabla con los valores asignados en los criterios de valor intrínseco, uso potencial y necesidades de protección.
	Ranking	Media aritmética simple de las tres clases de parámetros principales y clasificación de los geositios a nivel Local, Regional, Nacional e Internacional	Tabla de Ranking de los geositios de mayor a menor valor, designada su importancia a nivel local, regional, nacional e internacional
Impacto Ambiental Y Conservación	Identificación de los impactos ambientales en los Geositios seleccionados.	Revisión Bibliográfica Visita en campo a cada uno de los geositios	Impactos ambientales presentes en cada uno de los geositios seleccionados y medidas para su conservación
	Necesidades de Protección	Asignación de valores numéricos de acuerdo a los criterios de Deterioro, Vulnerabilidad, Protección y Urgente Protección	Tabla de necesidades de Protección
	Clasificación	Reconocimiento de Áreas Naturales Protegidas (ANP), áreas de protección por los municipios y afines que contemple un marco legal.	Mención de áreas naturales protegidas, zonas de protección con fundamento legal en el DMTO.

Tabla 2. Esquema de la metodología a emplear modificada y retomada de (Brilha, 2005).

### **3.1 Inventario**

La elaboración de una estrategia de geoconservación comienza a partir de inventario de los geositios, mediante un levantamiento y registro sistemático de cada uno, para esto se necesita una revisión bibliográfica para poder tener referencia e información de los aspectos de interés geológico-geomorfológico. En el desarrollo del proceso únicamente se realizara el levantamiento de aquellos sitios con características geológicas y geomorfológicas relevantes.

El inventario está conformado por 4 pasos que se mencionan a continuación:

*Identificación de geositios potenciales*

*Evaluación Cualitativa*

*Selección de geositios*

*Caracterización de los geositios*

Una vez realizando estas etapas, teniendo el inventario completo se continúa con la etapa de cuantificación que está conformada por la evaluación numérica y el ranking donde se explicaran a detalle más adelante.

#### **3.1.1 Identificación de potenciales geositios**

Se conoce el área de estudio y se identifican los geositios y geomorfositios más destacados tomando su importancia científica, cultural y/o estética. De acuerdo con revisión bibliográfica de trabajos previos de la zona realizando la evaluación.

Se inicia con el llenado de la ficha (Figura 2) en campo y se toman los datos como la ubicación de cada sitio de interés denotando las características más importantes del lugar, geología, paisaje, estética, accesibilidad.

Cada geositio tendrá su ficha correspondiente con la siguiente información

<b>Nombre</b>			
<b>Ubicación</b>			
Estado:		Municipio:	Localidad:
Coordenadas		Altitud:	
Población más próxima (Distancia)			
Dimensión: Sitio <input type="checkbox"/> Área <input type="checkbox"/> Panorámico <input type="checkbox"/>			
<b>A.- Valor intrínseco</b>			
<i>Científico:</i> Nulo <input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Elevado <input type="checkbox"/> Muy elevado <input type="checkbox"/>			
<i>Interés Geológico</i>			
Geomorfológico <input type="checkbox"/>	Paleontológico <input type="checkbox"/>	Geoquímico <input type="checkbox"/>	Kárstico <input type="checkbox"/> Geo – cultural <input type="checkbox"/>
Mineralógico <input type="checkbox"/>	Petrológico <input type="checkbox"/>	Volcánico <input type="checkbox"/>	Eólico <input type="checkbox"/> Económico <input type="checkbox"/>
Hidrogeológico <input type="checkbox"/>	Geotécnico <input type="checkbox"/>	Fluvial <input type="checkbox"/>	Litoral <input type="checkbox"/> Meteórico <input type="checkbox"/>
Estratigráfico <input type="checkbox"/>	Tectónico <input type="checkbox"/>	Lacustre <input type="checkbox"/>	Glaciar <input type="checkbox"/>
Otro: <input type="text"/>			
<i>Ecológico</i> Nulo <input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Elevado <input type="checkbox"/> Muy elevado <input type="checkbox"/>			
<i>Cultural</i> Nulo <input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Elevado <input type="checkbox"/> Muy elevado <input type="checkbox"/>			
<i>Estética</i> Nulo <input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Elevado <input type="checkbox"/> Muy elevado <input type="checkbox"/>			
<i>Didáctico</i> Nulo <input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Elevado <input type="checkbox"/> Muy elevado <input type="checkbox"/>			
<i>Económico</i> Nulo <input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Elevado <input type="checkbox"/> Muy elevado <input type="checkbox"/>			
<i>Influencia de nivel</i> Local <input type="checkbox"/> Regional <input type="checkbox"/> Nacional <input type="checkbox"/> Internacional <input type="checkbox"/>			
<b>B.- Potencial de uso</b>			
<i>Accesibilidad</i> Muy difícil <input type="checkbox"/> Difícil <input type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Fácil <input type="checkbox"/> Muy fácil <input type="checkbox"/>			
Tipo: Pavimento (P), Tierra(T) Estado: <input type="text"/>			
Bueno (B), Regular (R), Malo (M)			
Distancia del lugar propuesto a punto más próximo de acceso en (metros):			
Bus: <input type="text"/>	Automóvil: <input type="text"/>	Todo terreno: <input type="text"/>	
<i>Visibilidad</i> Muy poca <input type="checkbox"/> Poca <input type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Muy buena <input type="checkbox"/>			
Otros valores (naturales y/o culturales) y uso actual		Sin valor y sin uso <input type="checkbox"/>	Sin valor y con uso <input type="checkbox"/>
Detalle: <input type="text"/>		Con valor y sin uso <input type="checkbox"/>	Con valor y con uso <input type="checkbox"/>
Obstáculos para el aprovechamiento del lugar: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			
Descripción: <input type="text"/>			
<i>Peligro volcánico</i> Muy alto <input type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Moderado <input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Nulo <input type="checkbox"/>			
<b>C.- Necesidades de protección</b>			
<i>Deterioro</i> Poco <input type="checkbox"/> Moderado <input type="checkbox"/> Avanzado <input type="checkbox"/>			
<i>Vulnerabilidad</i> Baja <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/>			
<i>Protección</i> Suficiente <input type="checkbox"/> Insuficiente <input type="checkbox"/> Muy suficiente <input type="checkbox"/>			
Tipo de protección: <input type="text"/>			
Urgencia de protección: Muy urgente <input type="checkbox"/> Urgente <input type="checkbox"/> Mediano plazo <input type="checkbox"/> Largo plazo <input type="checkbox"/>			
<i>Situación Administrativa</i>			
Propiedad del Estado <input type="checkbox"/>	Propiedad Municipal <input type="checkbox"/>	Propiedad privada <input type="checkbox"/>	Área protegida <input type="checkbox"/> Otro <input type="text"/>

Figura 2. Ficha para el inventario y Evaluación Cualitativa de los Geositios: Fuente: Martínez (2010).

<b>a) Ubicación</b>
<b>b) Valor Intrínseco</b> (considera los siguientes valores) <ul style="list-style-type: none"> <li>1.-Valor Científico: Diversidad de elementos y procesos geológicos.</li> <li>2.- Valor Ecológico: Diversidad de flora y fauna.</li> <li>3.-Valor Cultural: Áreas de interés histórico, religioso, de uso cultural.</li> <li>4.-Valor Didáctico: Capacidad de mostrar procesos geológicos representativos.</li> <li>5.- Valor Estético: Cualidades escénicas y estéticas de elementos geológicos y geomorfológicos, cualidad panorámica, diversidad de elementos y, presencia de vegetación y agua.</li> </ul> <p>Valor Didáctico: capacidad de mostrar procesos geológicos representativos.</p> <li>6.-Valor Económico: Uso de materiales geológicos por la sociedad (extracción mineral y de material para la construcción, entre otros.</li>
<b>c) Potencial de uso:</b> Evaluación de las condiciones de accesibilidad, visibilidad y aspectos culturales destacados.
<b>d) Necesidades de Protección:</b> Evaluación de deterioro, vulnerabilidad, protección y la situación administrativa del lugar que refiere a los procesos de erosión y meteorización, y procesos antrópicos del lugar.

*Tabla 3. Aspectos a tomar en cuenta para la identificación de geositios Fuente: Martínez (2010).*

### **3.1.2 Evaluación cualitativa**

Posterior a la identificación de los sitios se realiza la evaluación de carácter cualitativa con el fin de hacer una comparación entre los sitios de interés. Seleccionando los sitios con mayor relevancia como lo establece (Pereira, 2007): se asignan criterios de acuerdo al valor intrínseco, potencial de uso y necesidades de protección, se muestra en la Tabla 3.

Valor Intrínseco: Evaluación de los parámetros científico, ecológico, cultural y estético en una escala del 0 (nulo) a 4 (muy elevado).

Potencial de uso: Evaluación de los parámetros de accesibilidad y visibilidad utilizando la misma escala anterior. Por otra parte, el sitio se considera con “otro valor”, si el Valor Ecológico o Cultural del anterior, es evaluado como igual o superior a “elevado”.



Necesidades de Protección: La evaluación consiste en una escala que va del 1 (bajo) al 3 (alto). No considerando al 0 debido a que siempre existe un tipo de alteración.

Sitios de interés Geológico- Geomorfológico	Valor Intrínseco				Uso Potencial				Necesidad de Protección		Total	
	Científico	Ecológico	Cultural	Estético	VI Total	Accesibilidad	Visibilidad	Otros valores	U Total	Deterioro		Vulnerabilidad

Tabla 4. Esquema de Ranking comparativo de sitios de interés geológico-geomorfológico, para la evaluación cualitativa Fuente: Pereira (retomado de Martínez, 2010).

### 3.1.3 Selección de los Geositios

Ya teniendo identificados los geositios potenciales se realizará la selección de los geositios con alto valor científico, intrínseco o de uso. Haciendo una selección también de aquellos sitios que cuenten con buena visibilidad y protección a corto plazo como se realiza en el trabajo de Martínez, (2010).

### 3.1.4 Caracterización de los geositios

Después de tener los sitios seleccionados se realiza una descripción detallada donde se incluyen imágenes, esquemas e interpretación del proceso geológico que lo generó dependiendo el sitio. Completando la ficha de evaluación cualitativa (Tabla 4) con información descriptiva Martínez, (2010).

La caracterización del sitio muestra las características geológicas más importantes observables no implicando que sean las únicas. “Si se determina que el sitio se incluya en alguna ruta del geoparque, es recomendable hacer la caracterización más detallada de este” según Martínez, 2010.

## **3.2 Cuantificación**

La evaluación cuantitativa es un paso fundamental para una estrategia de geoconservación pues consiste en un proceso de ordenamiento de los elementos con características semejantes, esto para la toma de decisiones.

El cálculo del valor que cada geosítio posee se determina de acuerdo a criterios tales como la integridad (si un ejemplo está completo), representatividad (si el geosítio es representativo de la geología de una determinada región), rareza (número de ocurrencias semejantes), condiciones de observación, accesibilidad (si un lugar es de fácil acceso), vulnerabilidad, valor estético, valor socioeconómico y valor cultural-histórico (Martínez, 2010:139).

La cuantificación consiste en ordenar los geosítios de mayor a menor conforme a su potencial seleccionado en la evaluación cualitativa.

### **3.2.1 Evaluación Numérica**

Etapa en la que se atribuyen valores numéricos a diferentes parámetros basados en tres criterios: valor intrínseco, valor de uso y necesidad de protección. La ficha con los parámetros a ocupar está basada en la metodología modificada por (Martínez ,2010) y muestra los siguientes parámetros para cada criterio.

<b>A.- Criterios intrínsecos del geositio</b>	
A1- Abundancia Regional	Número de ocurrencias semejantes en la región, tomando en cuenta la rareza del lugar.
A2 – Grado de conocimiento científico	Número y tipo de publicaciones disponibles sobre el geositio, o que reflejen, de alguna forma, el grado de importancia que se le atribuye por la comunidad académica.
A3 – Lugar tipo	Capacidad del geositio para ser considerado como una referencia en su categoría para el área en análisis.
A4 – Extensión superficial	Extensión superficial del geositio en m <sup>2</sup> . Aunque pueden existir excepciones, un geositio es más importante mientras mayor sea su extensión
A5 – Diversidad de elementos geológicos	Número de elementos de interés geológico presentes en el lugar (mineralógico, paleontológico, Estratigráfico, geomorfológico, etc.).
A6 – Utilidad didáctica	Capacidad del geositio de mostrar procesos geológicos representativos de la zona en estudio.
A7 – Asociación con elementos culturales	Pretende valorizar la presencia de elementos considerados como patrimonio cultural (vestigios arqueológicos, históricos, artísticos, religiosos, etc.), que enriquecen el valor científico del geositio.
A8 – Asociación con elementos naturales	Ocurrencia de ejemplos particulares de fauna y/o flora.
A9- Estado de conservación	Condiciones de conservación presentes en el geositio al momento de su caracterización
A10 – Vulnerabilidad a los procesos naturales	Capacidad de resistencia del geositio a la evolución de los procesos naturales.
A11- Estético	Considerar la singularidad visual de elementos geomorfológicos, cualidad panorámica, diversidad de elementos, litología y tonalidades, presencia de vegetación y agua, ausencia de deterioro antrópico, altura y proximidad en relación a los objetos observados
<b>B.- Criterios relacionados con el uso potencial del lugar</b>	
B1 - Posibilidad de realizar actividades	Potencialidad del geositio para la realización de actividades científicas, pedagógicas, turísticas y recreativas.
B2 – Condiciones de observación	Obviamente se privilegiaran los geositios con las mejores condiciones de observación.
B3 – Posibilidad de recolección de objetos	Valorización del geositio que representa la capacidad de colección de muestras sin pérdida de su integridad.
B4a – Accesibilidad	Considera como preferible la posibilidad de un acceso fácil al geositio.
B4b – Accesibilidad estacional	Dado que la zona a evaluar posee accesos viales que en la época invernal quedan sepultados bajo la nieve, es importante destacar cuantas veces al año es posible acceder al geositio.
B5 - Grado de dificultad de acceso	Se refiere a aquellos geositios que requieren caminatas para acceder a él, este criterio evalúa la facilidad de esta caminata.
B6 - Proximidad a centro poblado	Refleja la existencia de servicios de apoyo al visitante del geositio.
B7- Número de habitantes de la comuna	Este criterio se relaciona con la existencia, o no, de un público potencial.

B8 – Condiciones socioeconómicas	En el caso de dificultad para la obtención de estos datos para el área de análisis, deben ser usadas estadísticas relativas a la comuna o región.
B9 – Uso actual	Se privilegian aquellos geositos con algún tipo de protección legal.
B10 – Peligro volcánico	Dado que el área estudiada se encuentra en una zona altamente volcánica, es importante hacer notar la vulnerabilidad del geosito a este tipo de peligro.
<b>C.- Criterios relacionados con las necesidades de protección del geosito</b>	
C1 – Amenazas actuales o potenciales	Este indicador pretende validar el daño del geosito asociado al desarrollo de expansión poblacional, urbanística, industrial, etc.
C2 - Situación legal actual	Se privilegian los geositos de no poseen ningún tipo de protección legal
C3 – Interés por la extracción minera	El trabajo en conjunto entre intereses mineros y la conservación de un geosito es en general difícil, por lo que se les dará valor a aquellos lugares que no presentan interés en exploración minera o de extracción de áridos.
C4 – Régimen de propiedad	Son valorizados los geositos que se localizan en un área pública, de modo de facilitar su posible clasificación y conservación.
C5 – Fragilidad	Este criterio privilegia a los geositos que presentan mayor capacidad de resistencia a la intervención humana.

Tabla 5. Criterios a considerar para la cuantificación de los sitios de interés geológico- geomorfológico.  
Fuente: Brilha (Retomado de Martínez, 2010).

Cada criterio propuesto será cuantificado en función a una escala creciente de 1 a 5. Ya evaluados numéricamente, será posible determinar el valor a cada sitio; a continuación, se presentan las siguientes tablas (5, 6 y 7) que detallan los criterios (Intrínsecos, uso potencial del lugar y las necesidades (de protección del geosito).

## A.- Criterios Intrínsecos del Geositio

A1 Abundancia Regional	5	Solo existe un ejemplo
	4	Uno de los tres mejores ejemplos
	3	Existen entre 4 a 10 ejemplos
	2	Existen entre 11 a 20 ejemplos
	1	Existen más de 20 ejemplos
A2 Grado de conocimiento científico	5	Citado en más de una tesis académica, capítulo de libro o artículos
	4	Citado en tesis u otro tipo de publicación técnico- científica
	3	Citado en artículo de revista nacional e informes o Planes de Manejo
	2	Citado en relatos técnicos o Planes de Manejo
	1	No existe ninguna referencia sobre el geositio
A3 Lugar tipo	5	Reconocido como lugar tipo
	3	Lugar tipo "Secundario"
	1	No es reconocido como lugar tipo
A4 Extensión Superficial	5	Superior a 1000.000 m <sup>2</sup> = 1km <sup>2</sup>
	4	100.000-1.000.000 m <sup>2</sup>
	3	10.000- 100.000 m <sup>2</sup>
	2	1.000 – 10.000 m <sup>2</sup>
	1	Menor a 1.000 m <sup>2</sup>
A5 Diversidad de elementos geológicos	5	Se observan 4 o más elementos geológicos
	4	Se observan 3 elementos geológicos
	3	Se observan 2 elementos geológicos
	2	Se observa un elemento geológico
	1	No se parecía ningún elemento geológico
A6 Utilidad didáctica	5	Muy ilustrativo. Posibilidad para usarlo para fines didácticos públicos
	4	Buena utilidad pedagógica para personas con conocimientos básicos
	3	Puede ser utilizado para fines didácticos para público especializado
	2	Baja utilidad pedagógica
	1	Sin interés pedagógico
A7 Asociación con elementos culturales	5	Existen en el lugar o en las inmediaciones evidencias arqueológicas o de otros tipos
	4	Existen evidencias arqueológicas o de otro tipo
	3	Existen vestigios arqueológicos
	2	Existen elementos de interés no arqueológico
	1	No existen elementos de interés natural
A8 Asociación con elementos naturales	5	Fauna y Flora importante por su abundancia y/o de especial interés
	3	Presencia de fauna y flora de interés moderado
	1	Ausencia de elementos naturales de interés
A9 Estado de conservación	5	No hay daños visible, bien conservada
	4	Deterioro moderado, pero aún mantiene las características geológicas
	3	Dañado, pero preserva las características geológicas
	2	Dañado como resultado de procesos naturales
	1	Muy deteriorado como resultado de actividades humanas
A10 Vulnerabilidad a los procesos naturales	5	La evolución natural del lugar no afecta el geositio
	3	La evolución de los procesos naturales pueden afectar, más sin perder lo importante
	1	La evolución de los procesos naturales causa daños graves
A11 Estético	5	Considerar la singularidad visual de elementos geomorfológicos, cualidad panorámica, diversidad de elementos, litología y tonalidades, presencia de vegetación y agua,
	3	ausencia deterioro antrópico, altura y proximidad en relación a los objetos observados.
	1	

Tabla 6. Esquema descriptivo de los criterios relacionados del valor intrínseco de los Geositios (Valor A. Fuente: Martínez (2010).

## B- Criterios de uso potencial del Lugar

B1 Posibilidad de realizar actividades	5	Es posible realizar actividades científicas y pedagógicas
	3	Es posible realizar actividades científicas o pedagógicas
	1	Es posible realizar otro tipo de actividades
B2 Condiciones de observación	5	Óptimas, pueden ser observadas e identificadas sin dificultad
	4	Buena para todas las características geológicas relevantes
	3	Razonables, buena visibilidad pero hay que moverse alrededor para una observación completa
	2	Limitada por árboles o vegetación baja
	1	Deficientes
B3 Posibilidad de recolección de objetos	5	Posible la recolección de rocas, fósiles y minerales sin dañar el geositio
	4	Posible la recolección de rocas o fósiles o minerales sin dañar el geositio
	3	Posible recolección de algunas muestras pero con restricciones
	2	Posible recolección de algunas muestras pero perjudicando el geositio
	1	No es posible recolección de muestras
B4a Accesibilidad	5	Acceso por bus en rutas nacionales o locales y a menos de 100 metros del camino
	4	Acceso por auto en rutas locales en buen estado y a menos de 500 metros del camino
	3	Acceso por 4x4 y a menos de 500 metros de camino o huella
	2	Acceso a pie a más de 500 m desde vehículo
	1	Acceso a pie a más de 1 km desde vehículo
B4b Accesibilidad estacional	5	Se puede visitar durante todo el año
	4	Se puede visitar durante tres estaciones del año
	3	Se puede visitar durante dos estaciones del año
	2	Se puede visitar durante una estación del año
	1	Difícil acceso en cualquier estación
B5 Grado de dificultad de acceso	5	Bajo para cualquier persona
	4	Mediana – Baja, para personas afines a caminatas largas
	3	Medio, personas con buen estado físico y con practica de montaña
	2	Difícil, personas con buen estado físico y con experiencia de media montaña
	1	Muy difícil, para personas con experiencia en caminatas de alta exigencia y/o solo con equipos especiales
B6 Proximidad a centro poblado	5	Existe una población con más de 10.000 habitantes y oferta de servicios variada de 5km
	4	Existe una población con menos de 10.000 habitantes, oferta de servicios limitada, a menos de 5km
	3	Existe una población con oferta de servicios entre 5 a 20 kilómetros
	2	Existe una población con oferta de servicios entre 20 a 40 km
	1	Solo existe una población con oferta de servicio a más de 40 km
B7 Número de habitantes de la comuna	5	Más de 100.000 habitantes
	4	Entre 50.000 y 100.000 habitantes
	3	Entre 25.000 y 50.000 habitantes
	2	Entre 10.000 y 25.000 habitantes
	1	Menos de 10.000 habitantes
B8 Condiciones socio Económicas	5	El nivel de rendimiento per cápita y de educación del área son superiores a la media regional
	3	El nivel de rendimiento per cápita, de educación del área es equivalente a la media regional
	1	El nivel de rendimiento per cápita, de educación del área es menor en relación a la media regional
B9 Uso Actual	5	Promovido y usado como lugar de interés geológico
	4	Promovido y usado como lugar de interés cultural o natural
	3	Promovido y usado como lugar de interés paisajístico
	2	Sin divulgación pero es usado
	1	Sin divulgación ni uso
B10 Peligro Volcánico	5	Nulo
	4	Bajo
	3	Moderado
	2	Alto
	1	Muy alto

Tabla 7. Esquema descriptivo de los criterios relacionados con el potencial de uso (valor B), Fuente: Martínez (2010).

## C.- Criterios relacionados con las necesidades de protección del geositio

C1 Amenazas actuales o potenciales	5	Zona rural, no sujeta a desarrollo urbano e industrial ni a construcción de infraestructuras y sin perspectivas de estar sometidas a tal
	3	Zona de carácter intermedio, no está previsto un desarrollo urbano o industrial concreto, pero hay posibilidades en el futuro
	1	Zona incluida en área de expansión urbana o industrial
C2 Situación legal actual	5	Lugar sin ningún tipo de protección legal
	3	Lugar incluido en un área de protección legal
	1	Lugar dentro de un área protegida
C3 Interés por la extracción minera	5	Zona sin interés por la extracción
	4	Zona con potencial interés por la extracción
	3	Zona con reservas importantes de bajo valor, pero no está prevista su exploración inmediata
	2	Zona con interés para la extracción, en que está prevista la exploración
	1	Zona con gran interés para la extracción, con exploraciones y/o licencias activas
C4 Régimen de propiedad	5	Terreno del Estado
	4	Terrenos de propiedad municipal
	3	Terreno parcialmente público y privado
	2	Terreno privado perteneciente a un solo propietario
	1	Terreno privado perteneciente a varios propietarios
C5 Fragilidad	5	Aspecto geomorfológico que por su tamaño es difícilmente afectado de manera importante por actividades humanas
	4	Grandes estructuras geológicas afectadas por actividades humanas, pero por su magnitud su destrucción es poco probable
	3	Sitios que pueden ser destruidos en parte por intervenciones no muy intensas
	2	Sitios que pueden ser fácilmente destruidos por intervenciones humanas poco agresivas
	1	Sitios pequeños que pueden ser destruidos por pequeñas intervenciones o afloramientos minerales o fosilíferos de fácil depredación

Tabla 8. Esquema descriptivo del criterio relacionado con las necesidades de protección (valor c). Fuente: Martínez, 2010.

### 3.2.2 Ranking

Para obtener el valor final se obtiene la media simple de los tres criterios propuestos o de una media ponderada, privilegiando cierto conjunto de criterios.

“La valorización de los distintos conjuntos de criterios ocupados en la cuantificación son necesarios para hacer una clasificación de los geositios a nivel Local, Regional, Nacional e Internacional. Los geositios de nivel Nacional o Internacional son todos aquellos cuyos parámetros cumplen las siguientes propiedades”:  $A.1 \geq 3$ ;  $A.2 \geq 4$ ;  $A.3 \geq 3$ ;  $A.9 \geq 3$  y  $B.1 \geq 3$ ;  $B.2 \geq 3$ .

El resultado final viene dado por una media aritmética simple de las tres clases de parámetros principales para los geositorios locales y regionales, y por una media ponderada sobrevalorando los criterios de los parámetros A y C para los nacionales e internacionales. Martínez, (2010).

Geositorios de ámbito internacional o nacional	Geositorios de ámbito regional o local
$Q = \frac{2A + B + 1.5C}{3}$	$Q = \frac{A + B + C}{3}$

*Tabla 9. Q, cuantificación final de la relevancia del geositorio; A, B y C, son los resultados obtenidos para cada conjunto de criterios. Fuente: Martínez, (2010).*

La cuantificación permitirá realizar una comparación y selección final de los sitios a ser utilizados en el Geoparque y los programas geoturísticos.

Una vez realizada la evaluación numérica de los geositorios seleccionados, se mostrarán los geositorios mejores evaluados de cada criterio (A, B y C).

### **3.3 Impacto ambiental y conservación**

En este capítulo se identifican los impactos ambientales más significativos que consiste en mencionar los procesos que alteran y afectan a cada uno de los geositorios. Durante la visita en campo en la caracterización de los geositorios se hace un diagnóstico ambiental señalando los factores de presión y deterioro.

#### **3.3.1 Identificación de los impactos ambientales en los geositorios seleccionados.**

En la visita en cada uno de los geositorios se pretende alistar los impactos ambientales a los que está sometido y cuáles son los factores puntuales que presionan al biotopo y que lo hacen vulnerable ocasionado la pérdida y deterioro de sus elementos físicos que si bien ocasiona la pérdida del geopatrimonio por el tipo se usó y la falta de conservación y gestión.



### 3.3.2 Necesidades de Protección

Cada geositio debe tener una atención especial debida su mayor o menor fragilidad donde se deben canalizar medidas de conservación eficaces relacionadas con las necesidades que presentan.

A continuación, se muestran los criterios a utilizar para obtener el ranking de los geositios de acuerdo a su vulnerabilidad y necesidades de protección.

Necesidades de Protección				
<i>Deterioro:</i>	<b>1.</b> Poco		<b>2.</b> Moderado	<b>3.</b> Avanzado
<i>Vulnerabilidad:</i>	<b>1.</b> Baja		<b>2.</b> Media	<b>3.</b> Alta
<i>Protección:</i>	<b>SP.</b> Sin protección		<b>S.</b> Suficiente	<b>I.</b> Insuficiente
<i>Urgencia de Protección:</i>	<b>MU.</b> Muy urgente	<b>U.</b> Urgente	<b>MP.</b> Mediano plazo	<b>LP.</b> Largo plazo

Tabla 10. Criterios para la determinación de Ranking de Geositios. Fuente Elaboración propia.

Geositios	Deterioro	Vulnerabilidad	Protección	Urgente protección

Tabla 11. Para la determinación de Ranking de Geositios según su vulnerabilidad y necesidades de protección Fuente: Martínez, 2010.

## CAPÍTULO 4: CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA - GEOMORFOLÓGICA DEL DISTRITO MINERO TLALPUJAHUA – EL ORO.

El Distrito Minero Tlalpujahua – El Oro representa un territorio que está conformado por los municipios de Tlalpujahua en el estado de Michoacán y el Oro perteneciente al estado de México situados fisiográficamente en la en la Provincia del Cinturón Volcánico Mexicano (CVM) considerado como una de las mayores y recientes estructuras geológicas en México, su actividad volcánica en los periodos Mioceno-Cuaternario, la litología está conformada por una secuencia volcanosedimentaria metamorfizada del cretácico y rocas volcánicas de carácter calcoalcalino que es producto de la subducción de la placa de Cocos con la Norteamericana, la provincia se extiende de Nayarit a Veracruz, (Figura 3). (Gómez y col, 2005).

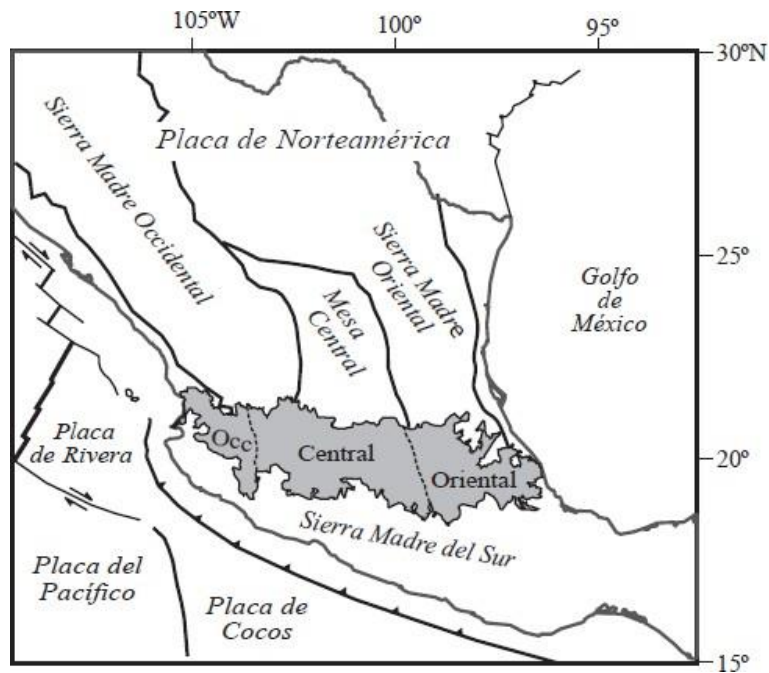


Figura 3. Mapa de localización de la Provincia del Cinturón Volcánico Mexicano: Fuente: Gómez y col, (2005).

La formación del Cinturón Volcánico Mexicano está relacionado con los procesos del origen de la corteza terrestre mexicana hace unos 230 millones de años en el Triásico hasta el reciente, con una evolución geológica de 9 etapas de formación; Se infiere que el país está

conformado por dos masas continentales en la parte norte y sur mismas que pasaron por procesos de tensión y de hinchamiento con hundimiento en la parte central donde el proceso de subducción de la Trinchera de Acapulco y el desplazamiento de Centroamérica al oriente y el proceso de empuje de la masa de Oaxaca al norte lo que produce cabalgaduras y la formación de anticlinales al oriente del país (Santoyo, Ovando- Shelley, Mooser y León, 2005).

Las características distintivas del CVM se componen de tres sectores el oriental, central y occidental los cuales cada uno tiene diversos procesos de volcanismo y composición química. En el occidente está limitado por el rift de Colima donde el arco volcánico sobrepone a la parte norte del bloque de Jalisco, la Sierra Madre Occidental está formada por estratovolcanes y domos de tipo dacítico-riolítico, En el sector central, entre el rift de Colima y el sistema de fallas de Taxco – Querétaro se localiza el vulcanismo de Michoacán- Guanajuato conformado por pequeños volcanes de tipo escudo y con una composición basáltica y andesítica (Ferrari, 2000).

En la parte oriental se encuentra un vulcanismo emplazado en complejos de domos andesíticos-riolíticos así como calderas y estratovolcanes alineados y los volcanes monogénicos de composición basáltica con edad precámbrica de tipo cratónico. (Oaxaquia, Ortega-Gutiérrez et al., 1996).

De acuerdo a un modelo propuesto por Alaniz-Alvarez et al. (1998, 1999) refiere a la existencia de centros poligenéticos en el CVM alineados a lo largo de las estructuras transversales al arco debido una deformación mínima que actualmente existe la probabilidad de que la tectónica de tipo extensional en la parte del CVM occidental está relacionado con la reactivación del bloque Jalisco inducida por los esfuerzos en los límites de placas debido a la diferente geometría de las placas de Rivera y Cocos que subducen bajo esta parte de México (Bandy et al., 1995; Rosas et al., 1996).

Según a las investigaciones previas del CVM se dan a conocer las propuestas de los distintos autores sobre la genética del material magmático Gunn y Mooser (1970) señala que los basaltos de esta provincia geológica no son escasos y que esta presentes en todo el sistema volcánico y son considerados como el magma primario que ha experimentado procesos de

fraccionamiento en la cual la cristalización fraccionada existe en los estratovolcanes de la parte occidental (Demant, 1979).

En la parte occidental de CVM tiene un frente volcánico potásico en el cual los patrones de elementos alcalinos provienen de un manto modificado por el proceso de subducción y que su ocurrencia se debe a la extensión que afecta a la placa superior (Lange y Carmichael, 1991). En la parte noroccidental y en el extremo oriental de CVM existen lavas existen basaltos que coinciden con los basaltos de la isla oceánica (OIB) lo que indica que el manto no está contaminado por el proceso de subducción (Verma y Nelson, 1989).

## **4.1 Ambiente Geológico y Estructural**

La geología de Michoacán está conformada por materiales que tienen un registro geológico que comprende un rango que va del Triásico al Cuaternario que corresponden al Terreno Guerrero principalmente constituida por la formación Villa de Ayala conformada por rocas metavolcánicas de composición andesítica que a su vez sobreyacen por sedimentos de tipo arcillo-calcáreos propios de la Formación Amatepec. Existe una cobertura representada por el edificio del Eje Neovolcánico conformado por una sucesión de tobas andesíticas y riolíticas que pertenecen al Mioceno- Pliocuatnario, presenta un vulcanismo monogenético debido a la existencia de derrames andesítico - basálticos y conos cineríticos. (Bustamante, 2007).

En la región existen dos tipos de deformación; frágil-dúctil y frágil, según (Bustamante, 2007)” la primera se observa en rocas de una secuencia vulcanosedimentaria del Cretácico inferior (Aptiano-Albiano) que presenta un metamorfismo de bajo grado facies esquistos verdes” (p.17).

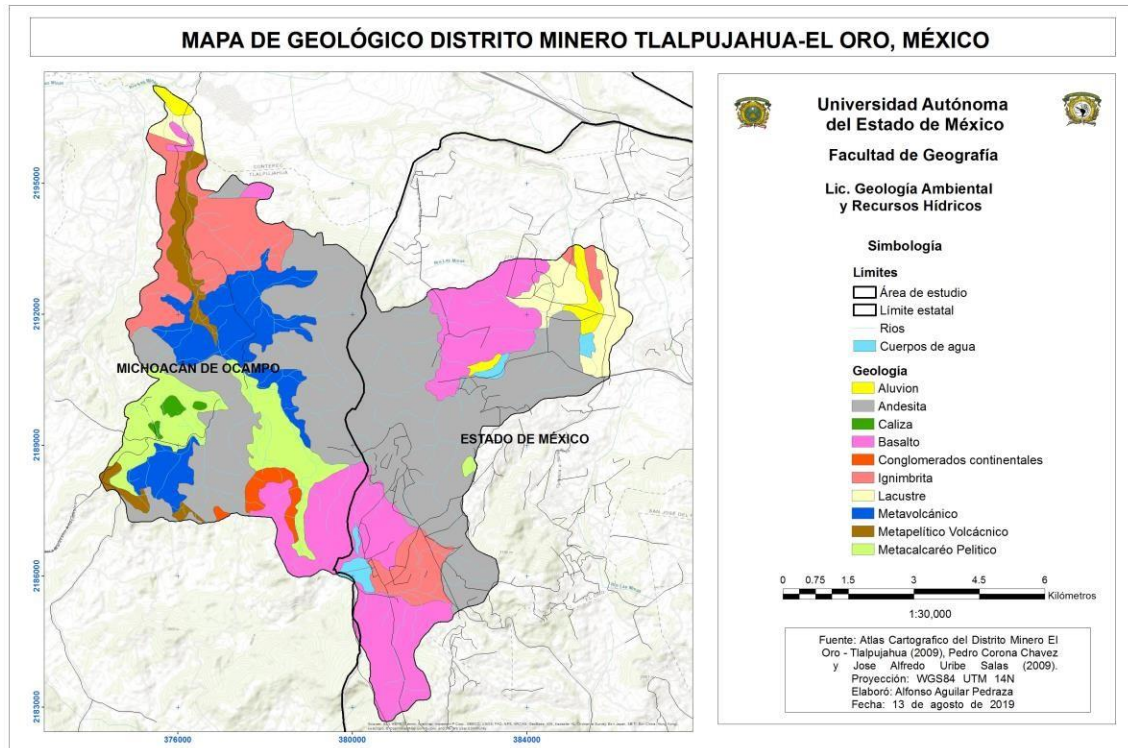


Figura 4. Mapa Geológico del Distrito Minero Tlalpujahua-El Oro. Fuente: Elaboración Propia.

La deformación frágil es evidente por la secuencia volcánica miocénico – cuaternaria ya que aflora en la mayoría de la región, se denotan esfuerzos distensivos como el sistema de extensión que se caracteriza por morfoestructuras y fallas de rumbo E-W (Bustamante, 2007).

La Geología presente en el DMTO son lavas de tipo andesíticas, dacíticas e ignimbríticas con presencia de fenocristales de plagioclasas que yacen sobre la secuencia metamorfizada. Estas rocas son ácidas postminerales de tal forma que cubren las estructuras mineralizadas al oriente del distrito donde se infiere la edad de estos materiales del Pleistoceno (Figura 4). (Pasquare et al; como se citó en Ostrooumov y Bustamante, 2008).

La región del distrito minero está localizada en el Terreno Guerrero (como se cita en Maldonado, 2018) se desarrolló dentro de jurásico tardío y el Cretácico temprano, esta provincia geológica conforma el basamento de la región que está bajo el contexto de la evolución de los arcos de islas intra-oceánicos que actualmente la región se atribuye al subterráneo Teloloapan.

De acuerdo con Maldonado (2018) “Los yacimientos más ricos se descubrieron en la década de 1890 por debajo de las secuencias volcánicas donde los mineros españoles habían detenido sus excavaciones. El hallazgo en el mineral de El Oro de la Veta Negra y en Tlalpujahua la Veta Verde coincide con la introducción al país del proceso de cianuración. Este periodo de intensa actividad finalizó a mediados del siglo XX debido a la escasez de mineral, así mismo por la crisis económica en Norteamérica y Europa influyeron de manera negativa en el flujo de capital” (p. 30).

La formación de yacimientos minerales está conformada por un sistema de vetas ubicadas de manera encajonante en las rocas meta volcánicas y sedimentarias pertenecientes al terreno Guerrero, donde sus características estructurales corresponde en promedio al N30°O y 70°NE-SO y contemplan una longitud de aproximadamente entre 100 y 3600 m, los espesores varían de 0.4 m a 33 m y excepcionalmente de 70 m como la veta San Rafael.

El tipo de mineralización del distrito está conformada por una sucesión de sulfuros polimetálicos como sulfosales auríferas y argentíferas, además de un conjunto de seleniuros de oro, plata y cobre que se encuentran sobre una matriz de cuarzo en las alternaciones mineralizadas que se demuestran en los intrusivos consistentes en la salificación y oxidación en la presencia de óxidos de hierro y magnesio. (Maldonado, 2018).

El yacimiento ha sido clasificado como un depósito hidrotermal de tipo epitermal, es decir se formó a temperaturas de entre 240 y 160° C (como se citó en Maldonado, 2018). Dicha mineralización está relacionada con la actividad magmática ocurrida en la región durante el Eoceno-Mioceno temprano hace aproximadamente (24-28) Ma (como se citó en Maldonado, 2018).

## 4.2 Geomorfología

La geomorfología del DMTO está asociada con los procesos geológicos mismos que debido al vulcanismo y a la actividad tectónica se originan ciertas morfologías que dan lugar al paisaje en el territorio que está constituido por; estratovolcanes, escarpes de fallas, laderas denegatorias, laderas de flujos piroclásticos y lávicos, también conos monogenéticos y laderas de flujos volcánicos, así como superficies cumbreales (Victoria, 2008).

<b>Pendiente (Rango)</b>	<b>Pendiente (Grados)</b>	<b>Relieve (Rango)</b>	<b>Amplitud de relieve(m)</b>	<b>Unidad morfo genética</b>
<b>Plana</b>	<b>0 - 2</b>	<b>Plano</b>	<b>0-20</b>	Planicies y flujos piroclásticos y lávicos
<b>Suave</b>	<b>2 - 4</b>	<b>Ondulado</b>	<b>20 - 50</b>	Superficiales cumbreales de derrames lávicos y depósitos piroclásticos
<b>Moderada</b>	<b>4 - 8</b>	<b>Ondulado a lomerío</b>	<b>30 - 100</b>	Superficies cumbreales de flujos de lava, laderas denudatorias y piedemontes
<b>Moderadamente Fuerte</b>	<b>8 - 16</b>	<b>Lomerío a Colina</b>	<b>70 - 150</b>	Conos monogenéticos y laderas de flujos volcánicos
<b>Fuerte</b>	<b>6- 35</b>	<b>Colina a montaña</b>	<b>Mayor a 150</b>	Estratovolcanes, escarpes de falla, laderas denudatorias, laderas de flujos piroclásticos y lávicos.

*Tabla 12. Principales Geoformas de la Región Tlalpujahuá-El Oro. Fuente: Modificada de Bocco, 1989.*

## **CAPÍTULO 5: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

### **5.1 Inventario**

El territorio del DMTO abarca un área de 400 km<sup>2</sup> en los que tiene lugar diferentes sitios de interés geológico, geomorfológico y cultural. El paisaje del territorio es el resultado de múltiples procesos endógenos y exógenos donde se desarrolló la presencia de grandes yacimientos auroargentíferos que dieron reconocimiento internacional en el siglo XIX con el descubrimiento las betas “Verde” y “Nueva” en su explotación en la mina “Las Dos Estrellas” que forma parte de la gran bonanza de la minería en México. La evolución geológica retomada desde el triásico al actual es decir 215 Ma de un ambiente tectónico-estructural conformado por una estructura de arcos volcánicos del mioceno de las unidades geológicas como el Terreno Guerreo y el Cinturón Volcánico Mexicano, determina los rasgos paisajísticos y estructurales con atributos de interés particular y excepcional.

Las morfoestructuras como los arcos volcánicos presentes en la extensión del territorio, la presencia se calderas volcánicas, estrías de falla, depósitos ignibriticos, calcáreos y volcanosedimentarios, fallas y plegamientos la presencia de minerales de especial rareza como la boulanyerita y aguilarita entre otros hacen del DMTO un territorio con geodiversidad.

El territorio cuenta con Áreas Naturales Protegidas como el Parque Nacional Rayón, La Reserva de la Biosfera Santuario de la Mariposa Monarca y “Parque Estatal Santuario del Agua y Forestal Presas Brockman y Victoria” y la designación de pueblos mágicos en ambas cabeceras municipales.

Existen sitios culturales e históricos que forman parte del patrimonio industrial por la actividad minera de los siglos XVI Y XVIII en el DMTO. Sitos con valor científico e interés en el aspecto geológico, geomorfológico, geotectónico, geoquímico, mineralógico, petrológico, estratigráfico, volcánico, lacustre, fluvial, geocultural, cultural, ecológico, biológico, didáctico y económico.



### 5.1.1 Identificación de geositos potenciales

<b>Sitios de interés Geológico – geomorfológico</b>	<b>Municipio</b>	<b>Interés</b>	<b>Coordenadas</b>	
Museo Tecnológico– Minero del Siglo XIX “Mina Las Dos Estrellas”	Tlalpujahua de Rayón	Mineralógico, Geotectónico, Geoquímico, Geocultural, Ecológico, Estético y Económico	<b>2189137.7 N</b>	<b>378605.8 W</b>
Presa Brockman	El Oro de Hidalgo	Geomorfológico, Hidrogeológico, Volcánico, Petrológico, Geotectónico, Estético Didáctico, Geocultural y Económico	<b>2186154.8 N</b>	<b>380101.8W</b>
Iglesia del Carmen	Tlalpujahua de Rayón	Geomorfológico, Geoquímico, Lacustre, Geocultural, Didáctico, Estético, Cultural y Económico	<b>2191172.9 N</b>	<b>377063.7 W</b>
Localidad Campo del Gallo	Tlalpujahua de Rayón	Geomorfológico, Petrológico, Económico, Ecológico Tectónico, Paisajístico y Didáctico	<b>2189832 N</b>	<b>376050 W</b>
Socavón el Cedro	Tlalpujahua de Rayón	Mineralógico, Petrológico, Geotectónico.	<b>2189701 N</b>	<b>378744 W</b>
Las Américas	Tlalpujahua de Rayón	Geomorfológico, petrológico, volcánico, Estratigráfico, Geotectónico y Económico	<b>219355 N</b>	<b>376371W</b>

Cerró Somera	El Oro de Hidalgo	Geomorfológico, Petroológico, Geotectónico, Geoquímico, Ecológico y Geocultural.	<b>2190088.5 N</b>	<b>380250.3 W</b>
Socavón San Juan	El Oro de Hidalgo	Geomorfológico, Mineralógico, Geotectónico, Geoquímico, Didáctico y Geocultural.	<b>2189522.9 N</b>	<b>381837.1 W</b>
Museo de Minería del Estado de México	El Oro de Hidalgo	Mineralógico, Petroológico, Geocultural, Didáctico y Económico	<b>2189265.2 N</b>	<b>381659.3 w</b>
Mina Luz de Borda	Tlalpujahua de Rayón	Geomorfológico, Mineralógico, Geotectónico, Geoquímico y Geocultural.	<b>2189162 N</b>	<b>377418 W</b>
Socavón en el Cerrito Lacolot	Tlalpujahua de Rayón	Geomorfológico, Mineralógico, Estratigráfico Tectónico, Didáctico, Ecológico y Geocultural	<b>2189720 N</b>	<b>376777W</b>

*Tabla 13. Lista de los sitios identificados con interés Geológico- Geomorfológico y Cultural. Fuente: Elaboración propia.*

## 5.1.2 Evaluación Cualitativa

Comparación de los sitios de interés de mayor relevancia de acuerdo a los criterios su valor intrínseco, potencial de uso y necesidades de protección.

Valor Intrínseco: 0 (nulo) a 4 (muy elevado).

Potencial de Uso: 0 (nulo) a 4 (muy elevado), otros valores (1) si en el valor intrínseco el valor Ecológico o Cultural es superior o igual ha “elevado”.

Necesidades de Protección: 1 (Bajo) a 3 (Alto).

Sitios de interés Geológico-Geomorfológico	Valor Intrínseco					Uso Potencial				Necesidad de Protección			Total
	Científico	Ecológico	Cultural	Estético	VI Total	Accesibilidad	Visibilidad	Otros valores	U Total	Deterioro	Vulnerabilidad	NP Total	
Mina Las Dos Estrellas	4	3	4	4	15	4	4	1	9	1	1	2	26
Presa Brockman	3	3	2	4	12	4	4	1	9	1	1	2	23
Iglesia del Carmen	2	3	4	3	12	4	4	1	9	2	2	4	25
Socavón el Cedro	1	2	1	2	6	1	2	0	3	3	3	6	15
Las Américas	2	2	2	2	9	2	3	0	5	3	3	6	20
Serró Somera	3	4	2	3	12	3	3	1	7	1	1	2	20
Socavón San Juan	4	0	4	4	12	4	4	1	9	1	1	2	23
Museo de Minería del Estado de México	4	3	4	4	15	4	4	1	9	1	1	2	26
Mina Luz de Borda	3	2	2	2	9	3	4	0	8	2	2	4	21
Socavón en el Cerrito Lacolot	3	3	4	3	13	3	4	1	8	3	2	5	26
Campo del Gallo	1	4	4	4	13	4	4	1	9	1	1	2	24

Tabla 14. Esquema de Ranking comparativo de sitios de interés geológico-geomorfológico, para la evaluación cualitativa. Fuente: Elaboración propia

### 5.1.3 Selección de geositios

La selección de los sitios mejores evaluados de acuerdo con su alto valor intrínseco, de uso y buena visibilidad, cualidades paisajísticas, significado cultural y la necesidad de protección a corto plazo como lo presenta la metodología de (Martínez ,2010).

De acuerdo con la evaluación cualitativa donde se comparan los resultados de cada ficha, se seleccionaron un total de siete geositios a evaluar.

Museo Tecnológico– Minero del Siglo XIX “Mina Las Dos Estrellas”
Socavón San Juan
Cerrito Lacolot
Presa Brockman
Museo de Minería del Estado de México
Iglesia del Carmen
Campo del Gallo

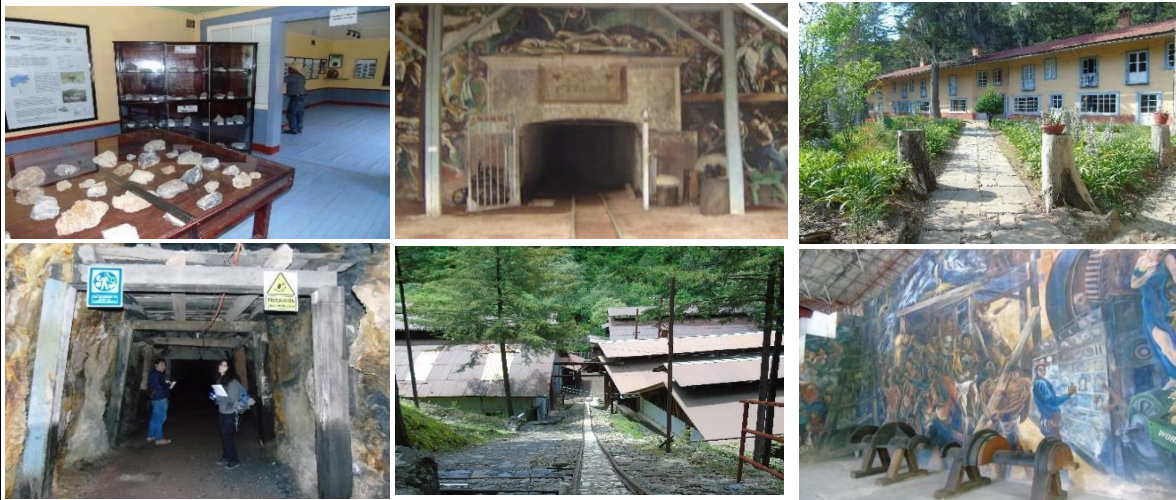
*Tabla 15. Lista de los Geositios Seleccionados. Fuente: Elaboración propia.*

### 5.1.4 Caracterización de los Geositios

Se presentan las fichas técnicas descriptivas que conforman al catálogo de los geositios que han sido seleccionados presentado sus cualidades de interés en la visita en campo donde se realiza la valoración con la ayuda de las fichas de evaluación además de complementarse con información bibliográfica. En la *figura 6* se muestra la ubicación de los Geositios seleccionados.

G1. Museo Tecnológico Minero Siglo XIX			
Estado: Michoacán		Municipio: Tlalpujahua de Rayón	
Coordenadas	2189137.7 N	378605.8 W	Localidad: Dos Estrellas
Población más próxima (Distancia):		2 km	
Dimensión: Área			
Valor Potencial	Intrínseco: Muy elevado	Uso: Muy elevado	Necesidad de protección: Baja

Fotografías:



Descripción cualitativa del lugar:

El museo de la mina Las Dos Estrellas es un sitio de interés geológico – minero e industrial, lugar de la bonanza histórica por el descubrimiento de filones ricos en oro y plata de reconocimiento mundial por el Belga Francisco J. Fournier en 1898 durante sus exploraciones en el cerro de Somera. Los yacimientos minerales de tipo auroargentíferos formados en el oligoceno (29Ma) por un proceso de metalogénesis en la formación de menas en arcos volcánicos insulares de formación por fases del Sistema Volcánico Transversal y del Terreno Guerrero.

La formación de menas en las fracturas existentes en la roca volcánica mediante un proceso de hidrotermalismo durante el oligoceno da lugar a las fases de transporte de fluidos y materiales, proceso que duro 27 Ma. Las existencias de minerales no comunes como la boulangerita, aguilarita, crookesita y fischesserita tienen lugar en este yacimiento (Espinosa, 2016).

El área del sitio tiene una extensión de 4 hectáreas donde se encuentran establecidas las instalaciones del museo (salas de exhibición, talleres, cafetería y el socavón). Se contempla una orografía de carácter volcánico, un bosque de coníferas con pino, oyamel y junípero con un clima templado.

El Socavón Dos Estrellas tiene un rumbo de 70° NE y se extiende a gran profundidad hasta las vetas más importantes del Distrito Minero, La Verde, Nueva, San Rafael, La Colorada y la Amarilla. Estas vetas tienen un rumbo que va de los 10°-30° NW alcanzando una longitud de más de 3km, con una profundidad que superaba los 450 m y de espesores de entre 1 a 40 m. En el área del socavón se logra observar rocas metavolcánicas las pizarras con un lustre negro metálico y vetillas de calcita.

Tabla 16. Ficha descriptiva del Museo Tecnológico Minero del Siglo XIX. Fuente: Elaboración propia

G4. Presa Brockman			
Ubicación Estado: México		Municipio: El Oro de Hidalgo	
Localidad: Brockman			
Coordenadas	2186154.8 N	380101.8W	Altitud: 2700 msnm
Población más próxima (Distancia)		1100 metros	
Dimensión: Área			
Valor Potencial	Intrinseco: Muy elevado	Uso: Muy elevado	Nesecidad de Protección: Baja
Fotografías:			
			
Descripción cualitativa del lugar:			
<p>Esta presa es declarada el 13 de octubre del 2004 por el gobierno del Estado de México “Parque Estatal Santuario del Agua y forestal de las presas Brockman y Victoria, Estado de México” (Gaceta de Gobierno, 2007). Ubicada en la localidad que lleva el mismo nombre en el municipio del Oro, perteneciente a la provincia geológica de la Faja Volcánica Transmexicana y la región hidrológica Lerma- Santiago y Subregión cuenca del Alto Lerma, dentro de la región hidrológica 12.</p> <p>El parque estatal, tiene una superficie de 1,564-60-73.87 hectáreas (un mil quinientas sesenta y cuatro hectáreas, sesenta áreas, setententa y tres y un/87centiáreas), es un polígono irregular que inicia en la parte norte de la presa Victoria, coincidiendo con el límite entre los estados de México y Michoacán.</p> <p>La superficie comprende a las Presas Brockman y Victoria, con una superficie aproximada de 30 has, manantiales y escurrimientos, zonas forestales, de pastizal, terrenos agrícolas y asentamientos con vivienda campestre y comunidades rurales (Santa Cruz El Tejocote, Cerro Llorón, La Loma de la Cima y Presas Brockman).</p> <p>En este lugar se aprecia un relieve volcánico donde los procesos erosivos son distintivos de los elementos geológicos de interés del sitio, la presa Brockman se asienta sobre una caldera volcánica de composición riolítica procedente de un antiguo edificio volcánico colapsado, durante el Mioceno, se especula mediante estudios científicos que es el centro de erupción de las tobas piroconsolidadas de la Formación Las Américas existiendo controversia con la caldera Amealco (Fríes y col, 1965,p23). La formación de calderas se origina de violentas explosiones como lo es la pliniana.</p> <p>Con un área de 27.4 has el almacenamiento de la presa Brockman es de 3 ,041 ,809.681 m<sup>3</sup>, capas de abastecer junto con la presa Victoria a 10,000 habitantes, la construcción de la presa tiene inicio en 1901 debido a la escasez de agua de ese tiempo. El uso de la presa en la actualidad es para uso recreativo como la renta de cabañas y la práctica de la fotografía del paisaje, el ciclismo, paseo en lancha, venta de artesanías y alimentos. Alrededor de la presa existe bosque variado de encino, oyamel y encino, característico de un clima subhúmedo.</p>			

Tabla 17. Ficha descriptiva de la Presa Brockman. Fuente: Elaboración propia.

G7. Iglesia del Carmen			
Ubicación /Estado: Michoacán		Municipio: Tlalpujahua	
Localidad: El Carmen			
Coordenadas	2191172.9 N	377063.7 W	Altitud: 2600 msnm
Población más próxima (Distancia)		800 metros	
Dimensión: Sitio			
Valor Potencial	Intrínseco: Muy elevado	Uso: Muy elevado	Necesidad de Protección: Media
Fotografías:			
Descripción cualitativa del lugar:			
<p>La Iglesia del Carmen se encuentra en la localidad de Nuestra Señora del Carmen, se trata de los restos de una capilla de estilo neoclásico del siglo XVIII que fue afectada el 27 de mayo de 1937 por el desbordamiento de la presa de jales “Lamas” de la mina Las Dos Estrellas que cubrió parte de la capilla, el panteón y casas, dejando sin vida a 300 personas aproximadamente. El desbordamiento de la presa generó un alud de 6 millones de toneladas y 30 metros de altura un evento catastrófico que dejó devastada a la comunidad.</p>			
<p>Los restos de la capilla del Carmen se localizan en una penillanura a 2600 msnm, lugar correspondiente a la provincia geológica del cinturón volcánico mexicano en la formación Villa de Ayala que la constituye una secuencia vulcanosedimentaria, sedimentos vulcano-detrítico y horizontes calcáreos lo rodea una vegetación de variedades de pinos.</p>			
<p>La capa de jales tiene una altura de 2.30 metros si observan los depósitos de grano fino como limos, arcillas y guijarros de diferentes tamaños de los materiales que se depositaron en la antigua presa, presencia de minerales como Pb, Cd, Zn, As, Cu, Fe propios de los jales.</p>			
<p>El lugar tiene un significado cultural y se vive un ambiente familiar, se demuestra los procesos mineros que dejó el pasado siendo una muestra de los impactos que ocasiona la minería y como la geología ambiental se puede aplicar. Demostrar con ejemplos y esquemas el acontecimiento de 1937 los daños que causó y aspectos básicos de la minería y los riesgos como parte de la educación o divulgación.</p>			

Tabla 18. Ficha descriptiva de la Iglesia del Carmen. Fuente: Elaboración propia.

G2. Socavón San Juan				
Ubicación: Estado de México		Municipio: El Oro de Hidalgo		Localidad: El Oro de Hidalgo
Coordenadas	2189522.9 N	311837.1 W	Altitud: 2656 msnm	Altitud: 2656 msnm
Población más próxima (Distancia): 1.1 km				
Dimensión: Sitio				
Valor Potencial	Intrínseco: Muy elevado	Uso: Muy elevado	Necesidad de Protección: Bajo	

#### Fotografías:



#### Descripción cualitativa del lugar:

Ubicado dentro de la cabecera Municipal del Oro de Hidalgo, el Socavón San Juan es un atractivo Turístico desde el 2015 al pasar a cargo de la administración del ayuntamiento municipal con anterioridad parte de la empresa Candente Gold Corp. La bocamina tiene un área de exposición que cubre una longitud de acceso al público de aproximadamente 300 metros, el tipo de roca observable constituye a pizarras de grano muy fino de color negro metálico con vetillas de calcita y cuarzo lechoso de aproximadamente 2.5m. Existen fichas técnicas informativas sobre los elementos antiguos de la minería de actividades mineras, la exposición de herramientas (crisoles, carro minero o góndola entre otros objetos). El sitio cuenta con guías, zonas de equipamiento es de fácil acceso y se recomienda acceder a pie si se va acompañado de más de 20 personas. En este socavón se extrajo Oro, Plata, Zinc en el siglo pasado.

La presencia de grandes vetas que albergan gran parte de la mena de la región del Oro de Hidalgo como la veta de San Rafael constituidas por masas de forma lenticular alargada consideradas potenciales, con un rumbo de variante de entre 10° y 40° SW, con un echado que va de los 60° a los 80° al NE o SW. Es la veta es encontrada a una profundidad de 633 metros en el nivel número catorce donde se encuentra en contacto con roca de tipo andesita.

Los filones o vetas afloraban anteriormente la superficie antes de las erupciones de las rocas efusivas, que cubrieron a estas vetas, su descubrimiento de la veta San Rafael y las Dos Estrellas fue mediante obras de exploración en interiores al llevar un cruceiro al W, en el antiguo tiro de la Providencia que por muchos años fueron ignoradas.

Tabla 19. Ficha descriptiva del Socavón San Juan. Fuente: Elaboración propia.



<b>G5. Museo de Minería del Estado de México</b>			
<b>Ubicación/ Estado:</b> México		<b>Municipio:</b> El Oro de Hidalgo	
		<b>Localidad:</b> Tiro Norte	
<b>Coordenadas</b>	<b>2189265.2 N</b>	<b>381659.3 w</b>	<b>Altitud:</b> 2771 msnm
Población más próxima (Distancia) 200 metros			
<b>Dimensión: Sitio</b>			
<b>Valor Potencial</b>	Intrínseco: <b>Muy alto</b>	Uso: <b>Muy alto</b>	Necesidad de Protección: <b>Baja</b>
<b>Fotografías:</b>			
			
<b>Descripción cualitativa del lugar:</b>			
<p>Museo ubicado a 1 kilómetro al sureste de la cabecera municipal del Oro, Méx, en una mina del siglo XX de pertenencia inglesa entre 1915 a 1926 llamada “La Providencia” de una profundidad aproximada de 300 m, posterior a la fecha pertenece a la cooperativa minera Dos Estrellas. El museo ofrece la exposición de fotografías, documentos, planos, maquinaria, de la actividad minera y bonanza de la época. Las salas de exposición albergan no solo un patrimonio histórico y cultural sino un patrimonio geológico mueble ya que posee muestras de roca y minerales propias del distrito minero Tlalpujahua-El Oro existen más de 250 muestras entre ellas ejemplares de otros municipios del Estado de México. Los rasgos mineros son visibles pues se conservan estructuras en la parte de la bocamina propias de la época.</p> <p>En la mina La Providencia se benefició con la mena de Oro y Plata pues en el Distrito minero del Oro los yacimientos minerales son de vetas hidrotermales de tipo de relleno de fisuras, que se emplazan en las secuencia volcanosedimentaria del Terreno Guerrero, cuya columna geológica comprende del cretácico inferior con litología de metaandesita, metavolcanosedimentaria, metacaliza-metalutita y roca ígnea intrusiva, una de las principales vetas en la región del Oro en la veta San Rafael con un rumbo de NW 30° con echado de 75° al SW, con una longitud de 2km y espesor promedio de 25 m , en la actualidad se encuentra extraída en su totalidad, todavía consiste cuarzo cristalino y calcita en menor proporción esta la presencia de la siderita, dolomita y rodocrosita (Díaz, 2014).</p> <p>Otras vetas pertenecientes a la región del Oro son la Descubridora, Chihuahua y Victoria, el área mineralizada de Tapaxco que consta de obras mineras del tiro la Mesa y el Socavón Presa del Salto con mineralizaciones de tipo argentíferas.</p>			

*Tabla 20. Ficha descriptiva del Museo de Minería del Estado de México. Fuente: Elaboración propia.*



G6. Campo del Gallo			
Ubicación Estado: Michoacán		Municipio: Tlalpujahua	
Localidad: Campo del Gallo			
Coordenadas	2189392 N	376050 W	Altitud: 2734 msnm
Población más próxima (Distancia): 1000 metros			
Dimensión: área			
Valor Potencial	Intrínseco: Muy alto	Uso: Muy alto	Necesidad de Protección: Baja

Fotografías:



Descripción cualitativa del lugar:

Campo del Gallo es un sitio ubicado al poniente de la cabecera municipal, donde el acceso se realiza por terracería que conduce al sitio, en él se contempla el paisaje y los rasgos geomorfológicos del DMTO lugar que está conformado en su mayoría por calizas que se sobreponen como una gruesa capa de esta roca de color gris o negro azulado y que es discordante a pizarras arcillosas con una edad del cretácico inferior y presenta características semejantes a otros distritos como Guanajuato, Zacatecas y Zacualpan. La actitud estructural de las capas de caliza oscila entre 28° a 55°NW y con echado al SW de entre 20° 45° y pizarra arcillosa presentan un rumbo variable entre 38° y 45° NW, con inclinación de 25° a 30° al SW estas rocas han sido originadas por depósitos de lodos en fondos submarinos.

La mayoría de las calizas del sitio son los suficientemente puras presentando hasta un 90% de carbonato de calcio. Con anterioridad en el siglo XX este lugar fungía como un banco de extracción para la elaboración de Cal en las inmediaciones de la mina Las Dos estrellas.

Campo del Gallo fue decretado en 1952 como Parque Nacional Rayón por el presidente Miguel Alemán Valdez, en reconocimiento a la heroica labor que prestó al movimiento insurgente (Villeda, 2012).

La fauna se compone de variedades de pino y oyamel. Se realizan actividades recreativas y familiares además de poseer un símbolo cultural e histórico para la entidad.

En la parte del mirador se puede observar la comunidad de Tlalpujahua, el relieve (cerro somera, cerro de lacolot) y un conjunto montañoso que muestra el patrimonio geomorfológico “Los rasgos de los arcos interoceánicos” como el vulcanismo, escarpes de falla, laderas denudatorias, laderas de flujos piroclásticos y lávicos.

Tabla 22. Ficha descriptiva del Campo del Gallo. Fuente: Elaboración propia.

## 5.2 Cuantificación

### 5.2.1 Evaluación numérica

#### Valor Intrínseco

		G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
A1. Abundancia Regional	5	*		*		*	*	*
	4		*		*			
	3							
	2							
	1							
A2 Grado de conocimiento científico	5	*		*				
	4		*					
	3					*		*
	2				*		*	
	1							
A3 Lugar tipo	5	*	*	*	*	*		
	3						*	*
	1							
A4 Extensión Superficial	5							
	4							
	3							
	2	*	*	*	*	*	*	*
	1							
A5 Diversidad de elementos geológicos	5	*			*	*		
	4						*	*
	3							
	2		*	*				
	1							
A6 Unidad Didáctica	5	*	*	*	*	*		
	4							
	3						*	*
	2							
	1							
A7 Asociación con elementos culturales	5	*		*		*	*	
	4							
	3				*			
	2		*					
	1							*
A8 Asociación con elementos naturales	5	*					*	
	3		*	*		*		*
	1				*			
A9 Estado de Conservación	5				*	*		
	4	*	*					
	3			*			*	*
	2							
	1							
A10 Vulnerabilidad a los procesos naturales	5					*		
	3		*				*	*
	1	*		*	*			
A11 Estético	5	*	*	*	*	*	*	*
	3							
	1							

Tabla 23. Valores asignados en los criterios de valor intrínseco. Fuente: Elaboración propia.

Geositio		Valor A
G5	Museo de Minería del Estado de México	48
G1	Mina Dos Estrellas	47
G7	Iglesia del Carmen	41
G3	Cerrito Lacolot	40
G4	Presa Brockman	39
G2	Socavón San Juan	38
G6	Campo del Gallo	35

Tabla 24. Sumatoria de los valores asignados de valor intrínseco por geositio. Fuente: Elaboración propia.

Para el valor intrínseco se realizó la ponderación asignándole un valor de acuerdo a lo visto en campo y correlacionándolo con los criterios establecidos descritos en la metodología (Tabla 6) para este caso se manejan once criterios los cuales fueron sumados para cada geosítio, en este caso el G1 de acuerdo con su valoración en cada criterio obtuvo un valor total de 47 puntos, y consecuentemente se realiza lo mismo por para el resto de los geosítios.

En la (Tabla 24) representa la sumatoria de todos los geosítios y son representados en una escala de mayor a menor, respetando el proceso de la metodología para este caso del valor intrínseco de los geosítios el valor más alto corresponde para el geosítio cinco (G5) “Museo de Minería del Estado de México” y el valor más bajo para el geosítio seis (G6) “Campo del Gallo” lo que significa que el G5 de manera general presenta mayores atributos de índole cultural, educacional y de relevancia geológica, de cierta manera mayor nivel de representatividad, cabe mencionar que todos los geosítios evaluados tienen un cierto valor, lo que se realiza en éste proceso de cuantificación es poder compararlos para posteriormente identificar sus valores totales y poder servir como herramienta en los planes de gestión en el desarrollo de una estrategia de geoconservación en este resultado el G5 tiene mayor valor intrínseco que el G6.

### Potencial de Uso

		G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
B1 Posibilidad de realizar Actividades	5	*	*	*	*	*		
	3							
	1						*	*
B2 Condiciones de observación	5							
	4	*			*	*		*
	3		*	*			*	
	2							
B3 Posibilidad de recolección de objetos	5							
	4							
	3						*	*
	2							
B4 Accesibilidad	1	*	*	*	*	*		
	5	*	*			*		*
	4			*	*		*	
	3							
	2							

Geosítio		Valor B
G1	Mina Las Dos Estrellas	45
G2	Socavón San Juan	44
G5	Museo de Minería del Estado de México	44
G4	Presas Brockman	43
G7	Iglesia del Carmen	43
G6	Campo del Gallo	40

Tabla 26. Sumatoria de los valores asignados de potencial de uso por geosítio. Fuente: Elaboración propia.

B4B Accesibilidad estacional	4							
	3							
	2							
	1							
B5 Grado de dificultad	5	*	*	*	*	*		
	4						*	*
	3							
	2							
B6 Proximidad a centro poblado	1							
	2							
	3							
	4		*					
B7 Número de habitantes de la comuna	5	*		*	*	*	*	*
	4							
	3	*	*	*	*	*	*	*
	2							
B8 Condiciones socioeconómicas	1							
	5							
	3	*	*	*	*	*	*	*
	4	*	*	*	*	*		
B9 Uso Actual	3							
	2						*	*
	1							
	5	*	*	*	*	*	*	*
B10 Peligro volcánico	4							
	3							
	2							
	1							

Tabla 25. Valores asignados en los criterios del Potencial de Uso. Fuente: Elaboración propia.

El potencial de uso de los geositos está conformado por 10 criterios descritos en la metodología (Tabla 7) se asignaron los valores de acuerdo a la correlación con lo visto en el trabajo en campo y la descripción de los valores de estos criterios, en cada criterio existen valores que van del 1 al 5 y otros de 1, 3 y 5, esto no altera los resultados ya que es de acuerdo al tipo de criterio.

En la Tabla 26 se refleja la sumatoria de los valores de los geositos en una escala de mayor a menor donde indica que el geosito uno (G1) “Mina Las Dos Estrellas” obtiene el valor más alto mientras que el geosito seis G6 “Campo del Gallo” el valor más bajo, esto quiere decir o se refiere a las condiciones favorables para hacer uso del geosito donde se aprovechen los sus atributos de la mejor manera para fines educativos culturales y científicos lo que tiene lógica debido a los atributos del G1 donde recibe más turistas al año que el G6.

## Necesidades de Protección

		G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
C1. Amenazas actuales o potenciales	5	*	*	*	*	*	*	*
	3							
	1							
C2. Situación legal actual	5	*			*			
	3			*		*	*	
	1		*					*
C3. Interés por la extracción minera	5		*	*		*	*	
	4							
	3	*			*			*
	2							
	1							
C4. Régimen de propiedad	5		*	*		*		
	4				*		*	*
	3							
	2	*						
	1							
C5. Fragilidad	5		*					
	4	*			*		*	*
	3					*		
	2			*				
	1							

Tabla 27. Valores asignados en los criterios de las Necesidades de Protección. Fuente: Elaboración propia.

	Geositio	Valor C
G4	Presa Brockman	21
G2	Socavón San Juan	21
G5	Museo de Minería del Estado de México	21
G3	Cerrito Lacolot	21
G7	Iglesia del Carmen	20
G1	Mina Las Dos Estrellas	19
G6	Campo del Gallo	17

Tabla 28. Sumatoria de los valores asignados de las necesidades de protección por geositio. Fuente: Elaboración propia.

La cuantificación de las necesidades de protección se realizó mediante la asignación de valores a los 5 criterios que van del 1 al 5 y 1, 3 y 5, (*Tabla 8*) en la ponderación asignada a cada geositio resulto en la sumatoria (*Tabla 28*), el geositio cuatro G4 “Presa Brockman” con el valor más alto mientras que el geositio seis “Campo del Gallo” con el valor más bajo, lo que quiere decir que los valores más bajos son los que requieren más protección ante las presiones ambientales, legales y son más vulnerables en comparación a los que tienen un valor más alto.

## 5.2.2 Ranking

Geositios	Valor A	Valor B
G1. Mina Las Dos Estrellas	47	45
G7. Iglesia del Carmen	41	43
G4. Presa Brokcmán	39	43
G5. Museo de Minería Estado de México	48	44
G2. Socavón San Juan	38	44
G3. Cerrito Lacolot	40	38
G6. Campo del Gallo	35	40

*Tabla 29. Ranking de los Geositios Evaluados. Fuente: Elaboración propia.*

En la tabla se muestra el Ranking de los geositios mejor evaluados colocados en el inicio de la tabla de mayor a menor, donde destacan 3 geositios (subrayados) de importancia internacional/nacional (G1, G7, G4), en seguida los geositios de importancia regional (G5, G2, G3, G6).



## 5.3 Impacto Ambiental y Conservación

### Impacto Ambiental

En la visita de los Geositios seleccionados durante el proceso de evaluación se logran identificar los impactos ambientales en general de los procesos de extracción mineral en el DMTO durante los siglos XVI, XVIII y XIX, y de los procesos actuales.

De acuerdo a las características geológicas del territorio en la presencia de yacimientos minerales auroargentíferos de origen hidrotermal en la presencia de diversos minerales bajo a los procesos atmosféricos, tectónicos y antropogénicos como laboríos mineros y sus residuos que desencadenan una anomalía geoquímica en el DMTO, la exposición a los agentes de meteorización durante cientos de años genera procesos de formación de nuevos minerales por reacciones químicas lo cual representa un impacto medioambiental para el ecosistema del territorio.

De acuerdo a estudios anteriores (Maldonado, R. 2018) la mineralogía de los jales consiste en una serie de sulfuros, sulfoseleniuros, sulfosales, óxidos y oxihidróxidos, en los cuales ocurren elementos químicos como Fe, Cu, Pb, As, Au, Ag y Ti (Figura 5).

En este capítulo se mencionan los impactos ambientales por geositio.

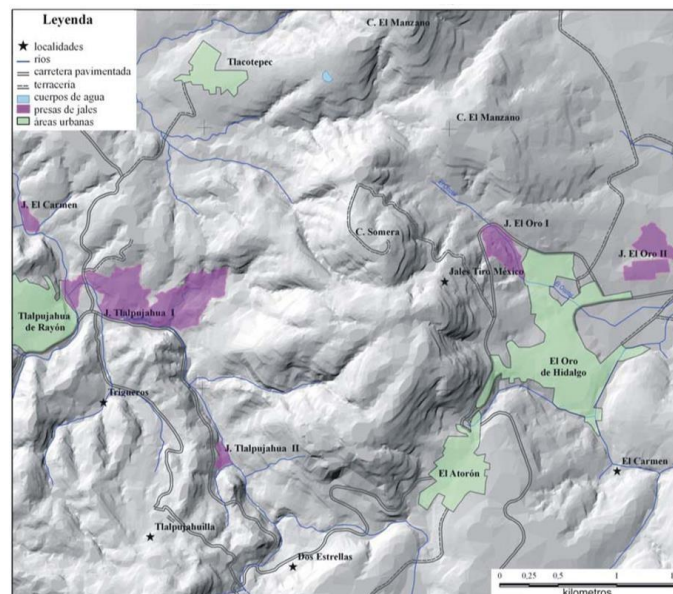


Figura 5. Localización de los principales depósitos de Jales del DMTO. Fuente: Maldonado, R. (2018)

## **Conservación**

La conservación de los sitios de interés radica en la protección y acciones que favorezcan el estado físico, biológico y cultural, mediante métodos de recuperación en sitios con mayor deterioro y la gestión en la protección de los que presentan mayor vulnerabilidad utilizando como herramienta la legislación ambiental (Ley General del Equilibrio y la Protección al Ambiente) especificando la aplicación de los artículos en la toma de decisiones de los municipios de Tlalpujahua y El Oro.

Los sitios con mayor deterioro de acuerdo a la evaluación de necesidades de protección son el G3. Cerrito Lacolot y G7 Iglesia del Carmen. Ambas presentan un impacto considerable en comparación al resto de los sitios seleccionados, cabe mencionar que no existen presiones ambientales como extracción minera en ninguno de los sitios de interés. Realizar actividades de divulgación geológica y minera permitirá reforzar la conciencia por parte de los locales y visitantes en la valoración del patrimonio, actividades como charlas, talleres, caminatas y la interpretación del patrimonio en prácticas de campo, el desarrollo local en venta de artesanías locales y exposiciones de elementos geológicos y biológicos que forma parte del patrimonio mueble y actividades en pro de la conservación de los sitios que dependerá del nivel de gestión y el uso.

### **5.3.1 Identificación de los impactos ambientales en los geositios seleccionados y su conservación.**

#### **5.3.2 Mina Las Dos Estrellas**

En ésta mina antigua tiene lugar el Museo Tecnológico Minero del siglo XIX en el municipio de Tlalpujahua, Michoacán donde se realizó la extracción de minerales en especial de Oro y Plata, durante este proceso se implementaron vías férreas y maquinaria para los laboríos mineros y la creación de los talleres industriales para la elaboración de piezas de maquinaria, siendo el lugar donde inició el desarrollo la metalurgia del país. Los impactos ambientales suscitados en esa época como la creación de tiros y el socavón, el desarrollo de más de 20 niveles de galerías en el cerro Somera para la minería y la creación de presas para los residuos

mineros. Procesos que infirieron en la remoción de bosque y suelos que representa la pérdida de la biodiversidad y la contaminación de los cuerpos de agua y lixiviados.

Tras el cierre de las instalaciones de la mina en 1898 la extracción cesó, dejando maquinaria e infraestructura en el abandono afectando al paisaje.

En 1999 se rescata la instalación y se inaugurando el primer Museo Industrial del País por el muralista y artesano plástico michoacano Gustavo Bernal Navarro que con el apoyo personas interesadas restauró las instalaciones creando un ambiente, ecológico científico y cultural.

En la actualidad el sitio no presenta afectaciones por la minería debido a que el uso es turístico, por lo que el impacto ambiental está directamente relacionado con la actividad turística, el uso de las instalaciones y los elementos que presentan interacción con esta presión es en el Socavón.

### Impactos en el Socavón

El socavón mina dos estrellas es un terreno fracturado de acuerdo con la litología se compone en su totalidad por pizarra que presenta foliaciones de diversos espesores, vetillas de cuarzo y calcita, existe presencia de carbonatación y oxidación,



Imagen 1. Socavón de la Mina Las Dos Estrellas

Existe un alto grado de meteorización química por factores de humedad y oxidación, caída de material de roca como el polvo fino de color negro metálico. Las condiciones de las estructuras de soporte se encuentran en su mayoría en buen estado, sin embargo existen elementos que requieren de mantenimiento como los que postes presentan humedad y sarro. El desagüe de la mina mediante “Acequias” arrastra óxido entre otros minerales que conducen al río aledaño de la mina.

El estado físico de la bocamina “Socavón Las Dos Estrellas” presenta condiciones aptas para el uso del turismo, no obstante factores como la humedad y la corrosión representan una amenaza, la pérdida de material por la meteorización que hace que la pizarra presente se pulverice representando un riesgo para el turista, ya que este factor desencadena otros factores como la inhalación de este polvo y la inestabilidad estructural de la bocamina a largo plazo.

El uso del agua representa otro impacto ambiental además del agua que drena de la bocamina que arrastra entre sus principales sustancia óxidos, el uso turístico impacta en el consumo de este recurso ya que al día visitan el muso un promedio de 250 personas lo que representa un gasto de agua por uso de sanitarios de hasta 30,000 litros mensualmente aproximadamente.

### **Conservación**

La conservación del socavón requiere de la implementación de medidas de protección para disminuir la pérdida de material e incrementar su estabilidad las cuáles consisten en el monitoreo de los soportes para verificar la presencia de rupturas, agrietamientos y desgaste. Se recomienda reemplazar algunos soportes que se encuentren en malas condiciones (postes y sombreros). Establecer medidas de seguridad dentro del socavón y la verificación del cumplimiento de señalamientos, equipamientos e indicaciones de seguridad.

Promover la cosecha se agua y la reutilización de la misma para ahorrar su gasto y contemplar un equilibrio en el desarrollo de las actividades turísticas y culturales. Esta propuesta podría llevarse acabo dentro de las instalaciones en el área de sanitarios.

Otra propuesta es el uso de la divulgación geológica mediante la instalación de fichas técnicas informativas sobre los elementos de interés geológico dentro del socavón que brinde información científica a los visitantes de una manera atractiva e interesante que permita generar conciencia ambiental sobre los procesos de la Tierra.

### 5.3.3 Socavón San Juan

La utilización del socavón San Juan es para fines turísticos, la empresa minera Gold Corp. transfiere al municipio esta propiedad en 2015 situado a las orillas de la cabecera municipal ésta dentro del área urbana donde el impacto considerable para este lugar es el tránsito de turistas al recibir 2 mil personas cada fin de semana, con una longitud de acceso de aproximadamente 300 metros.

En este sitio no se presentan impactos actuales además de ser solo de uso turístico.



*Imagen 2. Socavón San Juan*

El área del socavón no se encuentra dentro de un área natural protegida además de no contar con especies de flora y fauna de tal modo que es un sitio interés minero representativo de la cultura e historio del municipio. Los trabajos de minería en siglos pasados dejo un sistema de galerías y tiros donde la extracción de minerales de importancia como es el Oro y la Plata. Después de un siglo el impacto es irreversible tras el abandono se han recuperado algunas instalaciones, este es un ejemplo donde ahora es una fuente de atracción y divulgación científica e histórica. Las instalaciones se encuentran en óptimas condiciones donde existen fichas informativas de la historia minera del sitio y se cuenta con señalamientos de uso y seguridad, así como guías de recorrido.

### 5.3.4 Cerrito Lacolot

El cerro de Lacolot forma parte de la historia y cultura del municipio de Tlalpujahuá como este sitio aunque no existe actividad de extracción mineral o de construcción es atractivo por el paisaje y la recreación, es candidato para el uso turístico ya que actualmente es de uso recreacional por la localidad. El área del socavón se encuentra cubierta por residuos sólidos

y material vegetal se aprecian los restos de lo que era el convento de monjas consiste en una base conformada por fragmentos de roca, la arquitectura no puede observarse ya que solo se presenta los cimientos, se pueden notar los impactos existentes generados por los agentes meteorológicos y la falta de una cultura ambiental para preservar el lugar.



*Imagen 3. Cerro de Lacolot*

### **Conservación**

Se propone que el sitio cuente con un plan de manejo ambiental mediante un trabajo multidisciplinario que rescate los intereses ambientales, culturales, arquitectónicos y geológicos, para desarrollarse como geositio donde es necesaria la participación de las comunidades para la realización de campañas ambientales como recolección de residuos sólidos y reforestación que apoyen en la investigación y reconstrucción del antiguo convento donde se da a conocer como existía antes y su interés histórico mediante imágenes descriptivas de los procesos geológicos mencionando la importancia mineral del sitio que generé empleo a la comunidad en las actividades de guía, comercio de artesanías, talleres, cuidadores y encargados del uso del sitio entre otros.

### **5.3.5 Presa Brokeman**

Esta presa forma parte del Parque Estatal Santuario del Agua y forestal de las presas Brockman y Victoria, Estado de México.

De los impactos ambientales en los que se ve afectada la presa tiene que ver en los efectos aledaños la presa consisten en la tala inmoderada de los bosques del Cerro Llorón y Cerro

Cedral, considerados como los principales abastecedores de agua a la presa que origina la erosión y el uso de suelo para la producción agrícola.

La contaminación de la presa a través de las corrientes subterráneas que la rodean, la existencia de fosas sépticas que están unidas a los sistemas de filtración directamente al suelo por más 30 de años. Un turismo de entre 5, 000 y 10,000 personas al año, afectando por el mal uso y conciencia de las autoridades para conservarla.

Otro de los problemas que se suscitan en la presa es la eutrofización o enriquecimiento en nutrientes de las aguas producida por el crecimiento excesivo de plantas acuáticas, las cuales al morir se depositan en el fondo de los ríos, embalses o lagos, la eutrofización es ocasionada por los residuos domésticos las cuales contienen nitrógeno y fósforo procedente, principalmente, de las defecaciones humanas y de los productos de limpieza.



*Imagen 4. Presa Brockman*

## **Conservación**

Para la protección de la presa es necesario reforestar las zonas de recarga de mayor prioridad y contar con un plan de manejo ambiental local dónde se rolen las tareas de recolección de residuos sólidos además de contar con un sistema de drenaje alterno para las localidades que vierten aguas negras. Implementar señalamientos para el cuidado de la presa y con fichas informativas del contexto geológico y su evolución, el valor biológico y la promoción cultural.

### 5.3.6 Museo de Minería Estado de México

Este museo tiene un área aproximada de 500 m<sup>2</sup> ocupa las instalaciones de lo que fue la mina antigua “La Providencia” que tuvo funcionamiento hasta el siglo XX mediante un socavón de aproximadamente 300 metros de longitud dónde tuvieron lugar los procesos mineros del siglo XIX los cuales presionaron el ecosistema de este lugar por durante 200 años por la extracción de Oro y Plata. En 1975 se Inaugura el Museo de Minería donde se restauran los espacios arquitectónicos, el área del socavón para su exposición y conservan estructuras antiguas las cuales actualmente se exponen como herramientas, fotografías y muestras minerales donde se explica la historia minera, siendo el patrimonio mueble del municipio del Oro. Las presiones ambientales del lugar están relacionadas con las actividades turísticas, en específico la generación de residuos sólidos y líquidos, descargas de agua de hasta 15 mil litros mensuales y la pérdida de elementos forestales por factores erosivos.



*Imagen 5. Museo de Minería del Estado de México*

#### **Conservación**

Se propone la integración de actividades de geoeducación y educación ambiental dentro de las instalaciones mediante charlas, talleres y conferencias, promover el cuidado y protección de las instalaciones en especial de las áreas verdes y la reforestación. La implementación de un jardín botánico, la elaboración de un recolector de PET, la implementación de un sistema de cosecha de agua de lluvia para su uso en las instalaciones y disminuir el consumo del Agua.



### 5.3.7 Campo del Gallo

El sitio está ubicado dentro del Parque Nacional Rayón, este sitio de importancia histórica y cultural es utilizado como un parque de recreación para el municipio de Tlalpujaha es un sitio de interés geológico, biológico y paisajístico, pues contiene un bosque de coníferas y es lugar de especies endémicas como la matraca serrana, zorzal mexicano y el mulato azul entre otros. Posee una geología compuesta de calizas donde destacan afloramientos estrechas vetas de calcita. En el siglo XIX se extraía roca a cielo abierto para la elaboración de Cal, ocasionando gran impacto en la estructura del cerro.

Los impactos considerables en este sitio es la pérdida de elementos forestales, la generación de residuos sólidos y líquidos por actividades turísticas donde en la actualidad no se extrae material por el estatuto legal que lo resguarda.



*Imagen 6. Cantera antigua y vista panorámica del Campo del Gallo*

### Conservación

Vale la pena promover el valor paisajístico que tiene el sitio, ya que en lugar se aprecian rasgos geomorfológicos del DMTO mediante fichas o mamparas donde se exponga la evolución geológica del paisaje que mencione el nombre de las montañas, edad geológica y mencionar el patrimonio geológico sobre la formación de los yacimientos minerales que dan valor a la región y promover el cuidado y uso del parque mediante actividades como campañas de limpieza, reforestación y fomentar el ornitoturismo y geoturismo.

### 5.3.8 Iglesia del Carmen

El sitio es un antecedente histórico de lo ocurrido en 1937 se trata del desbordamiento de la presa de jales “Lamas” cubriendo aproximadamente 2.5 metros la superficie del área, La sobrexposición de los jales en la superficie representa un impacto ecológico con duración de muchos años ocasionando que el contenido de los jales se altere física y químicamente al biotopo desde la infiltración durante los procesos meteorológicos existiendo contaminación del suelo por metales pesados, estos jales en minerales del grupo del sílice (principalmente cuarzo) y en ocasiones tridimita-cristobalita en menor proporción se encuentran: feldespatos que son minerales del grupo de las arcillas, calcita, fragmentos líticos de rocas volcánicas y metamórficas, minerales máficos y minerales metálicos opacos (Maldonado, R. 2018)



*Imagen 7. Iglesia del Carmen, restos de jales mineros.*

### Conservación

EL aprovechamiento de la Iglesia del Carmen tiene fines turísticos y recreativos donde no existe extracción de algún tipo de material, si bien el sitio tiene un significado religioso y cultural donde la comunidad se identifica y se realizan eventos de costumbre.

En el sitio se requiere de fichas informativas sobre el suceso de 1937 explicando los efectos de la minería y factor por el cual surgió el incidente, así como el contenido mineral de los jales e incluir imágenes de la iglesia del Carmen y de la comunidad antes y después del suceso mencionando de igual forma la repercusión de los jales a la salud y descripción geomorfológica de la zona donde se grafique el curso de los jales y rehabilitar las instalaciones como el puente de ingreso al sitio ya que se encuentra en malas condiciones siendo el ingreso principal.

## Necesidades de Protección

Geositos	Deterioro	Vulnerabilidad	Protección	Urgente protección
G3. Cerrito Lacolot	3	3	SP	MU
G7. Iglesia del Carmen	2	3	I	U
G6. Campo del Gallo	2	2	S	MP
G4. Presa Brokman	1	2	I	MP
G1. Mina Las Dos Estrellas	1	2	S	MP
G5. Museo de Minería Estado de México	1	1	S	MP
G2. Socavón San Juan	1	1	S	MP

Tabla 30. Necesidades de Protección: Elaboración Propia.

Deterioro: Bajo (1) Medio (2) Alto (3)

Vulnerabilidad: Bajo (1) Medio (2) Alto (3)

Protección: Insuficiente (I) Suficiente (S) Sin Protección (SP)

Urgente Protección: Largo Plazo (LP) Mediano Plazo (MP) Urgente (U) Muy Urgente (MU).

En la Figura 6 se muestra la cartografía geológica y la ubicación de los geositos, para la planeación de rutas geoturísticas y toma de decisiones futuras para le gestión del geopatrimonio.

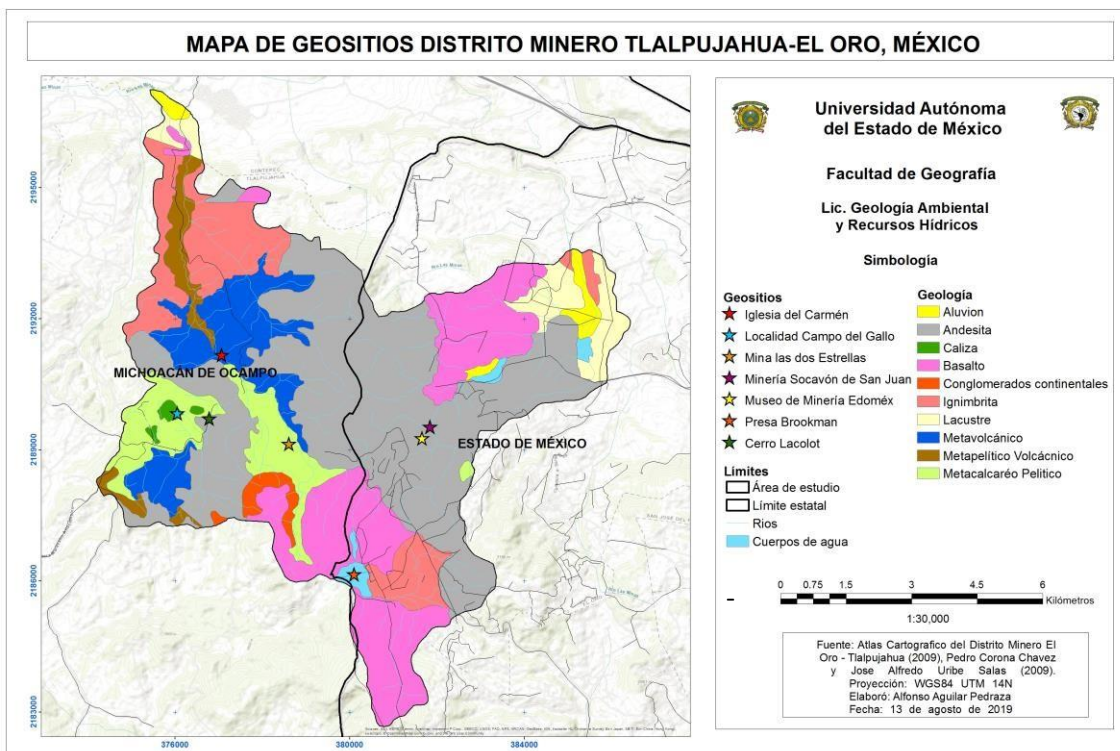


Figura 6. Mapa de ubicación de los Geositos del Distrito Minero Tlalpujahua – El Oro, México. Fuente: Elaboración propia.

## 5.4 Clasificación

### 5.4.1 Estatuto legal del DMTO

El territorio del Distrito Minero Tlalpujahua – El Oro, cuenta con áreas de protección ambiental que si bien no refiere al patrimonio geológico y geodiversidad consisten en la protección de los factores bióticos y abióticos basado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Dentro del territorio existen dos áreas protegidas, a nivel federal; el “Parque Nacional Rayón” decretado en 1952 por el presidente Miguel Alemán Valdez, lugar del sitio de interés Campo del Gallo, con una extensión de 25 ha, debido al a extracción de cal y forestal se le otorga dicho estatuto, de acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) el parque alberga 98 especies de aves y un bosque de coníferas hogar de especies endémicas.

El Parque Nacional Rayón ubicado en el municipio de Tlalpujahua, Michoacán reconocido con una superficie de 25 hectáreas, de acuerdo con los aspectos legales del decreto en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 29 de agosto de 1952, modificado el 18 de septiembre de 1954 reduciendo de 34.38 a 25.21 hectáreas. En el cálculo de la exención hubo un error al considerar terrenos que no forman parte del Cerro de Gallo, ubicados dentro del municipio, las medidas acetales son establecidas por el Servicio Oficial de la Dirección General de Conservación de Boques y Reforestación de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (Vargas, F., 1997).

El Artículo 2 del DOF es reformado el día el 16 de julio del 1952 siendo declarados “Parque Nacional” terrenos conocidos con el nombre del “Cerro del Gallo” para quedar con los siguientes términos: La superficie que comprenderá el Parque Nacional Rayón será de 25 hectáreas, 25 áreas y 21 centiáreas. El Artículo Tercero menciona que la Secretaría de Hacienda y Crédito Público procederá conforme la ley, a la indemnización correspondiente de la exploración, en caso de ser necesario, de los terrenos de que se trata y quedan comprendidos dentro de los límites a que se refiere el artículo segundo del presente decreto (Ibid: 1, 004).

El DMTO cuenta con dos Áreas Naturales Protegidas (ANP'S) una a nivel federal y la otra a nivel estado el "Parque Nacional Rayón" y el "Parque Estatal Santuario del Agua y Forestal de las presas Brockman y Victoria, Estado de México", ambas hacen mención en la protección de la flora y fauna de estos territorios pero también hacen mención en la preservación de los elementos abióticos como los cuerpos de agua, el suelo que conforman al ecosistema que es de utilidad para los planes de ordenamiento del territorio y para la protección legal de los geositios que se encuentran dentro de estas ANP'S como es el geositio "Campo del Gallo" y la "Presa Brockman".

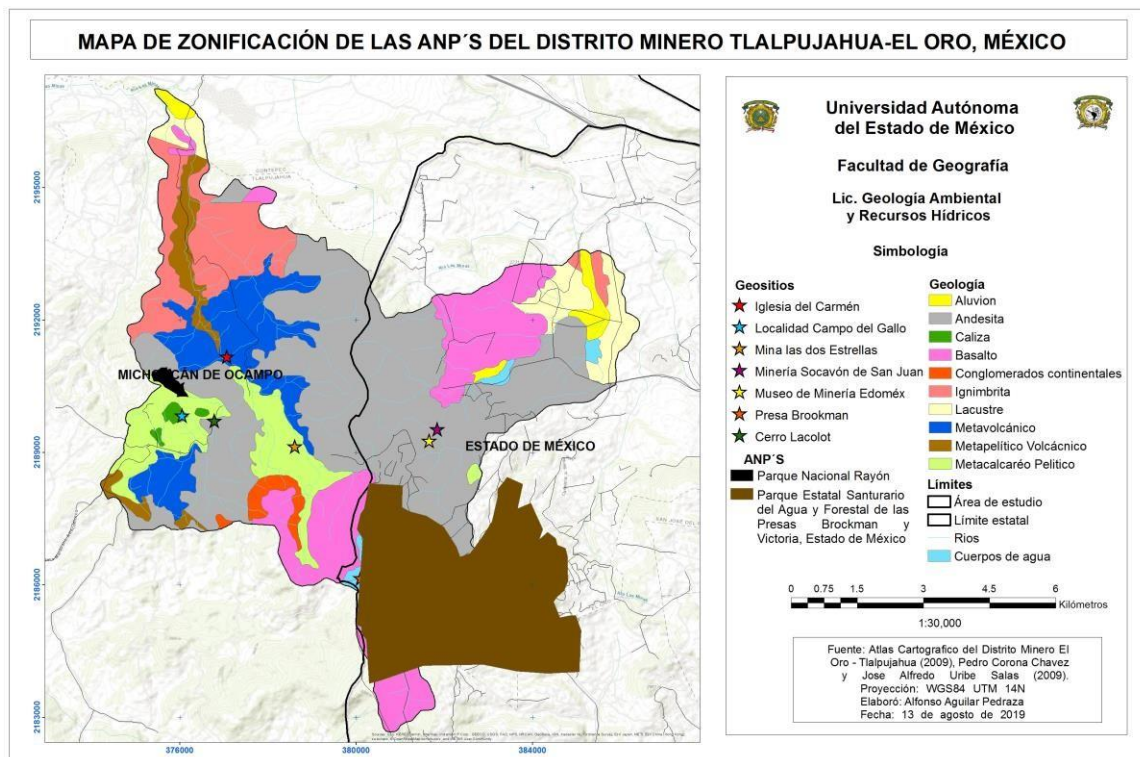


Figura 7. Mapa de Zonificación de las Áreas Naturales Protegidas del Distrito Minero Tlalpujahua – El Oro, México. Fuente: Elaboración propia.

### Decreto del Parque Nacional Rayón.

La Secretaria de Agricultura y Ganadería mediante el Diario Oficial de la Federación otorga el decreto que declara Parque Nacional Rayón, los terrenos conocidos con el nombre de cerro de El Gallo ubicados en el Municipio de Tlalpujahua, Estado de Michoacán.

*Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos – Presidencia de la República.*

*MIGUEL ALEMAN, Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, a sus habitantes, sabed;*

*Que en uso de las facultades que me confiere la fracción I del artículo 89 de la constitución, y con fundamento por los artículos 1º y 9º de la Ley Forestal; 131, 132 y relativos del reglamento de dicha ley, del siguiente decreto;*

*Artículo Primero. -Por causa de utilidad pública, se declaran Parque Nacional los terrenos comprendidos en el cerro de El Gallo, ubicados en el Municipio de Tlalpujahua, Mich., con el nombre de Rayón.*

*ARTICULO SEGUNDO. - La superficie que comprenderá el Parque Nacional Rayón, será de 34.3428 hectáreas de acuerdo con el plano formulado por el Servicio Oficial de la Dirección General de Conservación de Bosques y Reforestación.*

Dentro del territorio del Distrito Minero Tlalpujahua – El Oro, se encuentra el Parque Estatal Santuario del Agua y forestal de las presas Brockman y Victoria, Estado de México” ubicadas en los municipios del Oro y San José, es decretado el 13 de octubre del 2004 por el gobierno del Estado de México área que abarca 1,564 hectáreas 60 áreas 73.87 centiáreas mediante la elaboración de un programa de conservación y manejo que cumple el artículo 2.117 del Código para la Biodiversidad del Estado de México donde se establecen los elementos para la preservación del equilibrio ecológico, el esparcimiento y la recreación. Considerada como un área ambiental estratégica para la recarga del acuífero la cual representa una zona de complejidad topográfica y geomorfológica de condiciones climáticas y edafológicas al poseer una diversa vegetación.

El código administrativo del Gobierno del Estado de México establece que “las disposiciones relativas a la conservación ecológica y protección al ambiente tienen como finalidad garantizar el derecho de las personas a vivir en un ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar, realizar un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y fomentar la

participación corresponsable de la sociedad en la preservación y restauración del equilibrio ecológico.

En el Artículo 3 de la declaratoria menciona que es un área natural protegida que comprende zonas de vocación forestal con cobertura vegetal y las que estando en diferentes estados de degradación ambiental y sujetas a uso distinto de su naturaleza, sea necesario recuperar para mantener su importante función ambiental, como la captación y almacenamiento de agua pluvial ; propiciar la recarga de mantos freáticos; protección de manantiales: protección de la biodiversidad local, especialmente de numerosas especies de flora y fauna en peligro o riesgo de extinción y de asegurar la sustentabilidad ambiental y social de más de 105, 287 habitantes de los Municipios de El Oro y San José del Rincón y una población indirecta mayor (Gaceta de Gobierno del Estado de México, 2004).

El DTMO al contar con estas declaraciones se sustenta de alguna formar la protección de los geositos propuestos como lo es Campo del gallo, el Cerro de Lacolot, la Presa Brockman y la iglesia del Carmen, que sería conveniente reformación la ley para la inclusión de los conceptos de; (Patrimonio Geológico, Geositos, Geomorfositos y Geoparque) que establezca un estatuto de protección y conservación más profundo.

### **Museo del Siglo Tecnológico Minero del Siglo XIX**

La Asociación Rescate Ecológico, Cultural y Minero A.C. RECMAC, tiene como fecha de creación del día 26 de septiembre del año 2000, se trata de una Asociación sin fines de lucro, con el objetivo de rescate, conservación y protección de las instalaciones de la antigua Mina Las Dos Estrellas, ubicada en El Oro y Tlalpujahuá, sede principal del Museo Tecnológico Minero del Siglo XIX.

El Ayuntamiento del período 1998-2001 de Tlalpujahuá Michoacán otorga en COMODATO dichas instalaciones a RECMAC, bajo los términos legales que dictan al comodato de esta clase; hasta la fecha, el Museo ha tenido cerca de 70,000 visitantes, cumpliendo con el propósito de dar a conocer la riqueza histórica y cultural de la región.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los geositios y geomorfositos deben poseer cualidades y características singulares de los rasgos geológicos evolutivos que alberga un territorio, sustentan el geopatrimonio al reflejar el valor intangible de riqueza y diversidad de los elementos naturales que a su vez nos habla de una historia al ser parte de la memoria de la tierra, guarda un sentido de identidad para población que habita en él.

Es de considerar al DMTO como un geopatrimonio por los atributos de existencia que son originados a partir de procesos geotectónicos y estructurales como la formación de yacimientos auroargentíferos de importancia internacional para la minería del siglo XIX, el desarrollo y la obtención de vetas ricas en oro y plata como lo fue la veta “Verde” y “Nueva” son resultado de un proceso eruptivo e hidrotermal, mediante el transporte de soluciones acuosas que son depositadas por la precipitación y concentración química, proceso que duró alrededor de 27 millones de años.

Las Geomorfología presente del territorio como los arcos interoceánicos que define al relieve, las calderas y volcanes monogenéticos, coladas lávicas, depósitos ignibriticos, sistemas de falla y cabalgaduras, diversidad de elementos geológicos como la litología que son visibles en tiros y socavones además de algunos afloramientos como las calizas, ignimbritas, andesitas, pizarras y minerales singulares del grupo de los sulfuros como la Aguilarita y la boulanyerita son representativos del territorio que además presenta atributos de interés biológico, histórico-cultural y paisajístico. La identificación de sitios representativos con características particulares de la geología, geomorfología y de las labores mineras (tiros y socavones) que al ser parte de un impacto ambiental del territorio ahora son una oportunidad para su conocimiento en las prácticas de la geoeducación y el geoturismo.

Los sitios de interés geológico y geomorfológico del DMTO resultan ser relevantes para el territorio de acuerdo con la metodología establecida que demostró el potencial de cada uno de ellos, esta se logró ajustar al territorio y permitió el desarrollo de la valoración de los sitios de interés, la información obtenida se adquirió sin presentarse complicaciones tanto en el desarrollo de campo como en el análisis ya que permitió arrojar un resultado congruente y relativo con las características físicas y culturales para cada sitio, el estudio permitió



conocer los resultados que el la afirmación del a existencia de geopatrimonio en el territorio al presentar 4 sitios de interés de importancia regional que un valor alto y el reconocimiento de 3 sitios de interés de importancia nacional e internacional, resultados convincentes por la relación existente estos sitios ya que con los que presentan mayor turismo así como trabajos de investigación y actividad cultural. La metodología resulta ser favorable y no existieron complicaciones durante el proceso.

De acuerdo al estudio y aptitudes del Territorio del DMTO es potencial para el desarrollo de estrategias que permitan la sostenibilidad en el territorio como lo es la Geoconservación que no solo busca la protección y preservación del valor geológico sino más bien la integración de las comunidades con el patrimonio geológico buscando un beneficio de carácter ambiental, cultural y económico, sitios como la Museo Antiguo del Siglo XIX “Mina Las Dos Estrellas”, el Socavón San Juan y el Museo de Minería del Estado de México, llevan a cabo de manera indirecta una parte de la geoconservación tan solo falta la divulgación y conservación geológica ya que existe cultura e historia que es el atractivo turístico, por lo que se requiere optar por impulsar la conservación y la interpretación del patrimonio geológico y geomorfológico en relación con las actividades que se llevan a cabo en el territorio.

El DMTO al tener sitios de interés Nacional e internacional, contar con un patrimonio industrial de tipo arquitectónico e histórico que representa un atractivo turístico y la designación de pueblos mágicos en ambas cabeceras de los municipios también alberga el Parque Nacional Rayón y un Parque Estatal como lo es el Santuario del Agua y forestal de las presas Brockman y Victoria, Estado de México que sin duda antecede una historia geológica como la formación de una caldera volcánica en la que se sobrepone la presa Brockman, también los atractivos turísticos como la gastronomía y el paisaje son tomadas en cuenta para el desarrollo de un Geoparque. Este catálogo de geositorios permitirá ser la base para la toma de decisiones futuras.

El catálogo de los geositorios permite reconocer los atributos y cualidades de relevancia, los valores intrínsecos, de uso, las necesidades de protección y los impactos ambientales, visto como una base para su gestión y conservación de los sitios a tomar en cuenta en los planes de ordenamiento del territorio.

Para la obtención de un Geoparque en el DMTO se requiere de la conformación de un equipo multidisciplinario que logre satisfacer las exigencias de gestión en el área de la investigación científica de los aspectos (geográficos, geológicos, antropológicos, arqueológicos, históricos y biológicos), en el área de conformación de proyectos (contador, administrador, mercadólogo, diseñador entre otros.) en la parte de la geoeducación ( pedagogos con dominio en ciencias de la tierra), la colaboración y participación de intelectuales y artistas para el desarrollo de actividades en el territorio, y la parte más importante el trabajo en colaboración con la comunidades locales, empresarios, emprendedores, alcaldías e interesados en el tema de Geoparques.

El DMTO es un área que además de no concretarse como un Geoparque se llevan actividades relacionadas a fines, el contenido que ofrece es diverso y enriquecedor, la presencia de museos, centros culturales, monumentos, gastronomía, artesanías, actividades anuales de interés nacional, paisaje e historia, y un pasado geológico que llevo al territorio a ser lo que es, un territorio diverso y singular.

Anqué de verse como un territorio con todas la posibilidades para desarrollarse como Geoparque existen complejidades que obstaculizan y representan limitantes para llevarse a cabo esta propuesta, como lo es el conflicto de intereses por parte de ambos municipios que buscan el beneficio individualmente, la falta de familiarización con el tema de geoturismo, geoparque y geoconservación de la población y la falta de iniciativas son algunas de las adversidades que enmarcan al territorio para desarrollarse como Geoparque.

Se recomienda la realización de iniciativas como campañas de difusión y sensibilización de la geoconservación y el geoturismo que explique la manera en cómo beneficia y sobre todo el impacto que tendría para cada municipio a través charlas, talleres y conferencias sobre lo que representa el patrimonio geológico y geomorfológico del DMTO que genere interés a la población en llevar acabo la incitativa de Geoparque, también el desarrollo de investigaciones y propuestas para cada sitio de interés para que se puedan desarrollar como geositos, la integración de un equipo multidisciplinar que trabaje en conjunto a los municipios y se propongan idas y proyectos.

## REFERENCIAS

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

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

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

Brilha, J. (2005). *Património geológico e geoconservação. A conservação de natureza na sua vertente geológica*. Lisboa: Palimago. 183 Pp.

Bustamante, J. (2007). *Inventario Físico de los Recursos Minerales del Municipio Tlalpujahua, Estado de Michoacán*. Servicio Geológico Mexicano. Michoacán, México. 64-79.

Carcavilla, L. y García, A. (2014). *Geoparques, significado y funcionamiento*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España. Ministerio de Economía y Competitividad. 7 Pp.

Carcavilla, L., Díaz, E., Erikstad, L. y García, A. (2013). Valoración del patrimonio geológico en Europa. *Boletim paranaense de geociencias*, 70, 28-40.

Corona, P., Uribe, J, A (2009). *Atlas Cartográfico Del Distrito Minero El Oro-Tlalpujahua*. Michoacán, México.

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

Espinosa, L. M. (2016). Geoparque en el Distrito Minero Tlalpujahua- El Oro. *SciELO*, 2 (2), 06-27. Palacio, J. L., Sánchez, J. L., y Enrique, M. (Eds.). (2016). *Patrimonio geológico y su conservación en América Latina: Situación y perspectivas nacionales*. doi: <http://dx.doi.org/10.14350/gsexxi.li.18>

Carcavilla, L., Delvene, G., Díaz, E., García, A., Lozano, A., Rábano I., Sánchez A., Vegas, J. (2014). Geodiversidad y patrimonio geológico. Instituto Geológico y Minero de España. 21 p. Madrid. NIPO: 474-11-012-3. Edición Parques Nacionales

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

Fríes, Carl; Ross, C.S.: y Obregón -Pérez, Alberto, 1965 (1977), *Mezcla de vidrios en los derrames cineríticos Las Américas de la región de El Oro - Tlalpujahua, estados de México y Michoacán, parte centromeridional de México*: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Boletín 70, 85p.

Gaceta de Gobierno del Estado de México. (2004). *Arturo Montiel Roja, Gobernador Constitucional del Estado de México, en el ejercicio de las facultades que me confiere el Artículo 77 Fracciones II, XXVIII, XXXVIII y XLII de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México; y con fundamento en los Artículos 2 y 7 de la Ley Orgánica de La Administración Pública del Estado de México; 1.4 y 4.29 del Código Administrativo del Estado de México* 25, 26p.

Gaceta del Gobierno Michoacán (2007). Periódico Oficial del Gobierno del Estado Libre y Soberano de México, p. 1.

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

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

Maldonado, R. (2018). *Caracterización mineralógica de fases minerales metálicas en muestras de jales del distrito minero El Oro-Tlalpujahuá* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Nieto, L. M., Pérez F., Guillén, F. y Díaz, E. (2006). Estado Actual de la Legislación para la Geoconservación en España. *Trabajos de Geología* (1)(26), 187-201.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (2018), *Una ventana abierta a la Historia de la Tierra GEOPARQUES*. Recuperado de <http://geoparques.eu/wp-content/uploads/2018/01/Revista-GEOPARQUES-web.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2017). *Los Geoparques Mundiales de la UNESCO – Celebrando el Patrimonio de la Tierra, sosteniendo las comunidades locales*. Recuperado de: [unesdoc.unesco.org/images/0024/002436/243650S.pdf](http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002436/243650S.pdf)

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

Palacio, J. (2013). Geositios, geomorfositos y geoparques: importancia, situación actual y perspectivas en México. *Boletín del Instituto de Geografía*, (1) (82), 24-37.

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

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

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

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

Tarbuck, E. J., Lutgens F. k. y Tasa, D. (2005). *Ciencias de la Tierra; Una introducción a la geología física*. Madrid, España: Pearson Educación S. A.

Tricart, J. (1965). *Principes et méthodes de la geomorphologie*. Masson, Paris.

Vargas, F. y col. (1997). *Aspectos físicos, sociales, legales, administrativos, recreativos, biológicos, culturales, situación actual y propuestas en torno a los parques nacionales de México*. Instituto Nacional de Ecología 39, 44p.

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

Villeda, O. (2012). El Campo del Gallo, centro de operaciones del movimiento insurgente en el año de 1812. Michoacán. *Cambio de Michoacán*. Recuperado de: <http://www.cambiodemichoacan.com.mx/nota-186426>

# **ANEXOS**

**Nombre** Museo Tecnológico Minero Siglo XIX Mina Las Dos Estrellas

**Ubicación**

Estado: Michoacán Municipio :Tlalpujahua de Rayón Localidad: Dos Estrellas  
 Coordenadas 2189137.7 N 378605.8 W Altitud: 2700 msnm  
 Población más próxima (Distancia) 1400 metros

Dimensión: Sitio  Área  Panorámico

**A.- Valor intrínseco** Museo Tecnológico Minero Siglo XIX

*Científico:* Nulo  Bajo  Medio  Elevado  Muy elevado   
*Interés Geológico* Geomorfológico  Paleontológico  Geoquímico  Kárstico  Geo – cultural   
 Mineralógico  Petrológico  Volcánico  Eólico  Económico   
 Hidrogeológico  Geotécnico  Fluvial  Litoral  Meteórico   
 Estratigráfico  Tectónico  Lacustre  Glaciar

**Otro:**  Histórico, Tecnológico y Minero

*Ecológico* Nulo  Bajo  Medio  Elevado  Muy elevado   
*Cultural* Nulo  Bajo  Medio  Elevado  Muy elevado   
*Estética* Nulo  Bajo  Medio  Elevado  Muy elevado   
*Didáctico* Nulo  Bajo  Medio  Elevado  Muy elevado   
*Económico* Nulo  Bajo  Medio  Elevado  Muy elevado   
*Influencia de nivel* Local  Regional  Nacional  Internacional

**B.- Potencial de uso**

*Accesibilidad* Muy difícil  Difícil  Moderada  Fácil  Muy fácil   
 Tipo: Pavimento (P), Tierra(T) Estado: **Pavimento y tierra, en buenas condiciones para el acceso. (B) Bueno**  
 Bueno (B), Regular (R), Malo (M)  
 Distancia del lugar propuesto a punto más próximo de acceso en (metros): **200 metros**  
 Bus:  Si  No  Automóvil:  Si  No  Todo terreno:  Si  No   
*Visibilidad* Muy poca  Poca  Moderada  Buena  Muy buena   
 Otros valores (naturales y/o culturales) y uso actual Sin valor y sin uso  Sin valor y con uso   
 Con valor y sin uso  Con valor y con uso   
 Obstáculos para el aprovechamiento del lugar:  Si  No

Descripción:  Muy alto  Alto  Moderado  Bajo  Nulo  81

**C.- Necesidades de protección**

*Deterioro* Poco  Moderado  Avanzado   
*Vulnerabilidad* Baja  Media  Alta   
*Protección* Suficiente  Insuficiente  Muy suficiente   
**Tipo de protección:**  Física y preventiva   
*Urgencia de protección:* Muy urgente  Urgente  Mediano plazo  Largo plazo   
*Situación Administrativa* Propiedad del Estado  Propiedad Municipal  Propiedad privada  Área protegida  Otro  **Sociedad Anónima**



<b>Nombre</b>	<b>Museo de Minería del Estado de México</b>
---------------	--

**Ubicación**

Estado: <b>México</b>	Municipio: <b>El Oro de Hidalgo</b>	Localidad: <b>Tiro Norte</b>	
Coordenadas	<b>2189265.2 N</b>	<b>381659.3 w</b>	Altitud: <b>2771</b>
Población más próxima (Distancia)		<b>200 metros</b>	

Dimensión: Sitio  Área  Panorámico

**A.- Valor intrínseco**

*Científico:* Nulo  Bajo  Medio  Elevado  Muy elevado   
*Interés Geológico* Geomorfológico  Paleontológico  Geoquímico  Kárstico  Geo – cultural   
Mineralógico  Petrológico  Volcánico  Eólico  Económico   
Hidrogeológico  Geotécnico  Fluvial  Litoral  Meteórico   
Estratigráfico  Tectónico  Lacustre  Glaciar

Otro:

*Ecológico* Nulo  Bajo  Medio  Elevado  Muy elevado   
*Cultural* Nulo  Bajo  Medio  Elevado  Muy elevado   
*Estética* Nulo  Bajo  Medio  Elevado  Muy elevado   
*Didáctico* Nulo  Bajo  Medio  Elevado  Muy elevado   
*Económico* Nulo  Bajo  Medio  Elevado  Muy elevado   
*Influencia de nivel* Local  Regional  Nacional  Internacional

**B.- Potencial de uso**

*Accesibilidad* Muy difícil  Difícil  Moderada  Fácil  Muy fácil

Tipo: Pavimento (P), Tierra(T) Estado:   
Bueno (B), Regular (R), Malo (M)

Distancia del lugar propuesto a punto más próximo de acceso en (metros):

Bus:  Automóvil:  Todo terreno:

*Visibilidad* Muy poca  Poca  Moderada  Buena  Muy buena

Otros valores (naturales y/o culturales) y uso actual Sin valor y sin uso  Sin valor y con uso

Detalle:  Con valor y sin uso  Con valor y con uso

Obstáculos para el aprovechamiento del lugar: Si  No

Descripción:

*Peligro volcánico* Muy alto  Alto  Moderado  Bajo  Nulo  82

**C.- Necesidades de protección**

*Deterioro* Poco  Moderado  Avanzado

*Vulnerabilidad* Baja  Media  Alta

*Protección* Suficiente  Insuficiente  Muy suficiente

Tipo de protección:

Urgencia de protección: Muy urgente  Urgente  Mediano plazo  Largo plazo

*Situación Administrativa* Propiedad del Estado  Propiedad Municipal  Propiedad privada  Área protegida  Otro

**Nombre** Presa Brockman

**Ubicación**

Estado: México Municipio: El Oro de Hidalgo Localidad: Brockman  
Coordenadas 2186154.8 N 380101.8W Altitud: 2900 msnm  
Población más próxima (Distancia) 1100 metros

Dimensión: Sitio  Área  Panorámico

**A.- Valor intrínseco**

Científico: Nulo  Bajo  Medio  Elevado  Muy elevado   
Interés Geológico: Geomorfológico  Paleontológico  Geoquímico  Kárstico  Geo - cultural   
Mineralógico  Petrológico  Volcánico  Eólico  Económico   
Hidrogeológico  Geotécnico  Fluvial  Litoral  Meteórico   
Estratigráfico  Tectónico  Lacustre  Glaciar

Otro: Ingenieril, Hidrológico y Geográfico

Ecológico: Nulo  Bajo  Medio  Elevado  Muy elevado   
Cultural: Nulo  Bajo  Medio  Elevado  Muy elevado   
Estética: Nulo  Bajo  Medio  Elevado  Muy elevado   
Didáctico: Nulo  Bajo  Medio  Elevado  Muy elevado   
Económico: Nulo  Bajo  Medio  Elevado  Muy elevado   
Influencia de nivel: Local  Regional  Nacional  Internacional

**B.- Potencial de uso**

Accesibilidad: Muy difícil  Difícil  Moderada  Fácil  Muy fácil

Tipo: Pavimento (P), Tierra(T) Estado: Pavimento y tierra, Regular  
Bueno (B), Regular (R), Malo (M)

Distancia del lugar propuesto a punto más próximo de acceso en (metros):

Bus: Si Automóvil: Si Todo terreno: Si

Visibilidad: Muy poca  Poca  Moderada  Buena  Muy buena

Otros valores (naturales y/o culturales) y uso actual: Sin valor y sin uso  Sin valor y con uso

Detalle: Con valor y sin uso  Con valor y con uso

Obstáculos para el aprovechamiento del lugar: Si  No

Descripción:

Peligro volcánico: Muy alto  Alto  Moderado  Bajo  Nulo  83

**C.- Necesidades de protección**

Deterioro: Poco  Moderado  Avanzado

Vulnerabilidad: Baja  Media  Alta

Protección: Suficiente  Insuficiente  Muy suficiente

Tipo de protección: Forestal

Urgencia de protección: Muy urgente  Urgente  Mediano plazo  Largo plazo

Situación Administrativa: Propiedad del Estado  Propiedad Municipal  Propiedad privada  Área protegida  Otro

<b>Nombre</b>	<b>Iglesia del Carmen</b>
---------------	---------------------------

**Ubicación**

Estado: <b>Michoacán</b>	Municipio: <b>Tlalpujahua</b>	Localidad:	
Coordenadas	2191172.9 N	377063.7 W	Altitud: 2600 msnm
Población más próxima (Distancia)		Tlalpujahua 800 metros	

Dimensión: Sitio  Área  Panorámico

**A.- Valor intrínseco**

*Científico:* Nulo  Bajo  Medio  Elevado  Muy elevado

*Interés Geológico*

Geomorfológico <input checked="" type="checkbox"/>	Paleontológico <input type="checkbox"/>	Geoquímico <input checked="" type="checkbox"/>	Kárstico <input type="checkbox"/>	Geo – cultural <input checked="" type="checkbox"/>
Mineralógico <input type="checkbox"/>	Petrológico <input type="checkbox"/>	Volcánico <input type="checkbox"/>	Eólico <input type="checkbox"/>	Económico <input checked="" type="checkbox"/>
Hidrogeológico <input type="checkbox"/>	Geotécnico <input type="checkbox"/>	Fluvial <input type="checkbox"/>	Litoral <input type="checkbox"/>	Meteórico <input type="checkbox"/>
Estratigráfico <input type="checkbox"/>	Tectónico <input type="checkbox"/>	Lacustre <input checked="" type="checkbox"/>	Glaciar <input type="checkbox"/>	

**Otro:**

	<b>Histórico - Minero</b>
--	---------------------------

<i>Ecológico</i>	Nulo <input type="checkbox"/>	Bajo <input type="checkbox"/>	Medio <input type="checkbox"/>	Elevado <input type="checkbox"/>	Muy elevado <input checked="" type="checkbox"/>
<i>Cultural</i>	Nulo <input type="checkbox"/>	Bajo <input type="checkbox"/>	Medio <input type="checkbox"/>	Elevado <input type="checkbox"/>	Muy elevado <input checked="" type="checkbox"/>
<i>Estética</i>	Nulo <input type="checkbox"/>	Bajo <input type="checkbox"/>	Medio <input type="checkbox"/>	Elevado <input checked="" type="checkbox"/>	Muy elevado <input type="checkbox"/>
<i>Didáctico</i>	Nulo <input type="checkbox"/>	Bajo <input type="checkbox"/>	Medio <input type="checkbox"/>	Elevado <input checked="" type="checkbox"/>	Muy elevado <input type="checkbox"/>
<i>Económico</i>	Nulo <input type="checkbox"/>	Bajo <input type="checkbox"/>	Medio <input type="checkbox"/>	Elevado <input checked="" type="checkbox"/>	Muy elevado <input type="checkbox"/>
<i>Influencia de nivel</i>	Local <input type="checkbox"/>	Regional <input checked="" type="checkbox"/>	Nacional <input type="checkbox"/>	Internacional <input type="checkbox"/>	

**B.- Potencial de uso**

*Accesibilidad* Muy difícil  Difícil  Moderada  Fácil  Muy fácil

Tipo: Pavimento (P), Tierra(T) Estado: **Pavimento (Bueno)**

Bueno (B), Regular (R), Malo (M)

Distancia del lugar propuesto a punto más próximo de acceso en (metros): 30 metros

Bus:  Si  Automóvil:  Si  Todo terreno :  Si

*Visibilidad* Muy poca  Poca  Moderada  Buena  Muy buena

Otros valores (naturales y/o culturales) y uso actual Sin valor y sin uso  Sin valor y con uso

Detalle: Áreas verdes y <b>enseñanza</b> didáctica	Con valor y sin uso <input checked="" type="checkbox"/>	Con valor y con uso <input type="checkbox"/>
--	---	--

Obstáculos para el aprovechamiento del lugar: Si  No

Descripción:

*Peligro volcánico* Muy alto  Alto  Moderado  Bajo  Nulo  84

**C.- Necesidades de protección**

*Deterioro* Poco  Moderado  Avanzado

*Vulnerabilidad* Baja  Media  Alta

*Protección* Suficiente  Insuficiente  Muy suficiente

Urgencia de protección: Muy urgente  Urgente  Mediano plazo  Largo plazo

*Situación Administrativa*

Propiedad del Estado  Propiedad Municipal  Propiedad privada  Área protegida  Otro

<b>Nombre</b>	<b>Localidad Campo del Gallo</b>
---------------	----------------------------------

**Ubicación**

Estado: Michoacán	Municipio: Tlalpujahua	Localidad: Tlalpujahua	
T	2189832 N	376050 W	Altitud: 2734 msnm
Población más próxima (Distancia)		Tlalpujahua a 1000 metros	

Dimensión: Sitio  Área  Panorámico **A.- Valor intrínseco**

*Científico:* Nulo  Bajo  Medio  Elevado  Muy elevado

*Interés Geológico*

Geomorfológico <input checked="" type="checkbox"/>	Paleontológico <input type="checkbox"/>	Geoquímico <input type="checkbox"/>	Kárstico <input type="checkbox"/>	Geo – cultural <input type="checkbox"/>
Mineralógico <input type="checkbox"/>	Petrológico <input type="checkbox"/>	Volcánico <input type="checkbox"/>	Eólico <input type="checkbox"/>	Económico <input type="checkbox"/>
Hidrogeológico <input type="checkbox"/>	Geotécnico <input type="checkbox"/>	Fluvial <input type="checkbox"/>	Litoral <input type="checkbox"/>	Meteorico <input type="checkbox"/>
Estratigráfico <input type="checkbox"/>	Tectónico <input type="checkbox"/>	Lacustre <input type="checkbox"/>	Glaciar <input type="checkbox"/>	

**Otro:**

*Ecológico* Nulo  Bajo  Medio  Elevado  Muy elevado

*Cultural* Nulo  Bajo  Medio  Elevado  Muy elevado

*Estética* Nulo  Bajo  Medio  Elevado  Muy elevado

*Didáctico* Nulo  Bajo  Medio  Elevado  Muy elevado

*Económico* Nulo  Bajo  Medio  Elevado  Muy elevado

*Influencia de nivel* Local  Regional  Nacional  Internacional

**B.- Potencial de uso***Accesibilidad* Muy difícil  Difícil  Moderada  Fácil  Muy fácil 

Tipo: Pavimento (P), Tierra(T) Estado:

**Pavimento. (B)**

Bueno (B), Regular (R), Malo (M)

Distancia del lugar propuesto a punto más próximo de acceso en (metros): 100 metros

Bus: Automóvil: Todo terreno : *Visibilidad* Muy poca  Poca  Moderada  Buena  Muy buena 

Otros valores (naturales y/o culturales) y uso actual

Sin valor y sin uso Sin valor y con uso 

Detalle:

Con valor y sin uso Con valor y con uso 

Obstáculos para el aprovechamiento del lugar:

Si No 

Descripción:

*Peligro volcánico* Muy alto  Alto  Moderado  Bajo  Nulo **C.- Necesidades de protección**

85

*Deterioro* Poco  Moderado  Avanzado *Vulnerabilidad* Baja  Media  Alta *Protección* Suficiente  Insuficiente  Muy suficiente **Tipo de protección:**Urgencia de protección: Muy urgente  Urgente  Mediano plazo  Largo plazo *Situación Administrativa*Propiedad del Estado  Propiedad Municipal  Propiedad privada  Área protegida  Otr

<b>Nombre</b>	Cerrito de Lacolot
---------------	--------------------

**Ubicación**

Estado: Michoacán	Municipio: Tlalpujahua	Localidad:	
Coordenadas	2189720 N	376777W	2690 msnm
Población más próxima (Distancia)	500 metros		

Dimensión: Sitio  Área  Panorámico

**A.- Valor intrínseco**

*Científico:* Nulo  Bajo  Medio  Elevado  Muy elevado

*Interés Geológico*

Geomorfológico <input checked="" type="checkbox"/>	Paleontológico <input type="checkbox"/>	Geoquímico <input type="checkbox"/>	Kárstico <input type="checkbox"/>	Geo – cultural <input checked="" type="checkbox"/>
Mineralógico <input checked="" type="checkbox"/>	Petrológico <input type="checkbox"/>	Volcánico <input type="checkbox"/>	Eólico <input type="checkbox"/>	Económico <input type="checkbox"/>
Hidrogeológico <input type="checkbox"/>	Geotécnico <input type="checkbox"/>	Fluvial <input type="checkbox"/>	Litoral <input type="checkbox"/>	Meteórico <input type="checkbox"/>
Estratigráfico <input checked="" type="checkbox"/>	Tectónico <input checked="" type="checkbox"/>	Lacustre <input type="checkbox"/>	Glaciar <input type="checkbox"/>	

Otro:

<i>Ecológico</i>	Nulo <input type="checkbox"/>	Bajo <input type="checkbox"/>	Medio <input type="checkbox"/>	Elevado <input checked="" type="checkbox"/>	Muy elevado <input type="checkbox"/>
<i>Cultural</i>	Nulo <input type="checkbox"/>	Bajo <input type="checkbox"/>	Medio <input type="checkbox"/>	Elevado <input type="checkbox"/>	Muy elevado <input checked="" type="checkbox"/>
<i>Estética</i>	Nulo <input type="checkbox"/>	Bajo <input type="checkbox"/>	Medio <input type="checkbox"/>	Elevado <input type="checkbox"/>	Muy elevado <input type="checkbox"/>
<i>Didáctico</i>	Nulo <input type="checkbox"/>	Bajo <input type="checkbox"/>	Medio <input type="checkbox"/>	Elevado <input type="checkbox"/>	Muy elevado <input checked="" type="checkbox"/>
<i>Económico</i>	Nulo <input type="checkbox"/>	Bajo <input type="checkbox"/>	Medio <input type="checkbox"/>	Elevado <input checked="" type="checkbox"/>	Muy elevado <input type="checkbox"/>
<i>Influencia de nivel</i>	Local <input type="checkbox"/>	Regional <input checked="" type="checkbox"/>	Nacional <input type="checkbox"/>	Internacional <input type="checkbox"/>	

**B.- Potencial de uso**

*Accesibilidad* Muy difícil  Difícil  Moderada  Fácil  Muy fácil

Tipo: Pavimento (P), Tierra(T) Estado: **Tierra. (R)**

Bueno (B), Regular (R), Malo (M)

Distancia del lugar propuesto a punto más próximo de acceso en (metros):500 METROS de tlalpujahua 80m a pie desde la entrada

Bus:  Automóvil:  Todo terreno:

*Visibilidad* Muy poca  Poca  Moderada  Buena  Muy buena

Otros valores (naturales y/o culturales) y uso actual Sin valor y sin uso  Sin valor y con uso

Detalle:  Con valor y sin uso  Con valor y con uso

Obstáculos para el aprovechamiento del lugar: Si  No

Descripción:

*Peligro volcánico* Muy alto  Alto  Moderado  Bajo  Nulo

**C.- Necesidades de protección**

*Deterioro* Poco  Moderado  Avanzado

*Vulnerabilidad* Baja  Media  Alta

*Protección* Suficiente  Insuficiente  Muy suficiente

Tipo de protección:

Urgencia de protección: Muy urgente  Urgente  Mediano plazo  Largo plazo

*Situación Administrativa* Propiedad del Estado  Propiedad Municipal  Propiedad privada  Área protegida  Otro

<b>Nombre</b>	<b>Socavón San Juan</b>
---------------	-------------------------

**Ubicación**

Estado: México	Municipio: El Oro	Localidad:	
Coordenadas	2189522.9 N	381837.1 W	Altitud: 2656 MSNM
Población más próxima (Distancia)			

Dimensión: Sitio  Área  Panorámico **A.- Valor intrínseco**

*Científico:* Nulo  Bajo  Medio  Elevado  Muy elevado

*Interés Geológico*

Geomorfológico	<input type="checkbox"/>	Paleontológico	<input type="checkbox"/>	Geoquímico	<input checked="" type="checkbox"/>	Kárstico	<input type="checkbox"/>	Geo – cultural	<input checked="" type="checkbox"/>
Mineralógico	<input checked="" type="checkbox"/>	Petrológico	<input type="checkbox"/>	Volcánico	<input type="checkbox"/>	Eólico	<input type="checkbox"/>	Económico	<input type="checkbox"/>
Hidrogeológico	<input type="checkbox"/>	Geotécnico	<input checked="" type="checkbox"/>	Fluvial	<input type="checkbox"/>	Litoral	<input type="checkbox"/>	Meteórico	<input type="checkbox"/>
Estratigráfico	<input type="checkbox"/>	Tectónico	<input type="checkbox"/>	Lacustre	<input type="checkbox"/>	Glaciar	<input type="checkbox"/>		

Otro: 

*Ecológico* Nulo  Bajo  Medio  Elevado  Muy elevado

*Cultural* Nulo  Bajo  Medio  Elevado  Muy elevado

*Estética* Nulo  Bajo  Medio  Elevado  Muy elevado

*Didáctico* Nulo  Bajo  Medio  Elevado  Muy elevado

*Económico* Nulo  Bajo  Medio  Elevado  Muy elevado

*Influencia de nivel* Local  Regional  Nacional  Internacional

**B.- Potencial de uso***Accesibilidad* Muy difícil  Difícil  Moderada  Fácil  Muy fácil Tipo: Pavimento (P), Tierra(T) Estado: **Pavimento (B)**  
Bueno (B), Regular (R), Malo (M)

Distancia del lugar propuesto a punto más próximo de acceso en (metros): 50 metros

Bus:  Automóvil:  Todo terreno : *Visibilidad* Muy poca  Poca  Moderada  Buena  Muy buena Otros valores (naturales y/o culturales) y uso actual Sin valor y sin uso  Sin valor y con uso Detalle:  Con valor y sin uso  Con valor y con uso Obstáculos para el aprovechamiento del lugar: Si  No Descripción: *Peligro volcánico* Muy alto  Alto  Moderado  Bajo  Nulo  87**C.- Necesidades de protección***Deterioro* Poco  Moderado  Avanzado *Vulnerabilidad* Baja  Media  Alta *Protección* Suficiente  Insuficiente  Muy suficiente Tipo de protección: Urgencia de protección: Muy urgente  Urgente  Mediano plazo  Largo plazo *Situación Administrativa* > Propiedad del Estado  Propiedad Municipal Propiedad privada  Área protegida Otro