



Tomado de: <https://pixabay.com/es/carro-de-oro-carro-de-mina-carrito-481249/>

# Geoparque en el Distrito Minero Tlalpujahua—El Oro

## Geopark in Tlalpujahua—El Oro Mining District

Luis Miguel Espinosa-Rodríguez

Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Geografía, Ciudad Universitaria, Cerro de Coatepec S/N, Toluca, Estado de México, México, C.P. 50110.

### Correspondencia:

[geo\\_luismiguel@hotmail.com](mailto:geo_luismiguel@hotmail.com)

Fecha de recepción:

27 de enero de 2016

Fecha de aceptación:

12 de septiembre de 2016

### RESUMEN

La creación y declaratoria de los geoparques en el mundo ha sido exitosa, debido a la capacidad de gestión ambiental y social que poseen. La noción de desarrollo local, a través de la administración de estos territorios en México, se impulsa con investigación enfocada al análisis de potencialidad de los territorios desde hace unos años. El objetivo de este trabajo fue conocer el potencial que posee el distrito minero Tlalpujahua-El Oro para aspirar a ser declarado geoparque. A través de un sistema de evaluación matricial se obtuvieron los índices de patrimonio geológico y geomorfológico, de cultura y educación, economía y servicios, protección y legislación, y de accesibilidad, para determinar el potencial geológico, geomorfológico, cultural y socioeconómico, además de la fundamentación teórica. Se

encontraron condiciones favorables para poder conformar al distrito minero como un geoparque, al determinar el valor biótico, histórico y cultural de la mina Dos Estrellas. Lograr esta denominación impulsaría el crecimiento social y económico de la región, teniendo a la geoconservación como eje rector e integrador de la propuesta.

**PALABRAS CLAVE:** geoparque, geodiversidad, patrimonio, geositios, geomorfositos.

### ABSTRACT

The establishment and declaration of geoparks in the world has been successful due to the ability of environmental and social management that they possess. The notion of local development through the administration of these territories in Mexico has been driven for several years by research focused on the analysis

of potential in natural heritage territories. The objective of this work was to determine the potential of Tlalpujahua-El Oro Mining District to be declared geopark. The indices of geological and geomorphological heritage, culture and education, economy and public services, protection and legislation and accessibility were obtained through a matrix assessment system. After determining the biotic, historical, and cultural value of the mine, it is concluded that favorable conditions were encountered in order to declare this territory as a geopark. Achieving this denomination would foster the social and economic growth of the region, with geopreservation as the guiding principle of the proposal.

**KEYWORDS:** geopark, geodiversity, natural heritage, geosites, geomorphosites.

## INTRODUCCIÓN

Los geoparques se definen como territorios con límites bien definidos y una superficie apropiada para permitir el desarrollo socioeconómico; a partir de la importancia científica, histórica, rareza y belleza de sitios geológicos. El atractivo de estos lugares incluye aspectos de carácter ecológico, arqueológico, histórico, cultural y paisajístico. Asimismo y de manera específica, estos lugares se enfocan en el desarrollo de tres actividades sustantivas: la conservación, la educación y el geoturismo. Un territorio sujeto a esta perspectiva posee un objetivo de desarrollo múltiple, en donde la protección al geopatrimonio y al medio ambiente, la legislación, las actividades educativas, científicas y el esparcimiento encuentran un eje rector común. El nombramiento de geoparque lo otorga la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), y es una condición que involucra aspectos relacionados con la geodiversidad y la geoconservación (Eder, 1999: 353; UNESCO, 2008: 49-53).

El concepto de geodiversidad fue introducido por el geógrafo Gray (2004: 3), de acuerdo

con la propuesta teórica de Brilha (2005: 17), quien integró las cuatro esferas básicas que conforman al planeta: geoesfera, biosfera, hidrosfera y atmósfera. Sin embargo, la noción que involucra este término es compleja y para todo caso, incluye la variable Kantiana de tiempo y espacio. La construcción del significado científico de geodiversidad recurre a la noción misma de la estructura y funcionamiento del planeta como ente integrante del cosmos y del sistema solar, en donde a éste se le puede definir como una anomalía de orden geofísico y geoquímico, que en el transcurso de la historia cósmica y geológica ha permitido el desarrollo de la vida, tal cual se supone y conoce (Mateo, 2002: 27). Dicho concepto define que las condiciones básicas de desarrollo geográfico de una región están determinadas por regularidades y ciclos temporales de acción que inciden en los contrastes que se generan en la geología, la geomorfología, los procesos de orden endógeno, climático y meteorológico, estableciendo un continuo proceso de evolución y una dinámica distintiva del entorno. Estos cambios forman parte del concepto geodiversidad y son competencia de la geoconservación (Figura 1).

Actualmente existen diversas acepciones al término “geodiversidad”, y uno de los más aceptables es el referido por la *Royal Society for Nature Conservation* del Reino Unido (Brilha, 2005). El concepto se define como “la variedad de ambientes, fenómenos y procesos geológicos que dan origen a paisajes, rocas minerales, suelos, fósiles y depósitos, que constituyen el sustrato de la vida en la Tierra”. De este concepto se derivan y replantean diferentes concepciones y puntos de vista (Tabla 1). La geodiversidad y el patrimonio permiten valorar y comprender al grupo de procesos involucrados en el origen del relieve, que modelan la superficie del planeta, según se estipula en la Declaración de la Memoria de la Tierra (Muñoz, 1988: 85; Dias y col., 2003: 132). Entre tanto y desde la perspectiva mercantil, Brilha (2013), refiere que: “El valor económico se encuentra conformado por el con-



■ Figura 1. Diagrama que representa los elementos estructurales de la geoconservación. Modificado a partir de principios establecidos por Brilha (2002); Gray (2004); Brilha (2005); Carcavilla y García (2010); Henríquez y col. (2011); Carcavilla y col. (2012); Bratton y col. (2013).

Figure 1. Diagram showing the structural elements of geopreservation. Modified by taking into consideration the principles established by Brilha (2002); Gray (2004); Brilha (2005); Carcavilla y García (2010); Henríquez y col. (2011); Carcavilla y col. (2012); Bratton y col. (2013).

junto de recursos minerales y energéticos”; toda vez que lo funcional a los servicios *in situ*, es decir, a todos aquellos que proveen alguna mejora-servicio al hombre, así como al sustrato de sistemas físicos y ecológicos.

La aplicación de los conceptos referidos ha generado en el tiempo presente nuevas conceptualizaciones, metodologías y procesos de validación de las mismas; en este sentido, se destacan los aportes de autores como Vegas y col. (2012: 2); García y Carcavilla (2013: 7); García y col. (2013: 157); Vegas y col. (2013a: 1-10); Vegas y col. (2013b: 158-167), quienes han concentrado métodos y/o guías para la elaboración de inventarios o recuentos de elementos patrimoniales; los cuales, y con aporte de otros autores, han resultado en inventarios de propiedad, de conocimiento del usufructo natural y del propio recurso, como se observa en estudios de caso expuestos en la Tabla 2.

La conceptualización y metodología para evaluar la geodiversidad resulta compleja y aún cuestionable en el tiempo presente. Entre las principales variables empleadas para obtener elementos de calificación paramétrica, cualitativa y cartográfica, se encuentran aspectos de orden litológico, estratigráfico, geomorfológico, hidrológico, paleontológico y pedológico; los cuales, en conjunto, definirán geomorfositos y geositos.

Estudios fundamentales establecen que el planeta posee regularidades de composición y estructura, de diferenciación espacial o territorial, de ritmo y desarrollo, de funcionamiento, circulación de energía y sustancias y de integridad (Mateo, 1984: 146-189; Salinas, 1989: 157-171; Mateo, 2002: 29-38; Mateo y col., 2012: 249). Los trabajos citados definen algunos de los distintivos que otorgan al planeta características únicas de diferenciación, tales como la presencia y dinámica del campo

■ Tabla 1. Conceptos y perspectivas de la geodiversidad.  
Table 1. Concepts and perspectives of geodiversity.

Autor	Considerandos
Cortés y col. (2000: 48)	Proponen criterios de geoconservación por medio de la elaboración de catálogos e inventarios de sitios de interés geológico.
Dingwall (2000: 15-19)	Expone criterios legales y de homologación para la aplicación y seguimiento de políticas de conservación y administración territorial.
Nieto (2001: 7-10)	Integra los conceptos de biodiversidad y geodiversidad para generar un nuevo constructo a partir de las deficiencias bibliográficas existentes a principios del nuevo siglo.
Zouros (2004: 27)	Establece criterios para el desarrollo de actividades geoturísticas normadas bajo criterios de homogeneidad en Europa.
Bruschi (2007: 7)	Propone un método de clasificación y valoración cualitativa de la geodiversidad <i>versus</i> la subjetividad y a favor de la gestión.
Bruschi y Cendrero (2007: 239)	Arguyen la capacidad para valorar y clasificar la intangibilidad de los geositos y proponen criterios de análisis para la protección y manejo territorial.
Fernández (2007: 77)	Propone una metodología para la evaluación de la geodiversidad en territorios de América del Sur a partir de inventarios.
Bruschi y col. (2011: 131)	Establecen una metodología paramétrica para valorar sitios de interés geológico y de valor patrimonial.
Burek (2012: 45)	Analiza los principios de valoración de la geodiversidad y geoconservación en el Reino Unido y determina la importancia de la interpretación y análisis territorial para el desarrollo local.
Corvea y col. (2014: 1-16)	Analizan y adaptan metodologías de geoconservación para el territorio cubano; analizan la base teórica de la geología y establecen interrelaciones con áreas de protección.
Salazar y col. (2014: 307)	Establecen principios rectores de la geoconservación, empleando criterios geomorfológicos para la gestión y protección patrimonial.

magnético, la heterogeneidad del campo gravitacional; la formación del elipsoide cardioidal (contracción polar del hemisferio septentrional), el retraso de la velocidad de rotación y el consecuente freno del flujo, la conformación de esferas integradas (atmósfera, hidrósfera, biosfera, litósfera), la diferenciación en el peso neto de las aguas oceánicas y los continentes; la distribución espacial y la forma acuñada de tierra firme.

Algunos autores (Mateo, 1984: 146-189; Salinas, 1989: 157-171; Mateo, 2002: 29-38; Mateo y col., 2012: 249), coinciden en cierta manera en la conformación de arcos insulares, en procesos de desmembración de la corteza, en

la correlación entre la batimetría y la altimetría; y en la consecuente actividad tectónica y volcánica, resultado de la interacción dinámica del planeta. De manera particular, Mateo (1984; 2002), establece que el planeta se circunscribe a una serie de leyes generales que permiten la diferenciación territorial y dinámica del mismo. En la Tabla 3 se encuentra una síntesis de las características generales de lo que éste autor define como “envoltura geográfica” y las leyes naturales que la definen.

En el ámbito descrito, resulta imposible eludir la comprensión de los ritmos periódicos y/o cíclicos que intervienen en la conformación de

■ Tabla 2. Estudios de caso sobre sitios geológicos y ecosistemas turísticos.  
Table 2. Case studies on geological sites and tourism ecosystems.

Regiones estudiadas	Problema de interés	Referencia
Geoparques españoles: Maestrazgo, Sobrarbe, Cabo de Gata-Níjar, Sierras Subbéticas, Costa Vasca	Se arguyen problemas de concienciación en torno al geoturismo y proponen criterios y consideraciones para aprovechar el territorio patrimonial de España, tanto para los visitantes, así como para la conservación de los espacios con interés geológico.	Carcavilla y col. (2011)
Región de Alicante, España	Desarrollo de metodología didáctica para el estudio de Ciencias de la Tierra, a través de 13 fases de trabajo para estudiantes de nivel medio.	Crespo y col. (2011)
Estudio de carácter teórico: Alto Tajo, España; Lesbos, Grecia y Vulkaneifel, Alemania	Establece la importancia de la geoconservación como una ciencia emergente en el campo de las Ciencias de la Tierra, estableciendo valores de relevancia social, promoción de la educación y desarrollo sustentable en el marco de los geoparques.	Henríquez y col. (2011)
Parque nacional de los Lagos de Plitvice, Croacia	Se plantea el desarrollo económico y ambiental, a través de actividades turísticas, empleando los atributos naturales del paisaje como factor para la generación de una industria geoturística en una región marginada.	Travis (2011)
Área Natural Protegida: Parque natural de las Lagunas de Ruidera. Castilla-La Mancha, España	Conflictos ocasionados por la disponibilidad del agua para la agricultura de riego y las actividades turísticas y ecológicas; así como entre una sobrecarga en las actividades turísticas y la conservación del espacio natural.	Vázquez (2011)
Covalagua y Las Tuerces, Palencia, España	Se propone y desarrolla una metodología que involucra variables para la recolección, clasificación y uso de información geográfica, geológica y geomorfológica; asimismo, establecen bases normativas y legales para el manejo de áreas naturales, la planificación geoturística y la geoconservación. El caso de estudio refiere a una región kárstica, en donde se aplica la metodología, destacándose las fases de inventario conformadas por la clasificación, descripción y cartografía geomorfológica.	Martín y col. (2012)
Lago Santos Morcillo, Sistema de lagos de Ruidera, España	Se realizan estudios de geofísica somera (tomografía eléctrica), deformaciones estratigráficas y de sedimentología relacionados con los depósitos basales cenozoicos del lago y el desarrollo de procesos de agrietamiento y subsidencia. El resultado de la investigación es un modelo que permita disminuir la vulnerabilidad y orientar actividades en el territorio.	Navarro y col. (2012)
Región costera de Lócrida, Grecia	Se analiza la correlación entre la ocupación humana del territorio, el desarrollo de la sociedad y el paisaje natural, a través del tiempo histórico, considerando como base la caracterización geomorfológica, geológica y sismotectónica de la región griega. La base del estudio se centra en estudios de los sistemas de drenaje fluvial, depósitos de debris y sedimentología.	González y col. (2013)
Los 42 espacios que constituyen la Red de Reservas de la Biósfera estatal, España	Análisis de las actuaciones realizadas para conservación de la Geodiversidad, que incluyen realización de inventarios, divulgación, didáctica y geoturismo.	Monge y Martínez (2013)
Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, España	Se muestran 11 itinerarios de los sitios en los que se pueden apreciar paisajes formados por fenómenos geológicos, explicando las fuerzas que participaron.	Robador y col. (2013)

Continúa...

Territorio español continental	Se destaca el valor patrimonial de los depósitos de volcanoclásticos (tobas) de España, destacando criterios de importancia mineralógica, hidroquímica, geoquímica, sedimentológica y ambiental. La información de los campos tobáceos se relaciona con procesos de origen, clima, condiciones ambientales y edad.	Carcavilla y col. (2014)
Geoparque Villuercas-Ibores-Jara, Extremadura, España	Se propone utilizar 6 categorías para clasificar los 44 geositiros del geoparque, en lugar de las 14 categorías actuales, para facilitar la comprensión por parte del turismo no especializado.	Pulido y col. (2014)
Herencia geomorfológica y su conservación, España	Se analiza los esfuerzos que se han realizado en España para conservar la herencia geomorfológica, preservando también las áreas naturales.	Salazar y col. (2014)
Geoparque de Sobrarbe, España	Los autores plantean nuevos criterios para la divulgación del patrimonio geológico y geomorfológico, empleando un sistema descriptivo de geositiros y procesos evolutivos en la región de los Pirineos. Debido a la demanda social de información sobre el patrimonio fronterizo, las guías renovadas se presentan en castellano y francés.	Fernández y col. (2015)
Geoparques nacionales de China	Realizan una clasificación de los geoparques nacionales de China estableciendo una relación entre su distribución espacial y los aspectos estructurales geológicos de las diferentes zonas tectónicas.	Fuming y col. (2015)
Macizo Stavelot-Venn, Bélgica y Alemania	Proponen la creación de un proyecto holístico con apoyo regional, nacional e internacional, para la creación de un geoparque transfronterizo, que permite conservar y aprovechar los excelentes bienes patrimoniales naturales y geológicos del macizo: paisajes, actividades mineras, ecosistemas, aguas minerales y piedras de construcción.	Gormaere y col. (2015)
Cascadas de la Cuenca de Malawi Sabah, Malasia, Isla de Borneo	Realizan una descripción de como la geología, la geomorfología y el clima influyeron en las actuales características de altura, anchura, forma y volumen de cada una de las 28 cascadas de al menos 5 m estudiadas, para apoyar en promover su explotación turística.	Tongkul (2015)

la superficie terrestre, en la forma de manifestación de ella y en los procesos que antecedieron a los que ocurren en el tiempo presente. Entre las particularidades territoriales se encuentran: el intercambio continuo de materia (sustancias), energía e información; el dominio de las energías endógena, gravitatoria y solar; los procesos de absorción, transformación, acumulación y liberación de energía (cíclicos, complejos y atemporales); la lógica secuencial y orden en el desarrollo de procesos marcados por la homeostasis, la entropía y la contradicción “hegeliana”. Por su parte, en el renglón de los paisajes, la geodiversidad y los contrastes que este genera, resulta importante definir que el conjunto de regularidades, estructuras, leyes y funcionamiento han permanecido presentes a lo largo

de la historia del planeta de manera integrada, aunque la energía que los transforma ha actuado con diferentes ritmos e intensidades a lo largo del tiempo geológico e histórico; y todo ello en un ámbito holístico, que de forma puntual imprime en el paisaje particularidades que destacan la geodiversidad en primer término, la biodiversidad y en consecuencia las formas de uso y utilización del suelo (Figura 2).

Algunos geoparques en el mundo han surgido debido a la importancia de las zonas de extracción de minerales pétreos y metálicos. Sin embargo, la explotación minera puede causar un daño ambiental, que en algunos casos es irreparable, por lo que las acciones de restauración que se proponen suelen ser insuficientes o inadecua-

■ Tabla 3. Concentrado de conceptos que definen las leyes principales del orden y mecánica de funcionamiento del planeta Tierra (Modificado a partir de Mateo, 1984).  
Table 3. Concentrate concepts that define the mains laws of order and mechanical operation of the Earth (Modified from Mateo, 1984).

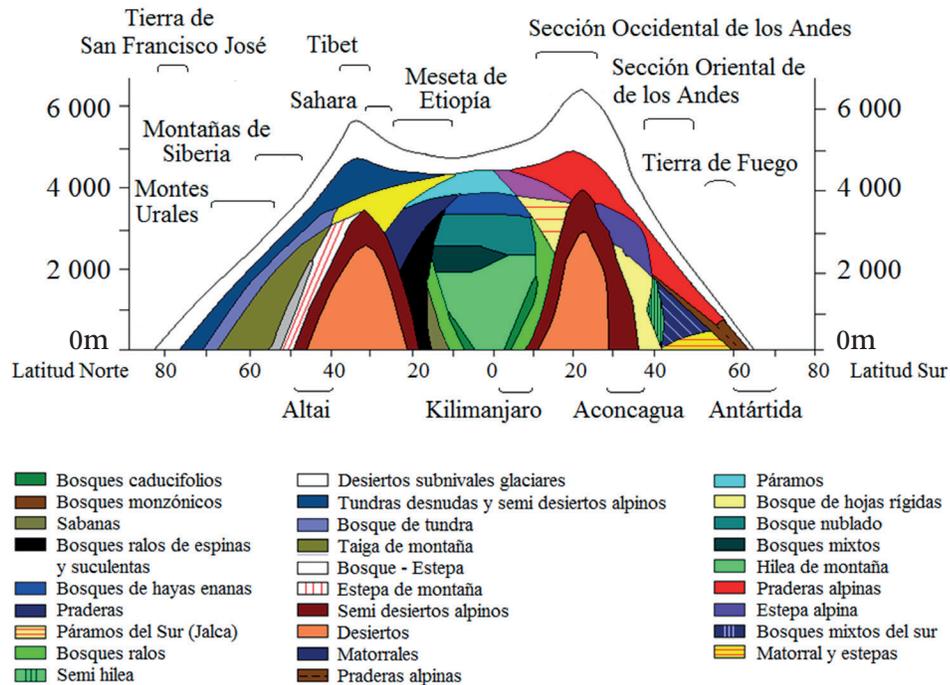
Ley	Características generales
Integridad	El intercambio permanente de sustancias y energía, entre los componentes, condicionan la integridad de la esfera de los paisajes de la Tierra.
Circulación	Garantizan los múltiples procesos y su alto efecto sumario con cantidades limitadas iniciales de sustancias y energía.
Rítmica	Para la esfera de los paisajes es característica la repetición periódica y cíclica de los diferentes procesos en el tiempo.
Asimetría polar de la Tierra	Distribución de tierras y mares, el clima, la estructura de la esfera de los paisajes, la forma de la glaciación, la historia geológica, etcétera.
Ley periódica de la zonalidad	Las zonas geográficas del mismo tipo se repiten en las diferentes fajas geográficas.
Azonalidad	En la estructura y desarrollo de la esfera de los paisajes, un rol esencial, además de los procesos zonales, lo tienen los factores azonales.
Zonalidad y azonalidad	En la estructura y desarrollo de la esfera de los paisajes, los factores zonales y azonales están contradictoriamente unidos e indivisibles.
Desarrollo	Se encuentra en el estado de evolución y desarrollo continuo.
Desarrollo heterogéneo	Como consecuencia de la diversidad espacial de la esfera de los paisajes, el desarrollo de la misma se lleva a cabo de manera irregular en los diferentes lugares.

das, lo que limitaría sus posibilidades de obtener la denominación como geoparque por parte de la UNESCO. El daño generado por la actividad minera comienza desde la etapa de preparación de un sitio para la extracción de materiales metálicos o rocosos, continúan durante las fases de operación y permanecen aun cuando la actividad ha sido abandonada. En este último punto, las inversiones y propuestas no alcanzan (o existen) para contrarrestar los efectos negativos y restaurar condiciones de orden social, económico y ambiental. El abandono de una zona minera por lo general implica la gestación de procesos de movilidad de población, pugnas por la ocupación y manejo del territorio, abatimiento de recursos económicos (Uribe, 1992: 119-135; Uribe, 2009; Salas, 2010: 564), así como deterioro de la homeostasis ambiental y pérdida general de las condiciones de hemerobia.

Un caso particular de interés en México, que podría formar el eje articulador de una denominación de geoparque, es una mina aurífera

que dejó de ser productiva a principios del siglo pasado (siglo XX), conocida con el nombre de Dos Estrellas, y que pertenece a un sistema de explotación de materiales metálicos en el distrito minero de "Tlalpujahuá-El Oro" (DMTO), localizado en Michoacán y el Estado de México (Figura 3). En este sitio, grupos de población civil, artistas, voluntarios e investigadores han reunido esfuerzos por mantener vivo un museo de sitio y de manera simultánea sostener actividades, como foros de discusión, orientadas a la conservación y mantenimiento de un jardín botánico. Estos eventos tienen el fin de preservar el patrimonio generado en torno a la antigua mina, así como disminuir y/o eliminar vicisitudes de orden social, económico y político presentes, para lograr el desarrollo local.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el potencial que tiene el patrimonio del distrito minero Tlalpujahuá- El Oro, para conformar un geoparque reconocido por la UNESCO, teniendo como su principal eje articulador la mina Dos Estrellas.



■ Figura 2. Distribución de ecosistemas y sistemas morfogénéticos con base en principios planetarios de zonación geográfica (Modificado a partir de Salinas, 1989).  
 Figure 2. Distribution of ecosystems and morphogenetic systems based on planetary principles of geographical zonality (Modified from Salinas, 1989).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización del sitio de estudio

El presente estudio abarcó el análisis de una superficie de 410 km<sup>2</sup> del distrito minero Tlapujahua - El Oro, ubicado en el Estado de México y Michoacán. La mina Dos Estrellas representa un 1 % del total de la superficie estudiada y es considerada un importante factor para la denominación como geoparque, al ser parte del patrimonio Geológico nacional (Geoheritage), por la relevancia histórica en el desarrollo de esta actividad económica.

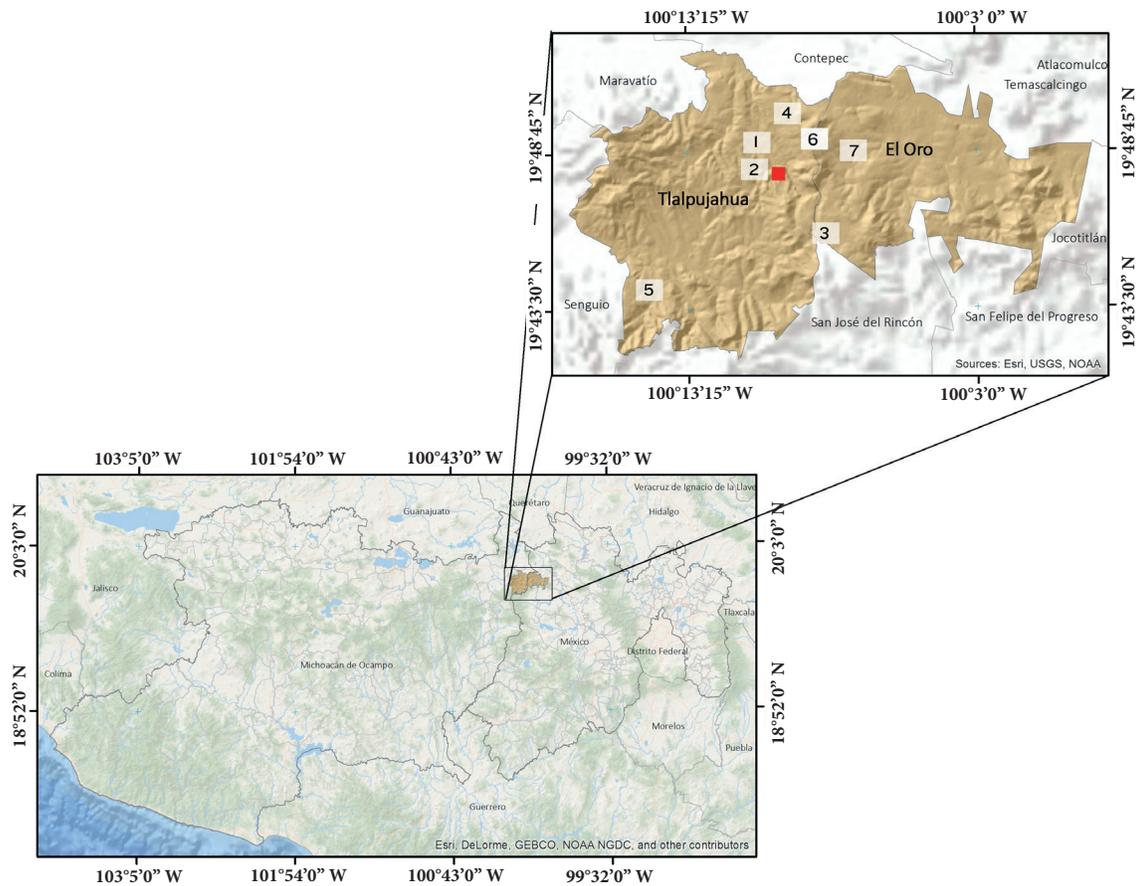
### Fase 1. Evaluación del patrimonio (geositios y geomorfositos)

Se realizó un inventario guiado por el concepto de lo que es representativo y por el valor que posee, de todo aquello que se considera importante conservar. Los principales sitios con interés geológico y geomorfológico considerados en el estudio, son: el sistema de estrías de la Falla Pastores, el Cañón del Mogote, el lecho del río Tlapujahua, el Cerro Somera (Conjunto de lavas an-

desíticas y El balcón), la Cascada América, el Pico del Águila y la mina Dos Estrellas (Figura 3). La evaluación se realizó utilizando una matriz de comparación desarrollada para este estudio, basada en los criterios de Brilha (2013), que permite analizar los tipos de patrimonio, su clasificación geológica o geomorfológica y sus principales características (Tabla 4). Se utilizó una escala del 1 al 10 para evaluar la importancia de los atributos distintivos de cada sitio de interés.

### Fase 2. Evaluación del patrimonio biótico

El patrimonio de carácter biológico se clasificó en dos ámbitos básicos: el natural y el inducido. El valor de éste se ha clasificado de acuerdo con las especies presentes, las consideraciones biológicas de las mismas, el endemismo y el estado general que guardan con respecto a precisiones de dosel, sotobosque, salud y parámetros específicos de lo que se encuentra *in situ*; como es el caso de la relación geográfica determinada por variables como la altitud, la latitud, el clima y el relieve.



■ Figura 3. Localización del área de estudio. El cuadro señala la localización de la Mina Dos Estrellas; los números indican: 1. Cabecera municipal de Tlalpujahua, Michoacán (Casa Museo Rayón, Santuarios de Nuestra Señora del Carmen, Iglesia de San Francisco, Las Lamas, Cascada América); 2. Museo Tecnológico Minero Siglo XIX; 3. Presa Brookman; 4. Parque Nacional Rayón (La Cuesta de Campo del Gallo); 5. Santuario de la Mariposa Monarca; 6. Espejo de falla y sistemas de estrías Pastores; 7. Cabecera municipal de El Oro, Estado de México.

Figure 3. Location of the study site. The red square indicates the Two-Star Mine location; the numbers indicate: 1. Municipality of Tlalpujahua, Michoacan (Rayon House's Museum, Our Lady of Carmen Sanctuary, San Francisco's Church, Las Lamas, America's falls); 2. Nineteenth Century Mining Technological Museum; 3. Brookman dam; 4. Rayon National Park (La Cuesta de Campo del Gallo); 5. Monarch Butterfly Sanctuary; 6. Mirror fault line and Shepherd's streaking systems; 7. El Oro Municipality, Mexico State.

### Fase 3. Evaluación del patrimonio histórico, antrópico y cultural

La evaluación de los contextos culturales e históricos resulta compleja desde cualquier perspectiva teórica e incluso ideológica, lo cual resulta complicado para asignarle un orden paramétrico. Es por ello que en esta fase de estudio se respondió a preguntas básicas como: ¿con qué se cuenta?, ¿desde cuándo?, ¿en dónde? y ¿qué valor tiene desde el constructo social local y regional?, entre otras; obteniéndose informa-

ción de referencias bibliográficas (Uribe, 1992: 119-135; Corona y Uribe, 2009: 101; Salas, 2010: 564), de los listados de infraestructura y de servicios, así como del juicio de expertos locales como la familias Bernal (poseedores del comodato de la mina Dos Estrellas); y finalmente, de la información publicada en las páginas electrónicas de Tlalpujahua (2016) y El Oro (2016).

Se evaluaron cuatro ejes básicos desde la perspectiva cultural: el contexto social, enmarca-

■ Tabla 4. Referencia para evaluación de geositos y geomorfositos. Matriz de análisis geológico.  
Table 4. Reference for evaluation of geosites and geomorphosites. Geological analysis matrix.

Tipo de patrimonio	Clasificación	Principales características
Geológico	Paleontológico	Grado de conservación, rareza, relación con el contexto, colecciones museográficas.
	Mineralógico	Características de conservación <i>versus</i> explotación, abundancia natural, extracción, forma externa de mineral, variedades minerales, color, tamaño del cristal, calidad del mineral, localización, asociación con otros minerales, rareza.
	Petrológico	Geometría de la roca, marcadores de eras geológicas, marcadores de eventos geológicos.
	Origen	Procesos endógenos involucrados, procesos endógenos y exógenos involucrados, complejidad de procesos de formación.
Geomorfológico	Geoforma	Geometría, tamaño, rareza, frecuencia, relación con zonalidad, relación con azonalidad, relación con clima, relación con procesos meteorológicos.
	Evolución y dinámica de geoformas	Estadios básicos o generales, fases de desarrollo, procesos involucrados en las fases de desarrollo, procesos relacionados con evolución geológica, procesos relacionados con evolución climática, procesos relacionados con evolución y dinámica meteorológica, tiempo de formación.
	Distribución espacial	Razones básicas de distribución, patrones geológicos y estructurales, relación con sistemas morfogenéticos y morfoclimáticos.
Mixto	Sustantivos	Científico, didáctico, arqueológico.

do en las formas de comunicación, organización, ideología; el uso y manejo del territorio, caracterizado por las formas de transmisión de las jefaturas familiares y sociales, las costumbres y prácticas desarrolladas en el territorio; los elementos materiales empleados en la manufactura de productos; y el contexto artístico, conformado por todas las manifestaciones de expresión humana. En la Tabla 5 se muestra el concentrado de variables de esta fase de trabajo.

#### Fase 4. Evaluación de la capacidad de gestión

La conformación y éxito de un geoparque depende en gran medida de los procesos inherentes de gestión, los cuales involucran va-

riables de índole diversa. En este estudio se analizaron los diferentes aspectos que convergen en el proceso de organización y solución de problemas específicos, tales como la administración, organización, planeación, diseño y desarrollo de obras de infraestructura. Así como, el control de problemas y situaciones asociadas con el uso y manejo del territorio: políticas de conservación, inseguridad, oferta de servicios, manejo de áreas naturales protegidas o territorios resguardados por alguna razón de carácter ambiental, condiciones de deterioro (erosión, incendios, contaminación), manejo de recursos (forestal, edáfico, fluvial), educación y formación de cuadros científicos, entre otros.

### Fase 5. Aptitud del territorio

Se analizó la capacidad de recepción de actividades y de gestión territorial, basada en los criterios de ordenamiento territorial y de las políticas nacionales en torno a la generación de unidades de gestión ambiental. Los criterios empleados se fundamentaron en la diagnosis, prognosis y sindéresis; así como la condición legal y orientación que prevalece en el territorio.

### Fase 6 y 7. Fundamentación de la propuesta para la creación de un geoparque

La fundamentación y entrega de propuesta formal para la conformación del geoparque se basó en los requerimientos y orden establecidos en la Red Natura 2000 (UNESCO; 2008: 120-134). La propuesta define los tipos de geositos, según la superficie ocupada, la presencia de elementos de carácter geológico y geomorfológico, el dominio (territorio-espacio) y aspectos relacionados con la tipología, la fragilidad y las políticas establecidas para el manejo y evaluación del geoparque propuesto.

## RESULTADOS

Los resultados de la evaluación de los atributos de la región sugieren que es factible obtener la declaración de geoparque en la zona estudiada, si se logra la participación directa y entusiasta, en forma coordinada, de los diferentes órdenes de gobierno, la sociedad y los diferentes actores que se involucran en

el territorio. Las fortalezas y debilidades de la mina Dos Estrellas (Figura 4), muestran atributos importantes relacionados con el patrimonio natural del sitio en cuestión, así como los valores intrínsecos y de uso; es por ello, que a continuación se describen los principales resultados.

### Patrimonio geológico y geomorfológico

La paragénesis de los minerales de la mina Dos Estrellas ha formado un modelo de yacimiento mineral, que permitió el desarrollo y auge de la minería en México, a tal grado de posicionarse como la primera en importancia en el territorio nacional, compartiendo créditos con otros distritos mineros, como el de Guanajuato y el de Real del Monte en Pachuca; y poseer una de las menas más puras (Chávez y col., 2010: 21-34; Cisneros y col., 2012: 198-203).

La mena de oro de la mina Dos Estrellas fue formada a través de procesos de metalogénesis local, que exhibe el complejo desarrollo regional de un ambiente tectónico y estructural, que se liga a los campos auríferos de diferentes estados y regiones, como Sinaloa, Durango, Guerrero, Zacatecas, Angangueo, Michoacán y Tejupilco en el Estado de México; y de manera particular, con el distrito minero de Guanajuato. Asimismo, delimita la estructura del arco insular que explica la formación episódica del Sistema Volcánico Transversal y del Terreno Guerrero; así como de los procesos

■ **Tabla 5. Referencia para evaluación del patrimonio cultural.**  
Table 5. Reference for cultural heritage evaluation.

Tipo de patrimonio (variable dependiente)	Variable a considerar (variable independiente)
Contexto social	Códigos de lenguaje y comunicación, cosmovisión, desarrollo económico, formas de organización, historia, instituciones, transmisión del conocimiento y la cultura.
Uso y manejo del territorio	Herencia de la tierra, prácticas agrícolas e instrumentos, tenencia de la tierra, usos de suelo.
Elementos materiales	Herramientas y utensilios, fuentes de energía, materias primas empleadas.
Contexto artístico	Artesanía, escultura, música, pintura, otros.

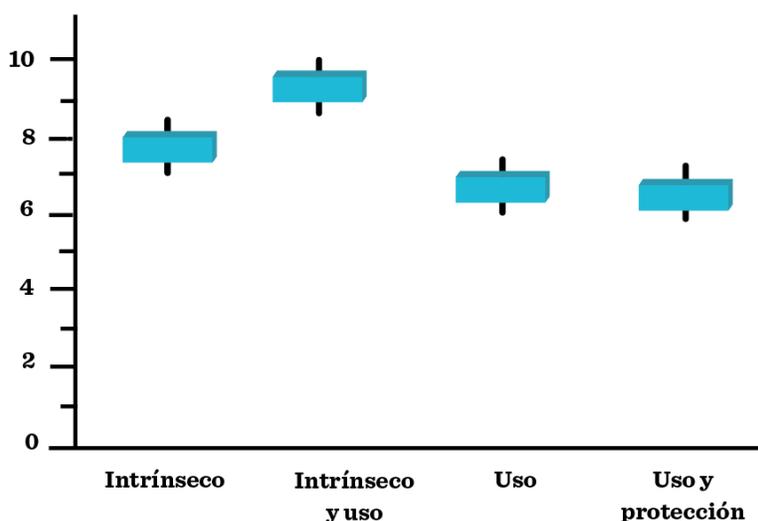
de metamorfismo del basamento y la actividad hidrotermal relacionada con las etapas eruptivas de calderas de explosión relacionadas con campos ignimbríticos (Camprubí y Albison, 2006: 27-81; Escobar y col., 2015: 36-45). De acuerdo con estos autores, la rareza mineral de la zona tiende a ser “anómala” y es reflejo de procesos disyuntivos, distensivos, eruptivos e hidrotermales, caracterizados por fases de transporte de fluidos y materiales, transporte de soluciones acuosas, deposición a través de precipitación química y concentración de metales que datan de un proceso que duró alrededor de 27 millones de años. De acuerdo con ello, la paragénesis del mineral se relaciona con la etapa de Oro-Plata; y la Tardía, se relaciona con minerales como la boulangerita, bornita, argentita, aguilanita, crookesita y fischesserita, entre otros. Por otra parte, el material litológico que sepulta los yacimientos y estratos rocosos denominado ignimbrita, posee un origen volcánico, relacionado con matrices microlíticas fluidales, vítreas y pumíticas, que le otorgan a la roca características de dureza y resistencia, aptas para la construcción. En los espejos de falla se aprecia la presencia de estrías, que evidencian el movimiento cortical, con magnitudes y direcciones de desplazamiento di-

ferentes; exhibiendo metamorfismo generado por la fricción de los minerales (Pantoja, 1994: 168-181; Chávez y col., 2010: 21-34; Cisneros y col., 2012: 198-203).

En conjunto, se observa que las áreas de oportunidad del sitio (mina Dos Estrellas), se encuentran en la explotación turístico-científica de la historia geológica y geomorfológica de la región, a través del establecimiento de georutas (por definir). Ello puede lograrse mediante la organización de un centro de visitantes que permita coordinar el rescate del patrimonio geológico-minero y el desarrollo, organización y manejo de recursos didácticos, museográficos y de difusión. Este tipo de actividades usualmente requieren de la conformación de asociaciones pro-geoparque, así como de la organización de actividades lúdicas y firma de convenios, entre otras.

#### Aspectos culturales y educativos

En la región se han asentado y desarrollado grupos pertenecientes a las culturas azteca, tarasca y mazahuas, de los cuales, estos últimos ocupan la región hasta el tiempo presente (Uribe, 1992; 2009). En el ámbito histórico, destacan: el hecho de que la localidad fue cuna de los hermanos independentistas Ló-



■ **Figura 4.** Valores de evaluación de la mina Dos Estrellas y el municipio de Tlalpujahua, Michoacán.  
**Figure 4.** Assessment values of Dos Estrellas mine and Tlalpujahua, Michoacán municipality.

pez-Rayón, y la región cuenta con un museo al respecto; el proceso de edificación de orden religioso establecido desde el año 1600, con iglesias y conventos que pueden ser visitados; la construcción y uso actual de la Presa Brockman, la gestación y desarrollo de la mina Dos estrellas, y el rompimiento de la presa de jales en 1937, tragedia conocida como la “inundación de Lama” (Núñez, 2015: 95-119), y que en la zona se tienen aún vestigios de ese evento histórico, como la cúpula de la iglesia que sobresale en el sitio donde quedó enterrada.

Con referencia a las actividades culturales y artísticas, la mayor manifestación religiosa encontrada es la celebración del “Misterio pascual de Cristo”; en el rubro de artesanía, destaca la orfebrería en plata, la cerámica y el arte pictórico. En cuanto a música y festivales, se encuentran el festival de jazz, el Carnaval Mazahua y la Feria de las esferas, que reúne un promedio de 300 000 personas al año (Tlalpujahua, 2016).

### **Aspectos económicos, servicios y hemerobia**

La minería ha sido una actividad económica importante en la región desde los inicios de la colonia, pero se considera que el auge minero se consolida aproximadamente en el año 1733, después de 200 años de extracción, detonada por la influencia minera de origen inglés, concesionada por el entonces gobierno reformista (Cánovas, 1960: 5-97; Uzeta, 1964: 1-26). En el tiempo presente, la región se distingue por la elaboración de esferas, artículos de decoración, útiles escolares y muebles.

Desde la perspectiva ambiental-hemeróbica y de geoconservación, las características de diagnóstico muestran una alta capacidad de sitio para albergar actividades de geoturismo, tales como el senderismo, la exploración de sitios de interés industrial y geológico-geomorfológico, entre otras, aunque se requiere de adecuaciones importantes en cuanto a la calidad de los servicios prestados; asimismo, se aprecia que la prognosis representa condiciones de vulnerabilidad baja, y alta capacidad de co-

rrección de impactos, si se considera una profunda y profesional organización territorial y de las actividades relacionadas con la recreación y la gestión del mismo, por parte de los involucrados en la toma de decisiones y manejo del espacio geográfico.

### **Protección y aspectos legales**

En el DMTO se ha establecido un Comité con el propósito de obtener la denominación de geoparque, y a través de sus trabajos iniciales, se ha observado que la mina Dos Estrellas, y en general, los dos municipios de Tlalpujahua-El Oro, carecen de aspectos relacionados con la protección del patrimonio, en cualquier tipo de versión; es por ello que la vulnerabilidad del patrimonio tiende a ser alta, asimismo la desorganización social, de gobierno y de las instancias interesadas en la promulgación de un decreto de geoparque. Por otra parte, la ocupación del territorio y los aspectos de orden legal, respecto a la mina, resultan ser un obstáculo más para lograr la gestión asertiva, debido a que sobre el territorio en el cual se asienta, existen discrepancias sobre la tenencia de la tierra, el uso del suelo y derecho de aprovechamiento de los recursos; todo ello generado desde diversas perspectivas que involucran a diferentes sectores de la sociedad de dos municipios pertenecientes a entidades estatales diferentes; es decir, se genera un conflicto de intereses complejo.

### **Accesibilidad**

En el DMTO existe una viabilidad adecuada para visitar a los dos pueblos (Tlalpujahua y El Oro), ambos con denominación de Pueblos mágicos, lo que ayudaría en el desarrollo de la infraestructura del geoparque. El acceso a la mina se logra por dos vías principales: a través de una carretera federal Atlacomulco-El Oro-Tlalpujahua y la autopista Atlacomulco-Morelia-Guadalajara, las cuales, se encuentran en general en buenas condiciones para el tránsito. De manera local, para ingresar a la mina, hay un camino de terracería que resulta angosto en algunos sectores, pero de calidad relativamente buena en periodo de estiaje.

### Fundamentación de la propuesta del geoparque

Las características físicoquímicas de los minerales explotados en la mina, relacionados de manera regional con las morfoestructuras, como los arcos volcánicos, la formación de menas a lo largo de dichos sistemas y los productos ignimbríticos, por las calderas volcánicas en la región, otorgan al sitio condiciones particulares y excepcionales, que cumplen con los requisitos establecidos para considerar un geomorfosito y el consecuente geoparque. Resulta importante señalar que, si bien la propuesta surge de la mina Dos Estrellas, el territorio posee otros sitios de interés geológico y geomorfológico, como se ha referido; y cumple de manera cabal con aspectos de orden social, cultural y económico, que le otorgan particular interés como patrimonio (Figura 5). Se destaca en la mina, la presencia del primer museo tecnológico de sitio, el cual, por sí mismo, ya es considerado como patrimonio industrial.

En este orden de ideas, cabe resaltar la importancia de los valores intrínsecos (Tabla 6), como es la representatividad de la mina Dos Estrellas, al ser la única en el país –hasta este momento– que posee una vasta historia que encierra condiciones de opulencia, desarrollo económico, desarrollo tecnológico, marginación y pobreza, cultura y educación; todo ello entrelazado en un territorio que posee una pequeña extensión. El carácter local del patrimonio se sustenta en primera instancia en la producción aurífera de alta calidad, y de manera particular, en la arquitectura del sitio, las instalaciones y el proceso de conservación de las mismas. Se añade a este principio, el grado de conocimiento local y regional en temas geológicos, ambientales, de erosión, arte y religión; asimismo, resalta la capacidad de observación y la naturalidad del paisaje del entorno, relacionado con condiciones de hemerobia media.

En el ámbito intrínseco y uso (Tabla 6), la mina oferta cursos, conferencias y exposiciones artísticas y tecnológicas, que fomentan de manera local y regional el desarrollo de conteni-

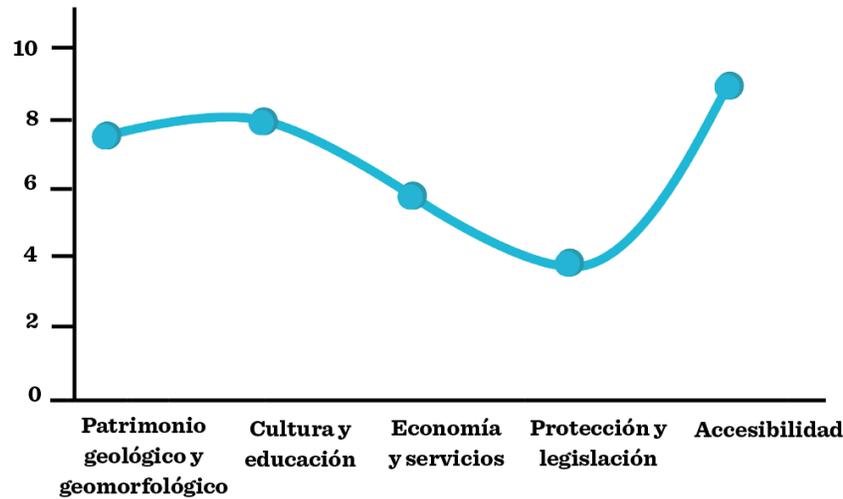
dos y usos didácticos; de hecho, en diferentes recorridos por la zona, se ha podido observar la continua visita de grupos escolares y de turistas, que no tienen que pagar por acceder a las instalaciones y exposiciones.

Por último, y para fortalecer la propuesta, el territorio municipal ofrece oportunidades de desarrollo, que, desde el punto de vista estético y de servicios, podría apuntalar el andamiaje de la propuesta, considerando las mejoras y la inversión necesaria.

### DISCUSIÓN

En el año 2000, fue creado en el Departamento de Ciencias de la Tierra, el programa de Geoparques de la UNESCO; las nacientes ideas de cuatro países europeos, que forjaron los primeros espacios dedicados a la geoconservación, han proliferado de tal manera, que hasta el penúltimo mes del año 2015 se habían reconocido de manera formal 130 geoparques, y más de 350 esperan el dictamen correspondiente para elevar la condición y recibir el reconocimiento internacional (Carcavilla y col., 2014). Sin duda alguna, los beneficios obtenidos en 20 años de investigación y gestión territorial han devenido en el desarrollo de políticas sociales de conservación sustentable del territorio en diferentes países del mundo.

Existen algunas escuelas emergentes, en torno a los geoparques, que han propuesto metodologías para la evaluación de las características y el potencial del territorio para declararlo patrimonio, entre ellas se destacan la Portuguesa, liderada por Brilha (2002; 2005; 2013); la Chilena, dirigida por Martínez (2007); la Española, representada por Carcavilla y García (2010), Carcavilla y col. (2011; 2012) y García y col. (2013); la China, por Fuming y col. (2015); y la Mexicana, desarrollada e implementada en el International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC) de Holanda y el pretérito Instituto Nacional de Ecología (ahora INECC); y lo desarrollado por el Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México,



■ **Figura 5. Representación de la Media del conjunto de variables calificadas en la mina Dos Estrellas.**  
 Figure 5. Representation of the Media of all qualified variables in the Dos Estrellas Mine.

entre otras. En diferente medida, el común denominador de las investigaciones realizadas refiere al relieve como factor patrimonial, sin embargo, la mayor parte de ellas carece de criterios específicos para la valoración geomorfológica, y adolecen de una fundamentación teórica del lugar que ocupan los geoparques en las ciencias; es por ello que esta investigación desarrolló la premisa de ubicación científica de las propuestas de gestión y desarrollo del territorio.

En México, el interés por el patrimonio ha crecido de tal manera, que durante el verano de 2017 se espera la declaración patrimonial de la UNESCO de los dos primeros geoparques nacionales: el “Museo de la Erosión” en la Mixteca Alta (Yanhuitlán, Oaxaca) y las secuencias de los basaltos columnares de San Miguel Regla y depósitos de obsidiana de la Sierra de las Navajas en Huasca Hidalgo. Se destacan avances significativos en la conformación de geoparques en la morfología kárstica del Sótano de las Golondrinas en San Luis Potosí; los bloques de montaña adyacentes al Golfo de California y el Océano Pacífico en el sur de la Península de Baja California Sur. Se suman a la lista las dunas parabólicas y la denudada morfología volcánica en la Reserva de la Biosfera de El Pinacate y Gran desierto de Altar en Sonora; la geomorfología y evolución tectovolcánica de la Caldera

de la Primavera en Jalisco; el Cañón del Sumidero en Chiapas y el DMTO en Michoacán y el Estado de México, basado en una antigua mina que posee el primer museo tecnológico de su especie. Para este caso, se destaca que la metodología propuesta y los resultados encontrados, se conciben con base en los antecedentes geológicos y geomorfológicos referidos, y con la orientación holística que integra aspectos de carácter social, cultural y económico. En este último ámbito, la originalidad del mismo, se encuentra en la intencionalidad de ofrecer a los decisores del territorio una visión amplia de los recursos que poseen en las municipalidades estudiadas (Tabla 6).

En la Tabla 7 se observan las condiciones generales (atributos), que fundamentan la propuesta de creación del geoparque. De acuerdo con estos resultados, se considera que los valores más importantes que tiene la zona de estudio se encuentran caracterizados por:

- Abundancia regional: reconocida en el sistema minero regional, con la infraestructura y arquitectura específica de la actividad y para la satisfacción de necesidades de operación.
- Grado de conocimiento científico: la región se emplaza en sistemas disyuntivos escalona-

■ Tabla 6. Valoración preliminar de la mina Dos Estrellas y el entorno municipal. Fuente: Modificado en base a García y Carcavilla (2013).

Table 6. Preliminary assessment of the Dos Estrellas mine and the local environment. Source: Modified base don García y Carcavilla (2013).

Valor		Parámetros de valoración	Descripción teórica de la variable	Características de sitio
Clase y media ponderada	Asignado			
Intrínseco (8.04)	8	Representatividad	Cualidad del lugar para ilustrar de forma adecuada las características de dominio.	La mina representa un lugar único, debido al proceso histórico de explotación y la transición hacia el desarrollo de la cultura.
	8	Carácter local tipo o de referencia	Cualidad del lugar como referencia estratigráfica, paleontológica, mineralógica.	Mineral de oro.
	8	Grado de conocimiento científico del lugar	Relevancia geológica e interés científico que lo hacen objeto de publicaciones.	Existen tesis de doctorado (UNAM) y artículos de la región en revistas de investigación y divulgación científica (Redalyc).
	9	Estado de conservación	Grado de conservación física del rasgo.	Se observan rasgos de degradación, sin embargo, la conservación del sitio en general es buena.
	8	Condiciones de observación	Facilidad que ofrece el entorno para observar el rasgo.	El sitio se observa desde la parte alta de la ladera, y el paisaje boscoso a la entrada del sitio proporciona valor visual.
	8	Rareza	Escasez de rasgos similares al descrito.	Si bien, el tipo de construcción de la mina es común durante el siglo XIX, es única en la región con la morfología y la distribución espacial de los espacios que posee.
	5	Diversidad geológica	Existencia de varios tipos de interés en el mismo lugar.	El oro y algunos depósitos de pizarra se localizan <i>in situ</i> ; además de depósitos de jales relacionados con un evento catastrófico.
	9	Espectacularidad o belleza	Calidad visual del rasgo.	La arquitectura, los murales que tiene y el tiro de la mina proporcionan valor estético.

Continúa...

Intrínseco y uso (9.6)	10	Contenido divulgativo/uso divulgativo	El rasgo se presta a la divulgación y/o se emplea para tal fin.	Se exhiben obras de arte (pintura), algunos mapas antiguos y materiales (que requieren de restauración).
	10	Contenido didáctico/uso didáctico	El rasgo se presta a la docencia y/o se utiliza para tal fin.	Se han encontrado grupos escolares de visita; el objetivo actual de la mina es la divulgación de la cultura (gratis).
	9	Posibles actividades a realizar	El lugar se presta para actividades recreativas, de ocio, o se utiliza para tal fin.	El lugar posee espacios para el esparcimiento, la lectura y para el desarrollo de talleres artísticos y hasta para eventos sociales.
De uso (7.3)	7	Infraestructura y logística	Existencia de alojamiento y restaurantes.	Existen diferentes sitios para alojamiento y restaurantes; sin embargo, la cantidad y calidad de éstos debe ser superada de manera pronta.
	5	Entorno socioeconómico	Condiciones socioeconómicas de la comarca que pueden favorecer la utilización del lugar como factor de desarrollo local.	Las condiciones en general son bajas a pesar de la declaratoria de “Pueblo mágico”, sin embargo, existe un potencial tácito, a pesar de la marcada pobreza y marginación.
	9	Asociación con otros elementos del patrimonio natural, histórico o etnológico (tradiciones)	Informe sobre otros elementos de interés no geológico que puede atraer a un mayor número de visitantes.	El sitio tiene valor histórico, cultural, artístico, que se explota y que puede proveer de un aumento significativo de turistas en los ámbitos nacional e internacional.
De uso y protección (7.0)	6	Densidad de población	Potencial de visitas <i>versus</i> facilidad para el vandalismo.	La densidad de población es de 176 h/km <sup>2</sup> ; sin embargo, las condiciones de vandalismo aumentan de forma progresiva (existen referencias, oficiales pero no datos que lo comprueben).
	6	Accesibilidad	Facilidad para el acceso <i>versus</i> facilidad para el vandalismo.	Existe facilidad de acceso a través de la carretera federal o a través de la autopista Atlacomulco-Morelia.
	6	Fragilidad	Vulnerabilidad intrínseca del lugar (dimensión, litología, naturaleza, yacimientos paleontológicos, mineralógicos).	Si bien, la vulnerabilidad por sí sola no tiende a ser muy alta, la falta de protección del patrimonio cultural eleva el rango en la naturaleza y el arte.
	9	Cercanía a zonas recreativas	Presencia de zonas recreativas próximas o turísticas <i>versus</i> facilidad para el vandalismo.	Existen áreas de esparcimiento relativamente cercanas, como la presa Brockman en el municipio de El Oro, y el centro de la ciudad representa una oportunidad de turismo cultural y recreativo.

■ Tabla 7. Atributos calificados en el sitio. Realizada con los criterios establecidos por Brilha (2005) y Carcavilla y col. (2012).

Table 7. Assessed attributes at the site. Carried out with the criteria established by Brilha (2005) and Carcavilla and col. (2012).

Ámbito	Valor	Atributo
Patrimonio geológico y geomorfológico	8	Abundancia regional.
	9	Grado de conocimiento científico.
	8	Elementos de interés geológico.
	8	Elementos de interés geomorfológico.
	4	Edad del o los rasgos geológicos.
	9	Representatividad: útil como modelo para representar parcialmente un rasgo o proceso.
	9	Representatividad: útil como modelo para representar de forma global un rasgo o proceso.
	9	Representatividad: mejor modelo para representar de forma global un rasgo o proceso.
	10	Carácter de localidad tipo: referencia regional, utilizada de forma internacional o local.
	6	Grado de conocimiento científico del lugar (trabajos publicados y/o tesis; revistas nacionales o internacionales).
	8	Asociación con un elemento del patrimonio natural o cultural en un radio de 5 km.
	7	Asociación con varios elementos del patrimonio natural o cultural en un radio de 5 km.
	Na	Compatibilidad para recolección de fósiles y conservación.
	Na	Yacimientos paleontológicos.
	8	Geología regional.
	7	Litología predominante.
	Na	Fósiles (edad y especies).
	8	Escarpe de falla, estrías en escarpe de falla.
5	Geometría de vertientes.	
4	Procesos de remoción en masa.	
6	Barrancos, sufusión, cárcavas, valles fluviales, cascadas (rupturas de pendiente), hundimientos, taludes, terrazas.	
8	Estética del paisaje.	
Aspectos culturales y educativos	9	Asociación con elementos culturales.
	8	Colecciones museográficas, centros de investigación.
	10	Usos, costumbres y tradiciones (alfarería, cerámica, cales, yesos, tintes, pinturas, producción de algún mineral, arquitectura popular, fiestas, tradiciones, leyendas, monumentos históricos, etcétera).
	6	Índices <i>per cápita</i> , educación y ocupación similares a la media regional.
	6	Contenidos educativos: curriculares universitarios o de otros niveles.
	8	Interés no geológico (minero-industrial, natural, arquitectónico, arqueológico, etnográfico, histórico, cultural, paisajístico).
9	Potencial de uso didáctico.	
9	Potencial para la investigación.	
Aspectos económicos, servicios y hemerobia	5	Nivel socioeconómico general.
	2	Interés por extracción minera (tipo de material, tipo de extracción, importancia regional).
	5	Índices <i>per cápita</i> , educación y ocupación similares a la media regional, pero inferiores a la media nacional.
	4	Servicios adicionales (hospitales, taxis, oficinas de turismo, agua potable, servicios en general).
	7	Datos de visitantes al año.
	6	Capacidad de alojamiento y distancia al sitio.
	6	Capacidad restaurantera y distancia al sitio.
	8	Potencial para el desarrollo de actividades turísticas, recreativas.
	8	Potencial de uso turístico y/o recreativo, senderismo.
	5	Peligros naturales y amenazas probables.
5	Fragilidad ante la intervención humana.	

Continúa...

Protección y aspectos legales	2	Existen inventarios (para la protección del sitio).
	2	Instrumentos jurídicos de protección.
	Na	Régimen de protección (Parque Nacional, Área Natural Protegida, Reserva de la Biosfera.
	7	Protección física directa (acceso por sendas, densidad de vegetación).
	8	Organización social.
Accesibilidad	10	Accesibilidad a lo largo del año.
	10	Grado de facilidad para acceder a pie.
	9	Tipo de acceso (Camino de terracería).
	10	Distancia del lugar con referencia a carretera asfaltada (2 km).

dos en un régimen tectónico regional de fosas “en-echellon”, en donde se observan espejos de falla normales estriados.

- Capacidad de referencia como lugar: el sitio es conocido en el ámbito nacional, posee buena accesibilidad a través de una carretera federal y la autopista que conecta a las ciudades de Morelia y Atlacomulco, opera todo el año y se encuentra próxima al poblado de Tlalpujahuá, Michoacán.

- Elementos de interés geomorfológico: se destacan los espejos de falla, así como afloramientos de materiales metamorfizados por el desplazamiento disyuntivo. Se encuentran evidencias de procesos asociados con riesgos de orden antrópico.

- Elementos de interés geológico: se advierten afloramientos de pizarras; es posible observar las características litológicas en el acceso principal a la mina.

- Asociación con elementos culturales: el museo tecnológico es único en su especie; además se imparten cursos de pintura. Dentro del museo existe una galería y en la pared principal de acceso a la mina se encuentra un mural. En este sitio se puede leer “La cultura como el sol, son gratis”; ello implica la postura de los administradores de la misma, de que la población y público en general se interesen y aprendan sin tener que pagar.

## CONCLUSIONES

El corredor que comprende a la ex-zona minera de Tlalpujahuá-El Oro posee propiedades de

carácter geomorfológico y geológico de relevancia histórica, como es el caso de la mina Dos Estrellas. Se reconoce que el valor histórico de la región, la riqueza cultural y la capacidad que el sitio tiene para el desarrollo de actividades turísticas, recreativas y deportivas, son atributos que consiguen fundamentar la propuesta formal para la creación de un geoparque en la mina; no obstante a ello, esta se deberá fortalecer en los ámbitos de la administración territorial y de la gestión, ello debido, a que ambas variables pueden ser transformadas de amenazas, en áreas de oportunidad, que impulsen en la región el crecimiento social y económico, a partir de los recursos geomorfológicos y geológicos, en donde la geoconservación se sostiene como eje integrador y rector de la propuesta. El siguiente paso es el consentimiento social y administrativo para la formalización de viabilidad, en su caso, la licitación correspondiente, que permita en prospectiva, la conformación de un área con potencial sustentable para el desarrollo ambiental, social y económico, viable y tangible. Lograr la denominación de geoparque también impulsará el crecimiento de las poblaciones aledañas, las cuales, ya cuentan con la denominación de “Pueblos mágicos”, incrementando la actividad turística de toda la región. En el aspecto científico-académico, se incrementará la calidad de las actividades de carácter educativo que actualmente se desarrollan en la mina, y que incluyen investigación y difusión de temas relacionados con geología, geomorfología, mineralogía y otros afines a ciencias de la tierra, relacionados con la geoconservación. Esto permitirá a la región desplegar áreas de interés y crecimiento, que hasta

ahora han sido inexploradas, tales como, la definición de los criterios locales y metodológicos para valorar los geositos, los geomorfositos y el valor patrimonial de los mismos. También propiciará elaborar catálogos, inventarios y rutas para la exploración y despliegue del co-

nocimiento científico y educativo general, fortaleciendo los procesos de gestión, ligados a políticas de conservación y administración territorial, en un marco legal que favorezca a toda la población.

## REFERENCIAS

- Bratton, A., Smith, B., McKinley, J., and Lilley, K. (2013). Expanding the Geoconservation Toolbox: Integrated hazard management at dynamic geoheritage sites. *Springer*. 5(3):173-183.
- Brilha, J. (2002). Geoconservación and protected areas. *Environmental conservation*. 29(3): 273-279.
- Brilha, J. (2005). *Patrimonio geológico e geoconservacao*. A conservacao de natureza na sua vertente geológica. Lisboa: Palimago. 183 Pp.
- Brilha, J. (2013). Nuevas perspectivas del patrimonio geológico y los geoparques. *Conferencia de clausura de la X Reunión Nacional de la Comisión del Patrimonio Geológico, Sociedad Geológica de España, Segovia*. 10(1): 1-9.
- Bruschi, M. (2007). *Desarrollo de una metodología para la caracterización, evaluación y gestión de los recursos de la geodiversidad*. León: Universidad de Cantabria. 355 Pp.
- Bruschi, M. and Cendrero, A. (2007). Geosite evaluation; can we measure intangible values? II Quaternario, Italian. *Journal of Quaternary Sciences*. 18(1): 293-306.
- Bruschi, M., Cendrero, A., and Cuesta, J. (2011): A statistical approach to the validation and optimisation of geoheritage assessment procedures. *Springer*. 3(33): 131-149.
- Burek, C. (2012). The role of LGAPs (Local Geodiversity Action Plans) and Welsh RIGS as local drivers for geoconservation within geotourism in Wales. *Springer*. 4(1-2): 45-63.
- Camprubí, A. y Albison, T. (2006). Depósitos epitermales en México: actualización de su conocimiento y reclasificación empírica. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*. 63(1): 27-81.
- Cánovas, A. (1960). El tratado Mon-Almonte: Miramón, el partido conservador y la intervención europea. *Ediciones Los Insurgentes*. 3(1): 5-97.
- Carcavilla, L., Belmonte, A., Durán, J. e Hilario, A. (2011). Geoturismo: concepto y perspectivas en España. Enseñanza de Ciencias de la Tierra. *Revista de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 19(1): 81-94.
- Carcavilla, L., Delvene, G., Díaz, E., García, A., Lozano, G., Rábano, I. y Vegas, J. (2012). Geodiversidad y patrimonio geológico. Instituto Geológico y Minero de España. [En línea]. Disponible en: <http://www.igm.es/internet/patrimonio>. Fecha de consulta: 7 de octubre de 2015.
- Carcavilla, L. Durán, J, Vázquez, A. y Vázquez, J. (2014). Patrimonio geomorfológico: conservación y gestión de los edificios y paisajes tobáceos. Las Tobas en España. *Sociedad Española de Geomorfología*. 1(448): 339-348.
- Carcavilla, L. y García, A. (2010). *Geoparques, significado y funcionamiento*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España. Ministerio de Economía y Competitividad. 7 Pp.
- Chávez, P., Salas, U., Pérez, R., Medina, M., Villanueva, M., Arroyo, R. y Camacho, R. (2010). The impact of mining in the regional ecosystem: the Mining District of El Oro and Tlalpujahua, Mexico. *De re metallica (Madrid): revista de la Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero*. 15(1): 21-34.
- Cisneros, M., Camacho, R., Chávez, P., Medina, M. y Arroyo, R. (2012). Caracterización mineral y geoquímica de los jales del Distrito Minero El Oro-Tlalpujahua. Reutilización potencial de los desechos mineros. *Memorias del 3er. foro de Ingeniería e Investigación en Materiales*. 1(3): 198-203.
- Corona, P. y Uribe, A. (2009). *Atlas cartográfico del distrito minero El Oro y Tlalpujahua, Morelia Michoacán*. México: Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo, Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología. 101 Pp.
- Cortés, G., Baretton, D., and Gallego, E. (2000). Inventory and cataloguing of Spain's geological heritage. An historical review and proposals for the

future. *Geological heritage: It's conservation and management. Spain*. 1(1): 47-67.

Corvea, J., Blanco, A., Bustamante, I., Farfán, H., Martínez, Y., Novo, R., and López, N. (2014): Advances in Geoconservation in Cuba: Assessment of the Guaniguanico Range and Guanahacabibes Plain (Pinar del Río). *Springer*. 1(1): 1-16.

Crespo, A., Alcalá, L., Carcavilla, L. y Simón, J. (2011). Geología: origen, presente y futuro. Enseñanza de ciencias de la tierra. *Revista de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 19(1): 95-103.

Dias, G., Brilha, J., Alves, C., Pereira, D., Ferreira, N., Meireles, C. y Simoes, P. (2003). Contribución para la valorización y divulgación del patrimonio geológico como recursos interpretativos: ejemplos en áreas protegidas del NE de Portugal. *Ciencias de la Tierra*. 5(1): 132-135.

Dingwall, R. (2000). Legislación y convenios internacionales: la integración del patrimonio geológico en las políticas de conservación del medio natural. Patrimonio geológico: conservación y gestión. *ITGME, Madrid*. 1(1): 15-29.

Eder, W. (1999). UNESCO Geoparks: a new initiative for protection and sustainable development of Earth's heritage. *Neues Jahrbuch Fur Geologie Und Palaontologie-Abhandlungen*. 214(1-2): 353-358.

Escobar, J., Corona P. y Salinas J. (2015). Yacimientos de oro en Michoacán. *Ciencia Nicolaita*. 1(65): 36-45.

El Oro (2016). H. Ayuntamiento de El Oro México. [En línea]. Disponible en: <http://www.eloromexico.gob.mx>. Fecha de consulta: 6 de diciembre de 2016.

Fernández, J. (2007). Identificación y evaluación de geositos en el Parque Nacional Torres del Paine. *Memoria de Título, departamento de Geología de la Universidad de Chile*. 1(1): 77.

Fernández, E., Carcavilla, L., Belmonte, A. y Ruíz, A. (2015). Estrategias de divulgación de la geología del Geoparque de Sobrarbe: La red geo-rutas a pie. *Revista del Museo Nacional de Perú*. 18(6): 483-488.

Fuming, L., Fang, W., Heigang, X., Zhaoguo, W., and Baofu, L. (2015). A study on classification and zoning of Chinese geoh heritage resources in national Geoparks. *Geoheritage Digital Journal*. 1(9): 1-15.

García, Á. y Carcavilla, L. (2013). Documento metodológico para la elaboración del inventario español de lugares de interés geológico (IELIG), versión

18-07-2013. *Instituto Geológico y Minero de España*. 12(1): 32-61.

García, A., Carcavilla, L., Vegas, J. y Díaz, E. (2013). Algunos resultados del inventario de lugares de interés geológico de la Cordillera Ibérica. Patrimonio geológico, un recurso para el desarrollo. *Instituto Minero y Geológico de España*. 3(1): 379-388.

González, J., Arteaga, C., Arteaga, F., Arjona, M., and García, R. (2013). Natural landscape and Epicnemidian Locris: The historical conditions of its physical environment. Topography and history of ancient epicnemidian Locris. *Koninklijke Brill, NV, Leiden Boston*. 594(1): 9-61.

Gormaere, E., Demarque, S., Dreesen, R., and Declercq, P. (2015). The geological and cultural heritage of the Caledonian Stavelot-Venn Massif. *Geoheritage*. 8(3): 211-233.

Gray, M. (2004). Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature. John Wiley and Sons. *Chichester England*. 1(1): 448.

Henriquez, M., Pena-dos-Reis, R., Brilha, L., and Mota, J. (2011). Geoconservation as an emerging geoscience. *Geoheritage*. 3: 117-128.

Martín, J., Caballero, J., and Carcavilla, L. (2012). Geoheritage information for Geoconservation and Geotourism through the categorization of landforms in a karstic landscape. A case study from Covalagua and Las Tuerces (Palencia, Spain). *Geoheritage*. 4(1): 93-108.

Martínez, P. (2007). Identificación, caracterización y cuantificación de geositos para la creación de un geoparque en Chile. *Departamento de Geología, facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile*. 1(1): 173.

Mateo, J. (1984). *Apuntes de Geografía de los Paisajes*. La Habana: Universidad de La Habana Cuba. 469 Pp.

Mateo, J. (2002). *Geografía de los paisajes. Primera parte: paisajes naturales*. La Habana: Cuba, Ministerio de Educación Superior de Cuba. 190 Pp.

Mateo, J., Da-Silva, E. y Cezar, A. (2012). Paisaje y geosistema: apuntes para una discusión teórica. *Revista Geonorte*. 4(4): 249-260.

Monge, G. y Martínez, J. (2013). El Patrimonio geológico de la Red de reserva de la Biosfera. Cuaderno del museo geológico minero: Patrimonio Geológico un recurso para el desarrollo. *Instituto Geológico y Minero de España*. 15(1): 313-322.

Muñoz, E. (1988). Georecursos culturales. Geolo-

gía Ambiental. *Instituto Geológico y Minero de España ITGE, Madrid*. 1(1): 85-100.

Navarro, V., Moya, M., Alonso, J., and Asensio, L. (2012). A syntetic model of cracking in Santos Morcillo Lake. Central Spain. *Computers and Geotechnics*. 40(1): 1-13.

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

Núñez, S. (2015). Rompimiento y desborde de presas de jales: El caso de estudio de Tlalpujahua (27 de mayo de 1937). *Ciencia Nicolaita*. 65(1): 95-119.

Pantoja, J. (1994). Formación Las Américas, Tlalpujahua, Michoacán, México. Una reinterpretación de los datos petrográficos, petroquímicos, tectónicos y de los mecanismos de erupción. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*. 11(2): 168-181.

Pulido, M., Lagar, D., and García, R. (2014). Geosites Inventory in the Geopark Villuercas-Ibores-Jara (Extremadura, Spain): A Proposal for a New Classification. *Geoheritage*. 6(1): 17-27.

Robador, A., Carcavilla, L. y Sasmó, J. (2013). *Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. Guía geológica. Organismo Autónomo Parques Nacionales Madrid: Everest S. A.* 226 Pp.

Salas, U. (2010). *Historia económica y social de la Compañía y Cooperativa Minera "Las Dos Estrellas, en El Oro y Tlalpujahua*. 1898-1959. México: CSIC-CSIC Press. 564 Pp.

Salazar, A., Carcavilla, L., and Diéz-Herrero, A. (2014). Geomorphological heritage and conservation in Spain. In F. Gutiérrez and M. Gutiérrez (Eds.), *Landscapes and landforms of Spain* (pp. 307-318). Madrid: Springer, Netherlands.

Salinas, E. (1989). *Geografía física de los continentes*. La Habana: Ministerio de Educación Superior, Universidad de La Habana. 195 Pp.

Tlalpujahua (2016). Tlalpujahua Pueblo mágico de Michoacán. [En línea]. Disponible en: <http://www.tlalpujahua.com>. Fecha de consulta: 6 de diciembre de 2016.

Tongkul, F. (2015). Waterfalls of Malau basin, Geoheritage of Sabah, Malaysian Borneo. *Geoheritage Digital Journal*. 9(1): 1-11.

Travis, A. (2011). Upland classical National Park ecomodel: the Plitvice Lakes National Park, Croatia. *Planting for tourism, leisure and sustainability: international cause studies*. 1(1): 112-115.

UNESCO, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2008). Operational guide for the implementation of the World Heritage Convention. [En línea]. Disponible en: <http://www.unesco>. Fecha de consulta: 11 de febrero de 2016.

Uribe, A. (1992). El Distrito Minero El Oro y Tlalpujahua entre dos siglos y el mercado internacional de tecnología. Five centuries of Mexico history, Mexico. Instituto Mora-University of California, Irvine. *Revista inclusiones*. 1(1): 119-135.

Uribe, A. (2009). Historia económica y social de la compañía minera "Las Dos Estrellas" en El Oro y Tlalpujahua, 1898-1938. *Ciencia Nicolaita*. [En línea]. Disponible en: [www.cic.cn.umich.mx](http://www.cic.cn.umich.mx). Fecha de consulta: 17 de diciembre de 2016.

Uzeta, Y. (1964). Juárez y el tratado McLane-Ocampo. *Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*. 2(1): 1-26.

Vázquez, L. (2011). Social and environmental conflicts analysis in the nature park Las Lagunas de Ruidera: the influence of irrigated agriculture on tourism. *Investigaciones turísticas*. 2(1): 120-132.

Vegas, J., Alberruche, E., Carcavilla, L., Díaz, E., García, Á., García de Domingo, A. y Ponce de León, D. (2012). Guía metodológica para la integración del patrimonio geológico en los procesos de evaluación de impacto ambiental. *Instituto Geológico y Minero de España. Madrid*. 2003(15): 343-353.

Vegas, J., Alberruche, E., Carcavilla, L., García, Á., Díaz, A., García, A. y Ponce-de-León, D. (2013a). La integración del patrimonio geológico en los procesos de evaluación de impacto ambiental. Patrimonio geológico, un recurso para el desarrollo. *Instituto Geológico y Minero de España*. 3(1): 379.

Vegas, J., García, A., Lozano, G., Carcavilla, L. y Díaz, E. (2013b). Valoración de los lugares de interés geológico de Enguídanos/Cuenca) y su aplicación para la geoconservación. Patrimonio geológico, un recurso para el desarrollo. *Instituto Geológico y Minero de España*. 3(1): 379.

Zouros, N. (2004). The European Geoparks Network: Geological heritage protection and local development. *Episodes*. 27(3): 165-171.